

PROJECT-MER

***“Verbreding en verdieping Boudewijnkanaal (fase 1)
met inbegrip van de aanleg van een tijdelijk bouwdok”***

Definitief MER



COLOFON

Opdracht:

Project-MER "Verbreiding en verdieping Boudewijnkanaal
(fase 1) met inbegrip van de aanleg van een tijdelijk
bouwdok"
Definitief MER

Opdrachtgever:

BAM n.v.
Rijnkaai 37
2000 Antwerpen

MBZ
Isabellalaan 1
8380 Zeebrugge

Opdrachthouder:

Antea Belgium nv
Roderveldlaan 1
2600 Berchem (Antwerpen)

T : +32(0)3 221 55 00
F : +32 (0)3 221 55 01
www.anteagroup.be
BTW: BE 414.321.939
RPR Antwerpen 0414.321.939
IBAN: BE81 4062 0904 6124
BIC: KREDBEBB

Antea Group is gecertificeerd volgens ISO9001

Identificatienummer:

227937302

Datum:

augustus 2017

status / revisie:

Eindrapport

Vrijgave:

Jan Parys, Contract Manager

Controle:

Paul Arts, MER-coördinator

Medewerkers

Tom OpdeBeeck, adviseur accoustical
Inge Van der Mueren
Sofie Claerbout
Dirk Dermeaux
Chris Busschots
Koen Foncke

Team van deskundigen:

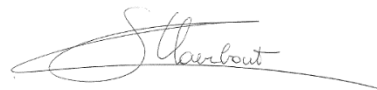
Mer coördinator, Mer-deskundige Mens – sociaal-organisatorische aspecten en Mer-deskundige Landschap, Bouwkundig Erfgoed en Archeologie
Paul Arts



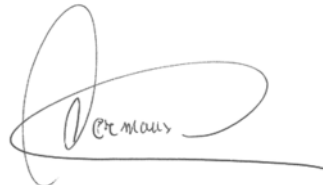
Mer-deskundige Bodem en grondwater
Inge Van der Mueren



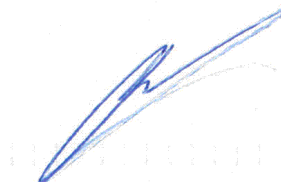
Mer-deskundige Fauna en Flora
Sofie Claerbout



Mer-deskundige Lucht
Dirk Dermaux



Mer-deskundige Geluid en Trillingen
Chris Busschots



Projectmedewerkers

Tom OpdeBeeck, adviseur accoustical

© Antea Belgium nv 2017

Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van Antea Group mag geen enkel onderdeel of uittreksel uit deze tekst worden weergegeven of in een elektronische databank worden gevoegd, noch gefotokopieerd of op een andere manier vermenigvuldigd.

INHOUD

DEEL 1	TEKSTGEDEELTE	11
1	INLEIDING	12
1.1	AANLEIDING VOOR HET PROJECT EN HET PROJECT-MER	12
1.2	TOETSING AAN DE MER-PLICHT	12
1.3	STAPPEN IN DE MER-PROCEDURE EN SITUERING IN DE VERGUNNINGSPROCEDURE	13
1.4	TOTSTANDKOMING VAN HET RAPPORT	13
2	BESCHRIJVING VAN HET PROJECT	15
2.1	SITUERING VAN HET PROJECTGEBIED	15
2.2	VERANTWOORDING VAN HET PROJECT	17
2.3	BESCHRIJVING VAN HET PROJECT	20
2.4	ONTWIKKELINGSSCENARIO'S	52
3	JURIDISCHE, ADMINISTRatieve EN BELEIDSMATIGE SITUERING	55
3.1	JURIDISCHE EN BELEIDSMATIGE RANDVOORWAARDEN	55
3.2	NATUURCOMPENSATIES	68
4	ALGEMENE METHODOLOGISCHE ASPECTEN	76
4.1	ALGEMENE OPBOUW EN UITGANGSPUNTEN VAN DE EFFECTENSTUDIE	76
4.2	OVERZICHT MOGELIJKE EFFECTEN	78
4.3	ALTERNATIEVENONDERZOEK	80
5	BESCHRIJVING VAN DE BESTAANDE TOESTAND, MILIEUEFFECTEN, MAATREGELEN EN AANBEVELINGEN	87
5.1	BODEM EN GRONDWATER	87
5.2	OPPERVLAKTEWATER	133
5.3	GELUID EN TRILLINGEN	147
5.4	LUCHT	175
5.5	FAUNA EN FLORA	181
5.6	LANDSCHAP, BOUWKUNDIG ERFGOED EN ARCHEOLOGIE	213
5.7	MENS – RUIMTELIJKE ASPECTEN, MOBILITEIT EN GEZONDHEID	228
6	SYNTHESE VAN DE MILIEUEFFECTEN EN MILDRENDENDE MAATREGELEN	251
7	AFTOETSING VAN DE MILDRENDENDE MAATREGELEN UIT HET PLAN-MER TEN OPZICHTE VAN VOORLIGGENDE PROJECT	270
7.1	MOBILITEIT	270
7.2	GELUID EN TRILLINGEN	270
7.3	LUCHT	272
7.4	BODEM	273
7.5	WATER	274
7.6	FAUNA EN FLORA	274
7.7	LANDSCHAP, BOUWKUNDIG ERFGOED EN ARCHEOLOGIE	276
7.8	MENS	276
8	LEEMTEN IN DE KENNIS EN MONITORING	278
9	GEWESTGRENSOVERSCHRIJDENDE EFFECTEN	279
10	EINDBESPREKING	280
11	NIET-TECHNISCHE SAMENVATTING	289

12	ELEMENTEN VOOR HET UITVOEREN VAN DE WATERTOETS.....	290
13	VERKLARENDE WOORDENLIJST EN AFKORTINGEN	292
DEEL 2	BIJLAGEN.....	295

FIGUREN

Figuur 2-1: (indicatieve) situering van het projectgebied en de verschillende zones binnen het projectgebied	15
Figuur 2-2: indeling bouwdok (het noorden bevindt zich rechts op de onderste figuur)	28
Figuur 2-3: dieptes bouwdok	29
Figuur 2-4: stabilisatiemaatregelen en geometrie westelijk grondlichaam tijdens het bouwen van de zinkelementen	31
Figuur 2-5: stabilisatiemaatregelen en geometrie zuidelijk talud tijdens het bouwen van de tunnelementen, tijdens inundatie en in de eindfase (damwand verwijderd)	31
Figuur 2-6: stabilisatiemaatregelen en geometrie oostelijke talud tijdens het bouwen van de tunnelementen	32
Figuur 2-7: detailoverzicht processtappen (links betoncentrales, rechts betonproducenten), bron: BBT betoncentrales en betonproducenten.	35
Figuur 2-8: mogelijke situering van een laad- en lospontoon in het Verbindingsdok of het Boudewijnkanaal t.a.v. een mogelijke werfzone (het noorden bevindt zich links op de figuur)	38
Figuur 2-9 Lospontoon	38
Figuur 2-10 Overslagpontoon	39
Figuur 2-11: situatie doorvoer tunnelementen	40
Figuur 2-12 Locatie brug en vaarwegen	42
Figuur 2-13. Tracé tunnelementen	42
Figuur 2-14. Sleepkonvooi	43
Figuur 2-15. Bathymetrie	43
Figuur 2-16. Lieren	44
Figuur 2-17. Lierlocaties	45
Figuur 2-18. Stappen bij uitlieren en transport onder de brug	46
Figuur 2-19. Brugpassage met sleepboten	47
Figuur 2-20. Stappen voor brugpassage met sleepboten	47
Figuur 2-21. Transport van een tunnel element door een sluis	49
Figuur 2-22 GRUP Afbakening Zeehavengebied Zeebrugge	53
Figuur 2-23 Locatiealternatieven voor bijkomende zeeluis te Zeebrugge i.k.v. complex project “verbeteren van de nautische toegankelijkheid tot de (achter)haven van Zeebrugge”	54
Figuur 3-1 Geschrapte en behouden Natura 2000-gebieden	69
Figuur 3-2: Situering van het projectgebied (rood) ten opzichte van de noordelijke strook (grijs), het geschrapte deel van het SBZ-V (oranje) en de Dudzeelse polder (geel)	70
Figuur 3-3: Inrichtingsmaatregelen voor de inname van de noordelijke strook binnen de Dudzeelse polder	71
Figuur 3-4: Ontwikkeling achterhaven Zeebrugge: status van inname december 2013 (bron: jaarrapport 2013, VLM)	74
Figuur 3-5: Ontwikkeling achterhaven Zeebrugge: inname habitats 2013 (bron: jaarrapport 2013, VLM)	74

Figuur 5-1: situering van het eindig-verschil netwerk (met 104 rijen en 83 kolommen) van het modelgebied in de haven van Zeebrugge (kolom 50 en rij 75 zijn hierbij gelegen ter hoogte van het toekomstig bouwdok)	91
Figuur 5-2: indicatieve locatie injectieputten bij volledige retourbemaling	92
Figuur 5-3: hoogteligging maaiveld met indicatieve aanduiding van het bouwdok	97
Figuur 5-4: langsprofiel huidige maaiveld ter hoogte van het bouwdok ter hoogte van de rode lijn op bovenstaande figuur	98
Figuur 5-5: ligging van de uitgevoerde bodemonderzoeken in de omgeving van het projectgebied	99
Figuur 5-6: effecten in de freatische laag (links) en 1 ^{ste} watervoerende laag (rechts) als gevolg van bemaling voor aanleg van de diepwand aan de noordzijde (bron: ATLAS)	106
Figuur 5-7: effecten in de freatische laag (links) en 1 ^{ste} watervoerende laag (rechts) als gevolg van bemaling voor aanleg van de diepwand halverwege de diepwand (bron: ATLAS)	107
Figuur 5-8: effecten in de freatische laag (links) en 1 ^{ste} watervoerende laag (rechts) als gevolg van bemaling voor aanleg van de diepwand zuidzijde	107
Figuur 5-9: freatische grondwaterstandsverlaging als gevolg van de geplande bemaling voor de aanleg van de ontlastvloer (bron: ATLAS)	110
<i>Figuur 5-10: zoetwaterstijghoogte laag 1 (kleurenschaal en zwarte contourlijnen in mTAW)</i>	111
<i>Figuur 5-11: zoutwaterpercentages in modellaag 1 in de huidige situatie</i>	112
<i>Figuur 5-12: freatische grondwaterstand in mTAW (stijghoogte in bouwput is lager dan 0 m TAW maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden)</i>	113
<i>Figuur 5-13: verschil stijghoogte in modellaag 2 tov referentiesituatie door aanwezigheid bouwdok</i>	113
<i>Figuur 5-14: zoutwaterpercentages in modellaag 1 in het scenario met bouwdok en zonder retourbemaling</i>	114
<i>Figuur 5-15: freatische grondwaterstand in mTAW (stijghoogte in bouwput is lager dan 0 m TAW maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden)</i>	115
<i>Figuur 5-16: verschil stijghoogte in modellaag 2 tov referentiesituatie door aanwezigheid bouwdok met retourbemaling</i>	115
<i>Figuur 5-17: zoutwaterpercentages in modellaag 1 in scenario met retourbemaling</i>	116
<i>Figuur 5-18: doorsnedes met zoutwaterpercentages (kleurenschaal) en stijghoogtes (witte contourlijnen) langs kolom 50 voor (van boven naar onder) de huidige situatie, scenario met bouwdok en scenario met bouwdok en retourbemaling</i>	117
<i>Figuur 5-19: doorsnedes met zoutwaterpercentages (kleurenschaal) en stijghoogtes (witte contourlijnen) langs rij 75 voor (van boven naar onder) de huidige situatie, scenario met bouwdok en scenario met bouwdok en retourbemaling</i>	118
<i>Figuur 5-20: grondwaterstand en stijghoogte in de huidige situatie berekend met het 'bouwputmodel'</i>	119
<i>Figuur 5-21: grondwaterstand en stijghoogte van de geplande situatie met bouwdok berekend met het 'bouwputmodel' met bouwdok</i>	119
<i>Figuur 5-22: grondwaterstand en stijghoogte van de geplande situatie met bouwdok en retourbemaling berekend met het 'bouwputmodel'</i>	120
<i>Figuur 5-23: maatgevend verloop van de zoutwaterstijghoogte met de diepte voor de verschillende situaties</i>	120

Figuur 5-24: freatische verlaging (oostzijde kanaal) als gevolg van bemaling bouwdok met retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en de terminal (bron: ATLAS)	122
Figuur 5-25: verlaging van de stijghoogte in de 1 ^{ste} watervoerende laag als gevolg van de bemaling van het bouwdok inclusief retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en de terminal (bron: ATLAS)	122
Figuur 5-26: weerstandsdiagram in de omgeving van het gebouw binnen de autoterminal (bron: DOV)	124
Figuur 5-27: stromingsrichting (bron: giswest) van de waterlopen in de buurt van het projectgebied	135
Figuur 5-28 Evolutie Prati-index (PIO) ter hoogte van meetpunt 816000	136
Figuur 5-29 Evolutie Prati-index (PIO) ter hoogte van meetpunt 814000	136
Figuur 5-30: voorstel door te voeren aanpassing aan de Eivoordebeek (paars) en aanduiding van de te dempen (delen van) waterlopen (rood)	139
Figuur 5-31 Locatie geluidsmeetpunt	155
Figuur 5-32: Situering van de in het model voor het MER (2007) gehanteerde kengetallen	172
Figuur 5-33: Resultaten geluidsmodellering (LAeq) (MER Achterhaven Zeebrugge, 2007)	173
Figuur 5-34: Jaargemiddelde NO2 concentratie in 2013 met indicatie van het plangebied (zwarte cirkel) (Bron: ATMOSYS)	177
Figuur 5-35: inrichtingswerken uitgevoerd in en in de omgeving van de Dudzeelse polder in 2010 – 2011 (bron: Monitoring van de SBZ-V ‘Poldercomplex’ (2013)).	184
Figuur 5-36: Vogelatlas 2010 ter hoogte van het projectgebied	187
Figuur 5-37: afbakening van de deelgebieden “weiden Achterkant Lissewege” (links) en “weiden Hoge Noen” (rechts) volgens www.waarnemingen.be	189
Figuur 5-38: aanduiding van het voorkomen van oeverwaluwen ter hoogte van het projectgebied	192
Figuur 5-39: berekende grondwaterstand bij bemaling van het zuidelijk deel van de diepwand	197
Figuur 5-40: berekende grondwaterstand bij bemaling van de ontlastvloer	198
Figuur 5-41: berekende grondwaterstand in de huidige toestand	199
Figuur 5-42: berekende grondwaterstand na aanleg van het bouwdok en met bemaling zonder retourbemaling	200
Figuur 5-43: verschil in grondwaterstand (m) tussen de huidige toestand en de toestand met aanleg van het bouwdok en bemaling zonder retourbemaling	200
Figuur 5-44: berekende grondwaterstand na aanleg van het bouwdok en met bemaling met retourbemaling	201
Figuur 5-45: verschil in grondwaterstand (m) tussen de huidige toestand en de toestand met aanleg van het bouwdok en bemaling met retourbemaling	202
Figuur 5-46: berekende grondwaterstand bij bemaling van het bouwdok bij retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en ter hoogte van de autoterminal	203
Figuur 5-47: aanduiding van de aanwezige peilbuizen (geel) en voorstel van bijkomend te plaatsen peilbuizen (rood) in kader van de voorgestelde monitoring	211
Figuur 5-48: aanduiding van het projectgebied op de Ferrariskaart (1777)	216

Figuur 5-49: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de Vandermaelenkaart (1850-1854)	217
Figuur 5-50: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de kaart van Dépôt de la Guerre (1861 – 1875)	217
Figuur 5-51: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de kaart van het MCI (1932)	218
Figuur 5-52: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de MGI kaart van 1964	219
Figuur 5-53: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de NGI kaart van 1971	219
Figuur 5-54: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de NGI kaart van 1993	220
Figuur 5-55: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de NGI kaart van 2009	221
Figuur 5-56 Situering projectgebied binnen de CAI (toestand juli 2015), Bron: Agiv	222
Figuur 5-57: aanduiding van het projectgebied op de landbouwgebruikspercelenkaart 2014 (bron: Agentschap voor Landbouw en Visserij)	231
Figuur 5-58: Bewoonde hoeve in de Zeevaartstraat (Bron: Google Streetview)	231
Figuur 5-59: Bewoning in de nabije omgeving van het plangebied	232
Figuur 5-60: ligging van de voorkomende kinderdagverblijven en scholen in de buurt van het projectgebied (bron: geopunt)	232
Figuur 5-61: Huidige ontsluiting van het projectgebied (voor voltooiing van de A11)	234
Figuur 5-62: Plan van de A11 in aanbouw (bron: www.a11verbindt.be)	234
Figuur 5-63: mogelijke route van en naar een betonleverancier	241
Figuur 5-64: Transportroute van de tunnelonderdelen (Bron: Google Maps)	243
Figuur 5-65 Visuele impressie van de grondstock vanaf de Jacob Reyvaertstraat (Lissewege)	245

BIJLAGEN

bijlage 1: kaartenbundel

bijlage 2: inrichtingsplannen

bijlage 3: nota eindrapport geohydrologie

bijlage 4: nota riolering en afwatering bouwdok

bijlage 5: ontwerpnota bouwdok taluds

bijlage 6: nota opties passeren tijdelijke brug

bijlage 7: nota geohydrologische vragen tbv project-MER

bijlage 8: nota Oeverbescherming Bouwdok Zeebrugge

bijlage 9: bemalingsstudie

bijlage 10: natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge jaarrapport 2014 – 2015

bijlage 11: ontwerpnota kaaimuur

bijlage 12: zoet-zout verdeling na langdurige calibratie

bijlage 13: Passende Beoordeling

bijlage 14: niet-technische samenvatting

DEEL 1 TEKSTGEDEELTE

1 **Inleiding**

1.1 **Aanleiding voor het project en het project-MER**

De haven van Zeebrugge heeft plannen om de capaciteit voor de automotive sector in Zeebrugge met 156 hectare uit te breiden. Momenteel is er 390 hectare in gebruik voor de autologistiek in de Achterhaven van Zeebrugge. De roro-activiteiten¹ in de Achterhaven zijn in stijgende lijn. De vraag naar extra terminals is duidelijk geworden na een oproep voor de inname van 58 ha voor havenoperators. Een aantal extra terreinen kunnen op korte termijn gerealiseerd worden rondom het zuidelijk kanaaldok. Op middellange termijn (>2020) is een extra kaaimuur van ca. 900m en verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal nodig om de terreinen daar te ontsluiten. Deze verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal en bouw van kaaimuur kadert binnen het GRUP "afbakening Zeehavengebied Zeebrugge". Huidig project wenst een eerste fase van deze uitbreiding te verwezenlijken.

Daarnaast vereist de aanleg van de derde Scheldekrusing te Antwerpen van het gebruik van een bouwdok.² Een onderdeel van deze derde Scheldekrusing is immers een nieuwe tunnel onder de Schelde. Deze nieuwe tunnel is van het type "afgezonken tunnel". Voor de bouw van de afzink-elementen is een bouwdok van aanzienlijke omvang noodzakelijk. Voor het transport van de tunnel-elementen is een voldoende waterdiepte nodig (minstens 10,2 m) over een voldoende breedte. Het transport van tunnelementen over de binnenwateren of over de weg is bijgevolg uitgesloten.

De initiatiefnemers van de projecten zagen een belangrijke potentiële synergie om beide werken te kunnen bundelen in één project en zo tot een win-winsituatie voor alle partijen te komen.

Binnen de fasering van de verbreding en de verdieping van het Boudewijnkanaal, zal daarom in een tussenfase een tijdelijk bouwdok gerealiseerd worden voor de bouw van de tunnelementen voor de realisatie van de Oosterweelverbinding in Antwerpen. Het tijdelijk bouwdok wordt op die manier geïntegreerd in de verbreding en de verdieping van het Boudewijnkanaal die deel uitmaken van de havenontwikkeling. De bouw van de tunnelementen voor de Scheldetunnel wordt gepland te Zeebrugge, waarna de tunnelementen naar hun definitieve plaats in Antwerpen zullen worden gebracht.

1.2 **Toetsing aan de MER-plicht**

Volgens het geldende uitvoeringsbesluit inzake milieueffectenrapportage³ vallen in het kader van de aanvraag tot stedenbouwkundige vergunning bepaalde projecten onder 'MER-plichtige projecten' (Bijlage I), projecten waarvoor een 'gemotiveerd verzoek tot ontheffing van de MER-plicht' kan worden ingediend (Bijlage II) en projecten waarvoor een screeningsformulier dient opgesteld te worden (Bijlage III).

Categorie 11 van Bijlage I betreft "aanleg van waterwegen en havens voor de binnenscheepvaart voor schepen van meer dan 1.350 ton".

Categorie 12 van Bijlage I betreft "zeelandhavens, met het land verbonden en buiten havens gelegen pieren voor lossen en laden (met uitzondering van pieren voor veerboten) die schepen van meer dan 1.350 ton kunnen ontvangen.

¹ Roll on-roll off. Systeem waarbij vrachtwagens snel over zee worden vervoerd, zodat het in-en uitladen snel gebeurt en het overzeese transport tijd wint.

² De Vlaamse regering heeft op 30 maart 2010 beslist om de ring rond Antwerpen te sluiten middels de realisatie van een derde Scheldekrusing en principieel te kiezen voor een ondertunnelde oplossing. Na het voeren van diverse onderzoeken heeft de Vlaamse Regering op 14 februari 2014 definitief beslist om de Antwerpse ring te sluiten middels een Schelde-oeververbinding bestaande uit een afgezonken Scheldetunnel, een Oosterweelknooppunt en een cut&cover-tunnel tot aan de R1. Het GRUP "Oosterweelverbinding - wijziging" werd door de Vlaamse Regering definitief vastgesteld op 30 maart 2015.

³ Besluit van 10 december 2004 van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van de categorieën van projecten onderworpen aan milieueffectrapportage B.S. 17-02-2005.

De verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal – fase 1 (met inbegrip van de aanleg van een tijdelijk bouwdoek) valt bijgevolg onder bijlage I en wordt dus als project-MER-plichtig beschouwd.

1.3 *Stappen in de MER-procedure en situering in de vergunningsprocedure*

De eerste stap in de MER-procedure is de opmaak en terinzagelegging van de kennisgeving. In dit dossier werd gekozen voor een gebundelde kennisgeving – ontwerp-MER. De mogelijkheid om dergelijk gecombineerd dossier in te dienen wordt sinds mei 2009 door de bevoegde administratie geboden voor projecten waarbij een “standaard”-methodologie voldoende is om een onderbouwde en volledige milieueffectenbeoordeling te kunnen uitvoeren.

Het kennisgevingsdossier/Ontwerp-MER werd volledig verklaard door de Dienst Mer op 19 december 2016 en lag van 27 december 2016 tot en met 25 januari 2017 ter inzage bij de Stad Brugge. De volledig verklaarde kennisgeving en de ontvangen adviezen en inspraakreacties werden besproken op de richtlijnenvergadering van 25 januari 2017. De richtlijnen, waarin de reikwijdte, het detailleringsniveau en de inhoudelijke aanpak van het project-MER worden vastgelegd, werden betekend op 6 februari 2017.

Aangezien de richtlijnenvergadering tegelijk fungeerde als ontwerptekstbespreking, kon vervolgens overgegaan worden tot het indienen van het definitief project-MER.

Het project-MER dient gevoegd te worden bij elke **vergunningsaanvraag**. Voor de bouw van het bouwdoek te Zeebrugge en de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal, evenals voor de voorziene bemalingen, stockage van uitgegraven grond en baggerspecie en de eventuele betoncentrale binnen de werfzone (zie verder) is een omgevingsvergunning nodig.

In het kader van de omgevingsvergunningaanvraag is wettelijk eveneens een **openbaar onderzoek** voorzien. Een openbaar onderzoek is een manier om de bevolking in te lichten over projecten en plannen die opgemaakt worden. Een openbaar onderzoek vindt plaats in de beslissingsprocedure voor de definitieve goedkeuring van een project of plan. Tijdens een openbaar onderzoek kunnen de voorliggende projecten en plannen geraadpleegd worden en kan je er je mening over kenbaar maken. In dit stadium kunnen ook bezwaarschriften ingediend worden.

1.4 *Totstandkoming van het rapport*

In het project-MER komen volgende MER-disciplines aan bod:

- bodem en grondwater;
- oppervlaktewater;
- geluid en trillingen;
- lucht;
- fauna en flora;
- landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie;
- mens – sociaal-organisatorische aspecten (ruimtelijke en sociale aspecten en mobiliteit).

Alle disciplines worden behandeld door een erkend deskundige. Hinder- en gezondheidsaspecten zullen behandeld worden door de deskundige mens – sociaal-organisatorische aspecten.

Aan het MER-rapport werken volgende deskundigen mee:

Interne deskundigen

De interne deskundigen zijn verantwoordelijk voor of betrokken bij de opmaak van het in het MER besproken project en bij de nodige administratieve procedures. Specifiek bij deze kennisgeving stonden zij in voor de aanlevering van de basisgegevens en het nalezen van het document. De interne deskundigen voor dit MER zijn:

- Philip-Carl De Cordier
- Johan Uytendhouwen

- Nathalie Waterplas
- Murielle Reyns
- Denis Maly
- Frederik Sanders

Externe deskundigen

De externe deskundigen staan in voor de opmaak van de kennisgeving. Hiervoor werd voor een belangrijk deel gesteund op gegevens aangeleverd door de interne deskundigen. De erkende deskundigen die optreden voor dit MER zijn:

Deskundige	Discipline	Erkenningsnummer	Erkend tot
Paul Arts	Coördinator		
	Mens-ruimtelijke aspecten	MB/MER/EDA/664-V1	Onbepaalde duur
	Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie	MB/MER/EDA/664-B	Onbepaalde duur
Inge Van der Mueren	Bodem	MB/MER/EDA/692-B	Onbepaalde duur
	Water	MB/MER/EDA/692-V1	Onbepaalde duur
Sofie Claerbout	Fauna en Flora	MB/MER/EDA-804	Onbepaalde duur
Dirk Dermaux	Lucht	MB/MER/EDA-645-V2	Onbepaalde duur
Chris Busschots	Geluid en Trillingen	MB/MER/EDA/371-V4	Onbepaalde duur

2 Beschrijving van het project

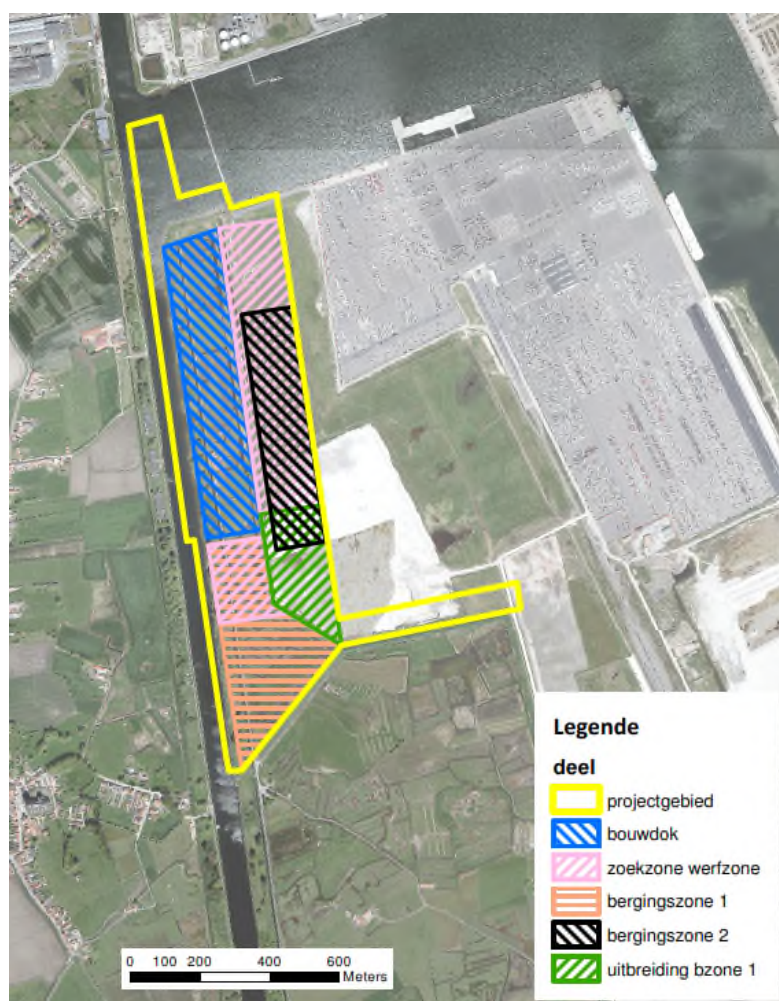
2.1 Situering van het projectgebied

Zie kaart 1

Het Boudewijnkanaal zal in de eerste fase verbreed en verdiept worden over een lengte van ca. 900 m vanaf het Verbindingsdok waarbij er aan de oostzijde ook een nieuwe kaaimuur wordt aangelegd. Het projectgebied van de **verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal – fase 1** is gelegen in de Achterhaven van Zeebrugge. Het projectgebied omvat het Boudewijnkanaal zelf, de oever en het terrein ten oosten van het Boudewijnkanaal en ten zuiden van het Verbindingsdok, de (zoekzone voor de) werfzones voor de verschillende aannemers en een laad- en loskade, de bergingslocaties / gronddepots en de toegangswegen.

Het projectgebied bevindt zich in het westen van de Achterhaven. Ten oosten van het projectgebied bevindt zich de site van ICO en zijn verder ook nog niet ontwikkelde industriegebieden gelegen. Deze gebieden bestaan momenteel uit al dan niet opgespoten wei- en akkerlanden en ten dele uit braakliggend terrein.

De dichtstbijzijnde woonkernen zijn Lissewege en Zwankendamme in het westen, Ramskapelle in het oosten en Dudzele in het zuiden. Verder van het projectgebied zijn in het noorden de woonkernen van Zeebrugge en Heist gelegen.



Figuur 2-1: (indicatieve) situering van het projectgebied en de verschillende zones binnen het projectgebied

Voor een gedetailleerde situering wordt verwezen naar de inrichtingsplannen in bijlage.

Als tussenfase van de werken voor de verbreding en verdieping zal een **bouwdok** voor de bouw van de tunnelelementen voor de Scheldetunnel in het kader van de Oosterweelverbinding geconstrueerd worden. De locatie voor het bouwdok grenst in het westen aan het Boudewijnkanaal en in het noorden aan het Verbindingsdok. Ten oosten en ten zuiden van het toekomstig bouwdok zijn agrarische percelen en braakliggende stukken grond gelegen. Het huidige gebruik van het toekomstig bouwdok betreft grotendeels agrarisch gebruik.

De oostelijke zijde van het bouwdok is gepland ter plaatse van de nieuwe kaaimuur die het verbrede en verdiepte kanaal zal begrenzen. Hiermee is ook de maximale breedte van het bouwdok vastgelegd.

Met betrekking tot de **werfzone** voor de fase van het bouwdok wordt er een grote zoekzone aangeduid waarbinnen de aannemer van de Scheldetunnel een werfzone van ca. 4ha kan inrichten (oa. voor het inrichten van een betoncentrale, vlechtcentrale, stockage materiaal en materieel, ketenpark met parking,...) indien gewenst. De aannemer van de Scheldetunnel heeft de keuze om al dan niet een eigen betoncentrale te voorzien of het beton extern te laten maken en aan te voeren. Ter hoogte van de locaties ten oosten van het bouwdok is het gebied momenteel grotendeels opgehoogd en deels braakliggend en deels in agrarisch gebruik. De locatie ten zuiden van het bouwdok is gelegen ter hoogte van een niet opgehoogd deel van de polder. De niet-gearceerde delen op bovenstaande figuur binnen het projectgebied kunnen ook als werfzone gebruikt worden, maar dan niet voor het inrichten van een betoncentrale etc, maar wel voor aan- en afvoer van materiaal, materieel, interne circulatie,...

Tijdens de aanleg van de kaaimuur zal de werfzone zich aansluitend aan de kaaimuur bevinden (zie bijlage 2). Tijdens het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal zal gebruik gemaakt worden van de resterende delen van de zoekzone voor werfzone die op dat moment niet ingenomen zijn door gestockeerde grond.

De **bergingslocatie 1** voor de uitgegraven grond afkomstig van het bouwdok wordt gezien als een tijdelijke bergingslocatie. De grond blijft hier na afronding van het project aanwezig in afwachting van de verdere verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal. Deze zone is gelegen ten zuiden van het bouwdok en omvat het zuidelijke deel van de noordelijke strook van de Dudzeelse polder. Deze zone bestaat momenteel hoofdzakelijk uit natte graslanden. Ter hoogte van deze locatie kan alle uit te graven grond voor de aanleg van het bouwdok gestockeerd worden.

De **uitbreiding van bergingslocatie 1** bevindt zich ten noordoosten van bergingslocatie 1 en dient om de uitgegraven grond afkomstig van de tussendijk tussen het tijdelijk bouwdok en het Boudewijnkanaal en de verdieping van het verbrede Boudewijnkanaal te stockeren. De uitbreiding van bergingslocatie 1 bestaat momenteel uit een reeds opgehoogd doch braakliggend terrein.

Bergingslocatie 2 is ten oosten van het bouwdok gelegen. Deze locatie wordt eveneens gezien als een tijdelijke bergingslocatie. Bergingslocatie 2 wordt zowel in de fase van het bouwdok als in de fase van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal als tijdelijke stockagezone ingericht. Het valt in de fase van het bouwdok namelijk aan te bevelen de grond met éénzelfde samenstelling en kwaliteit in dezelfde zones te stapelen binnen bergingslocatie 1. Om dit te kunnen verwezenlijken is er meer plaats nodig dan enkel bergingslocatie 1 alleen en dient sommige grond met dezelfde kwaliteit eerst ter hoogte van bergingslocatie 2 gestockeerd te worden om dan samen op dezelfde plaats binnen bergingszone 1 gestockeerd te worden. Tijdens de fase van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal dient bergingslocatie 2 voor het tijdelijk ontwateren van de uitgegraven grond vooraleer deze gestapeld wordt ter hoogte van de uitbreiding van bergingslocatie 1.

Zowel tijdens de fase van het bouwdok als tijdens het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal kan dus ter hoogte van bergingslocatie 2 een beperkt deel van de uit te graven grond tijdelijk (tijdens de duur van het project) gestockeerd worden. Na afloop van het project zal alle grond echter gestockeerd zijn ter hoogte van bergingslocatie 1 en de uitbreiding van bergingslocatie 1. Bergingslocatie 2 is momenteel reeds opgehoogd en omvat natte graslanden en een vijver (welke in de zomer soms droog komt te vallen).

De tijdsduur van de grondstockage op bergingslocatie 1 en haar uitbreidingszone is op heden niet gekend. Dit hangt af van de timing van de verdere verbreding van het Boudewijnkanaal, de behoefte

aan watergebonden haventerreinen en het tempo van grondafvoer ten behoeve van andere infrastructuurprojecten. Merk op dat de bergingslocaties gedimensioneerd zijn op het volledig volume uit te graven grond, maar dat deze grond niet allemaal op deze locatie *moet* gestockeerd worden. Indien de aannemers een andere bestemming hebben voor (een deel van) de grond, mag deze uiteraard ook afgevoerd worden.

Na uitvoering van het project zal het deel van het projectgebied gelegen langs de nieuwe kaaimuur van het verbrede Boudewijnkanaal (de zone ten noorden van de uitbreiding van bergingslocatie 1 dus, ca. 15 ha groot) geschikt gemaakt worden als haventerrein. Aangezien MBZ een vergunning zal aanvragen voor Vlaremrubriek 48.2 “zeehandelhaven en pieren”, wordt in dit project-MER ook een (kwalitatieve) milieubeoordeling uitgevoerd voor hun nabestemming als haventerrein.

2.2 Verantwoording van het project

De *Maatschappij van de Brugse Zeehaven*, afgekort MBZ, is een NV van publiek recht en als havenbestuur van de haven van Brugge-Zeebrugge onder meer verantwoordelijk voor grote infrastructuurwerken, zoals het bouwen van dokken, kaaimuren, steigers, terreinverhardingen en wegeniswerken. Ook het onderhoud hiervan valt onder haar bevoegdheid. Zij staat tevens in voor de coördinatie van het scheepvaartverkeer, promotie van de haven in binnen- en buitenland, de bediening van bruggen en sluizen evenals de bewaking en het toezicht binnen het havengebied.

MBZ heeft bovendien als opdracht de toekomststrategie voor de Brugse Zeehaven uit te stippelen en uit te bouwen. Eén pijler hiervan is de verdere uitbouw van de automotive sector in de achterhaven.

In dat kader wenst MBZ het Boudewijnkanaal te Zeebrugge, ter hoogte van het Verbindingsdok, te verbreden en verdiepen, om zo de bereikbaarheid en de capaciteit van de Brugse Zeehaven in de toekomst te verbeteren en verzekeren. Meer bepaald heeft MBZ plannen om de capaciteit voor de automotive sector in Zeebrugge met 156 hectare uit te breiden. Momenteel is er 390 hectare in gebruik voor de autologistiek in de achterhaven van Zeebrugge. De RoRo-activiteiten in de achterhaven zijn in stijgende lijn. De vraag naar extra terminals is duidelijk geworden na een recente oproep voor de inname van 58 ha voor havenoperatoren. Een aantal extra terreinen kunnen gerealiseerd worden rondom het zuidelijk kanaaldok op korte termijn. Op middellange termijn (>2023 en dus na realisatie bouwdok) is een extra kaaimuur van ca. 900m en verbreding van het Boudewijnkanaal nodig om de terreinen daar nautisch te ontsluiten met 3 ligplaatsen voor deep sea RoRo-schepen. Hierdoor kan de haven de concurrentie aan met andere havens en kan er bijkomende toegevoegde waarde en tewerkstelling gecreëerd worden.

De actuele breedte van het Boudewijnkanaal is immers ruim onvoldoende om én schepen aan te leggen én een veilige doorvaart te verzekeren. Enkel mits een lokale verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal kunnen aanmeerinfrastructuren (kaaimuren) aangelegd worden en vervolgens gebruikt worden zonder hinder te veroorzaken voor de doorgaande scheepvaart. Deze verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal kadert binnen het GRUP “*afbakening Zeehavengebied Zeebrugge*”. Dit lange termijnproject wordt opgesplitst in verschillende fasen. Een eerste fase van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal betreft het verbreden en verdiepen van de meest noordelijke zone van het Boudewijnkanaal over ca. 900 m. De verbreding en verdieping zal een aanvang nemen in het westen van de Achterhaven van Zeebrugge, op het terrein ten oosten van het Boudewijnkanaal, ten zuiden van het Verbindingsdok en ten noorden van de Dudzeelse Polder.

2.2.1.1 Strategisch Plan voor de haven van Zeebrugge

Als gevolg van het Vlaams Regeerakkoord van 13 juli 1999 werd een strategisch plan voor de haven Brugge-Zeebrugge opgesteld. Dit plan werd afgewerkt in 2004. Op 22 september 2006 heeft de Vlaamse Regering akte genomen van dit strategisch plan.

Het doel van het Strategisch Plan voor de haven van Zeebrugge is de economische expansie van de haven mogelijk te maken, maar met een zuinig ruimtegebruik, bescherming van de omliggende woonzones en behoud en versterking van de ecologische infrastructuur binnen en buiten de haven-

gebieden. De doelstellingen van het Strategisch Plan zullen ruimtelijk vertaald worden in een gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan. Het Strategisch Plan is derhalve maatgevend voor de definitieve afbakening van het zeehavengebied.

Het plan voor de haven beschrijft op multidisciplinaire wijze de functie en de wenselijke ontwikkeling van de zeehaven en haar relatie met de omgeving. Het tijdsperspectief is de korte (5 jaar), de middellange (10-15 jaar) en de lange (25-30 jaar) termijn. Het 'streefbeeld' schetst de wenselijke ontwikkeling en het 'actieprogramma' beschrijft mogelijke acties om het streefbeeld te realiseren op korte en langere termijn.

De Achterhaven van Zeebrugge beslaat een oppervlakte van ca. 700 ha en wordt volledig ingericht als industriegebied en als dusdanig geëxploiteerd.

Het project-MER voor de Achterhaven van Zeebrugge omvat een beschrijving van de effecten van de aanleg van de dokken en de (haven)industrieterreinen, het verlies van waardevolle natuurgebieden en de gerelateerde compensatie hiervan. Er worden randvoorwaarden geformuleerd voor de invulling van de industrieterreinen en de invloed op het verkeer ter hoogte van de haven en richting hinterland via weg, spoor en water worden bestudeerd. Ondertussen zijn al een aantal concrete ingrepen uitgevoerd in de Achterhaven zoals de aanleg van een ontsluitingsweg, buffers rond de Dudzeelse Polder, natuurcompensaties, ophogingen – dit ter voorbereiding van de nieuwe havenactiviteiten.

In de toekomst zijn ten opzichte van de huidige reeds uitgevoerde ontwikkelingen nog bijkomende havenontwikkelingen gepland. Deze zijn momenteel echter nog niet concreet gekend. Volgens MBZ moeten er in de zuidelijke Achterhaven in de komende 5 jaar minstens twee diepwatergebonden haventerreinen kunnen opgestart en uitgevoerd worden met gezamenlijk minstens 600 m bijkomende aanmeerfaciliteiten met een waterdiepte > 13 m en achterliggend 30 tot 40 ha diepwatergebonden haventerreinen en met een minimale hoeveelheid aan bijhorende baggerwerken / grondwerken. Bij deze havenontwikkeling zal er ook nood zijn aan minstens 25 ha bijkomende terreinoppervlakte voor grondbergingslocaties (actueel voorzien in de zuidwestelijke hoek van de Achterhaven). Verder zullen er ook ontwikkeling van havenactiviteiten plaatsvinden in de Maritiem Logistieke Zone.

In het strategisch plan wordt de ontwikkeling van een strategisch haveninfrastructuurproject (SHIP) voorzien in de Achterhaven van Zeebrugge. Dit project dient ervoor te zorgen dat de haven van Zeebrugge op middellange en lange termijn met voldoende capaciteit en goed bereikbare maritieme terminals aan de marktvraag kan blijven voldoen. Volgens het strategisch plan omvat het strategisch haveninfrastructuurproject dan ook de volgende twee gekoppelde aspecten:

- de verbetering van de nautische toegankelijkheid;
- het aanwenden van terreinen in het noordwestelijk deel van de Achterhaven.

Met betrekking tot de ontwikkeling van terreinen in de Achterhaven is in het strategisch plan aangegeven hoe die kan geschieden. Het streefbeeld van het strategisch plan voorziet de reservering van een zone in de noordwestelijke Achterhaven (ten zuiden van de Visartsluis) die kan aangewend worden als bijkomende ruimtecapaciteit voor kansrijke type voorhavenactiviteiten. Op deze wijze zou tevens kunnen voorzien worden in meer performante overslagmogelijkheden voor snelle goederenvervoer (short sea en RoRo). Om dit aanbod te voorzien, is een strategisch haveninfrastructuurproject noodzakelijk.

In het strategisch plan wordt geen definitieve keuze gemaakt met betrekking tot de nautische toegankelijkheid. Het strategisch plan van de haven van Zeebrugge liet twee inrichtingsalternatieven open voor de verbetering van de nautische toegankelijkheid: een open-getijzone of een snelle zeesluis. In het strategisch plan voor de haven werden deze alternatieven vanuit het gezichtspunt van hun bijdrage tot de gewenste economische ontwikkeling als superieur ten opzichte van het alternatief om het gebied in te zetten als achtergrondruimte voor de voorhaven beschouwd.

2.2.1.2 Masterplan Antwerpen

De verantwoording van het bouwdok is in de eerste plaats te vinden in het **Masterplan Antwerpen**. Om de leefbaarheid, de verkeersveiligheid, de mobiliteit en de bereikbaarheid van de stad Antwerpen

en de haven te verbeteren, ontwikkelde de Vlaamse Overheid het Masterplan Mobiliteit Antwerpen. Dit mobiliteitsplan werd op 15 december 2000 door de Vlaamse Regering goedgekeurd.

Vervolgens volgden een aantal studies en procedures (zie verder onder “Administratieve voorgeschiedenis Oosterweelverbinding”) waarna **de Vlaamse Regering** uiteindelijk op 14 februari 2014 beslist heeft om de Antwerpse ring te sluiten middels een nieuwe Schelde-oeververbinding volgens het zogenaamde Oosterweeltracé. Een onderdeel van deze verbinding is een nieuwe tunnel onder de Schelde. Deze nieuwe tunnel is van het type afgezonken tunnel. Voor de bouw van de afzinkelementen is een bouwdok van aanzienlijke omvang noodzakelijk. Voor het transport van de tunnelementen is een voldoende waterdiepte nodig (minstens 10,2 m) over een voldoende breedte. Het transport van tunnelementen over de binnenwateren is bijgevolg uitgesloten. De enige mogelijke aanvoerroute is die over zee en via de maritieme Schelde. Een geschikte locatie voor de bouw van de tunnelementen is terug te vinden in de Achterhaven van Zeebrugge.

Uit de goedkeuring van het Masterplan en de beslissing van de Vlaamse Regering kan het groot openbaar belang van de Oosterweelverbinding afgelezen worden. Het bouwdokproject kan vanuit zijn noodzakelijkheid om de Oosterweelverbinding te kunnen realiseren eveneens als van groot openbaar belang worden aangeduid.

2.3 Beschrijving van het project

2.3.1 Doelstellingen en visie

Het hoofddoel van het project is de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal – fase 1 met inbegrip van de aanleg van een tijdelijk bouwdok en de bouw van de afzinkelementen voor de Scheldetunnel van de geplande Oosterweelverbinding.

2.3.2 Beschrijving project

Het Havenbestuur van Zeebrugge heeft het voornemen om het Boudewijnkanaal te verbreden en verdiepen conform het plan van de Achterhaven van Zeebrugge. De verbreding en verdieping wordt opgesplitst in verschillende fasen, waarbij in huidig project fase 1 besproken wordt, met name het verbreden en verdiepen van de meest noordelijke zone van het Boudewijnkanaal over ca. 900 m.

De BAM heeft het voornemen om in Antwerpen, ter hoogte van Oosterweel, een nieuwe Schelde-oeververbinding te bouwen, de Oosterweelverbinding. De nieuwe Scheldekruising zal gerealiseerd worden door middel van een afgezonken tunnel. Hiertoe worden eerst verschillende tunneldelen in een bouwdok gemaakt en vervolgens naar de plaats gesleept waar de tunnel voorzien is. Daar worden ze dan afgezonken in een uitgebaggerde sleuf. Het bouwdok zal tijdelijk gerealiseerd worden binnen de zone van de eerste fase van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal.

Het project waarvoor voorliggend milieueffectrapport wordt opgemaakt omvat bijgevolg de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal – fase 1 met inbegrip van de (tijdelijke) inrichting van een bouwdok voor de bouw van de tunnelementen voor de Oosterweelverbinding.

Het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal wordt in het oosten begrensd door een kaaimuur. De aanleg van de kaaimuur verloopt in 2 fasen. Ofwel zullen beide fasen uitgevoerd worden vóór de aanleg van het bouwdok, ofwel zal enkel fase 1 uitgevoerd worden vóór de aanleg van het bouwdok en fase 2 na de aanleg van het bouwdok. In het verdere verloop van het MER wordt geen onderscheid gemaakt tussen beide opties. De eerste fase omvat de realisatie van de diepwand (incl. eventuele dieptebemaling), de kopbalk, de aanleg van de kesp en de verankering van de diepwand (met bijhorende bemaling). De tweede fase omvat de uitvoering van de palen, de ontlastvloer en de kraanbaan. Voor de aanleg van de ontlastvloer dient er bemaald te worden tot 0,5 m onder de ontlastvloer. Het terrein ter hoogte van en achter de kaaimuur wordt aangevuld tot ca. +6m TAW (dit zal dan vermoedelijk terug afgegraven worden door de concessionaris op het moment dat deze het terrein verder inricht). De kaaimuur wordt uitgerust met riolering en hydranten, ladders, bolders en fenders.

Vervolgens wordt het bouwdok in den droge uitgegraven tot ca. -7.50 m TAW en geëxploiteerd voor de bouw van de tunnelementen. Het bouwdok wordt in het oosten begrensd door een diepwand en in het noorden, westen en zuiden door damplanken. De dijken van het bouwdok en de oevers van het Boudewijnkanaal zullen verstevigd worden met geotextielen en zand of zinkstukken (vb. grindbestorting of schanskorven). Op de bodem van het bouwdok zal een grindlaag van 30 tot 60 cm aangelegd worden.

De tunnelementen worden dus in een bemaalde bouwput gemaakt, die door een dijk van de vaarweg gescheiden is. De oppervlakte van het bouwdok (incl. de taluds) bedraagt ca. 13,7 ha. Naast de bouwput is een terrein van ca. 4 ha als werfzone voorzien, bedoeld voor het inrichten van een (eventuele) betoncentrale, vlechtcentrale, stockage materiaal en materieel, ketenpark met parking,.... Er wordt een ruime zoekzone afgebakend, waarin de ligging van een werfzone van ca. 4ha zal bepaald worden. De meest noordelijke en meest westelijke delen binnen de zoekzone voor het inrichten van de werfzone zijn het meest geschikt voor de aanvoer van materiaal per schip.

De zone(s) waar de berging van de uitgegraven grond voor het bouwdok zal gebeuren behoren ook tot het projectgebied. De oppervlakte van bergingslocatie 1 bedraagt ca. 12 ha, die van bergingslocatie 2 ca. 10 ha en die van de uitbreiding van bergingslocatie 1 ca. 6 ha.

De uitgegraven grond zal eerst gescheiden gestockeerd worden. Hiervoor zal gebruik gemaakt worden van de tijdelijke bergingslocatie 2. Na het beëindigen van de tussenfase van het tijdelijk bouwdok zal

alle uitgegraven grond afkomstig van deze tussenfase die nog niet werd afgevoerd voor gebruik in andere projecten, gestockeerd worden ter hoogte van bergingslocatie 1.

Wanneer de tunnelementen klaar zijn, wordt de bouwput onder water gezet zodat de tunnelementen gaan drijven. Na het openmaken van de noordelijke korte dijk en het lokaal verdiepen van het Verbindingsdok ten westen van de brug kunnen de tunnelementen één voor één naar hun definitieve plaats gebracht worden in Antwerpen om daar afgezonken te worden. Er is na het openmaken van de dijk tussen bouwdok en open water een waterdiepte nodig van minstens 10,2 m.

Vervolgens zullen de damplanken, de grindlaag op de bodem van het bouwdok en de oeververdediging van de dijken worden verwijderd.

Daarna kan gestart worden met het wegnemen van de dijk tussen het bouwdok en het Boudewijnkanaal en het verdiepen van het Boudewijnkanaal over de volledige breedte voor de kaaimuur tot op ca. -9 m TAW. Ook de aansluiting van het Boudewijnkanaal met het Verbindingsdok zal op diepte worden gebracht op de plaatsen waar dit nog ondieper is dan -9 m TAW. De uit te graven grond zal gestockeerd worden ofwel ter hoogte van bergingslocatie 1 (indien nog bergingscapaciteit beschikbaar is na de fase van het bouwdok), ofwel ter hoogte van de uitbreiding van bergingslocatie 1 (zie figuur 2-1), ofwel zal deze uit te graven grond afgevoerd worden voor gebruik in projecten binnen en buiten de haven van Zeebrugge. In deze fase kan ook gebruik gemaakt worden van bergingslocatie 2 voor het tijdelijk stockeren van grond. Na het beëindigen van het project zal alle grond in bergingslocatie 2 (voor zover deze niet overlapt met de uitbreiding van bergingslocatie 1) terug verwijderd zijn.

2.3.2.1 Fasering van de werken

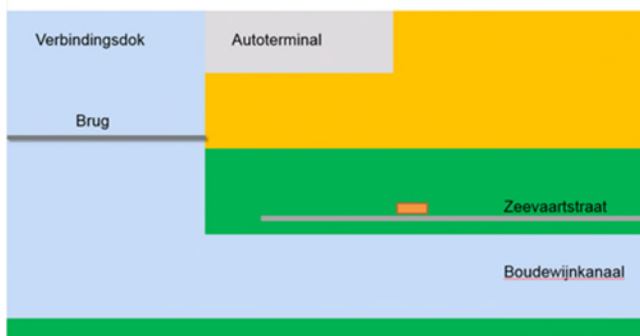
In de planning van de werken kunnen zes fasen worden onderscheiden:

- Fase 1: aanleg van de kaaimuur fase 1: ca. 12 maanden (inclusief 4 maand voor studie en voorbereidende werken);
- Fase 2: aanleg/uitgraven van het bouwdok en bouw van de tijdelijke damwanden, taludverstevingen, werfinstallaties en exploitatievoorzieningen bouwdok: ca. 13 maanden;
- Fase 3: bouw van de tunnelementen: ca. 21 maanden;
- Fase 4: vrijmaken en inunderen van het bouwdok + afvoer en afzinken van de tunnelementen + verwijderen tijdelijke damwanden, taludverstevingen, alle werfinstallaties en exploitatievoorzieningen: ca. 24 maanden.
- Fase 5: aanleg van de kaaimuur fase 2 en afwerking van het terrein achter de kaaimuur: ca. 12 maanden. Deze fase zal eventueel gecombineerd worden met de werken van fase 1 en/of fase 2 zodat de kaaimuur volledig in één fase kan afgewerkt worden, wanneer dit haalbaar is in combinatie met de timing voor de bouw van de tunnelementen;
- Fase 6: verdere verdieping zone bouwdok i.f.v. verbreding Boudewijnkanaal: ca. 6 maanden.

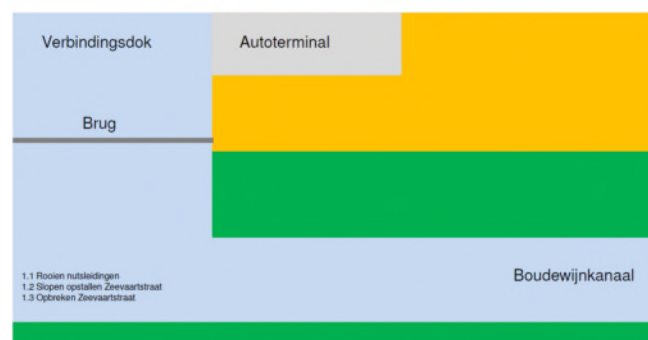
De aanvang van fase 1 is voorzien tweede helft 2017

Onderstaand wordt de fasering schematisch weergegeven waarbij er rekening wordt gehouden met een werfzone in het noorden van de zoekzone of in het zuidwesten van de zoekzone. De locatie van het laad-en lospunt is indicatief en dient in een latere fase definitief vastgelegd te worden.

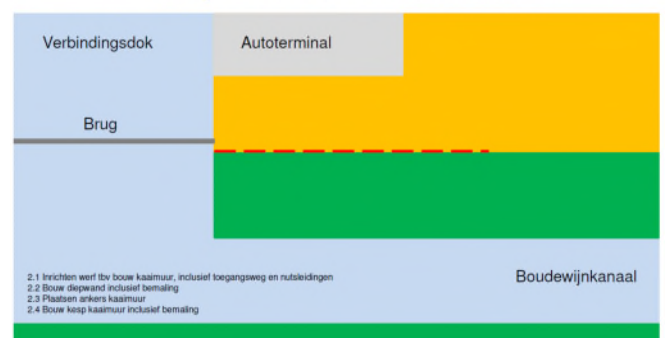
Bestaande situatie



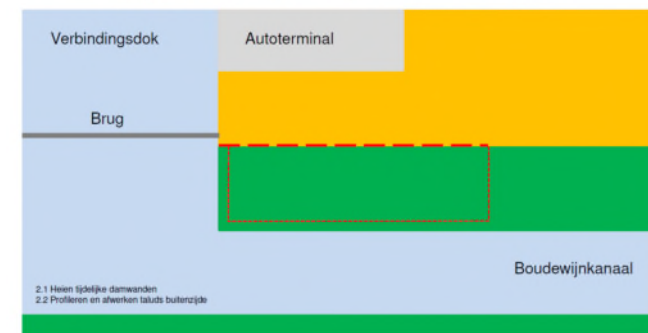
Stap 1: bouwrijp maken



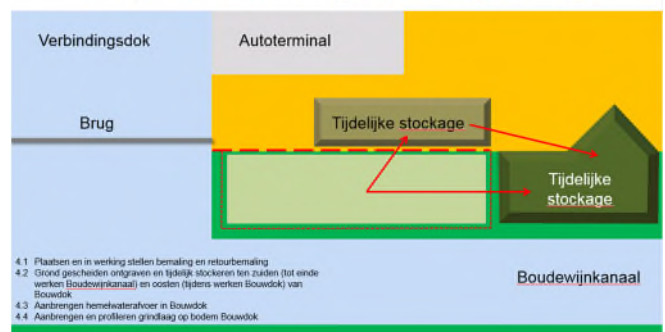
Stap 2: bouw kaaimuur



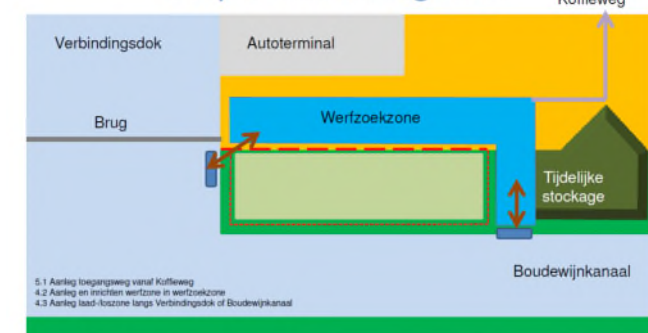
Stap 3: bouw omtrek bouwdok



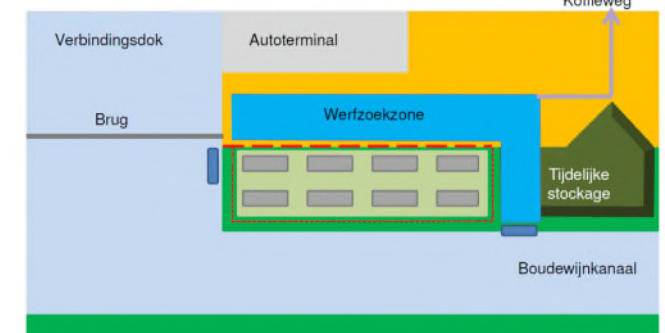
Stap 4: bemaling en ontgraving

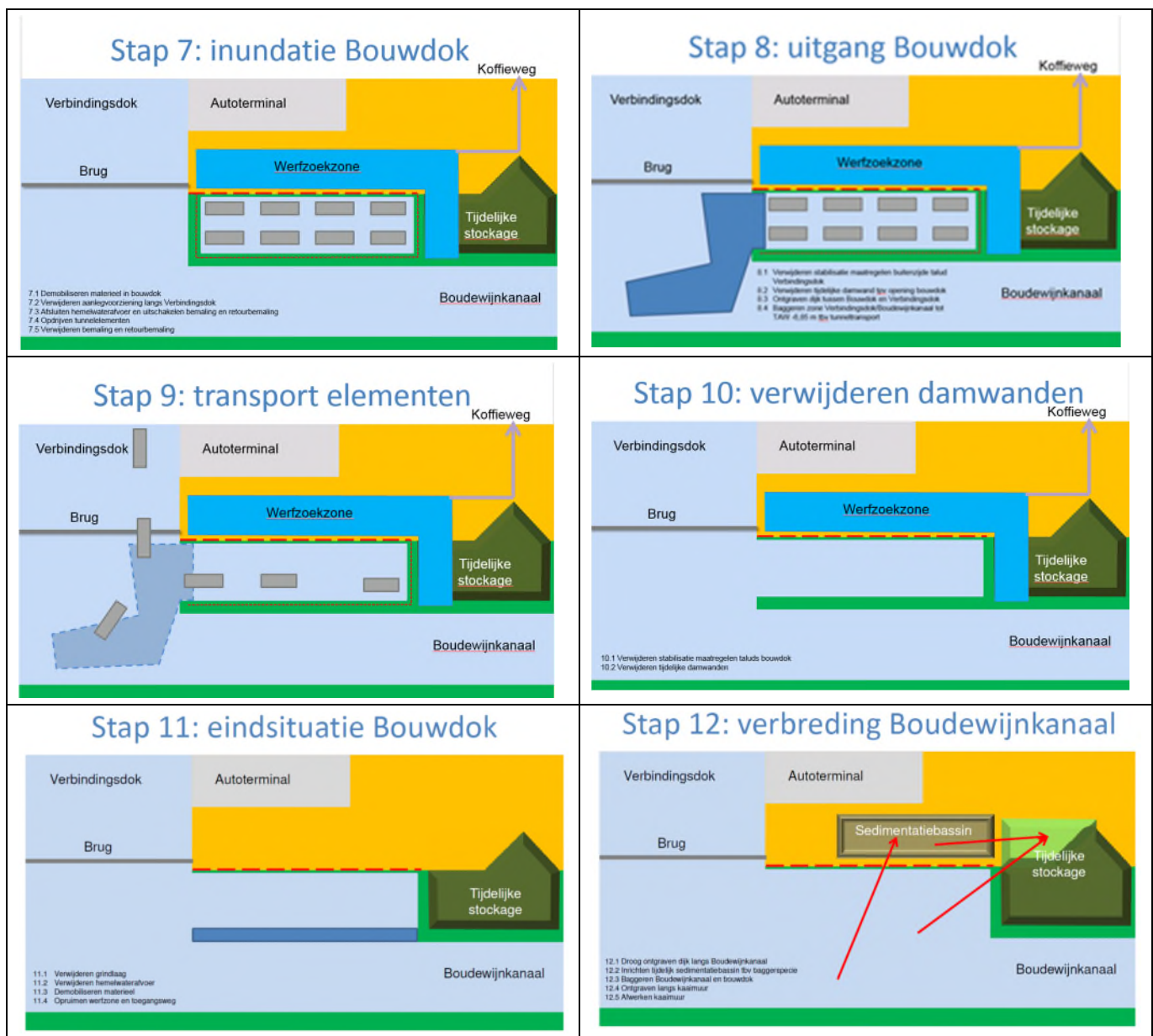


Stap 5: inrichting werf



Stap 6: bouw tunnelelementen





In bovenstaande figuren bevindt het noorden zich links op de figuur

2.3.2.2 Aanleg van de kaaimuur

Voor meer details wordt verwezen naar bijlage 11: ontwerpnota kaaimuur

De nieuwe kademuur zal voorafgaand aan de uitgraving van het bouwdok als een diepwand worden aangelegd tot op een diepte van ca. -27 m TAW (afhankelijk van de grondgesteldheid). De bovenkant van de diepwand zal zich op 4,50 m TAW bevinden. De kademuur zelf zal aangelegd worden tot op een hoogte van 6,2 m TAW. Grondaanvullingen achter de kaai gebeuren tot op ca. 6m TAW.

Voor de aanleg van de kaaimuur is een werfzone naast de toekomstige kaaimuur voorzien. Deze werfzone is bijgevolg gelegen binnen de zoekzone voor werfzone voor de bouw van de tunnel-elementen (zie verder).

Aanleg kaaimuur fase 1

- inrichting werfzone,

- aanleg werftoegangsweg vanaf Koffieweg,
- voorbereidende werken,
- aanvoer materialen,
- bouw van de kesp en aanleg diepwand. De bovenkant van de kesp wordt gerealiseerd tot op 6,2 m TAW en start op 2,4 m TAW. Het bouwen van de kesp bestaat uit bemalen, afkappen diepwanden, bekisting stellen, in te storten voorzieningen van de kaaimuur (voor het aanbrengen van de dekzerken, laddernissen, verankering bolders en fenders, uitsparingen riolering), wapenen en betonneren. De diepwand heeft een dikte van 1 m en wordt gerealiseerd tot op -27 m TAW.
- de verankering (fase1): in de eerste fase gebeurt de verankering van de diepwand door middel van grondankers of MV-palen.
- Vrijmaken van de terreinen

Voor de aanleg van de kesp inclusief het aanbrengen van MV-palen is een freatische bemaling nodig waarbij de grondwaterstand verlaagd wordt tot +2,0 mTAW. Er wordt geen retourbemaling toegepast, het bemalingswater zal geloosd worden in het Boudewijnkanaal of het Verbindingsdok. Meer info over deze bemaling is terug te vinden in bijlage 9.

Globaal bestaat het proces voor het maken van **diepwanden** uit de volgende stappen:

1. Inrichten werkterrein
2. Aanbrengen geleidebalken

Voordat met het graven van panelen kan worden begonnen, moeten er aan het maaiveld betonnen geleidebalken worden aangebracht. Geleidebalken worden paarsgewijs nauwkeurig parallel ten opzichte van elkaar gestort of gelegd.

3. Ontgraven sleuf onder gelijktijdige suppletie van bentoniet

Het graven van de panelen geschiedt in sleuven. De sleuf wordt gelijktijdig aan het ontgraven gevuld met een steunvloeistof. Veelal wordt hiervoor een bentonietspoeling gebruikt. De uitgegraven grond voor de kaaimuur zal geborgen worden ter hoogte van de uitbreiding van bergingslocatie 1.

Op basis van “expert judgment” is in de bemalingsstudie (zie bijlage 9) ingeschat dat een bemaling niet noodzakelijk is voor de stabiliteit van de diepwandsleuf. De aanleg van de diepwand kan zonder spanningsbemaling worden uitgevoerd wanneer de bentonietsuspensie in de ontgravingsleuf voldoende overdruk heeft ten opzichte van de druk afkomstig van het spanningswater. De grondwaterdruk in de 1ste watervoerende laag is ca. +3,5 m TAW. Er zijn geen stijghoogtemetingen van de grondwaterstand onder de verkitte schelpenlaag (2de watervoerende laag), maar er wordt verwacht dat deze grondwaterdruk niet hoger zal liggen dan maaiveld (max. TAW +6 m). Omdat de bentoniet-suspensie een hogere dichtheid heeft dan grondwater is er voldoende druk om in beide watervoerende lagen de grondwaterdruk tegen te gaan. Er zal daardoor geen grondwater de diepwandsleuf in stromen. Indien het risico verder gemitigeerd moet worden kan aan maaiveld de sleuf worden opgehoogd en verder worden opgevuld met bentonietsuspensie waardoor er een hogere druk ontstaat in de diepwandsleuf.

Hoewel een oplossing zonder toepassen van bemaling haalbaar lijkt, is uit voorzorg gevraagd om de effecten van een oplossing met bemaling te berekenen. Deze berekening is opgenomen in bijlage 9 en samengevat onder §5.1.5.4.

4. Opschonen van sleufbodem
5. Regenereren of ververset van de bentoniet

Regenereren wordt gedaan door de met grond vervuilde bentoniet onderuit de sleuf te pompen, met behulp van een ontzander te ontdoen van gronddeeltjes en vervolgens van weer bovenaf in de sleuf te brengen.

Ook kan gekozen worden om de bentonietspoeling te verversen; hierbij wordt net zo lang vervuilde bentoniet vervangen totdat de spoeling onder uit de sleuf de zelfde eigenschappen heeft als de verse spoeling. Bij dit proces wordt meer bentoniet gebruikt.

6. Inhangen wapening

Veelal wordt gekozen om de wapening per paneel uit te voeren met twee in bovenaanzicht naast elkaar gelegen korven. De korven hoeven doorgaans niet in de breedte gekoppeld te worden omdat het krachtspel hoofdzakelijk loodrecht op de diepwand gericht is.

De volledige hoogte van de korf bestaat uit gekoppelde delen van transporteerbare lengte, die in de sleuf één geheel moeten vormen. Soms vindt koppeling vooraf plaats op werf, soms tijdens het inhijzen, afhankelijk van de lengte, het hijsmaterieel en de beschikbare ruimte.



7. Betonneren

Voorafgaand aan het storten van het beton wordt binnen elke (reeds geplaatste) wapeningskorf een stortbuis geplaatst tot op de bodem van de sleuf. Door de onderzijde van de stortbuis iets te lichten ontstaat een betonfront dat tijdens het storten de bentoniet omhoog verdringt. Deze wordt aan de bovenzijde van de sleuf afgepompt. Daarbij wordt de stortbuis in meerdere stortfasen opgetrokken en ingekort.

Gezien het aanleggen van de diepwand vervroegd zal worden uitgevoerd, voorafgaand aan het ontgraven van het bouwdok, wordt verondersteld dat de benodigde hoeveelheid beton, nodig voor het aanleggen van de diepwand extern zal worden geproduceerd en aangevoerd zal worden.

8. Afwerken bovenzijde beton

Op het scheidingsvlak tussen het beton en de bentoniet zal enige menging optreden. Er wordt minimaal een overhoogte van 0,50 m aangehouden ten opzichte van het vlak tot waar met de vereiste betonkwaliteit ontworpen is. Deze overhoogte wordt verwijderd waarna de diepwand zijn definitieve afmetingen heeft verkregen.

Aanleg kaaimuur fase 2

- Inrichting werfzone,
- Toegang tot de werfzone,
- Voorbereidende werken,
- Bemalen: voor de aanleg van de ontlastvloer dient er bemaald te worden tot 0,5 m onder de ontlastvloer. De onderkant van de ontlastvloer bevindt zich op 2 m TAW, waardoor er bemaald dient te worden tot op 1,5 m TAW.
- Kaaioppervlak uitgraven,
- Palen maken en inbrengen voor de verankering in fase 2. Hiervoor worden 2 rijen funderingspalen voorzien met een diameter van 600 mm met 2m tussenafstand. Verder zal 1 MV-trekpaal ingebracht worden om de 4m van 40m lengte onder een hoek van 40°.
- Ontlastvloer maken. De ontlastvloer heeft een dikte van 1,5 m en is 15 m breed. Het bouwen van de ontlastvloer bestaat hoofdzakelijk uit het maken van de bekisting, wapening inbrengen, betonneren. Voor de aanleg van de ontlastvloer is een bemaling nodig waarbij de grondwaterstand verlaagd wordt tot +1,5 m TAW. Hiervoor is een freatische bemaling benodigd. De beschrijving van deze bemaling is opgenomen in bijlage 9 en samengevat onder §5.1.5.4.
- Kraanbaan construeren,
- Kaaioppervlak aanvullen,
- Aanhorigheden plaatsen en afwerken. Het terrein ter hoogte van en achter de kaaimuur wordt aangevuld tot ca. +6 m TAW (onderzijde bestrating). De kaaimuur wordt uitgerust met riolering en hydranten, ladders, bolders en fenders.
- Vrijmaken van de terreinen

Voor de aanleg van de kaaimuur zal de werfzone overlappen met de zoekzone voor werfzone voor de bouw en exploitatie van het bouwdok. Hiervoor wordt een voldoende brede zone voorzien in aansluiting met de toekomstige kaaimuur.

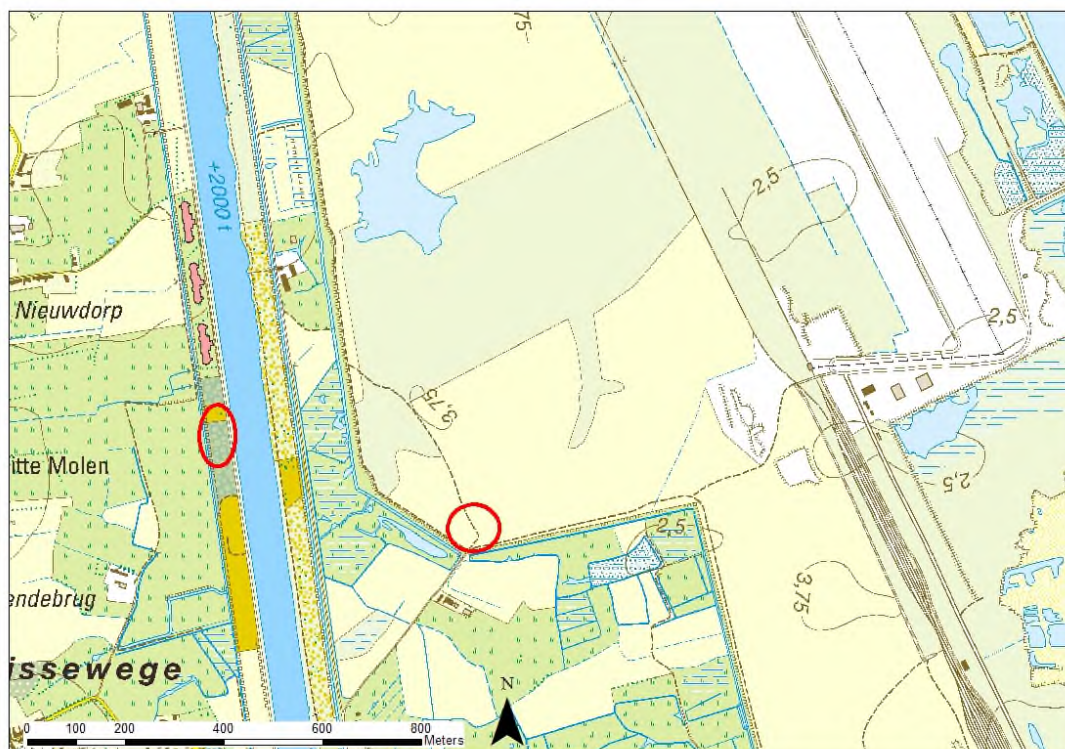
2.3.2.3 Aanleg van het bouwdok

Bij de aanleg van het bouwdok zijn volgende fases (chronologisch) te onderscheiden:

- Afbakening en inrichting van de werfzone, plaatsen van werfinstallaties;
- Voorbereidende werken;
- Aanvoer materiaal en grondstoffen;
- Aanleg tijdelijke damwanden en versteviging van de dijktafsluiting;
- Opstellen van de bronbemaling en uitgraving van het bouwdok + Stockage (en eventuele afvoer) overtollige grond;
- Aanleg afwateringssysteem;
- Storten van een grindlaag op de bodem van de bouwput.

Alvorens met de aanleg van het bouwdok te starten, dienen een aantal voorbereidende werken te worden uitgevoerd. Ter hoogte van de bouwput worden werfwegen aangelegd en indien nodig wordt vegetatie verwijderd. De werfzone voor het bouwen van de tunnelelementen (met betoncentrale en eventueel ijzervlechtcentrale) neemt ongeveer 4 ha in beslag en zal vastgelegd worden binnen de afgebakende zoekzone. Er zal een tijdelijk laad- en lospontoon gebouwd worden voor de aan- en afvoer van de materialen. De werfzone voor het uitgraven van het bouwdok omvat hoofdzakelijk de interne werfwegen tussen het bouwdok zelf en bergingslocatie 1 en 2. Ter hoogte van bergingslocatie 1 en haar uitbreiding dient een hoogspanningsleiding verplaatst te worden. De bestaande leiding zal hierbij

via een horizontaal gestuurde boring dieper aangelegd worden. Op onderstaande figuur worden werkzones ter hoogte van de in- en uittredepunten indicatief weergegeven.



Figuur 2-2: indicatieve weergave (rode cirkels) van de werkzones ter hoogte van de in- en uittredepunten naar aanleiding van het verleggen van de hoogspanningsleiding

Na de voorbereidende werkzaamheden en de inrichting van de werfzone kan gestart worden met de ontgraving van het bouwdok. De ontgraving gebeurt deels droog en eventueel deels nat. Er wordt een bemaling geplaatst, enerzijds om droge ontgraving onder het grondwaterniveau te kunnen uitvoeren, anderzijds om het bouwdok te kunnen drooghouden. Indien noodzakelijk (om zettingsgevaar of droogtrekken van natte biotopen te vermijden) zal retourbemaling voorzien worden, waarbij het water geretourneerd wordt in de watervoerende laag vanwaar het onttrokken wordt. Er wordt uitgegraven tot op een peil van ca. -7,45 m TAW. De beschrijving van de geplande bemaling wordt onderstaand verder in detail beschreven, daarnaast wordt ook verwezen naar §5.1.5.4 en bijlage 3, 7 en 9.

Het droge grondwerk wordt voor het grootste deel verricht met hydraulische dieplepels. Deze kunnen tot 5 ton grond opscheppen. Dumpers met een laadcapaciteit van ongeveer 40 ton verplaatsen de grond dan naar de stockezone. Voor de bestemming van de uitgegraven gronden wordt verwezen naar §2.3.2.4.

Afmetingen tunnelelementen

Voor de bouw van de afzinkelementen van de te realiseren nieuwe Scheldeoververbinding zijn 8 (af te zinken) tunnelelementen voorzien met de volgende gemiddelde afmetingen (elk element is licht verschillend):

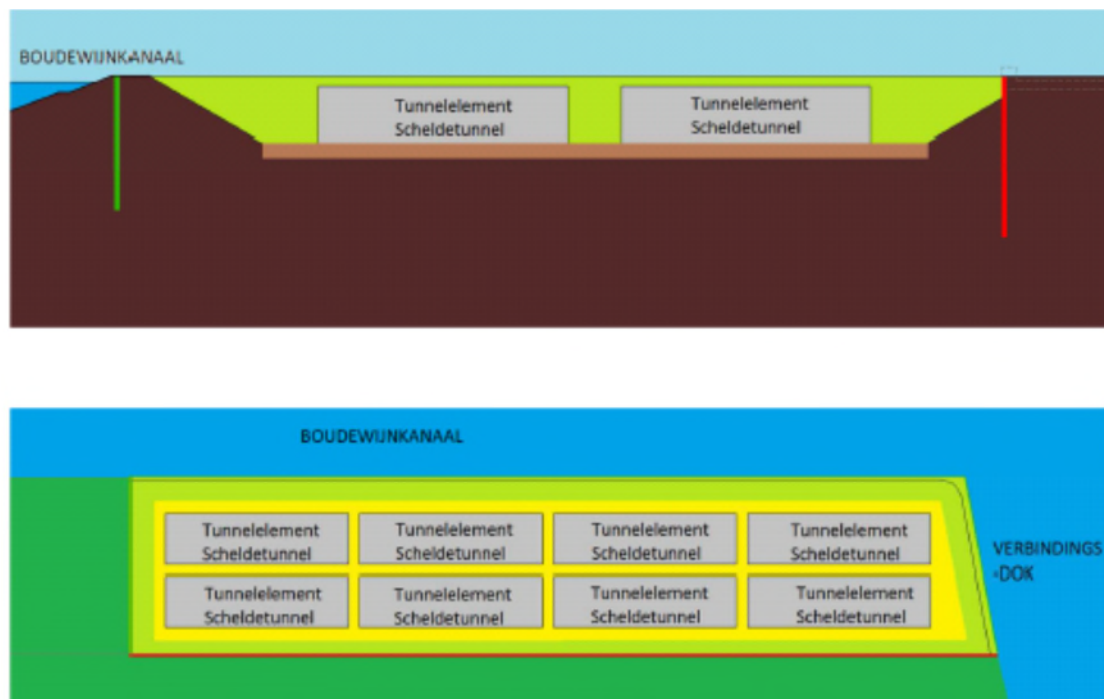
- Lengte: 159 m
- Breedte: 37,9 m
- Hoogte: 9,9 m
- Horizontale bochtstraal: 1 500 m
- Verticale bochtstraal: 12 000 m
- Gemiddeld vrijboord: 0,4 m
- Segmentlengte: 26,5 m

Vanwege de lengte van de elementen, benodigde tussenruimte en afstand tot het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied Dudzeelse Polder is gekozen om de elementen in twee rijen van vier elementen in de lengterichting van het bouwdok te plaatsen. Overdwars plaatsen van de elementen is gezien de beschikbare breedte en benodigde ruimte niet mogelijk.

Afmetingen bouwdok

Voor de afmetingen van het bouwdok is het belangrijk dat er voldoende werkruimte tussen de elementen is. Het is gangbaar om een tussenruimte in de breedte van minstens 10 m aan te houden. Hiertussen moeten namelijk bekisting, materieel en materiaal tussen passen. Aan de korte zijde van het element is aan één zijde meer ruimte nodig. Na voltooiing van het laatste segment (elk element bestaat uit zes segmenten) moet de bekisting uit het tunnelement worden geschoven. Voor deze handeling is minimaal de segmentlengte ($159 / 6 = 26,5 \text{ m}$) + 10 m (voor materiaal/materieel) voor nodig. De totale tussenruimte bedraagt daarom 36,5 m.

Rekening houdende met bovenstaande elementen zal het bouwdok ter hoogte van het maaiveld een breedte hebben van 163 m en een lengte van 845 m. De werfvloer op de bodem van het bouwdok, onderaan de taluds, heeft een breedte van 116 m en een lengte van 802 m.



Figuur 2-3: indeling bouwdok (het noorden bevindt zich rechts op de onderste figuur)

In Figuur 2-3 zijn de tunnelementen schematisch rechthoekig weergegeven. In de praktijk zullen de elementen verticaal en horizontaal gekromd zijn, conform het alignement van de weg. Een gekromd element zal een iets groter ruimtebeslag hebben dan een recht doorsvormig element.

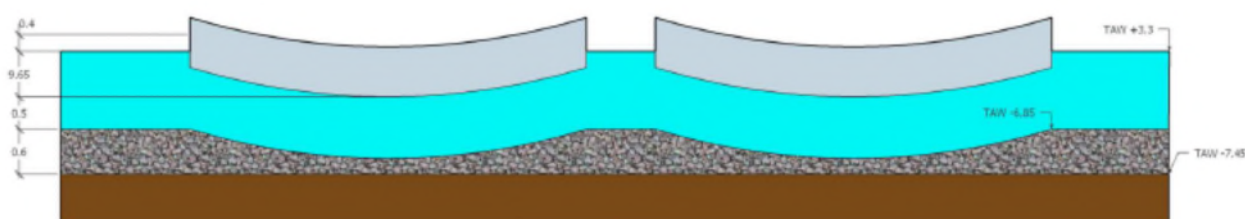
Bij een horizontale bochtstraal van $R = 1\,500 \text{ m}$ is het ruimtebeslag per element ongeveer 2,1 m extra ten opzichte van de doorsnede-breedte van 37,9 m (waarmee de totale breedte 40,0 m bedraagt). Eerdere plannen gaan uit van een ruimtebeslag van 46 m per element, wat een conservatieve aanname is geweest.

De extra hoogte van de verticale boog wordt opgevangen in het grindbed op de bodem van het bouwdok. Uitgaande van een verticale boog van $R = 12\,000 \text{ m}$ is de extra hoogte ongeveer 0,3 m per

element. Het standaard grindbed is 0,3 m dik, waarbij de extra hoogte moet worden opgeteld. De maximale grindbeddikte is daarmee 0,6 m.

Het aanlegpeil van het bouwdok wordt bepaald door het ruimtebeslag van een drijvend tunnel-element. Na voltooiing van de bouw van alle elementen wordt het bouwdok onder water gezet, waarna de elementen gaan drijven. Het gemiddelde vrijboord van een drijvend element is vastgesteld op 0,4 m. Dit betekent dat het element een diepgang van 9,65 m heeft (hoogte element – vrijboord, rekening houdend met de kromming van de elementen). Onder het element is 0,5 m bodemspeling nodig. Uitgaande van een waterstand van +3,3 m TAW in het bouwdok is de bodem van het bouwdok op een peil van -6,85 m TAW voorzien.

Om de grindlaag te kunnen aanbrengen moet het bouwdok een extra 0,6 m worden ontgraven tot -7,45 m TAW.



Figuur 2-4: dieptes bouwdok

Het maaiveld rondom het bouwdok is gelegen op ca. 3 à 3,5 m TAW ten westen van het bouwdok en op ca. 6 m TAW ten oosten van het bouwdok. De bovenkant van de ontworpen werfvloer is gelegen op -6,85 m TAW. De werfvloer zelf bestaat uit een laag grind van 0,3 tot 0,6 m dikte (om vastzuigen van de tunnelelementen bij het opdrijven te voorkomen). Onder de grindlaag wordt een geotextiel voorzien.

Afwatering en bemaling van het bouwdok

Binnen het projectgebied wordt zowel een bemalingssysteem als een afwateringssysteem aangebracht. Het bemalingssysteem, een systeem van verticale bemalingsputten heeft als doel om de grondwaterstand op een constante diepte te houden onder de werfvloer. Het afwateringssysteem bestaat uit een horizontaal drainagesysteem dat tot doel heeft om het hemelwater dat in het bouwdok terechtkomt op te vangen en af te voeren zodat de werfvloer bereikbaar blijft bij neerslag. Deze twee systemen dienen als twee afzonderlijke systemen beschouwd te worden.

Voor de **bemaling** van het bouwdok worden 8 verticale putten voorgesteld met een filterdiepte tussen de -8 m TAW en -20 m TAW. De gewenste grondwaterstand wordt aangenomen op ca. 0,15 m onder de onderzijde van de grindlaag. Het bemalingspeil ligt daarmee op -7,6 m TAW in het midden van het bouwdok (ter hoogte van de bronnen iets dieper). Meer info is terug te vinden in bijlage 9.

De grondwaterstand mag in het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied ten zuiden van het bouwdok niet nadelig beïnvloed worden. Om negatieve effecten van de bemaling ter plaatse van het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied te vermijden, wordt in het MER onderzocht of retourbemaling dient toegepast te worden. Ten oosten van het bouwdok ligt een autoterminal. Een grote verlaging van de grondwaterstand kan mogelijk ontoelaatbare zettingen tot gevolg hebben. In functie hiervan is het mogelijk dat ook langs de oostzijde van het bouwdok retourbemaling wordt uitgevoerd.

De toepassing van retourbemaling veroorzaakt een toename in het onttrekkingdebiet. Deze toename wordt grotendeels bepaald door de afstand tussen de injectieputten en het bouwdok. Een grotere afstand (ordegrootte ca. 300 m) heeft daardoor de voorkeur. Door de aanwezigheid van de autoterminal ten oosten van het bouwdok en het Boudewijnkanaal ten westen van het bouwdok is de ruimte voor het aanbrengen van injectieputten beperkt. Aan de oostzijde wordt verondersteld dat de

putten op de grens van het projectgebied gelegen zijn. Ten zuiden van het bouwdok is een afstand van ca. 400 m aangehouden. Indien noodzakelijk kan nog geschoven worden met de locatie van deze putten.

Het debiet van de retourbemaling wordt volgens het model van de Universiteit van Gent geschat op 50% van het onttrekkingsdebiet (het debiet dat gepompt moet worden om het bouwdok droog te houden). Dit debiet is iteratief bepaald. Het onttrokken grondwater wordt in dezelfde laag ingebracht als de geologische laag waaruit het onttrokken wordt. In bijlage 9 wordt bepaald dat er ca. 25% van het onttrokken water geretourneerd moet worden om negatieve effecten in de Dudzeelse polder te voorkomen. Bij retournering van een dergelijk gebied blijven ook de effecten ter hoogte van de landbouwgebieden ten westen van het kanaal beperkt, zie § 5.7.5.

Meer info is terug te vinden in bijlage 3, bijlage 7 en bijlage 9.

Voor de berekening van de **afwatering** van het bouwdok worden de maximale afmetingen van het bouwdok (163 m en 845 m) in rekening gebracht aangezien het hemelwater dat op het talud van het bouwdok valt ook afgevoerd moet worden. De riolering zal echter enkel onder de werfvloer voorzien worden (116 m op 802 m) aangezien de riolering tot doel heeft om de werfvloer toegankelijk te houden bij neerslag. De grondwaterstand onder de taluds van het bouwdok wordt op een constant peil gehouden door de bemaling (zie hoger).

Als afwateringssysteem voor het hemelwater in het bouwdok wordt een horizontaal stelsel van drainageleidingen voorgesteld, die het hemelwater afvoeren naar een collector. Het hemelwater komt via de collector terecht in een pompput. Van hieruit wordt het opgevangen hemelwater opgepompt naar het maaiveld. Er wordt voorgesteld om het opgepompte water op het maaiveld eerst door een zandvang en olie-afscheider te voeren alvorens te lozen in het Boudewijnkanaal.

Er worden twee pompputten voorgesteld om de bedrijfszekerheid van het afwateringssysteem te verzekeren. Wanneer 1 pompput uitvalt komt het regenwater van dit deel na verloop van tijd in de andere pompput terecht.

De werfvloer bestaat uit een laag grind (diameter 16/36 mm) van 0,3 tot 0,6 m dikte. Deze werfvloer wordt eveneens gebruikt om het hemelwater dat in het bouwdok terecht komt te bufferen. Bij de aanleg van de collectorleidingen (diameter 400 mm) en de pompputten is het verticale bemalingssysteem al in gebruik. Dit bemalingssysteem houdt het grondwater op een constante diepte van -7,6 m TAW. De collectorleidingen en de pompputten dienen echter dieper aangelegd te worden dan -7,6 m TAW. Er wordt geadviseerd om het grondwaterpeil tijdelijk verder te verlagen tot het peil nodig om de collectorleidingen en pompputten uit te kunnen voeren in den droge. Dit heeft de voorkeur op het voorzien van een tijdelijke filterbemaling met tijdelijke pomp.

Voor een gedetailleerde beschrijving en berekening van het afwateringssysteem van het bouwdok wordt verwezen naar de nota in bijlage 4.

Uit deze berekeningen blijkt dat het hemelwater van een tweejaarlijkse bui probleemloos kan gebufferd worden in de grindlaag en vervolgens weggepompt kan worden.

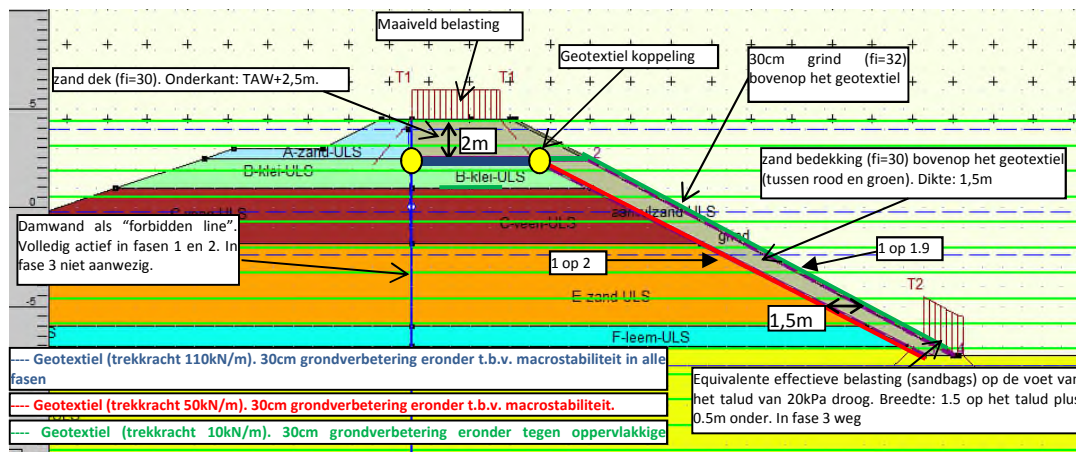
2.3.2.4 Versteving taluds bouwdok

Door het gebrek aan ruimte is de mogelijkheid om de taluds flauwer te maken en zo de taluds stabiel te maken, reeds maximaal aangewend. De gewenste stabiliteitscondities van de aanwezige taluds doorheen het volledige project (uitgraven bouwdok, bouw tunnelementen, onder water zetten van bouwdok en verwijderen van de tijdelijke damwand) kunnen alleen bereikt worden door de toepassing van stabiliserende maatregelen. De nodige maatregelen werden bestudeerd in de nota "Geotechnisch Ontwerp", zie bijlage 5. Hierin werd de stabiliteit van de taluds geanalyseerd voor drie fasen:

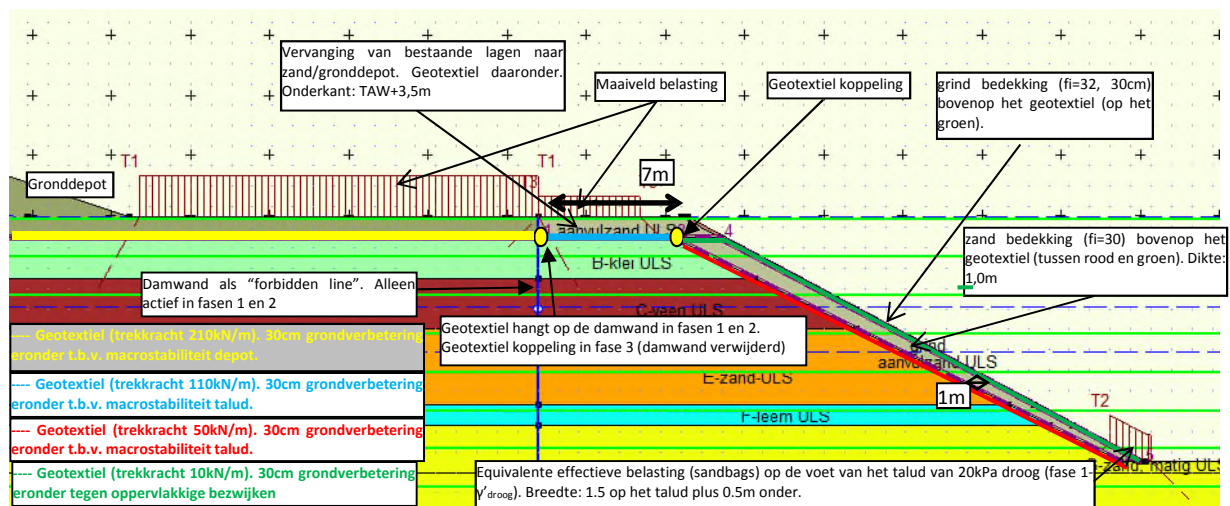
- Bouwfase van de tunnelementen waarbij het bouwdok is uitgegraven en een bemaling aanwezig is;
- Het inunderen van het bouwdok;
- Het verwijderen van de tijdelijke damwand tussen het Boudewijnkanaal en het bouwdok.

Onderstaand worden de voorgestelde stabilisatiemaatregelen van de westelijke, zuidelijk en oostelijke talud van het bouwdok weergegeven tijdens de fase van het bouwen van de tunnelelementen. De noordelijke talud zal op dezelfde manier verstevigd worden als de westelijke talud. Er wordt echter opgemerkt dat dit een mogelijke werkwijze is, hoe de effectieve stabilisatie zal gebeuren zal uiteindelijk bepaald worden door de aannemer van de Scheldetunnel. In het bestek zal opgenomen worden dat het buitentalud stabiel moet blijven gedurende de gebruiksduur van het bouwdok, inclusief de fase waar de tijdelijke damwanden verwijderd worden. De aannemer heeft hiermee een inspectie- en onderhoudsverplichting om te kunnen voldoen aan deze eis. Onderhoud zal mogelijk bestaan uit het opnieuw aanvullen, profileren en eventueel verstevigen van het talud op de plaatsen waar erosie heeft plaatsgevonden.

Na het uitvaren van de tunnelelementen, zal de aangebrachte geotextiel terug verwijderd worden en zal ook het talud tussen het bouwdok en het Boudewijnkanaal verwijderd worden, zie verder.



Figuur 2-5: stabilisatiemaatregelen en geometrie westelijk grondlichaam tijdens het bouwen van de zinkelementen



Figuur 2-6: stabilisatiemaatregelen en geometrie zuidelijk talud tijdens het bouwen van de tunnelelementen, tijdens inundatie en in de eindfase (damwand verwijderd)

hoofdzakelijk gebruikt om de uitgegraven bodemlagen voldoende te kunnen scheiden vooraleer ze gestockeerd wordt in bergingslocatie 1.

Als de gekozen werfzone zou overlappen met bergingslocatie 1 (oa. in het geval een werfzone aangelegd wordt in aansluiting met het Boudewijnkanaal), zal de gestockeerde grond ter hoogte van bergingslocatie 2 pas na het verwijderen van de werfzone naar bergingslocatie 1 kunnen gebracht worden. In dit geval zal er ter hoogte van bergingslocatie 1 hoger gestapeld worden, namelijk tot ca. 26 m TAW, gezien enkel de werfzone wordt opgevuld na het beëindigen van de werken, maar niet de laad- en loszone.

Tijdens het verdiepen van een deel van het Verbindingsdok en het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal, zal de zone ter hoogte van bergingslocatie 2 gebruikt worden voor het inrichten van een laguneringsbekken.

In bijlage 2 zijn profieldoorsneden met het ontwerp van de stockages weergegeven.

2.3.2.6 Bouw van de tunnelementen

Algemeen

Tijdens de exploitatiefase worden in het bouwdok betonnen tunneldelen (afzinkelementen) gebouwd, met name 8 afzinkelementen van 159 m lang, 37,9 m breed en 9,9 m hoog.

Het bouwdok wordt tijdens de gebruiksfase gebruikt door de aannemer van de Scheldetunnel. In het bestek zullen eisen worden gesteld aan de betonkwaliteit, maar niet aan de manier waarop de aannemer tot deze kwaliteit dient te komen. De aannemer kan vrij kiezen waar hij het beton laat produceren, wat in theorie kan betekenen dat hij een externe betonproducent kiest (bv Interbeton te Zeebrugge). Gezien het volume van het te produceren beton en de gestelde kwaliteitseisen is het echter weinig waarschijnlijk dat de aannemer niet kiest voor een eigen betoncentrale in de werfzone van het bouwdok. Er is momenteel een ruime zoekzone afgebakend voor het inrichten van een werfzone van ca. 4ha, waarbij de meest noordelijke en meest westelijke zone het meest geschikt zijn voor het aanleggen van een eigen betoncentrale, omdat het benodigde materiaal gemakkelijk kan aangevoerd worden via het water.

Voor het bepalen van de effecten van de betonproductie bij het bouwdok kunnen de volgende kengetallen worden gebruikt. Deze kengetallen zijn gebaseerd op referentie-tunnelprojecten en kunnen afwijken van de werkelijke hoeveelheden.

Beton	182 500 m ³
Water voor betonproductie	33 300 m ³
Cement	62 500 ton
Zand	128 000 ton
Grind	219 000 ton
Wapeningsstaal	22 500 ton

Eerst worden de vloeren van de tunnelementen gestort. In de vloer worden allerlei voorzieningen aangebracht, zoals buizen waardoor later de voorspankabels worden gelegd waarmee het tunnel-element onder voorspanning wordt gebracht. Na het storten van de vloer worden de wanden en het dak gestort (ook in het dak zitten voorspanvoorzieningen).

Wanneer vloer, wanden en dak klaar zijn, worden op de uiteinden van het element de kopschotten geplaatst. Zo ontstaat een waterdichte koker. In de elementen worden ballasttanks geplaatst die toelaten het vlotvermogen te regelen.

Betoncentrale

Momenteel zijn nog geen gedetailleerde gegevens beschikbaar inzake de betoncentrale die mogelijk zal aangelegd worden binnen het projectgebied. De aannemer van de Scheldetunnel kan namelijk vrij

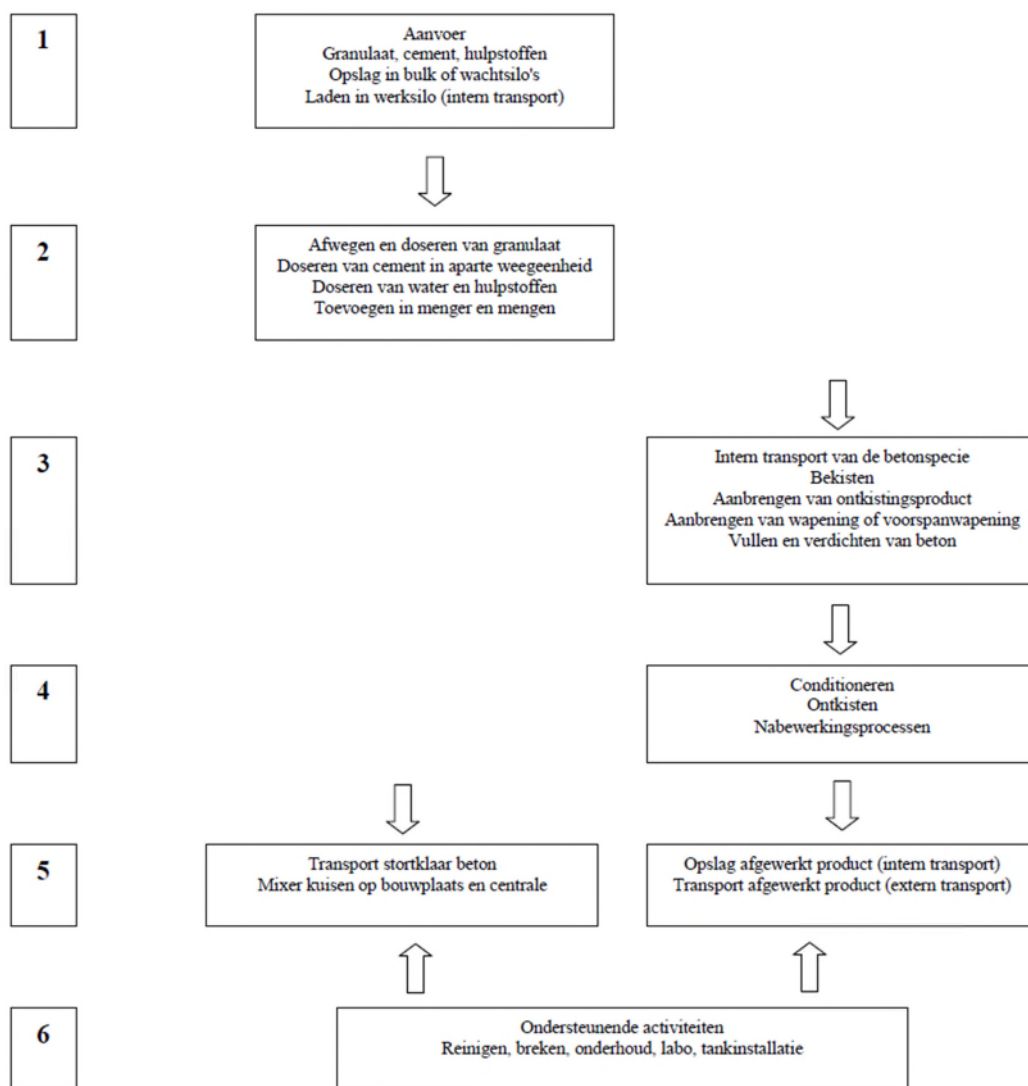
kiezen hoe hij zijn activiteiten organiseert binnen de vooraf afgebakende werfzone. Onderstaand wordt wel een overzicht gegeven van de verschillende processtappen die nodig zijn binnen een werf met een betoncentrale⁴.

Tabel 2-1: overzicht processtappen

Processtap	Betoncentrale	Betonproduct en
1. Aanvoer, opslag en overslag grondstoffen	x	x
2. Doseren en mengen	x	x
3. Bekisten en vormgeven		x
4. Af- en nabewerken		x
5. Transport	x	(x)
6. Ondersteunende activiteiten (reinigen, onderhoud, labo, tankinstallatie, breken,...)	x	x

Hierbij wordt opgemerkt dat bekisten, vormgeven en nabewerken in dit project niet zal gebeuren ter hoogte van de betoncentrale, maar wel plaatsvindt bij de bouw van de tunnelementen.

⁴ Bron: BBT voor de betoncentrales en de betonproducentenindustrie. In onderhavig project zal een tijdelijk betoncentrale opgericht worden (en geen betonproducentenindustrie).



Figuur 2-8: detailoverzicht processtappen (links betoncentrales, rechts betonproducenten), bron: BBT betoncentrales en betonproducenten.

De belangrijkste emissies naar de omgeving zijn stof en eventueel geluid. Er wordt eveneens water verbruikt en de betoncentrale zal een hoeveelheid afvalwater genereren. Verder zal er brandstof en bekistingsolie opgeslagen worden ter hoogte van de betoncentrale. De impact van de andere milieucompartimenten blijft relatief beperkt. Het verbruik van grondstoffen is groot en is in overeenstemming met het verbruik van beton. De productie van afvalstoffen is relatief laag.

- Water

Het grootste deel van het waterverbruik wordt toegepast als grondstof in beton. Daarnaast wordt een hoeveelheid water gebruikt voor het reinigen van onderdelen. Het water voor de betoncentrale zal aangevoerd worden via het doortrekken van de bestaande drinkwaterleiding (en dus niet extern worden aangevoerd met vrachtwagens).

- Lucht

Het voornaamste milieuaspect bij lucht is de emissie van stof. Dit stof is afkomstig van cement, zand en granulen tijdens aanvoer, op- en overslag. Ook transportbewegingen binnen het projectgebied

geven stofverspreiding. De verbranding van motorbrandstoffen geeft aanleiding tot emissie in de lucht van NOx, SO2, CO2, VOS, CO, lood en roetdeeltjes.

- Geluid

Geluid is een bron van hinder ten gevolge van transport- en overslagactiviteiten. Hieronder valt tevens het vullen van de mengwagens en het gebruik van compressoren voor cementoverslag. Er wordt verder verwezen naar de discipline geluid, zie § 5.3.

2.3.2.7 Werfzone voor de bouw van de tunnelelementen

De werfzone is het werkterrein waar voornamelijk het beton en de wapeningskorven voor de tunnel-elementen worden geproduceerd. Grondstoffen kunnen worden aangevoerd over water en worden op de werf opgeslagen. Tevens bevat de werf kantoorruimte, kantine- en parkeervoorzieningen, opslag van materieel en een faciliteit voor het verwerken van wapeningsstaal (buigen, afkorten etc.).

Werfzones worden normaliter ingericht door de aannemer en zijn specifiek per project. De afmetingen worden onder andere bepaald op basis van de benodigde opslag van materialen, zoals zand, cement, wapeningsstaal enz. Een locatie moet gekozen worden, die frequent kan worden bevoorrad en dus strategisch ligt langs aanvoerroutes over land en/of water.

Voor de indeling van de werfzone in Zeebrugge met de veronderstelling dat een betoncentrale zal worden ingericht is gebruik gemaakt van twee referenties: Fehmarnbelt Fixed Link (Denemarken) en bouwdok Barendrecht (Nederland). Er wordt verwacht dat de productie in het bouwdok te Zeebrugge in dezelfde orde van grootte zal liggen als de gerealiseerde productie in Barendrecht. Rekening houdend met het feit dat er in Barendrecht onvoldoende parkeerfaciliteiten waren, zal een oppervlak van 3,1 ha in Zeebrugge leiden tot een vergelijkbare indeling van de werfzone als in Barendrecht.

Er wordt een ruime zoekzone afgebakend, waarin een werfzone van ca. 4ha zal vastgelegd worden. De meest noordelijke en meest westelijke delen binnen de zoekzone voor het inrichten van de werfzone zijn het meest geschikt voor de aanvoer van materiaal per schip, wat hoofdzakelijk van belang is als een tijdelijke betoncentrale wordt ingericht binnen de werfzone. Indien ervoor gekozen wordt om de beton aan te voeren van een externe betoncentrale, is een werflocatie aan het water minder belangrijk,

Indien de meest noordelijke zone van de zoekzone ingericht wordt als werfzone, kan een laad- en loszone voorzien worden ten noordwesten van de werfzone. Een laad- en loszone ten noorden van deze mogelijke werfzone is namelijk te vermijden, gezien er dan bij het lossen van materiaal een weg moet gekruist worden die nagenoeg constant gebruikt wordt door de naastgelegen autoterminal en waarbij stofhinder ter hoogte van deze weg moet vermeden worden.

Ter hoogte van een mogelijke werfzone ten zuiden van het bouwdok kan een laad- en loszone voorzien worden in het Boudewijnkanaal zelf. Als voorwaarde voor de aannemer van de Scheldetunnel wordt dan opgelegd dat er een voldoende brede doorgang verzekerd moet blijven in het Boudewijnkanaal voor het doorgaand scheepstransport. Er zal dus een deel van de oever van het huidige Boudewijnkanaal moeten ingenomen worden om deze doorgang te verzekeren.

De toegang tot de mogelijke werfzone (binnen de afgebakende zoekzone) verloopt via de Koffieweg en een aan te leggen verharde weg vanaf de Koffieweg tot aan de werfzone. De Koffieweg is een in 2009 aangelegde weg met betonverharding.

Voor de betonproductie van de tunnelelementen wordt verwacht dat de volgende nutsvoorzieningen benodigd zijn:

- Elektriciteit
- (Drink)water
- Afvoer van afvalwater

In de directe omgeving van het bouwdok zijn bestaande kabels en leidingen aanwezig. Deze bedienen echter een landbouwbedrijf, wat een aanzienlijk lagere capaciteitsvraag heeft dan de werf (met mogelijk een tijdelijke betoncentrale) van een bouwdok. Momenteel is nog niet bekend of de

bestaande nutsvoorzieningen toereikend zijn voor het bouwdok. Er kan vanuit gegaan worden dat de aannemer eigen generatoren en afvalwaterbehandeling zal voorzien.

Wat betreft het watergebruik is het uitgangspunt hergebruik van hemelwater en aanvoer van leidingwater via een nutsleiding. De aanwezige waterleiding in de buurt van de Koffieweg is een PE OD110 leiding. De website van Water-Link geeft aan dat een dergelijke leiding een capaciteit van 37 m³/h heeft. De gemiddelde capaciteitsvraag voor de betoncentrale is geschat op 10 m³/h, waardoor, op basis van het actuele gebruik, aangenomen wordt dat de aanwezige leiding in de omgeving van het projectgebied een voldoende capaciteit heeft. De aannemer zal een eigen leiding moet aanleggen vanaf het aansluitpunt bij de Koffieweg naar de werfzone.

2.3.2.8 Laad- en loszone voor de bouw van de tunnelelementen

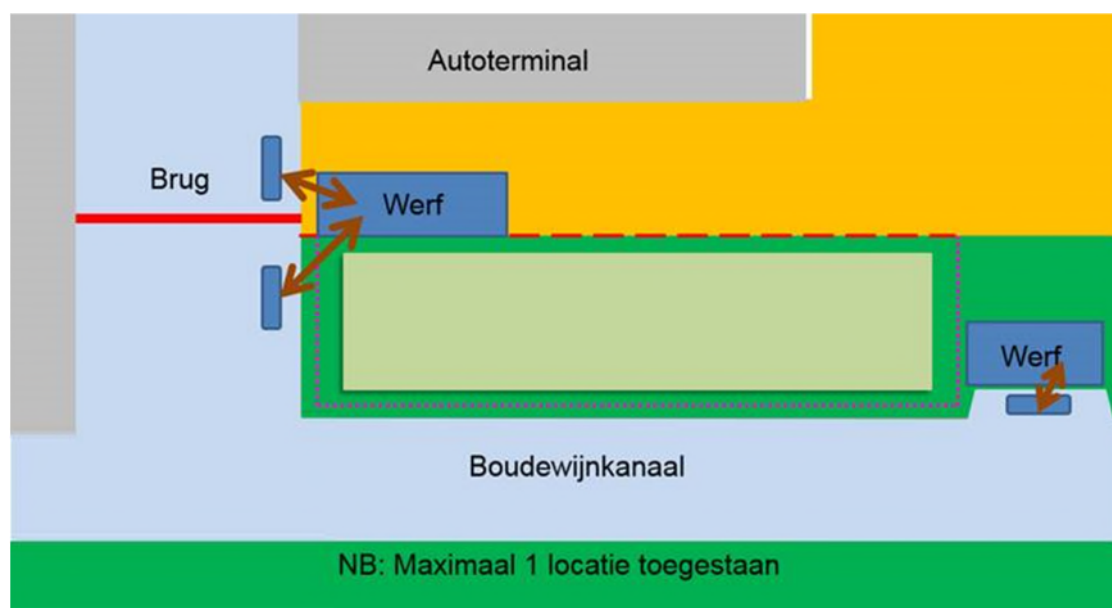
Voor de werfzone is transport over water het meest waarschijnlijk voor mogelijke afvoer van grond en aanvoer van grondstoffen ten behoeve van betonproductie (zand, cement, grind, staal). Voor de inrichting van de laad-/losvoorziening zijn verschillende alternatieven beschikbaar:

- Bestaande of nieuwe kaaimuur
- Tijdelijke voorziening

Er dient echter opgemerkt te worden dat er in het bestek opgenomen is dat de aannemer slechts 1 van onderstaande mogelijke locaties voor de laad- en loszone kan gebruiken.

Een eerste optie voor het aanleggen van een laad- en loszone langs het water bevindt zich ter hoogte van het Boudewijnkanaal. Hiervoor dient een deel van de oever van het Boudewijnkanaal afgegraven te worden, zodat een mogelijke laad- en loszone het scheepverkeer op het Boudewijnkanaal niet belemmert.

Ten noordoosten van het bouwdok bevindt zich een stuk kaaimuur tussen de tijdelijke brug en de steiger aan de Bastenakenkaai. Het gebruik van deze kaai ten tijde van de aanleg- en gebruiksfase van het bouwdok is echter te vermijden, gezien het stofvrijhouden van de achterliggende weg een absolute voorwaarde is voor de naastgelegen autoterminal. Indien de werfzone zou ingericht worden in het noordelijk deel van de zoekzone, kan een laad- en loszone aangelegd worden ten noorden van het bouwdok, om interferentie met de weg van de autoterminal te vermijden. Voor de precieze locatie van de laad- en loszone dienen echter nog de nodige afspraken gemaakt te worden zodat het scheepsverkeer tussen het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok niet belemmerd wordt.



Figuur 2-9: mogelijke situering van een laad- en losponton in het Verbindingsdok of het Boudewijnkanaal t.a.v. een mogelijke werfzone (het noorden bevindt zich links op de figuur)

Ten noorden van het bouwdok zou de aannemer een tijdelijke kaaimuur kunnen realiseren voor schepen met een diepgang tot 6 m. Uitgaande van een maaiveldhoogte van 1m boven de gemiddelde waterstand (TAW +3,5m) en 1m kielspeling betekent dit een kerende hoogte van maximaal 8m (exclusief ontgrondingstolerantie). Gebruikmakend van de vuistregel voor het ontwerp van damwanden resulteert dit in een constructielengte van 24m. Er dient ook rekening gehouden met het feit dat een laad- en loszone het best ten westen van de brug gebouwd wordt, om het verkeer dat over de brug moet niet te hinderen. Dit houdt in dat een mogelijke kaaimuur wellicht gedeeltelijk ten noorden van het bouwdok zal komen te liggen, wat betekent dat die terug moet verwijderd worden voor het uitvaren van de tunnelelementen. Dit is op zich uitvoerbaar, maar gezien de kosten voor het realiseren (en het mogelijks terug afbreken) van deze tijdelijke kaaimuur, wordt aangenomen dat de aannemer deze uitvoeringsvariant niet zal toepassen.

Een derde alternatief is het gebruik van een overslagponton. Diverse aannemers passen dit soort materieel toe bij projecten met groot grondverzet. Een voorbeeld van een dergelijk ponton is weergegeven in Figuur 2-10.

Dit ponton wordt verankerd door middel van palen en eventueel trossen aan de wal. Vanaf de vaste wal wordt een brug geplaatst op het ponton, waar de overslag van materiaal kan plaatsvinden.



Figuur 2-10 Losponton

Het ponton in Figuur 2-10 is ingericht om vanaf de brug dumpers te legen in een langszij afgemeerd schip. Aanvullend materieel zoals graafmachines is hierbij niet nodig.

Onderstaand Figuur 2-11 laat een ponton zien dat juist overslag van een schip naar een vrachtwagen mogelijk maakt. Een graafmachine lost materiaal via een trechter in een vrachtwagen, die het materiaal naar de opslag in de werfzone brengt. Bij andere overslagfaciliteiten worden ook overdekte transportbanden (bv voor transport cement) toegepast in plaats van vrachtwagens.

Voor beide toepassingen van een ponton is een landhoofd voor de brug noodzakelijk. Normaliter wordt deze gemaakt van een aanvulling van zand, beschermd door zandzakken, big bags of stortsteen. Ook kan hiervoor een tijdelijk landhoofd van damwanden voor worden toegepast.

Een dergelijk overslagpontoon kan gerealiseerd worden ten noorden van het bouwdok (en dus ten noordwesten van de zoekzone voor werfzone) of ter hoogte van het Boudewijnkanaal in het zuidwesten van de zoekzone voor werfzone).



Figuur 2-11 Overslagpontoon

2.3.2.9 Afvoer van de tunnelementen uit het bouwdok

Wanneer de elementen klaar zijn, worden de ballasttanks gevuld en wordt de bouwput onder water gezet. Het onder water zetten van de bouwput gebeurt door de bronbemaling van het bouwdok stop te zetten en door het inbrengen van water uit het Boudewijnkanaal (of het Verbindingsdok). Dit zal in samenspraak met het Havenbestuur verlopen zodat de effecten op het waterpeil van de omliggende dokken minimaal zijn.

Na het onder water zetten van het Boudewijnkanaal wordt het drijfvermogen van de tunnelementen getest en wordt de dijk aan de korte noordzijde van het bouwdok open gemaakt. Na het openmaken van de dijk kunnen de tunnelementen naar hun afzinklocatie gesleept worden.

De afstand tussen het bouwdok en de afzinkplaats te Antwerpen bedraagt ca. 115 km.

Via het Verbindingsdok dienen de elementen de haven te verlaten. Echter, hiervoor dient eerst een deel van het Verbindingsdok verdiept te worden. Voor het stockeren van de uitgebaggerde grond kan gebruik gemaakt worden van het laguneringsbekken welke wordt aangelegd ter hoogte van bergingslocatie 2 voor de tijdelijke stockage van de uitgebaggerde grond ten gevolge van het verdiepen van het Boudewijnkanaal (zie § 2.3.2.12).

Over het Verbindingsdok is een tijdelijke brug gesitueerd, zodat werkverkeer van de haven kan oversteken. De benodigde doorvaartbreedte van de tunnelementen is echter groter dan de beschikbare breedte tussen de steunpunten van deze brugconstructie. De steunpunten dienen hierdoor aangepast te worden. Aanpassingen zullen in samenspraak met de autoterminal en de

eigenaar van de brug gebeuren. Wellicht zal het wenselijk zijn deze werken in het weekend uit te voeren om het gebruik van deze brug zo weinig mogelijk te belemmeren.

Op basis van de benodigde ruimte ten behoeve van de tunnelementen (zie bijlage 6), is een plan opgesteld van de benodigde aanpassingen aan de tijdelijke brug. De aanpassingen worden gedaan tussen steunpunt 2 en steunpunt 4, aan de zuidzijde van het beweegbare deel.



Figuur 2-12: situatie doorvoer tunnelementen

Op basis van de benodigde ruimte en de aanwezige ruimte na de aanpassingen van de brugconstructie blijkt dat in verticale richting onvoldoende afstand aanwezig is tussen de bovenkant van het tunnel-element en onderzijde brugdek. Volgende mogelijke maatregelen kunnen hiervoor genomen worden.

- Hijsen brugdeel

Een mogelijke maatregel voor het kunnen laten passeren van de tunnelementen is het hijsen van het brugdeel met 48 m overspanning. Deze operatie dient uitgevoerd te worden vanaf een spudpaal-ponton, welke gepositioneerd wordt naast het te verplaatsen brugdek. Het dek wordt vervolgens op een 2^e ponton gehesen, waarna beide pontons verplaatst kunnen worden, zodat ruimte wordt gecreëerd voor de passage van de tunnelementen. Na de passage van het tunnelement kan het dek teruggeplaatst worden. Door de hijsoperaties is dit proces sterk afhankelijk van de weersomstandigheden.

- Permanent aanpassen alignement brugdek

Omdat een gedeelte van het brugdek vervangen moet worden, is het mogelijk het alignement van de brug permanent aan te passen. De minimale hoogte wordt dan bepaald door de aanwezige hoogte ter plaatse van steunpunt 4. Deze heeft een waarde van 6,07 m + T.A.W. Dit betekent dat circa 0,4 m extra ruimte beschikbaar is. Deze aanpassing heeft als gevolg dat het hoogteverschil in het brugdek over het overige deel opgevangen dient te worden, waardoor de hellingsgraad in een beperkt deel van de brug groter wordt.

In overleg met de gebruikers dient te worden onderzocht of deze aanpassing problemen geeft bij het gebruik door auto's.

- **Vijzelen brugdeel**

Met behulp van (tijdelijke) vijzels kan het brugdeel tijdens de doorvoer operatie opgevijzeld worden tot de benodigde hoogte voor een passage van het tunnelelement middels lieren. De sleepboten dienen hierbij gebruik te maken van het beweegbare deel van de brug. Het nieuw aan te brengen brugdek dient hierdoor statisch bepaald opgelegd te zijn op de steunpunten 2(a) en 3(a). In het ontwerp van het brugdek kan rekening gehouden worden met de benodigde vijzels. Tijdens het vijzelen dient de brug wel tijdelijk buiten gebruik te worden gesteld.

- **Aanpassingen transport situatie tunnelelement**

Naast de aanpassingen aan het brugdek kan de transportoperatie van de tunnelementen ter plaatse van de brugconstructie aangepast worden. Een mogelijkheid is om het vrijboord aan te passen door de ballasttanks meer te vullen. Het minimale vrijboord voor de passage van de brug is 0,10 m. In vergelijking met de waarde waarmee rekening is gehouden in deze uitwerking, is dit een verschil van 0,50 m. Een maximaal vrijboord of minimale vrije doorvaarthoogte van het tunnelelement kan als randvoorwaarde worden opgelegd in het Scheldetunnel contract. De aannemer kan hier dan een optimaal ontwerp maken waarbij voldoende vrijboord voor zeetransport en voldoende vrije doorvaarthoogte voor de passage van de brug wordt gecreëerd. De haalbaarheid van deze oplossing is verder onbekend en wordt daarom niet geadviseerd in dit stadium.

Voor het passeren van de brug zijn bijgevolg de volgende opties gedefinieerd:

1. De huidige doorvaarthoogte onder de brug is voldoende en de brug wordt gepasseerd met behulp van lieren.
2. De huidige doorvaarthoogte onder de brug is onvoldoende. Door een maatregel (vijzelen brugdeel, misschien verzwaren ballasttanks tunnelelement) kan het tunnelelement toch onder de brug door met behulp van lieren.
3. Het brugdek wordt (tijdelijk) verwijderd en de brug wordt gepasseerd met behulp van lieren of sleepboten.

Voor het transport van de tunnelementen zijn optie 1 en optie 2 gelijk en derhalve worden er twee transportopties beschouwd voor het passeren van de brug. De twee transportopties worden in dit hoofdstuk beschreven.

Uitgangspunten

- Na het passeren van de brug is er geen parkeerplek voor de tunnelementen beschikbaar. Het tunnelelement dient na het passeren van de brug direct verder te varen richting de Van Damme Sluis.
- Het passeren van de brug moet zo min mogelijk hinder geven voor de scheepvaart en de gebruikers van de brug. Voor de scheepvaart is onderscheid gemaakt tussen de scheepvaart door het Boudewijnkanaal en de scheepvaart van het Verbindingsdok naar het Boudewijnkanaal.



Figuur 2-13 Locatie brug en vaarwegen

- Onderstaande afbeelding geeft het beoogde vaartraject van de tunnelelementen weer.

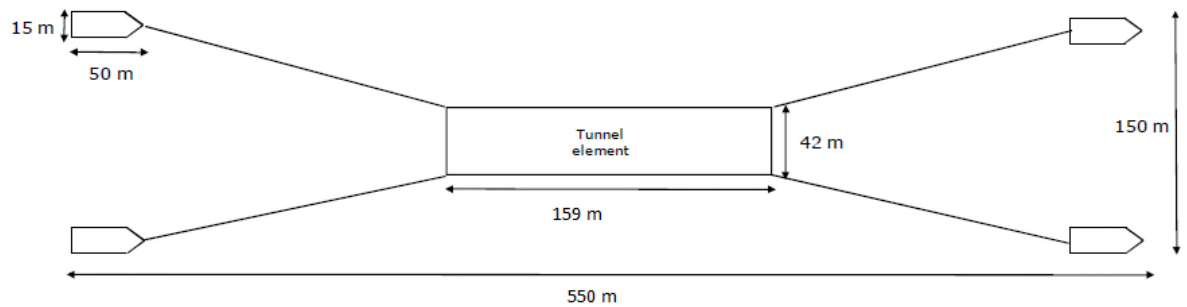


Figuur 2-14. Tracé tunnelelementen

- Het bevestigen van afzinkpontons wordt op een parkeerplaats nabij de Scheldetunnel en niet in het bouwdok uitgevoerd. Uitgangspunt is dat in deze parkeerplaats voldoende ruimte en

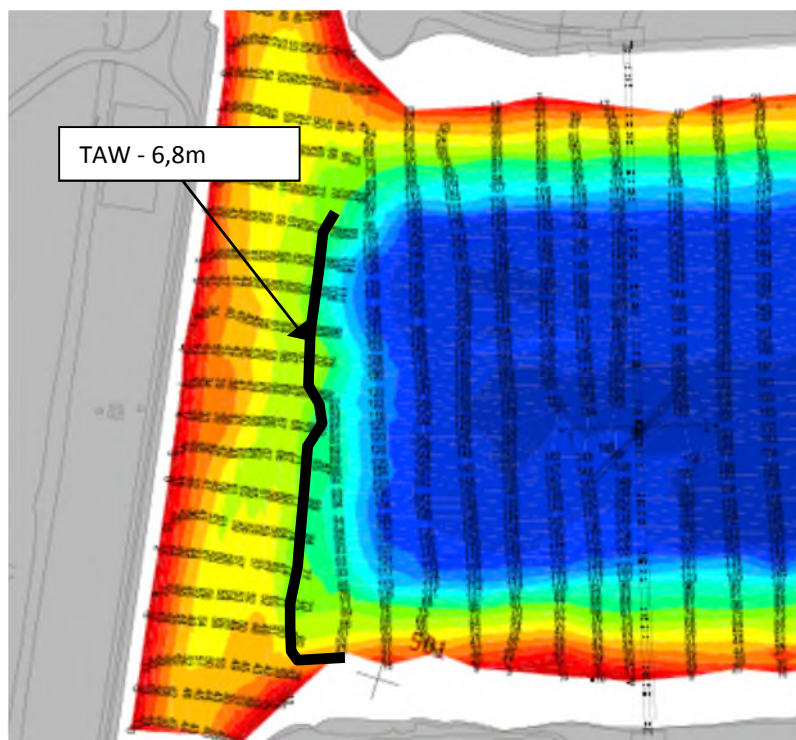
tijd is om het tunnelement af te monteren (zoals het plaatsen van toegangstoren en meetstoren).

- Voor het transport naar de Van Dammesluis en over de zee en Westerschelde wordt het tunnelement middels een konvooi getransporteerd. Een indicatie van een dergelijk konvooi is gegeven in onderstaande afbeelding.



Figuur 2-15. Sleepkonvooi

- In en nabij het bouwdok zijn geen/slechts zeer beperkte golven en stroming aanwezig. Gedurende het verhalen en uitlieren van de tunnelementen is de scheepvaart gestremd, waardoor er tevens geen hydraulische belasting door langsvarende schepen zal zijn.
- Onderstaande figuur geeft de bathymetrie weer. Met een diepgang van het tunnelement van 9,3m, een gemiddeld waterniveau van TAW+3,5m en een minimale kielspeling van 1m is de minimale waterdiepte waar het tunnelement getransporteerd kan worden TAW -6,8m. De -6,8m contour is in de figuur met een zwarte lijn indicatief weergegeven. De afstand tussen de brug en de TAW-6,8m diepte contour is circa 175m.



Figuur 2-16. Bathymetrie

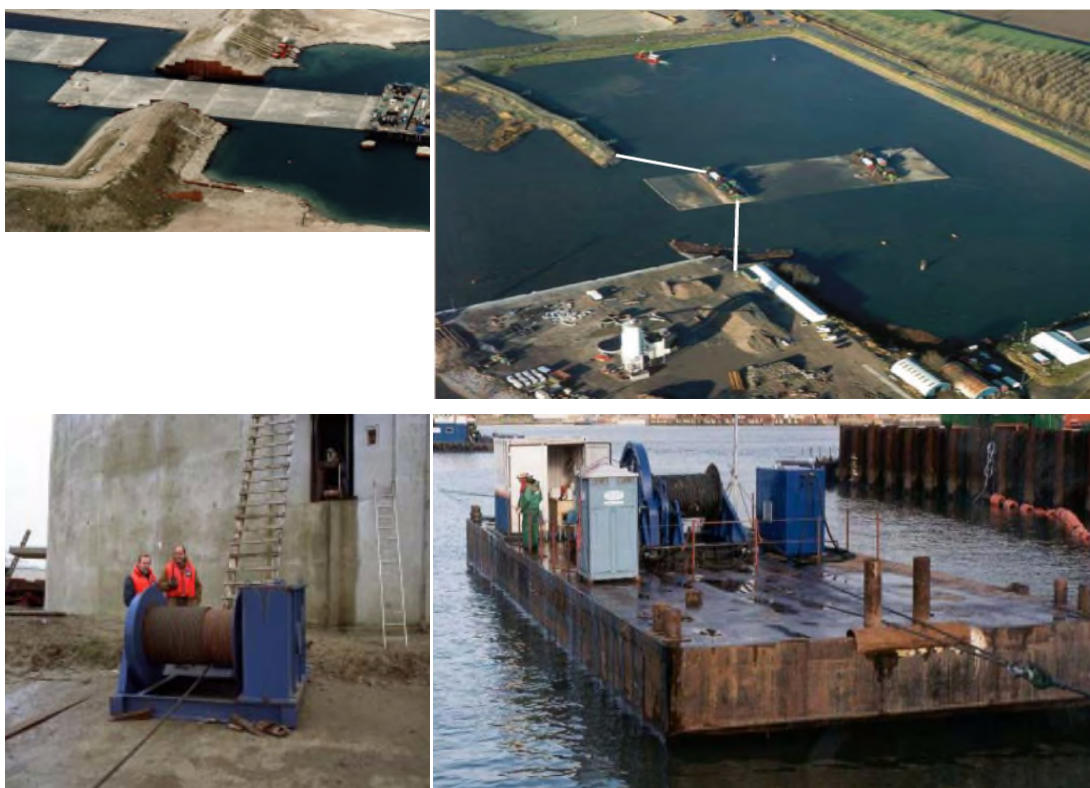
Optie 1/optie 2 passeren brug met behulp van lieren

Algemeen

De tunnelelementen moeten op gecontroleerde en beheerste wijze uit het bouwdok en onder de brug door worden getransporteerd. Hiervoor dient een lierconfiguratie met onder andere een voor- en aantrekliër, een achterliër (remliër) en zijlieren.

Voor het lieren zijn verschillende opties mogelijk:

1. Lierponton, waarbij het lierponton middels spudpalen of marine ankers wordt verankerd;
2. Lierpunt op de wal verankerd aan geheide ankerpalen, bolders of dodenbedden;
3. Een buisankerpaal.



Figuur 2-17. Lieren

Voor het uitverhalen van de elementen zijn verschillende configuraties mogelijk waarbij het verhalen kan worden ondersteund door duw- en sleepboten. In de beschouwde configuratie wordt er vanuit gegaan dat er alleen in beperkte mate gebruik wordt gemaakt van duw- en sleepboten. Onderstaande figuur geeft enkele minimale locaties voor de lieren weer. De beschouwde configuratie geeft een indicatie van een mogelijk lier- en verhaalplan waarbij met name is gekeken op welke locaties minimaal een lierinstallatie geplaatst dient te worden waardoor inzicht wordt verkregen op de hinder voor de scheepvaart.



Figuur 2-18. Lierlocaties

Stappen uitlieren en verhalen

Bij het uitlieren uit het bouwdok en het transport onder de brug zijn de volgende hoofdstappen te onderscheiden. Zie ook onderstaande afbeelding:

Stap 1: uitlieren uit het bouwdok. Het element zal middels een voor- en aantreklier (lierpunt 2) het bouwdok uitgelierd worden. Achterlier en zijlieren zijn hierbij van belang om een gecontroleerd te kunnen uitlieren. Eventueel zou lierpunt 2 vervangen kunnen worden door een lierponton of een sleepboot. In alle gevallen dient de vaarweg (Verbindingsdok) te worden gestremd.

Stap 2: Het element wordt gedraaid zodat het in de lengterichting onder de brug door kan worden gelierd. Om het draaien mogelijk te maken is een lierpunt aan de andere zijde van het Boudewijnkanaal benodigd (lierpunt 3). Eventueel zou dit lierpunt vervangen kunnen worden door een lierponton. In beide gevallen dienen bij deze stap beide vaarwegen te worden gestremd.

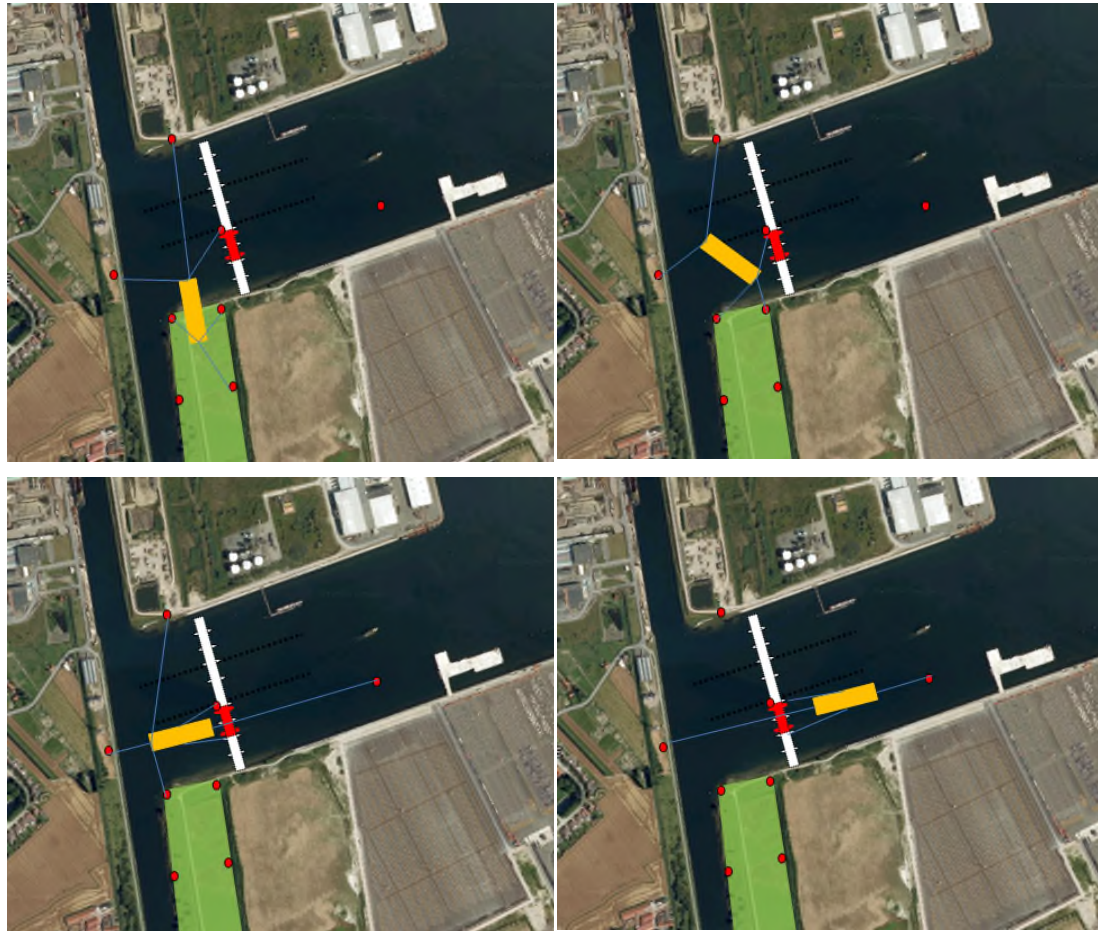
Opgemerkt wordt dat de beschikbare ruimte voor het draaien zeer beperkt, dan wel kritisch is. De tunnelementen dienen zeer nauwkeurig tussen de brug en het ondiepere Boudewijnkanaal te worden gemanoeuvreerd. Waarschijnlijk dient hier een gedeelte van de bodem van het Verbindingsdok te worden ontgraven zodat er voldoende draairuimte ontstaat.

Stap 3: Het element wordt onder de brug doorgelieerd middels een voor- en aantreklier (lierpunt 1 op een lierponton). Achterlier en zijlieren zijn hierbij van belang om gecontroleerd te kunnen lieren. Eventueel zou lierpunt 1 vervangen kunnen worden door een sleepboot. Het hanteren van één of twee sleepboten heeft hierbij het voordeel omdat het sleepkonvooi direct gevormd kan worden. Nadeel is dat de passage van de brug met sleepboten minder gecontroleerd is in vergelijking tot lieren.

Aandachtspunt zijn de draadhandelingen voor het verplaatsen van de draden onder de brug door. Het bevestigen van de draden aan de lier aan de andere zijde van de brug kan alleen met relatief kleine vaartuigen gezien de maximale doorvaarhoogte van circa 1,55 m. Dit moet mogelijk worden uitgevoerd met een voorloop, waarbij de draad onder de brug geleid wordt, de vaartuigen gebruik maken van het beweegbare deel en de draad weer oppakken aan de andere zijde van de brug.

Voor, tijdens en na deze stap varen sleep- en duwbotten die gebuikt zijn bij het uitlieren door de draaibrug zodat het sleepkonvooi gevormd kan worden.

Stap 4: Het tunnelelement is onder de brug door en het sleepkonvooi kan worden gevormd.



Figuur 2-19. Stappen bij uitlieren en transport onder de brug

Duur van vaarweg stremming

De liersnelheid is enkele meters per minuut. Gedurende het lieren en verhalen dienen zowel het Boudewijnkanaal als het Verbindingsdok gestremd te zijn voor de scheepvaart. Bij een aangenomen liersnelheid van ongeveer 4m/min en benodigde tijd voor draadhandelingen geeft dit een stremming van circa 4 - 5 uur. In deze tijd is één tunnelelement vanuit het bouwdok onder de brug doorgevaren en is het sleepkonvooi gevormd. De stremming van het Verbindingsdok duurt langer omdat na vorming van het konvooi, het konvooi richting de sluizen dient te worden getransporteerd.

Stremming voor bruggebruikers

Gezien er vanuit gegaan wordt dat het brugdek wordt gevijzeld, zal er tijdens deze werken stremming van de brug voor bruggebruikers optreden. Gedurende het uitlieren en verhalen zullen namelijk regelmatig hulp-, sleep- en duwbotten de brug passeren.

Overige opmerkingen/beperkingen

- De hoogte van het tunnelelement en de opbouw is gelimiteerd door de maximale doorvaarhoogte. Dit betekent dat het bij deze optie restricties gelden voor de maximale hoogte van dekuitrusting die al in het bouwdok op het tunnelelement aan kan worden gebracht. Deze kunnen in de parkeerplaats bij het afzink-gereedmaken worden gemonteerd,

wat naar alle waarschijnlijkheid ook zonder de restrictie in hoogte door de aannemer zou zijn voorzien.

- De doorvaarbreedte onder de brug is circa 48m. De speling aan weerszijden van het tunnelelement tijdens het passeren van de brug is derhalve zeer klein, hetgeen een zeer gecontroleerde doorvaart vereist.

Optie 3: passeren brug waarbij het brugdek tijdelijk wordt verwijderd

Algemeen

Het brugdek wordt (tijdelijk) verwijderd en de brug wordt gepasseerd met behulp van sleepboten. Gelijkend aan optie 1/2 wordt een aantal stappen doorlopen:

Stap 1: Uitlieren uit het bouwdok. Het element zal middels een sleepboot (of 2 sleepboten) het bouwdok uitgesleept worden. Achterlier en zijlieren zijn hierbij van belang om dit proces gecontroleerd te laten verlopen.

Stap 2: Nog voor de brug wordt het sleepkonvooi gevormd.

Stap 3: Het sleepkonvooi passeert de brug, waarbij direct het tracé richting de sluis kan worden doorgezet.



Figuur 2-20. Brugpassage met sleepboten



Figuur 2-21. Stappen voor brugpassage met sleepboten

Vaarweg stremming

Het uitlieren uit het bouwdok gaat met vergelijkbare snelheid als bij optie 1/2. Voor het vormen van het konvooi zullen tevens de zelfde handelingen vereist zijn. Het daadwerkelijk passeren van de brug zal sneller gaan. De stremming van de scheepvaart wordt geschat op 3 - 4 uur. Gedurende deze tijd zal zowel het Boudewijnkanaal als het Verbindingsdok worden gestremd. De beschikbare ruimte is dermate klein dat een configuratie waarbij het Boudewijnkanaal dan wel het Verbindingsdok niet gestremd behoeft te worden niet als realistisch wordt gezien.

In deze tijd is één tunnelement vanuit het bouwdok onder de brug doorgevaren en is het sleepkonvooi gevormd. De stremming van het Verbindingsdok duurt langer omdat na vorming van het konvooi, het konvooi richting de sluizen dient te worden getransporteerd.

Stremming voor bruggebruikers

De totale stremming ten gevolge van een enkele passage wordt ingeschat op 8 uur. Het positioneren van de pontons kan zonder stremming van de brug. De uithijsoperatie wordt ingeschat op 3 uur inclusief verplaatsen van de pontons. De passage van het tunnelement op 1 uur en het herstellen van de brug op 4 uur.

Overige opmerkingen/beperkingen

- De ruimte tussen de TAW-6,8m dieptecontour en de brug is circa 175m. Deze ruimte is te klein om het tunnelement met behulp van sleepboten te kunnen manoeuvreren. Een gedeelte van de bodem van het Boudewijnkanaal dient daarom verlaagd te worden of het draaien van het tunnelement wordt middels lieren uitgevoerd, waarna het sleepkonvooi wordt gevormd voor passage van de brug. De ruimte tussen de oever van het Boudewijnkanaal en de brug is circa 250m * 400m, zie **Figuur 2-18**, hetgeen reeds een beperkte manoeuvreerruimte voor het draaien van de tunnelementen met behulp van sleepboten geeft.
- De doorvaarbreedte onder de brug is circa 48m. De speling aan weerszijden van het tunnelement tijdens het passeren van de brug is derhalve zeer klein, hetgeen een zeer gecontroleerde doorvaart vereist. Deze is met het sleepkonvooi minder gecontroleerd dan bij het lieren.

Overzicht

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de voor- en nadelen van de twee transportopties.

Algemene conclusie: De beschikbare ruimte om het tunnelement te draaien bij het verlaten van het bouwdok is zeer beperkt. De benodigde ruimte is bij het hanteren van vaste lieren het kleinst en daarnaast is de controle en beheersing van het element beter bij het hanteren van lieren.

Tabel 2-2: overzicht voor- en nadelen transportopties

Onderdeel	Optie met lieren zonder een brugdeel te verwijderen	Optie met sleepboot waarbij brugdeel wordt verwijderd
Stremming vaarwegen	Boudewijnkanaal en Verbindingsdok 4 - 5 uur gestremd	Boudewijnkanaal en Verbindingsdok 3 - 4 uur gestremd (bij draaien van het element middels lieren eveneens 4 - 5 uur)
Beperkingen afbouw	Hoogterestrictie voor dekuitrusting die in het bouwdok kunnen worden gemonteerd (zeer beperkte invloed aangezien zee- en Scheldetransport sowieso niet plaats zal vinden met hoge dekuitrusting als toegangstoren en meetmast.	geen beperkingen
Stremming voor bruggebruikers	gefaseerde stremming tijdens passage sleepboten via beweegbare deel.	permanente stremming gedurende 8 uur.
Voorzieningen	Aantal lieren dient te worden opgesteld, zowel op de oever als in het water	Brugdeel dient te worden verwijderd +

		gedeelte van het Boudewijnkanaalbodem dient te worden verlaagd (of lieren voorzien)
Benodigde draaicirkel	De benodigde draaicirkel is minimaal waardoor mogelijk de huidige bodemligging voldoende is om het tunnelement te draaien. Waarschijnlijk is de beschikbare ruimte te klein en dient een beperkt gedeelte van de bodem van het Boudewijnkanaal ontgraven te worden.	De draaicirkel is bij het hanteren van sleepboten groter. Daarom dient in deze optie een groter deel van de bodem van het Boudewijnkanaal te worden ontgraven (of dienen ook voor deze optie lieren te worden voorzien)
Doorvaartbreedte	~48m	~48m
Controleerbaarheid transport	Zeer groot	Minder gecontroleerd (risico)

Aanbeveling is zowel het draaien van het element als de passage van de brug ook bij de optie waarbij het brugdeel wordt verwijderd middels lieren uit te voeren. Ondanks de onbeperkte doorvaarthoogte heeft dit de voorkeur gezien de beperkte ruimte voor de draai en de beperkte doorvaartbreedte.

2.3.2.10 Passage van de Vandammesluis

In **Figuur 2-14** is te zien dat het tunnelkonvooi (1 tunnelement + sleepboten), na het passeren van de brug, de Vandammesluis dient te passeren op weg naar de Schelde.

De afmetingen van de sluis zijn: lengte 500 m; breedte van 57 m; diepte van 18.50 m. Het sleepkonvooi wordt in haar geheel door de sluis geschut. Na het passeren door de sluis dienen de tunnelkonvooien zo snel mogelijk de haven van Zeebrugge te verlaten om het scheepsverkeer niet te hinderen, dit rekening houdend met het juiste tij voor het vervolg van het transport.



Figuur 2-22. Transport van een tunnel element door een sluis

Het konvooi zal eenzelfde schutcyclus ondergaan als reguliere scheepvaart. Deze cyclus bestaat uit drie fasen:

1. Invaren
2. Schutten
3. Uitvaren

Het in- en uitvaren van de sluis zal met een lagere snelheid gaan dan bij schepen en dus meer tijd in beslag nemen. Gezien de relatief korte duur van deze fases is het tijdsverschil absoluut niet groot.

Afhankelijk van het waterstandsverschil aan beide zijden van de sluis is de schutcyclus van de sluis zelf bepalend voor de totale duur van de stremming. Voor beide situaties (tunnelkonvooi en schepen) geldt echter dezelfde doorlooptijd van het schutproces.

De stremming voor het schutten van een tunnelkonvooi zal dus niet significant langer zijn dan het schutten van reguliere schepen.

2.3.2.11 Vrijmaken van de werfzone en bergingslocatie 2

Nadat de tunnelelementen allen zijn afgevoerd, zal de werfzone worden vrijgemaakt, waarbij alle materialen worden afgevoerd. Het betreft het verwijderen van het ketenpark, alle materieel, de betoncentrale, de ijzervlechtcentrale, de verharding ter hoogte van de werfzone, de laad- en loskade/ponton, de toegangsweg, de bemalingsinstallatie, het verwijderen van de tijdelijke damplanken, de taludversteving en grindlaag en de riolering op de bodem van het dok.

Alle grond die na het bouwen van de tunnelelementen nog gestapeld is ter hoogte van bergingslocatie 2 zal verwijderd worden en gestapeld worden ter hoogte van bergingslocatie 1. Voor het verwijderen van de noordelijke dijk en het verdiepen van het Verbindingsdok is het mogelijk dat er een laguneringsbekken ter hoogte van bergingslocatie 2 zal aangelegd worden. Indien niet, is bergingslocatie 2 na de fase van het bouwdok terug vrij voor gebruik tijdens de fase van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal.

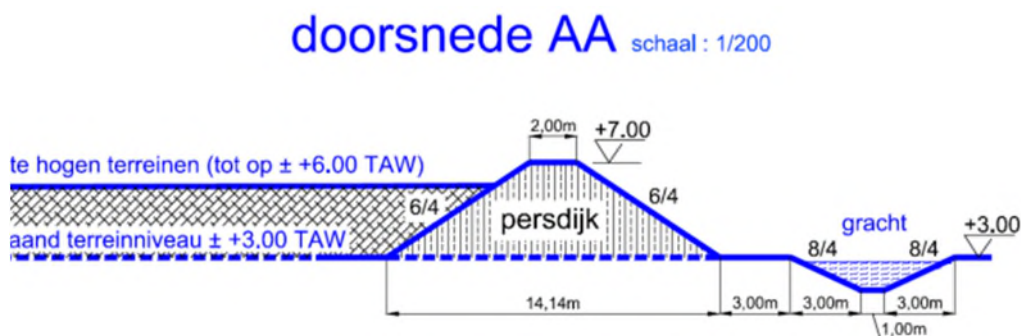
2.3.2.12 Verwijderen tussendijk tussen Boudewijnkanaal en bouwdok en verdiepen van verbrede Boudewijnkanaal

Als laatste zal de tussendijk tussen het Boudewijnkanaal en het bouwdok weggenomen worden en zal het Boudewijnkanaal ter hoogte van de aangelegde kaaiwand verdiept worden. Ook de zone waarbij het Boudewijnkanaal in verbinding staat met het Verbindingsdok zal verdiept worden. In deze fase zullen de dijk en de bodem van het verbrede Boudewijnkanaal in den natte weggebaggerd worden. Dit zal gebeuren met baggertuigen (waarschijnlijk een cutterzuiger, in combinatie met dieplepel voor detailbaggerwerk ter hoogte van de kaaiwand).

De uit te graven grond zal tijdelijk gestockeerd worden ofwel ter hoogte van bergingslocatie 1 (indien nog bergingscapaciteit beschikbaar is na de fase van het bouwdok), ofwel ter hoogte van de uitbreiding van bergingslocatie 1, ofwel zal deze uit te graven grond afgevoerd worden voor gebruik in projecten binnen en buiten de haven van Zeebrugge. De uitbreiding van bergingslocatie 1 kan beperkt zijn of overlappen met bergingslocatie 2.

Voorafgaand aan het stockeren van de grond in (de uitbreiding van) bergingslocatie 1 zal er een laguneringsbekken aangelegd worden ter hoogte van bergingslocatie 2 (indien dit nog niet zou aangelegd zijn ten behoeve van het vrijmaken van de noordelijke dijk en/of het verdiepen van het Verbindingsdok). Na het beëindigen van het project zal alle grond ter hoogte van bergingslocatie 2 (voor zover deze niet overlapt met de uitbreiding van bergingslocatie 1) terug verwijderd zijn.

Om het laguneringsbekken te kunnen realiseren moeten er rondom rond dijken of persdijken geplaatst worden. Deze worden met zand van ter plaatse gemaakt. Rondom de dijken worden nog kwelgrachtjes voorzien die naar het dok afwateren. Onderstaand wordt indicatief een schets opgenomen hoe de wand van het laguneringsbekken er zou kunnen uitzien (de juiste niveau's dienen echter nog bepaald te worden).



Bij het hydraulisch opspuiten ter hoogte van het laguneringsbekken zal de grond bezinken en het uitlogende water zal terugvloeien naar het Boudewijnkanaal of het Verbindingsdok, vanwaar het ook

afkomstig is. Dit kan via een gracht/buizensysteem. In het bestek voor de aannemer zal opgenomen worden dat er niet mag geloosd worden in de grachten van de laaggelegen gebieden (polder). Verder zal de wetgeving inzake bagger- en ruimingsspecie gerespecteerd worden.

De totale hoeveelheid grond die zal vrijkomen in deze fase wordt geschat op ca. 1.100.000 m³. De maximale hoogte van de te stapelen grond in de uitbreiding van bergingslocatie 1 bedraagt 26m TAW, conform de maximale hoogte in bergingslocatie 1.

2.3.2.13 Reeds genomen maatregelen om hinder te beperken

In het projectvoornemen worden een aantal maatregelen voorzien om hinder (voornamelijk ten aanzien van de naastgelegen autoterminal) te beperken:

- Bij het stockeren van de grond in de voorziene bergingslocaties wordt rekening gehouden met de afstand tot de terminal (hoe dicht bij de terminal, hoe minder hoog gestapeld wordt);
- Stockagezones worden afgedekt en beplant/ingezaaid;
- Bij een werfzone in het noorden van de zoekzone zal een laad- en loszone ten noorden van het bouwdok aangelegd worden (ipv ten noorden van de werfzone) om kruising met de weg van de autoterminal te voorkomen;
- Toegangswegen / werfwegen worden verhard aangelegd en worden zo veel als nodig besproeid/nat gehouden;
- Wielwasinstallaties voor materieel;
- Bulktransport en –overslag waar mogelijk via gesloten transportbanden en materieel;
- Tunneltransport en het tijdelijk buiten dienst stellen van de brug worden op elkaar afgestemd en zo kort mogelijk gehouden.

2.3.2.14 Nabestemming

Na het afvoeren van de tunnelementen wordt de tussendijk tussen het Boudewijnkanaal en het bouwdok weggenomen en wordt het Boudewijnkanaal ter hoogte van de kaaimuur volledig verdiept tot op -9 m TAW. Na de uitvoering van het project zal het noorden van het Boudewijnkanaal verbreed en verdiept zijn en zal er een kaaimuur gerealiseerd zijn waar schepen kunnen aanmeren.

Na uitvoering van het project zal het deel van het projectgebied gelegen langs de nieuwe kaaimuur van het verbrede Boudewijnkanaal (= de zone ten noorden van de uitbreiding van bergingslocatie 1, ca. 15 ha groot) bouwrijp gemaakt worden als haventerrein. Aangezien MBZ voor deze terreinen een vergunning zal aanvragen voor Vlaremrubriek 48.2 “zeehandelshaven en pieren”, wordt in dit project-MER hiervoor ook een (kwalitatieve) milieubeoordeling uitgevoerd.

De gestockeerde grond ter hoogte van bergingslocatie 1 en de uitbreiding van deze bergingslocatie blijft tijdelijk achter in afwachting van de verdere verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal of totdat deze grond kan afgevoerd worden voor gebruik in projecten binnen en buiten de haven van Zeebrugge.

2.4 Ontwikkelingsscenario's

Onder autonome ontwikkeling wordt verstaan: de ontwikkeling die het studiegebied zou doormaken waarbij geen juridische en beleidsmatige belangrijke randvoorwaarden meespelen en waarbij het gebied dus enkel gebonden is aan het normale sociaal-economisch gedrag van de mens.

Voor het studiegebied komt de autonome ontwikkeling overeen met het verder zetten van het huidige gebruik van het gebied (percelen in gebruik door de landbouw of braakliggend). De momenteel nog niet ontwikkelde gebieden kunnen echter ook verder ingevuld worden als haventerrein.

De ontwikkelingen die concreet zijn vastgelegd (beslist beleid in ontwerpfasen ten tijde van de richtlijnen; met een zekerheid van realisatie op korte termijn) worden in het MER meegenomen als zijnde de 'referentiesituatie' indien voor de beoordeling de relevante info ter beschikking is.

De overige ontwikkelingen die op stapel staan en waarvoor reeds een kader is uitgewerkt worden in het MER op hun relevantie getoetst en dit onder de 'ontwikkelingsscenario's'. Wanneer het kader tevens in beslist beleid is gegoten en waar relevant kan de ontwikkeling als cumulatief effect onderzocht worden bij beschikbaarheid van de nodige detailinformatie.

In het MER wordt nagegaan of het plan bepaalde mogelijke wenselijke ontwikkelingsscenario's niet hypothekeert of een knelpunt vormt.

2.4.1.1 Andere projecten voorzien in het GRUP Afbakening Zeehavengebied Zeebrugge

De Vlaamse Regering heeft op 19 juni 2009 het gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan Afbakening Zeehaven Zeebrugge definitief vastgesteld. Daarin zijn de grenzen van het havengebied vastgelegd rekening houdend met het streefbeeld en de acties uit het strategisch plan, inclusief de aspecten van het SHIP.

Het projectgebied is binnen het GRUP "Afbakening Zeehavengebied Zeebrugge" gelegen binnen art. 2.2 "gebied voor zeehaven- en watergebonden bedrijven" en art. 14 "Reservatiegebied voor waterweginfrastructuur". De toekomstige verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal tot aan de Margareta van Oostenrijkstraat is voorzien binnen het GRUP, volgens art. 2.2.

De verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal en de exploitatie van de nieuwe haventerreinen binnen het projectgebied maken deel uit van onderhavig project. De verdere uitvoering van het GRUP Afbakening Zeehavengebied Zeebrugge buiten het projectgebied is een ontwikkelingsscenario, waarvan de mogelijke cumulatieve effecten met het project zullen besproken worden in dit MER.



Figuur 2-23 GRUP Afbakening Zeehavengebied Zeebrugge

2.4.1.2 Verbeteren van de nautische toegankelijkheid tot de (achter)haven van Zeebrugge

Sinds de opmaak van het strategisch plan voor de haven van Brugge-Zeebrugge en de afbakening van het zeehavengebied in het GRUP zijn reeds verschillende beslissingen genomen en studies uitgevoerd met het oog op de verdere onderbouwing van onderdelen van het SHIP. Als resultaat van deze studies heeft de Vlaamse Regering beslist de keuze voor het voorkeursalternatief “beperkte open-getijzone” als resultaat van de MKBA te bekrachtigen (VR 2009 0304 DOC.0447). De Vlaamse Regering heeft in dezelfde beslissing de Vlaamse minister voor havens gelast om voor de verdere uitwerking van het SHIP een project-MER voor het alternatief beperkte open-getijzone op te dragen binnen de krijtlijnen van het afbakeningsGRUP voor de zeehaven van Zeebrugge.

Sinds de kennisname van het strategisch plan in 2006 en de beslissing van de Vlaamse Regering in 2009 zijn een aantal elementen naar voor gekomen die een ander licht werpen op het SHIP, waardoor de realisatie van een tweede volwaardige toegang tot de Achterhaven door middel van een nieuwe zeesluis een noodzaak en eerste prioriteit is, rekening houdend met de verdere ontwikkeling van de Achterhaven en de bijhorende capaciteitsnoden enerzijds en de huidige staat van de P. Vandammesluis anderzijds. Een mogelijke synergie met de reconversie van de Achterhaven is daarbij een aandachtspunt.

Daarom werd gestart met het complex project “verbeteren van de nautische toegankelijkheid tot de (achter)haven van Zeebrugge”. Dit project moet de nautische toegankelijkheid van de (achter)haven van Zeebrugge verbeteren en naar de toekomst toe blijven garanderen. Met deze doelstelling wordt tegemoet gekomen aan één van de aspecten van het SHIP, zoals opgenomen in het strategisch plan voor de haven van Brugge-Zeebrugge.

Op 15 juli 2016 werd de startbeslissing van het complex project goedgekeurd. Van 5 oktober 2016 tot en met 5 november 2016 lag de alternatievennota in openbaar onderzoek. Volgende alternatieve locaties voor een bijkomende zeesluis worden als redelijke alternatieven beschouwd:

- Alternatief Carcokesite
- Alternatief Visartsluis – huidige locatie
- Alternatief Visartsluis – oost

- Alternatief Vandammesluis – oost
- Alternatief Verbindingsdok

In geen enkel van deze alternatieven is er fysieke overlap met het projectgebied voor de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal.



Figuur 2-24 Locatiealternatieven voor bijkomende zeesluis te Zeebrugge i.k.v. complex project “verbeteren van de nautische toegankelijkheid tot de (achter)haven van Zeebrugge”

3 Juridische, administratieve en beleidsmatige situering

3.1 Juridische en beleidsmatige randvoorwaarden

In onderstaand overzicht worden de belangrijkste juridische en beleidsmatige randvoorwaarden opgesomd.

De onderwerpen die eerder een algemene, administratieve betekenis hebben (vb. vergunningsplicht) worden in dit overzicht volledig beschreven. De onderwerpen die inhoudelijk van belang zijn voor het MER worden hier enkel kort vermeld en worden verder behandeld in de betrokken hoofdstukken. Er wordt in de tabel dan ook verwezen naar deze hoofdstukken, namelijk als volgt:

B en G: Bodem en Grondwater; **Opp:** oppervlaktewater; **Gel:** geluid; **Lucht:** lucht; **F en Fl:** Fauna en Flora; **LBEA:** landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie; **Mens V:** mens verkeer; **Mens RS:** mens ruimtelijke en sociale aspecten; **/:** niet relevant

Tabel 3-1 Juridische en beleidsmatige randvoorwaarden

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
RUIMTELIJKE PLANNING				
Gewestplan	Bodembestemming van de gronden in Vlaanderen. Het gewestplan Oudenaarde, waarin het projectgebied gelegen is, werd goedgekeurd bij KB op 24/02/1977.	Ja	<p>Zie Kaart 2.1</p> <p>De zone voor verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal is volgens het gewestplan gelegen binnen industriegebied en grenst in het westen aan een bestaande waterweg. Ter hoogte van het projectgebied is een reservatiestrook gelegen, meer bepaald voor aan te leggen waterwegen.</p> <p>De zoekzone voor werfzone en bergingslocaties zijn eveneens in een zone voor industriegebied gelegen.</p> <p>De gewestplanbestemmingen zijn echter opgeheven door de goedkeuring van het gewestelijk RUP 'Afbakening zeehavengebied Zeebrugge'.</p>	Mens RS
Bijzonder Plan van Aanleg (BPA)	Plan opgesteld door een stad/gemeente voor een bepaald deel van het grondgebied van de stad/gemeente.	Ja	Binnen het projectgebied zijn geen BPA's gelegen.	Mens RS

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
Ruimtelijk Uitvoeringsplan (RUP)	Bestemmingsplan op gewestelijk, provinciaal of gemeentelijk niveau ter uitvoering van resp. het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen, het Provinciaal en het Gemeentelijk Ruimtelijk Structuurplan. Het projectgebied is gelegen binnen het gewestelijk RUP "Afbakening Zeehavengebied Zeebrugge", definitief goedgekeurd op 19 juni 2009.	Ja	Zie Kaart 2.2 Het projectgebied is binnen het RUP "Afbakening Zeehavengebied Zeebrugge" gelegen binnen art. 2.2 "gebied voor zeehaven- en watergebonden bedrijven" en art. 14 "Reservatiegebied voor waterweginfrastructuur"	Mens RS
Natuurcompensaties Zeebrugge	Bij de goedkeuring over de verdere ontwikkeling van de Achterhaven in Zeebrugge door de Vlaamse Regering in 2000, werd als voorwaarde gesteld dat de ecologisch beschermde gronden die hiervoor worden aangesneden gecompenseerd worden.	ja	Op 4 maart 2005 is een overeenkomst gesloten tussen Vlaams Gewest, MBZ en VLM om alle compensaties te realiseren. De Achterhaven kan met havenactiviteiten worden ingevuld voor zover de in te nemen oppervlaktes reeds actief zijn gecompenseerd in de aangeduide compensatiegebieden.	/
Stedenbouwkundige vergunning	Concrete toepassing van de normen van het Decreet Ruimtelijke Ordening en het decreet houdende de organisatie van de ruimtelijke ordening	Ja	Bij uitvoering van het project dienen stedenbouwkundige vergunningen te worden aangevraagd.	/
Verdrag van Espoo	Verdrag inzake milieueffectrapportage in grensoverschrijdend verband (UNECE, 1991)	Neen	Het projectgebied is gelegen op ca. 3 km van de gewestgrens. Er worden echter geen (significante) (gewest)grensoverschrijdende effecten verwacht.	/
Herbevestigde agrarische gebieden	Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen wil het buitengebied vrijwaren voor de essentiële functies landbouw, natuur en bos. Om dat doel te bereiken wordt er o.a. 750.000 ha agrarisch gebied afgebakend. Momenteel zijn reeds 510.00 ha herbevestigd als agrarisch gebied.	Neen	Het projectgebied is niet gelegen in Herbevestigd Agrarisch gebied	/
MILIEUHYGIENE				

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
<p>Vlarem</p> <p>Besluit van de Vlaamse regering van 6 februari 1991 houdende vaststelling van het Vlaams reglement desbetreffende de milieuvergunning</p> <p>Besluit van de Vlaamse regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne</p>	<p>Vlarem behandelt de milieuvergunningsplicht en omvat een lijst van hinderlijke inrichtingen.</p> <p>Ook worden de algemene en sectorale voorwaarden beschreven waaraan vergunningsplichtige activiteiten moeten voldoen. Daarnaast bevat dit besluit ook de milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater, grondwater, lucht, geluid, bodem.</p>	Ja	<p>De voorwaarden en normen die relevant zijn voor het project, zullen worden behandeld bij de effectbespreking van dit MER.</p> <p>De uitgraving van grond en de tijdelijke stockage ervan is milieuvergunningsplichtig, voor de bemalingen dient een vergunning voor verlaging van de grondwatertafel aangevraagd te worden.</p> <p>Voor de stockage van baggerspecie dient een milieuvergunning aangevraagd te worden (rubriek 2.2.8).</p> <p>Ook voor de bouw van de tunnelementen is een milieuvergunning nodig aangezien verondersteld wordt dat een betoncentrale kan aangelegd worden binnen de werfzone.</p> <p>Ten behoeve van de exploitatie als zeehandelshaven dient voor de betrokken zone een vergunning aangevraagd te worden onder onder Vlarem rubriek 48.2 "Zeehandelshaven en pieren".</p>	Gel, Lucht, B & G en Opp
<p>Bodemsaneringsdecreet – Vlarebo (uitvoeringsbesluit)</p>	<p>Regelt de bodemsanering, potentiële verontreinigingsbronnen, historisch verontreinigde gronden en grondverzet in Vlaanderen.</p>	Ja	<p>Ter hoogte van het bouwdok bevinden zich geen percelen die een bodemonderzoek hebben ondergaan (zie Kaart 3). Ter hoogte van de zoekzone voor werfzone en bergingslocatie 2 bevinden zich percelen waar in 2005 een oriënterend bodemonderzoek voor werd uitgevoerd (dossier nummer 7026).</p> <p>De uitvoering van het project brengt grondverzet met zich mee. Hiervoor zal er een technisch verslag en een bodembeheerrapport dienen te worden opgesteld. Uitvoeren van onderzoek naar uitgegraven grond zit niet vervat binnen het MER.</p>	B & G
<p>VLAREMA en Afvalstoffendecreet</p>	<p>Het nieuwe materialendecreet treedt op 1 juni 2012 in werking. Dit Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en</p>	Ja	<p>De uitgegraven grond en slib/waterbodem dient conform de bepalingen van het Vlarema te worden verwerkt en gestockeerd.</p>	B&G

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
	afvalstoffen (VLAREMA) zet een Europese richtlijn om en herzielt het Afvalstoffendecreet van 1981. Het nieuwe materialendecreet bevat meer gedetailleerde voorschriften over: het vervoeren en verhandelen van afvalstoffen het rapporteren over afvalstoffen en materialen het gebruik van grondstoffen de selectieve inzameling voor bedrijven de uitgebreide producentenverantwoordelijkheid.			
Duurzaam Materialendecreet (24/06/2001) en Vlarema (Het Vlaams Reglement inzake afvalvoorkoming en beheer - uitvoeringsbesluit van het afvalstoffendecreet, 17/02/2012)	Regelt het beheer en voorkomen van afvalstoffen in Vlaanderen. Ook het aanwenden van afvalstoffen als secundaire grondstof wordt hierin gereguleerd.	Ja	Bij de aanleg van de infrastructuur kunnen mogelijk materialen vrijkomen die bij hergebruik onder de VLAREMA-reglementering vallen	Bodem
Omgevingsvergunning	De omgevingsvergunning verenigt en vervangt de stedenbouwkundige vergunning en de milieuvergunning. Dossierstypes op Vlaams niveau zijn op 23 februari 2017 gestart met de omgevingsvergunning.	Ja	Voor voorliggend project dient een omgevingsvergunning bekomen te worden.	/
WATER				
Wet op de bescherming van oppervlaktewateren	Regelt de bescherming van oppervlaktewateren van het openbaar hydrografisch net en de territoriale zee tegen verontreiniging en legt de kwaliteitsdoelstellingen vast voor alle oppervlaktewateren.	Ja	Het kanaal Brugge-Zeebrugge en de Eivoordebeek zijn oppervlaktewateren in en in de omgeving van het projectgebied (zie Kaart 4).	Opp
Besluit van de Vlaamse regering voor wat betreft de wijziging van de milieukwaliteitsnormen	In dit besluit, als wijziging van Vlarem I en II, wordt een wijziging opgenomen van de milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater, waterbodems en grondwater.	Ja	In de discipline oppervlaktewater wordt verwezen naar deze (nieuwe) milieukwaliteitsnormen.	Opp

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
Wet op de onbevaarbare waterlopen	Hierin wordt vastgelegd dat buitengewone werken van wijziging van de waterlopen slechts kunnen uitgevoerd worden nadat hiervoor een machtiging bekomen is vanwege de bevoegde overheid.		In het projectgebied en nabije omgeving bevindt zich de Eivoordebeek (niet geklasseerd) (zie Kaart 4).	Opp
Wet op de bevaarbare waterlopen	Voor de bevaarbare waterlopen geldt o.a. een besluit betreffende het toekennen van vergunningen, het vaststellen en innen van retributies voor het privatieve gebruik van het openbaar domein van de waterwegen en hun aanhorigheden	Ja	Het Boudewijnkanaal grenst ten westen aan het projectgebied en de verbreding en verdieping van het kanaal binnen het projectgebied maakt integraal deel uit van het project.	Mens RS
Grondwaterdecreet	Regelt de bescherming van het grondwater, het gebruik ervan en het voorkomen en vergoeden van schade. De procedure voor het aanvragen van een vergunning voor de onttrekking van of infiltratie naar het grondwater, evenals voor boringen naar grondwater, is geïntegreerd in VLAREM (rubrieken 52 tot en met 55). Specifieke voorwaarden voor hoger genoemde activiteiten zijn opgenomen in de hoofdstukken 5.52 tot en met 5.55 van VLAREM II.	Ja	In de nabije omgeving van het projectgebied (< 2km) bevinden zich 8 vergunde grondwaterwinningen (zie Kaart 3). Door de geplande bemalingen zal er interferentie zijn met het grondwater.	B & G
	De afbakening van waterwingebieden en beschermingszones valt onder het besluit van 27 maart 1985.	Nee	In de nabijheid van het projectgebied bevinden zich geen waterwingebieden of beschermingszones.	
Polders en Wateringen	Lokale openbare besturen die instaan voor integraal waterbeheer	Ja	Het projectgebied is gelegen binnen de Zwin-Polder.	Opp
Decreet Integraal Waterbeleid	Dit decreet is de implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water in de Vlaamse wetgeving en legt de doelstellingen, principes en structuren vast voor een vernieuwd duurzaam waterbeleid. In dit decreet wordt o.m. de watertoets als instrument voor een integraal waterbeleid opgenomen.	Ja	Voor een activiteit die wordt onderworpen aan een milieueffectrapportage geschiedt de analyse en evaluatie van het al dan niet optreden van een schadelijk effect op de kwantitatieve toestand van het grondwater en de op te leggen voorwaarden om dat effect te vermijden, te beperken, te herstellen of te compenseren in dit rapport. Dit decreet houdt eveneens in dat de schade door overstromingen zo veel mogelijk worden beperkt door	B & G en Opp

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
			oplossingen die aansluiten bij de natuur van het watersysteem (o.a. aanpak aan de bron en het voorzien van buffering voor overtollig water) en dat de nodige ruimte voor water planmatig wordt vastgelegd. Het projectgebied ligt grotendeels niet in overstromingsgevoelig gebied (zie Kaart 4). Enkel het uiterste zuid(oosten) wordt aangeduid als effectief overstromingsgevoelig.	
Uitvoeringsbesluit watertoets (B.S. 31/10/2006)	Dit besluit geeft de lokale, provinciale en gewestelijke overheden, die een vergunning moeten afleveren, richtlijnen voor de toepassing van de watertoets. D.m.v. de watertoets dient de overheid na te gaan hoe het watersysteem zal worden beïnvloed. Het watersysteem is het geheel van alle oppervlaktewater (gaande van water dat een helling afstroomt tot de rivieren), het grondwater en de natuur die daarbij hoort.	Ja	In het MER worden de effecten op het watersysteem onderzocht en wordt aangegeven of herstel- en compensatiemaatregelen nodig zijn.	B & G en Opp
Stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratie- en buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater (01/10/2004)	Dit besluit omvat de minimale voorschriften voor de lozing van niet-verontreinigd hemelwater, afkomstig van verharde oppervlakken. Het algemeen uitgangsprincipe hierbij is dat hemelwater in de eerste instantie zoveel mogelijk gebruikt wordt. In tweede instantie moet het resterende gedeelte van het hemelwater worden geïnfiltreerd of gebufferd, zodat in laatste instantie slechts een beperkte debiet vertraagd wordt afgevoerd.	Ja	Het project dient te voldoen aan deze verordening.	/
Gemeentelijke verordening betreffende de lozing van huishoudelijk afvalwater, de afkoppeling van hemelwater afkomstig van gebouwen en verhardingen en de aansluiting op	Deze verordening omvat ten eerste de bepalingen die moeten gevolgd worden inzake het lozen van huishoudelijk afvalwater. Deze verordening omvat eveneens bepalingen inzake de maximale afkoppeling en gebruik van hemelwater en de aansluiting op de openbare riolering.	Ja	Het project dient te voldoen aan deze verordening	Opp

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
de openbare riolering (23/10/2001)				
Deelbekkens	Vlaanderen is ingedeeld in 11 rivierbekkens. De organisatie van het rivierbekkenbeleid gebeuren op basis van een deelbekkenbeheerplan.	Ja	Het projectgebied behoort tot het bekken van de Brugse Polders, en daarbinnen tot het deelbekken van de Zwinstreek (02-02).	Opp
NATUUR				
Natuurdecreet	<p>Dit decreet regelt het beleid inzake natuurbehoud en vrijwaring van het natuurlijke milieu, inzake de bescherming, de ontwikkeling, het beheer en het herstel van de natuur en het natuurlijk milieu, inzake de handhaving en het herstel van de daartoe vereiste milieukwaliteit en inzake het scheppen van een zo breed mogelijk draagvlak.</p> <p>Algemene maatregelen ter bescherming van de natuur dienen te worden opgevolgd.</p> <p>Het decreet regelt tevens de procedure van de afbakening van de Speciale Beschermingszones. Het gebiedsgericht beleid houdt ook de ontwikkeling van het Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) en het Integraal Verwevings- en ondersteunend Netwerk (IVON) in. Het natuurdecreet legt de voorschriften en geboden in VEN en de Speciale Beschermingszones vast.</p> <p>Tevens regelt dit decreet het soortgericht natuurbeleid (soortenbescherming)</p>	Ja	<p>Algemene bepalingen uit het Natuurdecreet, met ondermeer het stand-still beginsel en de zorgplicht zijn uiteraard van toepassing.</p> <p>In de nabije omgeving van het bouwdok en de zoekzone voor werfzone komen geen <u>Vlaamse natuurreservaten</u> voor. Op ca. 1,2 km ten zuidwesten van het bouwdok (en ca. 500 m ten zuidwesten van de bergingslocatie 1) is het natuurreservaat 'Ter Doest – Lissewege' gelegen.</p> <p>De meest zuidelijke zone van het projectgebied is gelegen binnen het <u>Vogelrichtlijngebied</u> "Poldercomplex". De oostelijke zone van de bergingslocatie 1, de meest zuidoostelijke tip van het bouwdok, de meest zuidwestelijke tip van bergingslocatie 2, de uitbreiding van bergingslocatie 1 en het grootste deel van de zuidelijke zone van de zoekzone voor werfzone zijn gelegen binnen het <u>Habitatrichtlijngebied</u> "Polders". (zie Kaart 5).</p> <p>Het projectgebied is niet gelegen in of in de omgeving van VEN-gebied. Het dichtst bijzijnde VEN-gebied bevindt zich op ca. 1,1 km, met name "De Polders Boudewijnkanaal".</p> <p>Soortenbescherming: het voorkomen van beschermde soorten in het studiegebied wordt in het MER omschreven.</p>	F & FI

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
Vogel- en Habitatrichtlijn (17/10/1988 en 21/05/1992)	Behandelt de afbakening van Speciale Beschermingszones inzake het behoud van de vogelstand en de natuurlijke habitats en wilde flora en fauna	Ja	Het projectgebied overlapt met het Habitatrichtlijngebied 'Polders' (BE2500002) en het Vogelrichtlijngebied (BE25000932). (zie Kaart 5).	F & FI
Natuurreservaten	Voor elk erkend natuurreservaat wordt een beheersplan opgesteld.	Ja/Nee	Op ongeveer 1,1 km ligt ten (zuid)westen van het projectgebied een perceel dat aangeduid wordt als erkend natuurreservaat.	F & FI
Bosreservaten	Nemen van beschermings- en beheersmaatregelen	Nee	Er zijn geen bosreservaten gelegen in of nabij het projectgebied.	/
Bosdecreet	Heeft tot doel het behoud, de bescherming, de aanleg, het beheer en het herstel van de bossen en het natuurlijk milieu van de bossen te regelen. Het regelt o.a. compensatie van ontbossing.	Neen	In het projectgebied zelf komen geen bospercelen voor. Voor het eventueel rooien van bomen dient een stedenbouwkundige- of kapvergunning te worden aangevraagd.	/
Natuurinrichting	Heeft tot doel een gebied optimaal in te richten in functie van het behoud, het herstel en het beheer van natuur.	Nee	Het projectgebied is niet gelegen binnen een natuur-inrichtingsproject	/
Duinendecreet	De bedoeling van het Duinendecreet is om de druk op de groene ruimte in de kuststreek te beperken. In uitvoeringsbesluiten werden de te beschermen duingebieden afgebakend. Deze besluiten werden bekrachtigd door het Vlaams Parlement. De aanduiding als beschermd duingebied of als voor het duingebied belangrijk landbouwgebied betekent dat hiervoor een bouwverbod geldt, ongeacht de bestemming van het goed volgens de bestemmings-plannen (gewestplan, APA, BPA) of verleende ver-kavelingsvergunningen	Neen	Het projectgebied en de nabije omgeving ervan zijn niet gelegen binnen een gebied aangeduid binnen het Duinendecreet.	/
Bermbesluit	Dit Besluit wil een natuurvriendelijker bermbeheer stimuleren via een aangepast maaibeheer met geschikt materieel en met verbod van biocidengebruik	Neen	Dit besluit is niet van toepassing voor dit project.	/

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
LANDSCHAP				
Onroerenderfgoeddecreet (12/07/2013; B.S. 17/10/2013) en uitvoeringsbesluit (goedgekeurd door Vlaamse Regering op 16/05/2014)	<p>Sinds 1 januari 2015 is het nieuwe Onroerenderfgoeddecreet in werking. Vanaf dan geldt één overkoepelende regelgeving voor monumenten, stads- en dorpsgezichten, landschappen en archeologie.</p> <p>Het nieuwe onroerend erfgoeddecreet vervangt drie voorgaande decreten (monumentendecreet van 1976, archeologiedecreet van 1993 en landschapsdecreet van 1996) en een wet uit 1931 op het behoud van monumenten en landschappen.</p> <p>Met de definitieve goedkeuring van het nieuw decreet onroerend erfgoed door de Vlaamse regering is ook de Conventie van Malta (ook wel het Verdrag van Valetta genoemd) in Vlaamse regelgeving omgezet. Om de Conventie van Malta verder te implementeren in de Vlaamse regelgeving is een volledig nieuw archeologisch traject nodig. Sinds 1 juni 2016 is ook het archeologieluik van het Onroerenderfgoeddecreet in werking getreden.</p>		<p>Op ca. 540 m ten zuidwesten van het projectgebied zijn de beschermde monumenten OLVkerk + de bijhorende toren en een wachterswoning gelegen. Eveneens ten zuidwesten van het projectgebied, op ca. 225 m, zijn het beschermd landschap en de ankerplaats “Groot ter Doest” gelegen. (zie Kaart 6). Er liggen geen ankerplaatsen of relictten in het projectgebied.</p> <p>Het MER zal nagaan of er archeologische vaststellingen zijn gebeurd binnen het plangebied.</p> <p>Het MER zal rekening houden met het uitgebrachte en nog uit te brengen advies van de bevoegde administraties en indien nodig milderende maatregelen/randvoorwaarden opleggen.</p>	
Ruilverkaveling	Een ruilverkaveling herschikt landbouwpercelen binnen een vooraf afgebakend gebied.	Nee	Het projectgebied ligt niet binnen een ruilverkavelingsproject	/
Landinrichting	Heeft tot doel de inrichting van landelijke gebieden te realiseren overeenkomstig de bestemmingen toegekend door de ruimtelijke ordening.	Nee	Het projectgebied ligt niet binnen of in de directe omgeving van een landinrichtingsproject.	/
Regionale Landschappen	Hier kunnen openbare besturen, diensten en verenigingen elkaar ontmoeten en samenwerken aan de ontwikkeling van de streek.	Nee	Het projectgebied ligt niet binnen het werkingsgebied van een regionaal landschap.	/

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
GELUID				
Besluit van de Vlaamse Regering van 22/7/2005 inzake de evaluatie en de beheersing van het omgevingsgeluid en tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 1/6/1995 houdende de algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne	Dit besluit zet de Richtlijn 2002/49/EG van het Europese Parlement en de Raad van 25/6/2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai om door titel II van het VLAREM aan te passen	Ja	Wordt rekening mee gehouden in het project-MER	Gel
Politieverordening van de stad Brugge betreffende de bestrijding van geluidshinder en de muziekactiviteiten niet ingedeeld volgens Vlarem (29/04/2013)	Deze verordening omvat bepalingen inzake het geluid afkomstig van elektronisch versterkte muziek of geluidsversterkende apparatuur. Er zijn eveneens bepalingen inzake buurlawaai opgenomen.	Neen	Er zal geen geluidshinder zijn afkomstig van muziek of van buurthinder, zoals bepaald in de verordening.	
LUCHT				
Richtlijn 2008/50/EG (publicatie 11/06/08)	Betreffende de luchtkwaliteitsnormen Dit is de nieuwe kaderrichtlijn lucht die de bestaande kaderrichtlijn en 3 dochterrichtlijnen lucht vervangt, waarin nu ook grens- en streefwaarden voor PM _{2,5} vastgelegd worden.	Ja	Wordt rekening mee gehouden in het MER	Lucht

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
Richtlijn 92/72/EEG inzake verontreiniging van de lucht door ozon (21/09/1992)	Beoogt de schadelijke gevolgen van ozon voor mens en milieu te voorkomen of te verminderen	Ja	Relevant voor verkeersemisies	Lucht
Verschiedende Koninklijke besluiten omvatten voorschriften inzake uitlaatgassen (20/03/2000, 28/10/1996)	Beperkingen van het gehalte aan bepaalde pollutanten in uitlaatgassen	Ja	Relevant voor verkeersemisies	Lucht
BELEIDSPANNEN				
Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (23/09/1997)	Geeft de richtlijnen weer van het toekomstig gebruik van de ruimte in Vlaanderen. De hoofddoelstellingen zijn de versterking van de stedelijke gebieden en het behoud en waar mogelijk versterking en uitbreiding van de nog resterende open ruimte.	Ja	In het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen werd expliciet verwezen naar het belang van de zeehavens als economische poorten voor Vlaanderen en de afbakening ervan.	Randvoorwaarden en gestuurde ontwikkeling
Provinciaal Ruimtelijk Structuurplan (PRS) West-Vlaanderen	Het ruimtelijke structuurplan van de provincie West-Vlaanderen werd op 12/06/2001 vastgesteld door de provincieraad (gewijzigd op 29/11/2001) en goedgekeurd door de Vlaamse regering op 29/11/2001. Het plan is van kracht voor alle openbare besturen, omdat het een beleidsplan is dat het ruimtelijk kader weergeeft op langere termijn	Ja	Gewenste Ruimtelijk Structuur is richtinggevend op provinciaal niveau. Bindende bepalingen leveren het kader voor uitvoerende maatregelen op provinciaal niveau: Het projectgebied is gelegen binnen de autonome pool zeehaven Zeebrugge. Bij een noodzakelijke uitbreiding of nieuwe lijninfrastructuur dient rekening gehouden te worden met de impact op het waardevolle polderlandschap en de aanwezigheid van waardevolle natuurgebieden.	Randvoorwaarden en gestuurde ontwikkeling
Gemeentelijk Ruimtelijk Structuurplan Brugge	Geeft de hoofdlijnen weer van het ruimtelijk beleid dat de stad Brugge wil voeren.	Ja	Voor de Achterhaven wordt specifiek vermeld dat de Achterhaven zich meer moet richten op de verdere opvang van ruimtebehoevende logistieke en distributie-activiteiten en verwerking. De haven dient duidelijk gebufferd te worden ten opzichte van het polderlandschap en de aangrenzende woongebieden, zodat de leefbaarheid van de woongebieden rond het havengebied wordt gegarandeerd.	Randvoorwaarden

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
Strategische plannen Vlaamse havens	Behandelt de economische expansie van de havens, uitgaande van een maximale bescherming van woonzones in de omgeving van de haven, het behoud en de versterking van de ecologische infrastructuur binnen en buiten het havengebied en een zuinig ruimtegebruik.	Ja	Strategisch plan haven Brugge – Zeebrugge: een aantal principes (zoals zuinig ruimtegebruik, omgaan met de onderhouds- en uitdiepingsbaggerspecie en grondoverschotten bij haveninfrastructuurwerken,...) zijn van toepassing op de aanleg en gebruik van het bouwdok. Andere principes handelen over de ecologisch waardevolle gebieden in de omgeving van het project en de verbetering van de beeldkwaliteit van de haven	Randvoorwaarden
Havendecreet	Werkt een vernieuwend havenbeleid uit, gericht op de optimalisatie van het totale maritieme aanbod in Vlaanderen	ja	Het havengebied van Zeebrugge wordt afgebakend, maritieme toegangswegen en ontsluitingswegen worden aangeduid als basis- of uitrustingsinfrastructuur en groenschermen/bufferzones worden geselecteerd.	Randvoorwaarden
Concessiebeleid Haven Zeebrugge	Het beleid van beide havens is erop gericht om de bouwrijpe gronden zo spoedig mogelijk in concessie te geven	ja	De berging van gronden zal in overeenstemming moeten zijn met het op geschikt peil brengen van de terreinen voor havenontwikkeling.	Randvoorwaarden
Vlaams Klimaatsbeleidsplan 2013-2020	Het Vlaams Klimaatsbeleidsplan is opgesplitst in twee delen zijnde een Vlaams Adaptatieplan (VAP) en een Vlaams Mitigatieplan (VAM).	Ja	Relevante secties zullen opgenomen worden in het MER bij de desbetreffende disciplines.	Gestuurde ontwikkeling
Klimaatplan stad Brugge	De stad Brugge wil minstens 20% CO2 reductie, minstens 20% energiebesparing en minstens 20% hernieuwbare energie realiseren op haar grondgebied tegen 2020 (tov 2011). Tegen 2050 wil de Stad Brugge klimaatneutraal zijn voor het ganse grondgebied	Ja	Alle vergunningen dienen een klimaattoets te ondergaan. Relevante secties zullen opgenomen worden in het MER bij de desbetreffende disciplines	Gestuurde ontwikkeling
Vlaams Milieubeleidsplan 2011-2015 (MINA 4)	Dit plan bevat de beleidskeuzen voor het milieubeleid in Vlaanderen op korte en middellange termijn.	ja	Relevante thema's zijn klimaat, water en waterbodems, bodemverontreiniging, bodembescherming, natuurlijke rijkdommen en ondergrond, biodiversiteit, duurzaam gebruik van grondstoffen en lokale leefkwaliteit.	Gestuurde ontwikkeling
Milieubeleidsplan provincie West-Vlaanderen	De opstelling van een provinciaal milieubeleidsplan werd verplicht gesteld door een Besluit van de Vlaamse Regering van 14/06/2002. De provincies zijn verplicht hun milieubeleid te voeren op basis van een provinciaal	Ja	Er wordt gestreefd naar maximale integratie van de beginselen van integraal waterbeleid en het beleid inzake ruimtelijke ordening, duurzaam watergebruik, inventarisatie onderwaterbodems en opstellen van een	/

Randvoorwaarden	Inhoud	Relevant	Bespreking	Hoofdstuk
	milieubeleidsplan. Het provinciaal milieubeleidsplan moet uiterlijk op 01/05/2004 worden vastgesteld. Het milieubeleidsplan van de provincie West-Vlaanderen werd vastgesteld door de provincieraad op 28/01/1999 en wordt om de 5 jaar vernieuwd.		inventaris van bronnen die kunnen aanleiding geven tot geluids-, geur- en lichthinder.	
Gemeentelijk milieubeleidsplan Brugge	Beschrijft het milieubeleid dat het gemeentebestuur van Brugge de komende jaren wil voeren	Ja	Relevante acties betreffen algemene maatregelen inzake bodem- en waterverontreiniging, bescherming grondwater, soortbescherming, geluidshinder,...	/
Gemeentelijk Natuurontwikkelingsplan Brugge	Beschrijft het natuurbeleid dat de stad Brugge de komende jaren wil voeren	Ja	Met betrekking tot de Achterhaven wordt gesteld dat de avifaunistisch meest belangrijke zones dienen afgebakend te worden, met in elk geval het deelgebied hoge Noen. Daarnaast is op landschappelijk gebied de aanleg van een bufferzone aan de noord-, oost- en zuidrand van de Achterhaven voorzien. Voor de reststrook tussen de Westkapelse Steenweg en de Achterhaven is een natuurmedefunctie gewenst.	Gestuurde ontwikkeling

3.2 Natuurcompensaties

In kader van het Strategisch plan voor de haven van Zeebrugge werden reeds heel wat compensaties uitgevoerd op terrein. Hierbij werden ook compensaties uitgevoerd voor de inname van de noordelijke strook van de Dudzeelse polder. Voor de volledigheid wordt verwezen naar bijlage 10 van het MER waar het jaarrapport van 2014-2015 van de natuurcompensaties van de Achterhaven van Zeebrugge is opgenomen. Onderstaand wordt hiervan een samenvatting van gegeven.

3.2.1 Algemeen

De gebieden die op het gewestplan zijn aangeduid voor de ontwikkeling van de achterhaven van Zeebrugge lagen/liggen gedeeltelijk in Europees Vogelrichtlijngebied en gedeeltelijk in gebieden met habitats die ecologische bescherming genieten door het Vlaams decreet op het natuurbehoud van 1997. De Vlaamse regering heeft in 2000 de verdere ontwikkeling van de achterhaven goedgekeurd met als voorwaarde dat de gronden die hiervoor worden aangesneden en die ecologisch beschermd zijn, gecompenseerd worden. Op 4 maart 2005 heeft de Vlaamse regering een overeenkomst tussen het Vlaams Gewest, de Maatschappij der Brugse Zeevaartinrichtingen (MBZ, het Havenbedrijf) en de Vlaamse Landmaatschappij (VLM) goedgekeurd voor het uitwerken van deze compensaties.

Op 6 februari 2004 nam de Vlaamse regering een beslissing over de effectieve inrichting van de natuurcompensatiegebieden voor de verdere uitbouw van de achterhaven van Zeebrugge (VR/PV/20074/6 punt 40). De beslissing van 6 februari 2004 bouwt verder op de beslissing van de Vlaamse regering van 25 februari 2000 en het besluit van de Vlaamse regering van 17 juli 2000.

Een beheercommissie kreeg als opdracht om natuurcompensaties te realiseren op 362 ha binnen 10 afgebakende zones. Het gaat om zones die momenteel grotendeels in landbouwgebruik zijn. Er is in totaal behoefte aan 65 ha moeras, 144 ha grasland met zilte elementen, 144 ha poldergrasland en 9 ha brakke plas (samen goed voor 362 ha).

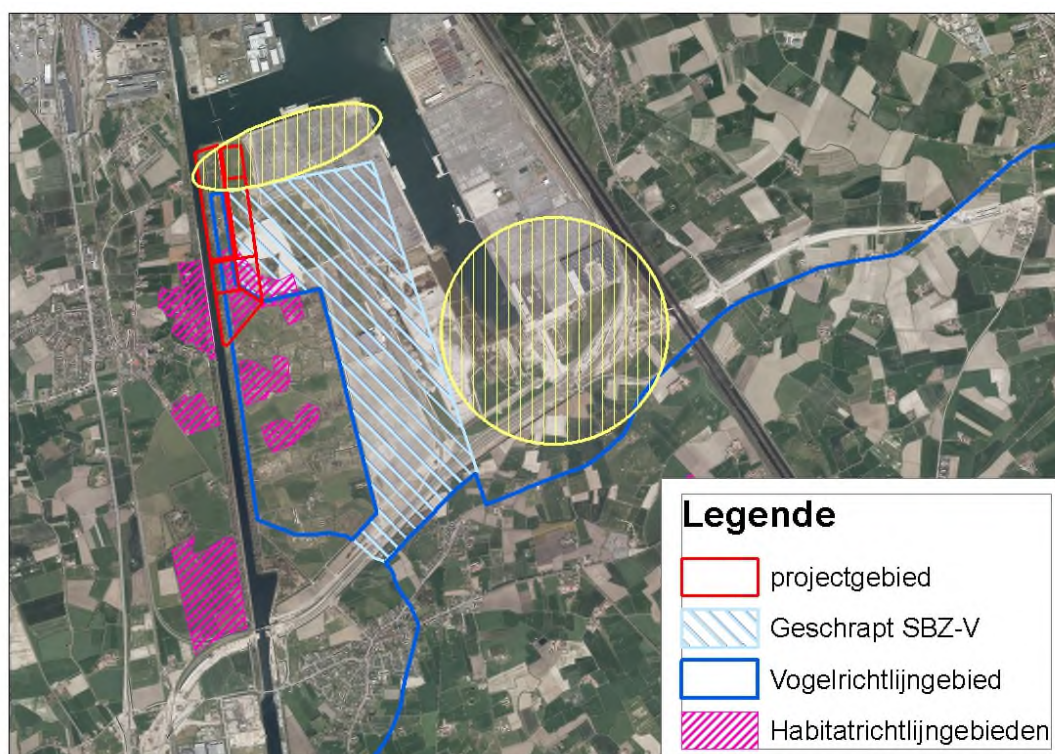
282 ha gronden behorend tot het Europees vogelrichtlijngebied "Poldercomplex" en 232 ha biologisch waardevol habitat beschermd op Vlaams niveau⁵ liggen/lagen in het deel van de achterhaven dat het Havenbedrijf de komende jaren verder gaat ontwikkelen. De Vlaamse regering heeft in 2000 de 282 ha geschrapt uit het vogelrichtlijngebied (zie lichtblauwe arcering op onderstaande figuur). De 130 ha nieuwe habitats die zullen gecreëerd worden om de betrokken vogelsoorten in een gunstige staat van instandhouding te houden bij inname van de 282 ha geschrapt SBZ-V '3.2 Poldercomplex' in de achterhaven dienen gerealiseerd te zijn vooraleer de 282 ha in de achterhaven worden ingenomen voor verdere ontwikkeling van de haven. Voor de creatie van 232 ha habitats voor het verdwijnen van natuurwaarden op Vlaams niveau in de achterhaven en gelegen buiten het geschrapte SBZ-V (indicatieve aanduiding in geel op onderstaande figuur) is de timing evenwel minder strikt bepaald.

Voor het areaalverlies van 282 ha in het vogelrichtlijngebied en voor de 232 ha beschermd op Vlaams niveau heeft de Vlaamse regering in 2000 zeven zones (Z1-Z7) met een totale oppervlakte van 520 ha aan het vogelrichtlijngebied "Poldercomplex" toegevoegd. De zones bevinden zich op het grondgebied van de gemeenten De Haan, Jabbeke en Oudenburg.

Voornamelijk de natuurtechnische mogelijkheden voor het creëren van 144 ha graslanden met zilte elementen zijn van belang bij het zoeken naar de compensatiegebieden. Om die reden bleken niet alle gronden van de 520 ha nieuw aangewezen vogelrichtlijngebied even bruikbaar, en was het niet opportuun om daar volledige compensatie te realiseren voor de habitattypes "brakke plas" en "grasland met zilte elementen". Geschikte gronden kunnen wel gevonden worden in gebieden die in of nabij de haven gelegen zijn. Daarom werden drie zoekzones toegevoegd in en nabij de haven (Z8 tot Z10).

De zoekzones liggen verspreid in de Oostkustpolders: Klemskerke-Vlissegem (Z1), Palingpot (Z2), Vijfwege (Z3), 't Pompje (Z4), Paddegat (Z5), Ettelgem (Z6), Kwetshage (Z7), de Dudzeelse polder (Z8) en de put ten noordoosten van Vlissegem, de Eendenkooi Ter Doest (samen Z9).

⁵ Beschermde habitats vegetatiebesluit 1998



Figuur 3-1 Geschrapte en behouden Natura 2000-gebieden

Met de beslissing van de Vlaamse Regering van 23 juli 2010 wordt de zoekzone Z10, 'Polder tussen Damme en Dudzele' vervangen door de zoekzone Z10bis. Deze nieuwe zoekzone omvat de visiegebieden van de erkende reservaten gelegen binnen de SBZ-V „Poldercomplex”.

De Dudzeelse Polder (Z8) (gelegen ten zuiden van onderhavig projectgebied) behoort planologisch tot het zeehavengebied en is strategisch van belang voor een eventuele verdere ontwikkeling van de haven. Momenteel is ingebruikname van de Dudzeelse Polder echter nog niet aan de orde (tot 2030). Het zou bijgevolg een weinig rationele investering zijn om de 80 ha in de Dudzeelse Polder, die grotendeels eigendom is van de Vlaamse overheid en die voor onbepaalde tijd niet voor havenactiviteiten gebruikt zal worden, niet voor natuurcompensatie in te zetten en elders 80 ha aan te kopen. Als evenwel ooit in de toekomst de Dudzeelse Polder effectief wordt ingericht voor havenactiviteiten, zullen compensaties moeten gebeuren om de instandhouding van de natuur te verzekeren.

De eerste inrichtingswerken zijn gestart in de zomer van 2008 in zoekzone Z4 “t Pompje” (Oudenburg). Deze werken werden in het najaar van 2009 afgerond. In de zomer van 2009 werd ook de eerste fase van inrichting van de zoekzone Z1 “Klemskerke-Vlissegem” (De Haan) aangevat, samen met de inrichting van “de Put van Vlissegem” (De Haan) en “de Eendenkooi Ter Doest” (Brugge). In 2010 werd de inrichting van de Dudzeelse polder opgestart.

Aangezien de realisatie van de natuurcompensaties in bepaalde gevallen gebeurt door een opwaardering van bestaand habitat, moet er in totaal (=bruto) meer dan de voorziene 362 ha worden gerealiseerd. In totaal moet bij benadering 420 ha worden ingericht.

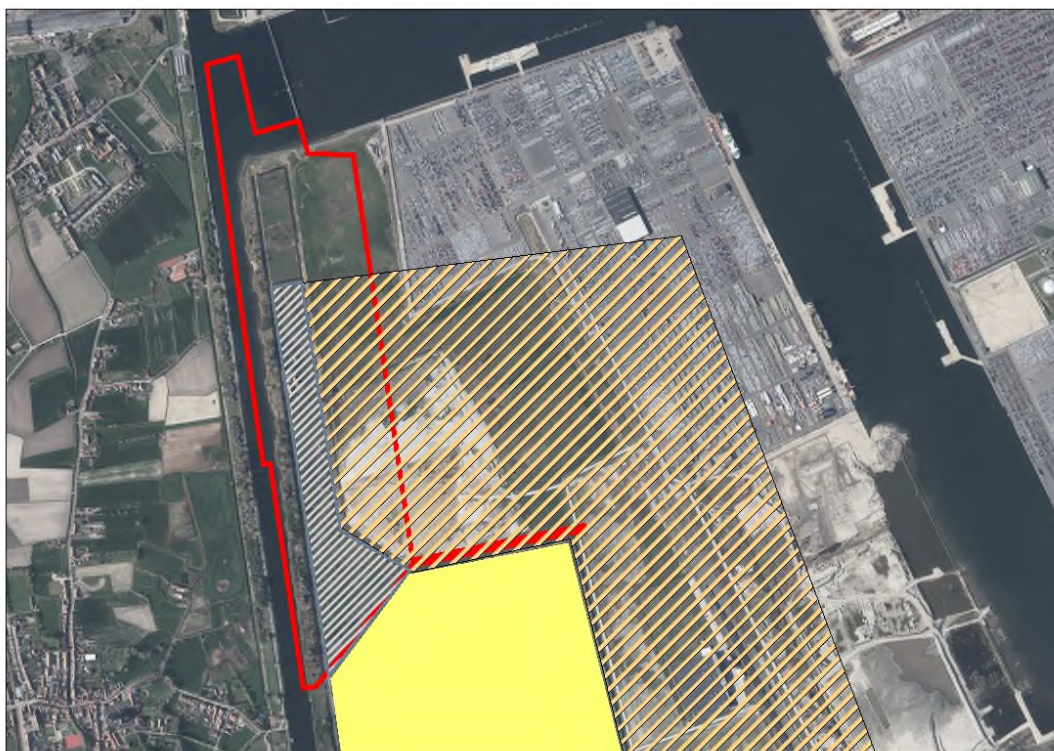
In het derde werkjaar (2007-2008) heeft de beheercommissie een actualisatie van de compensatiematrix doorgevoerd. In haar beslissing van 23 juli 2010 heeft de Vlaamse Regering deze geactualiseerde matrix en de gevoerde methodiek van de beheercommissie om tot deze geactualiseerde matrix te komen, goedgekeurd. De geactualiseerde matrix vervangt vanaf het werkjaar 2010–2011 formeel de oorspronkelijke compensatiematrix zoals deze in de overeenkomst van 2005 is opgenomen. De

realisatie van de natuurcompensaties gebeurt grotendeels op gronden die in eigendom zijn (gekomen) van het Vlaamse Gewest.

In de beslissing van de Vlaamse Regering van 23 juli 2010 is goedgekeurd om in het noordelijk deel van de zoekzone Z7 "Kwetshage" financiële stimuli te voorzien bij de verwerving van de gronden. Ter uitvoering van deze beslissing van de Vlaamse Regering is op 16 november 2011 een overeenkomst ondertekend tussen de afdeling Maritieme Toegang en de Vlaamse Landmaatschappij.

De stand van zaken tot eind 2013 wordt beschreven in het jaarrapport 2013 van de VLM inzake de natuurcompensaties in de achterhaven van Zeebrugge. Onderstaande hoofdstukken zijn gebaseerd op dit rapport.

De zogenaamde **Noordelijke Strook van de Dudzeelse polder** (d.i. de smalle strook in het noorden van Dudzeelse polder, die overlapt met onderhavig projectgebied) is niet opgenomen in het officiële compensatiedossier (= compensatiematrix) voor de Achterhaven. Het is wel zo dat deze Noordelijke Strook mee in de onderhandelingen is opgenomen en dat MBZ extra budget heeft voorzien om de compensaties noodzakelijk voor toekomstige inname van de Noordelijke Strook te kunnen uitvoeren samen met de 80 ha zilt grasland die volgens de matrix in de Dudzeelse Polder moet worden gerealiseerd. Dit is gebeurd in 2010 - 2011. De maatregelen die hiervoor zijn uitgevoerd zijn goedgekeurd in de beheercommissie om bij inname van de Noordelijke Strook in te zetten als geldige compensatiemaatregelen.

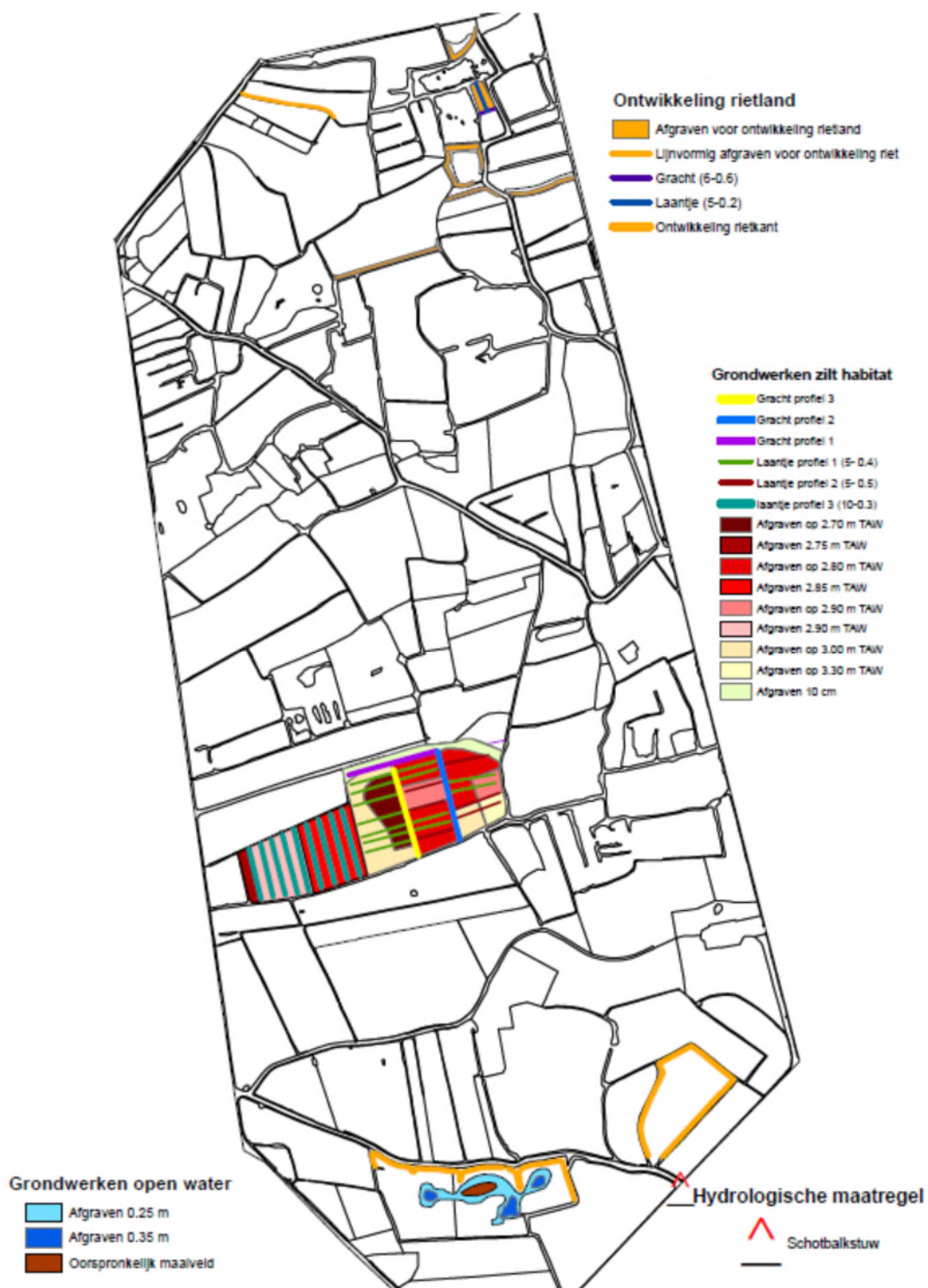


Figuur 3-2: Situering van het projectgebied (rood) ten opzichte van de noordelijke strook (grijs), het geschrapte deel van het SBZ-V (oranje) en de Dudzeelse polder (geel)

De compensaties voor de noordelijke strook zijn vastgelegd naar kwaliteit en kwantiteit:

- Ca. 3.5 ha zilte vegetatie (Da) met dezelfde hoge ecologische kwaliteit
- Ca. 3.5 ha zilt grasland (mozaïek veldgerstgrasland met zilte vegetatie) met dezelfde ecologische kwaliteit

- 0,77 ha rietland met een kwaliteit die voldoet als habitat voor bijlage I – soorten blauwborst en bruine kiekendief
- 0,87 ha open brakke waterpartij in landschappelijk verband met zilte graslanden



Figuur 3-3: Inrichtingsmaatregelen voor de inname van de noordelijke strook binnen de Dudzeelse polder

Centraal in de Dudzeelse polder is er een opgehoogde zone waarin de 3,5 ha vlakdekkend zilte vegetatie (Da) en de 3,5 ha zilt grasland (mozaïek zilt/niet-zilt) volledig kunnen worden gerealiseerd door middel van afgraven. De 0,8 ha rietland wordt voor het grootste deel in de noordoostelijke zone van de Dudzeelse polder gerealiseerd, aansluitend op de bestaande rietkragen van de aanwezige rietput, door middel van afgravingen op de ingezaaide akkers en door het buiten het begrazingsblok brengen van een strook langs de grachten. Dit laatste wordt eveneens voorzien op twee percelen in het zuidelijk deel van de Dudzeelse polder.

De brakke plas wordt gerealiseerd in de zuidelijke tip. Aangezien het hydrologische regime hier reeds verschilt van de rest van de Dudzeelse polder, kan hier door een combinatie van beperkt afgraven met een gericht peilbeheer van het oppervlaktewater, een voldoende oppervlakte aan open water worden gerealiseerd.

Samenvattend kan gesteld worden dat er in de Dudzeelse polder habitattypes worden gecreëerd (oa. 80 ha zilt grasland) als compensatie van habitattypes die in de achterhaven zullen verdwijnen. Anderzijds werden de habitats die voorkomen in de noordelijke strook van de Dudzeelse polder gecompenseerd in de Dudzeelse polder zelf. Deze leefgebieden werden dus reeds gecompenseerd voorafgaand aan de effectieve ingebruikname van de gronden door het havenbestuur in het kader van het SHIP-project.

3.2.2 *Stand van zaken eind 2016⁶*

De totale doelstelling voor de (officiële) natuurcompensaties (compensatiematrix) komt op 405 ha. Tegen eind 2016 was hiervan 290 ha gerealiseerd, wat overeenkomt met 71,7% van de vooropgestelde natuurcompensaties.

Er kan samenvattend gesteld worden dat:

1. 94,5% van de totale doelstelling van de natuurcompensaties voor art. 36ter is gerealiseerd.
2. Voor art. 36ter moet enkel nog 5,8 ha rietmoeras worden gerealiseerd. Deze oppervlakte zal komen te liggen in Kwetshage, samen met de resterende 40 ha rietmoeras voor art. 14.
3. Het negatief saldo voor nog bruto te realiseren zilt grasland (-2,4 ha) is te wijten aan het feit dat deze oppervlakten terug te brengen zijn naar werkelijk ingerichte percelen, waardoor het moeilijk is om op saldo 0 uit te komen. Dit betekent concreet dat er momenteel een licht overschot is voor de compensaties voor art. 36ter. Dit overschot blijft in de tabellen opgenomen en zal op het einde van het project in rekening gebracht worden voor de definitieve invulling van de totale doelstelling.
4. De doelstelling van de realisatie van de natuurcompensaties voor art. 14 is voor 63,8% gerealiseerd. De brakke plas is volledig gecompenseerd, terwijl het zilt grasland voor ongeveer 75,7% is gerealiseerd. Van het poldergrasland is nog maar 68,8% gerealiseerd, terwijl de 40 ha rietmoeras nog volledig moet worden ingericht (0% realisatie).

3.2.3 *Balans inname achterhaven en realisatie natuurcompensaties*

Het is noodzakelijk om de voortgang van de uitvoering van de natuurcompensaties ook te toetsen aan de parallelle voortgang van de verdere ontwikkeling van de achterhaven van Zeebrugge. Met name voor de compensaties voor art. 36ter van het decreet natuurbescherming is een strikte gelijktijdigheid van de uitvoering van de compensaties noodzakelijk. Daarom dient de voortgang van de natuurcompensaties getoetst te worden aan het verdwijnen van de habitats in de achterhaven van Zeebrugge door de verdere uitbouw voor havenactiviteiten. Er wordt een balans gegeven tussen realisatie van de

⁶ Het voortgangsrapport van 2014 is momenteel (8 januari 2016) nog niet beschikbaar voor vrijgave. Er wordt echter wel aangegeven door de VLM (mail van Edgard Daemen van 08/01/2016) dat er op terrein sinds 2013 weinig veranderd is.

natuurcompensaties en inname van de achterhaven. Deze balans is een maat voor de voortgang van de natuurcompensaties.

De referentie voor de balans is de gelijktijdigheid van bouwvergunningen tussen ontwikkeling van de achterhaven en realisatie van de natuurcompensaties.

In Figuur 3-4 wordt een beeld gegeven van de toestand op het einde van 2013, waarbij een overzicht wordt gegeven van de status van de verschillende zones in de achterhaven van Zeebrugge inzake uitbouw van havenactiviteiten.

Op Figuur 3-5 worden de habitats in de achterhaven van Zeebrugge gegeven die betrokken zijn bij de natuurcompensaties. Er wordt in de figuur een onderscheid gemaakt tussen de oppervlakte van habitats die al verdwenen is, de oppervlakte die nog aanwezig is maar waar al een stedenbouwkundige vergunning voor is en de oppervlakte waarvoor nog geen stedenbouwkundige vergunning voor in aanvraag is.

Volgende conclusies kunnen gemaakt worden:

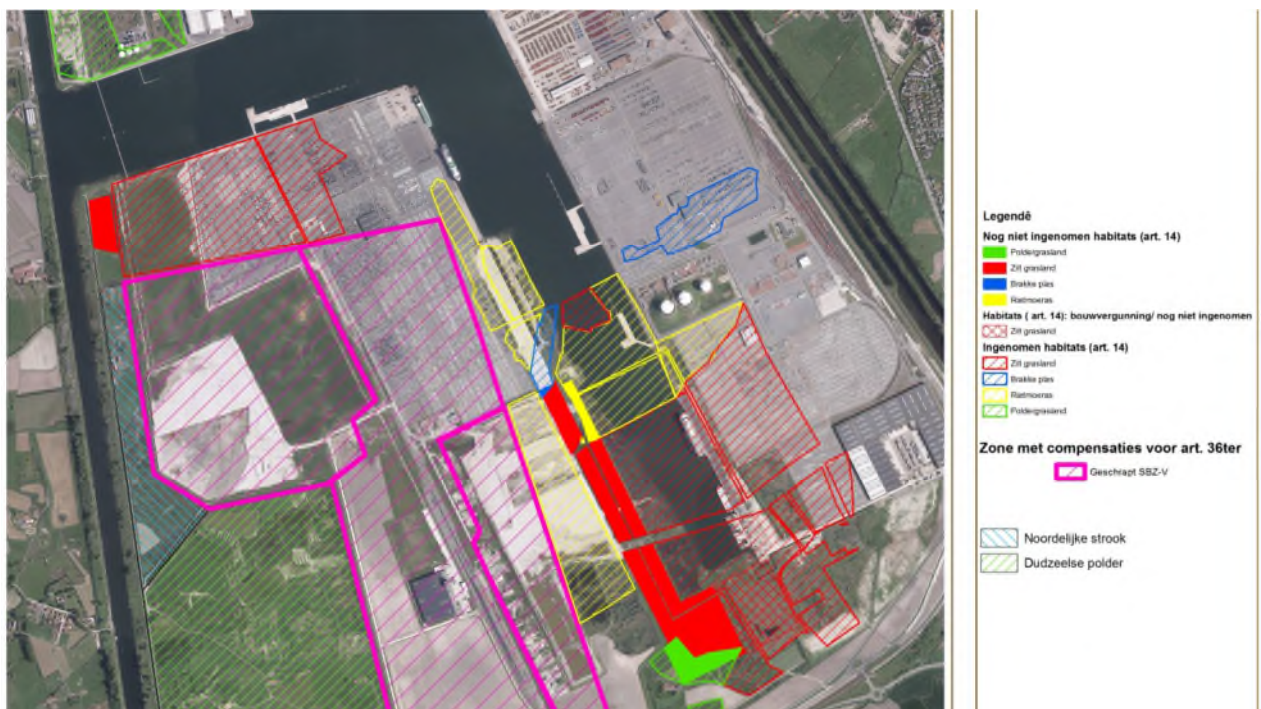
1. Op het einde van 2016 is de balans licht positief voor de realisatie van de natuurcompensaties voor artikel 36ter (+ 2,85 ha). Er is een licht overschot op de balans voor zilt grasland (+2,4 ha) en een tekort van 5,8 ha voor rietmoeras. Deze laatste oppervlakte is de oppervlakte rietmoeras die nog voor artikel 36ter zal worden gerealiseerd in Kwetshage. In principe zijn de gronden voor deze realisatie al in eigendom. Het zal echter pas bij de inrichting van het noordelijk deel van Kwetshage zijn dat deze 5,8 ha in de balans kunnen verschuiven naar gerealiseerd. Er is tevens een overschot voor poldergrasland (+ 5,8 ha). Dit overschot is te wijten aan het feit dat er geen netto doelstelling is voor poldergrasland, maar er toch poldergrasland wordt gerealiseerd voor art. 36ter als doorgeschoven habitat voor de realisatie van zilt grasland en rietmoeras. Netto is er momenteel een overschot gerealiseerd voor poldergrasland.. Deze oppervlakte is nu reeds opgenomen in de matrix, maar zal grotendeels verdwijnen uit de matrix op het moment dat de resterende 5,8 ha rietmoeras, met vermoedelijk bijhorende doorschuifoperatie van poldergrasland, zal worden gerealiseerd.
2. Op het einde van 2016 is de balans negatief voor de realisatie van de natuurcompensaties voor artikel 14 (-27,2 ha).De balans voor poldergrasland is positief (+30 ha). Er is wel nog een belangrijke achterstand voor zilt grasland (-25,4 ha) en voor rietmoeras (-32,8 ha)⁷.
3. Momenteel is er ongeveer 17,9 ha habitat in de achterhaven van Zeebrugge dat nog niet is ingenomen of waar er nog geen stedenbouwkundige vergunning is. De habitats in dit gebied zijn: 0,8 ha rietmoeras, 2,2 ha poldergrasland, 14,8 ha zilt grasland en 0,1 ha brakke plas.

⁷ Het deficit voor Mr voor art 36ter situeert zich ter hoogte van het voormalige rietveld Pelikaan in de achterhaven dat zal worden gecompenseerd in de zoekzone Kwetshage. Dit kan pas indien de volledige zoekzone is verworven.



Figuur 3-4: Ontwikkeling achterhaven Zeebrugge: status van inname december 2013 (bron: jaarrapport 2013, VLM)

De locatie van het bouwdok wordt gedeeltelijk aangeduid als “nog geen bouwvergunning in aanvraag” en gedeeltelijk als “terminals in operatie”. De zoekzone voor werfzone wordt ten oosten van het bouwdok aangeduid als “nog te realiseren terminals”, evenals bergingslocatie 2. De bergingslocatie 1 en de zoekzone voor werfzone ten zuiden van het bouwdok zijn op bovenstaande figuur gelegen binnen de Noordelijke strook.



Figuur 3-5: Ontwikkeling achterhaven Zeebrugge: inname habitats 2013 (bron: jaarrapport 2013, VLM)

Ter hoogte van het bouwdok is een perceel zilt grasland gelegen, wat nog niet is ingenomen. Ter hoogte van het deel van de zoekzone voor werfzone ten oosten van het bouwdok en bergingslocatie 2 is een reeds ingenomen perceel zilt grasland gelegen. Ook hier worden de bergingslocatie 1 en een deel van de zoekzone voor werfzone aangeduid als Noordelijke strook.

3.2.4 Conclusie natuurcompensaties in relatie tot het projectgebied

Conclusie inzake de compensaties met betrekking tot het projectgebied:

- De bergingslocatie 2, de uitbreiding van bergingslocatie 1 en het grootste deel van de zoekzone voor werfzone zijn gedeeltelijk gelegen binnen het geschrapte deel van het SBZ-V waarvoor compensaties voorzien zijn in de officiële compensatiematrix;
- De zone van het bouwdok en bergingslocatie 1 bevinden zich (gedeeltelijk) in de zogenaamde noordelijke strook. Compensaties voor deze strook zijn reeds uitgewerkt en uitgevoerd binnen de Dudzeelse polder.

Er dienen bijgevolg voor uitvoering van het project geen compensaties meer voorzien te worden.

4 Algemene methodologische aspecten

4.1 Algemene opbouw en uitgangspunten van de effectenstudie

Hieronder worden de verschillende disciplines gedefinieerd die in de effectenstudie aan bod zullen komen:

- bodem en grondwater
- oppervlaktewater
- fauna en flora
- landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie
- geluid en trillingen
- lucht
- mens – mobiliteit, ruimtelijke en sociale aspecten

Al deze disciplines zullen door een erkend MER-deskundige behandeld worden. De discipline mensgezondheid (toxicologische en psychosomatische effecten) wordt behandeld in het hoofdstuk mens – mobiliteit, ruimtelijke en sociale aspecten (deelaspect leefbaarheid en woonkwaliteit).

Afbakening van het studiegebied

In principe wordt voor iedere discipline een aparte afbakening van het studiegebied gemaakt. Maar voor heel wat (deel)disciplines beperkt het studiegebied zich tot het projectgebied zelf en haar directe omgeving. Het studiegebied kan aldus grosso modo bepaald worden tot op ca. 200 m van de grens van het projectgebied. Voor de discipline geluid komt deze afstand tot de terreingrens overeen met de wettelijk vastgelegde beoordelingsafstand uit Vlarex.

Voor het aspect mens – mobiliteit, en voor de daarvan afgeleide effecten qua geluid en lucht, is het studiegebied ruimer. Het omvat alle wegen waar significante wijzigingen in verkeersintensiteit (kunnen) optreden ten gevolge van het project.

Ook voor de effectgroepen perceptieve kenmerken (discipline landschap) en beeld- en belevingswaarde (discipline mens) is de invloedssfeer van het project eveneens ruimer: het omvat het hele gebied waarbinnen een visuele impact verwacht kan worden door uitvoering van het project.

Referentiesituatie

Dit is de toestand van het projectgebied waarnaar gerefereerd wordt in functie van de effectbeoordeling. Voor alle disciplines geldt dat voor het jaar 2015 als referentiesituatie wordt beschouwd.

In een MER gebeurt steeds een vergelijking van de geplande situatie met de referentiesituatie. De vergelijking kijkt naar het verschil tussen een situatie waarbij het project niet wordt uitgevoerd (dus de beschouwde referentiesituatie) en een situatie waarbij dit wel het geval is. Het verschil tussen beide geeft aan hoe groot de impact van het project is.

Ontwikkelingsscenario's

De geplande projecten in de omgeving van het projectgebied (zie §2.4) worden voor zover relevant meegenomen in de milieubeoordeling als ontwikkelingsscenario's. De focus ligt daarbij op hun cumulatieve impact met de effecten van het project zelf.

Geplande situatie en beoordeling effecten

De geplande situatie is de toestand van het studiegebied na uitvoering van het project, en dit zonder rekening te houden met eventuele milderende maatregelen. De beoordeling van de effecten gebeurt in eerste instantie o.b.v. cijfermatige gegevens. Indien dit niet mogelijk is worden de effecten

beoordeeld o.b.v. expert judgement. Onder § ‘Aanpak geplande toestand’ wordt in hoofdstuk 5 voor elke discipline aangegeven op basis van welke criteria en op welke wijze de beoordeling van de effecten gebeurt.

Naast de beoordeling van de geplande toestand worden eveneens de effecten van de aanlegfase (incl. effecten van de werfzones) en de effecten van de milderende maatregelen (zie § ‘Maatregelen’) beoordeeld.

Om een overzicht te krijgen van het belang van de verschillende effecten wordt voor elk effect volgende indelingswijze/scoretoekenning⁸ gehanteerd:

aanzienlijk negatief (-3)	aanzienlijk positief (+3)
negatief (-2)	positief (+2)
beperkt negatief (-1)	beperkt positief (+1)
geen significant effect (0)	

Toetsings- en beoordelingskaders worden geput uit milieuhygiënische wetgeving, uit beleidsdocumenten of uit Best Practices (bvb MER-richtlijnenboeken). In de methodiek per milieudiscipline (§5) worden toetsings- en beoordelingskaders per discipline toegelicht.

Toetsingen aan normen worden doorgaans toegepast binnen technische en/of abiotische disciplines. Beoordelingen ten aanzien van waarden of doelen worden doorgaans toegepast binnen integrerende of receptordisciplines. De beoordeling gebeurt op semi-kwantitatieve manier, dit afhankelijk van de beschikbare informatie.

Maatregelen

Na de bespreking en evaluatie van de effecten worden – waar nuttig en mogelijk – milderende maatregelen / aanbevelingen voorgesteld ter eliminatie, beperking of compensatie van de effecten. Op basis van de grootte van de toegekende scores zal kunnen afgeleid worden in hoeverre de deskundigen een effect belangrijk vinden, in hoeverre een maatregel vereist geacht wordt, en welke de impact is van deze maatregel (resterend effect). Het resterend effect wordt op gelijkaardige wijze beoordeeld als het oorspronkelijk effect.

Samenvatting en besluit

Na de analyse i.f.v. de verschillende milieuaspecten worden in een samenvatting en een eind-bespreking de belangrijkste elementen van de studie tabelmatig weergegeven en besproken, samen met een globale evaluatie van het project. Tevens worden leemten in de kennis aangegeven.

⁸ Er wordt in dit MER getracht de voorgestelde terminologie op consequente wijze te gebruiken, conform het richtlijnenboek algemene methodologie, doch het kan voorkomen dat in bepaalde disciplines niet steeds dezelfde terminologie bij gelijke scores wordt gebruikt. In de verschillende disciplinespecifieke richtlijnenboeken wordt ook verschillende terminologie gebruikt. In dit MER is daarom gekozen voor de termen beperkt, negatief/positief en aanzienlijk. Daar waar in dit MER de termen “zwak”, “gering” of “licht” gebruikt wordt, komt dit dus overeen met een “beperkt significant effect”.

4.2 Overzicht mogelijke effecten

Gebaseerd op de algemene locatiekarakteristieken en de projectbeschrijving worden hieronder de voornaamste mogelijke effecten die t.g.v. het project redelijkerwijze kunnen verwacht worden in een overzicht weergegeven:

Tabel 4-1 Ingrep-effectmatrix: globale inschatting van de milieueffecten van het project

Deelingsrepen	Direct effect	Discipline	Indirect effect	Discipline
Werforganisatie en voorbereidingswerken	Nivelleren terrein Aanvoer materiaal en machines Inrichting van de werfzone (stockage materiaal) Aanleggen van de werfwegen	Bodem Fauna en flora (biotoopverlies)	geluids- en luchtemissies en calamiteiten aantasten erfgoedwaarde impact op belevingswaarde	Bodem en grondwater (mogelijke verontreiniging) Fauna en flora (rustverstoring) Geluid Lucht Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie Mens-ruimtelijke aspecten
Aanleg van de kaaimuur ten oosten van het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal	Bodemgebruik Inbrengen bodemvreemd en waterondoorlatend materiaal in bodem	Bodem en grondwater	Geluids- en luchtemissies en calamiteiten	Bodem en grondwater (mogelijke verontreiniging) Fauna en flora (rustverstoring) Geluid Lucht
Uitgraving bouwdok, incl. bemaling en afvoer en berging van de uitgegraven grond	Verlaging van de grondwatertafel Grondverzet Bodemgebruik ter hoogte van de bergingslocatie Verstoring van het zoet-zout evenwicht Wijziging bodemstabiliteit	Bodem en grondwater	Impact grondwaterstands-wijziging op vegetaties in omgeving geluids- en luchtemissies en calamiteiten aantasten erfgoedwaarde impact op belevingswaarde toename verkeer	Fauna en flora Geluid Lucht Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie Mens-ruimtelijke aspecten
Bouw van de tunnelelementen	Betonwerken	Bodem	geluids- en luchtemissies	Geluid

Deelingsrepen	Direct effect	Discipline	Indirect effect	Discipline
			aantasten erfgoedwaarde impact op belevingswaarde verkeerstoename	Lucht Fauna en flora (rustverstoring) Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie Mens-ruimtelijke aspecten
Onder water zetten van het bouwdok	Wijziging in oppervlaktewaterkwanti- teit en -kwaliteit	Water		
Openmaken van de dijken	Grondverzet Wijziging in oppervlaktewaterkwanti- teit en -kwaliteit	Bodem en grondwater Water	geluids- en luchtemissies aantasten erfgoedwaarde impact op belevingswaarde rustverstoring fauna	Geluid en lucht Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie Mens-ruimtelijke aspecten Fauna en flora
Afvoer van de tunnelementen			Tijdelijke toename geluids- en luchtemissies	Geluid Lucht Mens-ruimtelijke aspecten
Verwijderen van de tussendijk tussen het Boudewijnkanaal en het bouwdok + verdiepen van het verbrede Boudewijnkanaal tot -9 m TAW	Grondverzet Bodemgebruik Wijziging in oppervlaktewaterkwanti- teit en -kwaliteit	Bodem en grondwater Water	geluids- en luchtemissies aantasten erfgoedwaarde impact op belevingswaarde	Geluid Lucht Fauna en flora (rustverstoring) Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie Mens-ruimtelijke aspecten
Exploitatie van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal en de nieuwe haventerreinen binnen het projectgebied	Gebruikswaarde havenactiviteiten Verkeersgeneratie Impact op de belevingswaarde Geluids- en luchtemissies Productie afvalwater	Mens-ruimtelijke aspecten Geluid en lucht Oppervlaktewater	Aantasten erfgoedwaarde Rustverstoring fauna	Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie Fauna en flora

4.3 Alternatievenonderzoek

Er kunnen op verschillende niveaus alternatieven beschouwd worden. Hierbij kan een onderscheid gemaakt worden tussen beleidsalternatieven, locatiealternatieven en uitvoeringsalternatieven.

4.3.1 Beleidsalternatieven

4.3.1.1 Beleidsalternatieven voor de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal

Het doel van het project is de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal – fase 1 waarin de aanleg en exploitatie van een tijdelijk bouwdok voor de constructie van tunnelzinkelementen voor de geplande Oosterweelverbinding wordt geïntegreerd.

De keuze voor het verbreden en verdiepen van het kanaal werd reeds genomen GRUP “afbakening Zeehavengebied Zeebrugge”. Het GRUP “afbakening Zeehavengebied Zeebrugge” is een verdere uitwerking en concretisering van het strategisch plan voor de haven Brugge-Zeebrugge. Het strategisch plan reikt de gewenste ruimtelijke visie voor het zeehavengebied van Zeebrugge en omgeving op korte en lange termijn aan en geeft de ontwikkelingsvisie, het ontwikkelingsprogramma, de ruimtelijke concepten en de kernbeslissingen voor het gebied.

Over het strategisch plan werd een plan-MER (inclusief passende beoordeling) en een ruimtelijk veiligheidsrapport opgemaakt. In deel V van het plan-MER worden de overwogen en verworpen alternatieven besproken:

1. “Verdere ontwikkeling van de Achterhaven

Met betrekking tot de verdere ontwikkeling van de Achterhaven zou, gezien de nog ruime niet ingevulde oppervlakte aan haventerreinen, overwogen kunnen worden binnen deze ruimte een vanuit milieuoogpunt optimale ruimtelijke distributie te realiseren van de havenactiviteiten die zich aandienen. Zo zou men bijvoorbeeld de meeste lawaaierige activiteiten kunnen concentreren op die locaties die het verst liggen van gevoelige receptoren (woonkernen, Dudzeelse Polder). Er is echter nauwelijks spelingsruimte wat deze ruimtelijke verdeling betreft. Twee harde randvoorwaarden zijn namelijk bepalend voor de locatie van de (meer lawaaierige) kadegebonden activiteiten:

- *Het zuidelijk insteeddok dat op korte termijn verder zuidwaarts wordt doorgetrokken.*
- *De ligging ten opzichte van het Verbindingsdok en het Boudewijnkanaal.*

Locatie-alternatieven voor kaaimuren zijn er dan ook niet.

2. Strategisch haveninfrastructuurproject

Het streefbeeld van het strategisch plan (2004) voorziet de reservering van een zone in de noordwestelijke Achterhaven (ten zuiden van de Visartsluis) in functie van een strategisch haveninfrastructuurproject op korte tot middellange termijn. De optie bestaat erin deze terreinen aan te wenden als bijkomende ruimtecapaciteit voor type voorhavenactiviteiten. Om dit aanbod te voorzien is een strategisch haveninfrastructuurproject nodig. Op deze wijze zou ook kunnen voorzien worden in meer performante overslagmogelijkheden voor snelle goederentrafieken (shortsea en roro).

Het beleidsplan van de MBZ (2001) schoof reeds een zone naar voor in de noordwestelijke Achterhaven, palend aan de Visartsluis. In de eerste plaats betreft dit een zone tot ongeveer het Verbindingsdok aan weerszijden van het Boudewijnkanaal.

Voor de uitbreiding van haventerreinen, om op termijn te voldoen aan de vraag naar beschikbare ruimte voor kansrijke ontwikkelingen, werd in het kader van het strategisch planningsproces reeds een afweging van (ruimtelijke) alternatieven gemaakt. In het kader van

het strategisch planningsproces werden deze mogelijkheden benoemd en afgewogen in de schoot van de ^mangroep (2003).

Verworpen alternatieven:

- *Locatie-alternatieven liggen niet voor de hand: het betreft ofwel een technisch moeilijk realiseerbare uitbreiding in zee of maatschappelijk niet-aanvaardbare verwijderingen van woonkernen of de marinebasis. Een aanvaardbaar alternatief lijkt de zone op de oostelijke voorhaven, voorbij de site van LNG/fluxys. Dit gebied komt omwille van de uitbreidingsplannen van de LNG-terminal binnen de planperiode waarschijnlijk niet in aanmerking voor het type activiteiten die nu voorkomen in de westelijke voorhaven en waarvoor de ruimtevraag hoog is. Dit gebied is daarenboven te beperkt in potentiële omvang;*
- *Inrichtingsalternatieven waren enerzijds het herstellen van de verouderde Visartsluis en anderzijds de inrichting van ‘achtergrondterreinen’ voor de aan de diepwaterkaaien gelegen activiteiten in de voorhaven. Beide alternatieven bieden wel voordelen als tijdelijke oplossing. De verbeterde Visartsluis kan bijdragen tot een gedeeltelijke ontlasting van de Vandammesluis. Omwille van de geringe breedte (19,70m) kan dit echter geen definitieve oplossing zijn. De inrichting van achtergrondterreinen betreft de zone omheen het Filipisdok en Oud Ferrydok, die mits demping en inrichting een perfect bruikbare stapelplaats voor trailers en containers kan vormen voor de aansluitende westelijke Voorhaven. Nadelen zijn de te geringe ruimtewinst op lange termijn en het feit dat hiermee niet kan worden ingespeeld op de vraag naar voldoende combinatiemogelijkheden inzake shortsea/deepsea.*

3. Spoorontsluiting Zweedse kaai

- [...]

4. Ontsluiting via waterweg

Voorlopig verworpen alternatieven

Bij implementatie van de beschreven complementaire acties inzake de verbinding met het hoofdwatwegennet (optimalisatie bestaand kanaal en ondersteuning estuaire vaart) neemt de stuurgroep van het strategisch plan vandaag geen beslissing over het alternatief, namelijk de aanleg van een nieuw/vernieuwd kanaal tussen de Vlaamse kusthavens en het hoofdwatwegennet. De stuurgroep adviseert wel om het finaliseren van de MaIS-studie een beslissing te nemen over het handhaven van beide complementaire acties of de aanleg van een vernieuwd of nieuw kanaal”.

De beleidsalternatieven werden derhalve onderzocht en beoordeeld. De keuze voor o.a. de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal werd vervolgens vastgelegd in het GRUP “afbakening Zeehavengebied Zeebrugge”.

4.3.1.2 Beleidsalternatieven voor de bouw van een tijdelijk bouwdok

De keuze voor een ondergrondse Scheldekrusing werd reeds genomen op Vlaams niveau. Deze keuze werd verankerd in het GRUP “Oosterweelverbinding - Wijziging”. Het GRUP “Oosterweelverbinding – Wijziging” werd voorafgaan door een plan-MER, waarin de verschillende tracé-alternatieven en uitvoeringsalternatieven werden onderzocht en beoordeeld. Het nulalternatief, het niet bouwen van de Scheldetunnelementen, en bijgevolg het niet bouwen van het tijdelijk bouwdok, is bijgevolg geen wenselijk alternatief.

4.3.2 Locatielalternatieven

4.3.2.1 Locatiealternatieven verbreding en verdieping Boudewijnkanaal

De verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal werd vastgelegd in het GRUP “afbakening Zeehavengebied Zeebrugge”.

Voor de verbreding en verdieping van een bestaand kanaal zijn er omwille van geografische redenen geen locatiealternatieven voorhanden.

Ook werden de locatie-alternatieven voor de uitbouw van de zuidelijke Achterhaven van Zeebrugge in het project-MER (belconsulting 2007, conformverklaring dd. 23 april 2008) en passende beoordeling reeds onderzocht en beoordeeld (passende beoordeling p. 57-60):

“[...]Locatie-alternatieven

Locatie-alternatieven voor de uitbouw van de haven van Zeebrugge kunnen in principe enkel zinvol zijn indien ze beter geschikt zijn op ofwel technisch vlak (betere ontsluiting, optimaler ruimtegebruik), ofwel landschapsecologisch vlak (minder inname van biologisch en/of landschappelijk waardevolle gronden), ofwel milieutechnisch vlak (verder van bewoning).

Rekening houdend met het feit dat de geplande havenuitbreiding ten dele voorzien wordt in(geschrapt) vogelrichtlijngebied (SBZ-V) dient hieraan specifieke aandacht besteed te worden bij de evaluatie.

Eventuele locatie-alternatieven voor de verdere uitbouw van haveninfrastructuur van de zeehaven Brugge-Zeebrugge dienen in ieder geval te voldoen aan verschillende voorwaarden, namelijk:

- *er dient een terrein gevonden te worden van ca. 350ha als alternatief voor de in voorliggend MER beschreven haventerreinen; dit omvat het geschrapte SBZ-V en de terreinen gelegen tussen het geschrapte SBZ-V en de dokken. Bij behoud van het geschrapte SBZ-V zijn deze laatste immers -rekening houdend met de nodige buffering en de technisch-economische vereisten- ook niet meer voor havenactiviteiten inzetbaar.*
- *het gebied dient te grenzen aan een diepe waterweg, toegankelijk voor zeeschepen (maritieme ontsluiting); de vereiste criteria hiervoor zijn:*
 - *nodige beschikbare lengte interface land/water van 3600m voor realisatie aanmeerinfrastructuur (nl. in voorliggend project is ca. 2500 m kaailengte voorzien aan de westelijke zijde van het Zuidelijk kanaaldok en ca. 1100m aan het Verbindingsdok);*
 - *breedte van gebied t.o.v. waterweg/aanmeerinfrastructuur van 600m.*
 - *nodige vaarwegbreedtes en mogelijke waterdieptes van 13,5m (met mogelijkheid in toekomst tot 18,5m);*
 - *gelegen nabij de kust voor snelle maritieme toegankelijkheid en nabijheid grote vaarroutes.*
- *het gebied dient een goede en eenvoudige ontsluiting naar het hinterland te bieden.*
- *het gebied dient een voldoende groot en samenhangend geheel te vormen. Te kleine versnipperde delen zijn functioneel minderwaardig en zijn eveneens milieutechnisch minderwaardig (meer contactzones met de omgeving en grotere buffering vereist).*

De zones die haventechnisch in aanmerking zouden kunnen genomen worden als locatiealternatief voor de zeehaven Brugge-Zeebrugge zijn in principe allemaal terreinen die palen aan de actueel vastgelegde havenzone. Verder gelegen zones (ten westen van de N31, ten zuiden van de N376 (of toekomstige AX) of ten oosten van de N300 (weg door Ramskapelle)) komen niet in aanmerking aangezien er daar geen geschikte maritieme ontsluiting mogelijk is.

Hieronder worden de zones rond de haven (met uitzondering van de woonzones) besproken van noordwest, via zuid naar noordoost t.o.v. het havengebied (zie Figuur 10).



Figuur 10 : Zoekzones voor locatie-alternatieven

A) Zone tussen Zwankendamme, Lissewege, N31 en Boudewijnkanaal

Deze zone van ca. 50 ha bestaat voor het grootste deel uit biologisch waardevolle tot zeer waardevolle poldergraslanden (zie Figuur 4). Een groot deel van deze zone bevindt zich dan ook in een voorkoopperimenter van erkend natuurreservaat en een deel is aangeduid als SBZ-H (habitat-richtlijngebied) (Figuur 1) omwille van de aanwezigheid van zilte elementen. In het gebied bevindt zich verspreide bewoning en het gebied paalt zowel in het noorden als in het zuiden aan een woonkern.

Op het gewestplan is het gebied praktisch volledig aangeduid als landschappelijk waardevol agrarisch gebied. De uitbouw van deze regio als industriegebied is pas mogelijk na verbreding + aanleg van kaaimuren aan het Boudewijnkanaal en vereist verder ook de aanleg van een interne havenontsluitingsweg en een aansluiting op het aanpalende spoorwegennet en autowegennet.

Op basis van bovenstaande gegevens is het duidelijk dat de invulling van deze (relatief beperkte) zone van 50 ha als industriegebied niet opportuun is, vooral aangezien ze belangrijke overlast dreigt mee te brengen voor zowel Zwankendamme (ca. 725 inwoners) als Lissewege (ca. 2450 inwoners). Daarnaast dienen biologisch (zeer) waardevolle polders, waarvan een deel Europees beschermd, ingenomen te worden.

B) Zone ten zuiden van Lissewege tot N31, Boudewijnkanaal en spoorlijn 51B en 51A

Deze zone van ca. 170 ha komt niet in aanmerking voor havenontwikkeling als alternatief voor het geschrapte vogelrichtlijngebied wegens zijn landschappelijke en ecologische waarde. Nagenoeg gans het gebied is beschermd als landschap (omgeving Ter Doest) en bevindt zich in de voorkoopperimenter

van erkend natuurreserveaat. Verschillende deelgebieden zijn erkend Vlaams natuurreserveaat en de zuidelijke helft is aangeduid als SBZ-H (Figuur 1).

C) Zone ten zuiden van de haven tussen Dudzele en het Schipdonkkanaal

In principe komt hier enkel het gebied in aanmerking dat niet in SBZ-V gelegen is (Figuur 1). Eventuele andere voordelen op haventechnisch vlak of m.b.t. beperking milieuhinder t.o.v. het gepland project zijn er hier immers niet te verwachten. Er komt hier dan ook 'slechts' een zone van ca. 50 ha in aanmerking.

Voor de uitbouw van de haven in deze zone zouden verschillende belangrijke infrastructuur-aanpassingen vereist zijn (verlenging dok, aanpassing spoor- en weginfrastructuur, o.a. geplande AX). De uitbouw van de haven in deze richting is dan ook niet opportuun omwille van de beperkte beschikbare ruimte en de technische complicaties.

D) Zone ten oosten van het Leopoldkanaal en ten zuiden van Ramskapelle

De eventuele uitbouw van deze zone van ca. 80ha als havengebied impliceert de realisatie van een maritieme ontsluiting, waarbij een volledige aanpassing dient te gebeuren van de afwateringskanalen Schipdonkkanaal en Leopoldkanaal. Deze aanpassingen zullen een belangrijke oppervlakte-inname vergen en zullen belangrijke afwateringsmoeilijkheden voor het hinterland met zich meebrengen. Daarnaast dienen nieuwe weginfrastructuren voorzien te worden voor de havenontsluiting en voor de ontsluiting van Ramskapelle (ca. 720 inwoners).

Deze zone is tot aan de N300 aangeduid als groengebied (buffergebied) en verder ten oosten als landschappelijk waardevol agrarisch gebied. Ze bestaat ten dele uit akkerlanden en ten dele uit biologisch waardevolle en zeer waardevolle poldergraslanden (Figuur 4).

Er zijn in deze zone geen specifieke beschermingen van kracht. Het is duidelijk dat deze zone zowel omwille van bovenstaande beperkingen niet geschikt is als alternatief voor de haven van Zeebrugge.

E) Zone ten oosten van het Leopoldkanaal en ten noorden van Ramskapelle

Ook hier dient een realisatie te gebeuren van een maritieme ontsluiting waarbij een volledige aanpassing van het Schipdonkkanaal en het Leopoldkanaal dient te gebeuren en waarbij belangrijke moeilijkheden zullen rijzen m.b.t. de afwatering van het hinterland. Verder is de mogelijk in te nemen zone beperkt (tot maximaal 50 ha) aangezien zich aan de noordzijde het natuurreserveaat de "kleiputten van Heist" bevindt, dat trouwens gedeeltelijk ook aangeduid is als habitatrichtlijngebied (SBZ-H). Verder bevinden zich in dit gebied nog een belangrijk aantal woningen langs de N300 (ten dele aangeduid als landelijk woongebied op het gewestplan) en bestaat het gebied uit landschappelijk en biologisch waardevolle tot zeer waardevolle polders (op het gewestplan aangeduid als groengebied (buffergebied) en landschappelijk waardevol agrarisch gebied).

Deze factoren samen met het feit dat de uitbouw van de haven extra overlast met zich zou meebrengen voor Ramskapelle tonen aan dat dit gebied niet geschikt is als locatie-alternatief.

Bovenstaande analyses tonen aan dat de in overweging te nemen locatie-alternatieven duidelijk ondergeschikt zijn aan het voorgesteld project omwille van de nadeliger effecten op natuur en landschap, milieu-impact naar woonkernen toe, versnippering en minder efficiënt ruimtegebruik en beperktere geschiktheid voor maritieme ontsluiting.

Bovendien zouden het geheel van de bovenvermelde alternatieven ingezet moeten worden om een effectief gelijkaardige oppervlakte aan eventuele haventerreinen mogelijk te maken".

Op basis van bovenstaande kan besloten worden dat er geen geschikte locatiealternatieven aanwezig zijn.

[...]".

4.3.2.2 Locatiealternatieven voor het tijdelijke bouwdok

In 2007 werd voor de inrichting van het bouwdok reeds een project-MER opgemaakt waarbij twee locaties werden onderzocht:

- een locatie in de Waaslandhaven op Linkeroever (ter hoogte van de toegangsgeul van de Kieldrechtssluis);
- een locatie in de Achterhaven van Zeebrugge (ter hoogte van de verlenging van het Zuidelijk insteeddok), waarvoor nog twee plaatselijke alternatieven werden onderzocht.

Ondertussen werd het Zuidelijk insteeddok in de Achterhaven van Zeebrugge reeds aangelegd, waardoor dit locatiealternatief komt te vervallen.

Ondertussen is de Kieldrechtssluis sinds juni 2016 afgewerkt, waardoor ook dit locatiealternatief komt te vervallen.

Vooraleer de huidige beslissing werd genomen om het bouwdok als tussenfase binnen het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal in Zeebrugge te realiseren, zijn meerdere opties onderzocht. Door te grote onzekerheden en/of doordat deze niet compatibel waren met de vooropgestelde timing, konden deze niet worden weerhouden als redelijke alternatieven. Het betreffen:

- Bestaand bouwdok te Barendrecht, Nederland. Deze bouwdoklocatie is onzeker wegens de prioriteit voor projecten in Nederland. In het regeerakkoord van de Nederlandse Regering (oktober 2012) is de uitvoering van de Blankenburgtunnel opgenomen. De uitvoering van deze afzinktunnel, waarbij de tunnelementen eveneens in Barendrecht zullen gebouwd worden, is voorzien in dezelfde periode als de Oosterweelverbinding. Bovendien is dit bouwdok te klein om in één fase 8 tunnelementen te bouwen waardoor dus in 2 fasen zou moeten gewerkt worden.
- Saeftinghedok (Waaslandhaven Antwerpen): Deze locatie is juridisch te onzeker wegens de gedeeltelijke vernietiging van het GRUP “Afbakening Zeehavengebied Antwerpen” door de Raad van State. Bovendien zou deze locatie niet binnen de vooropgestelde timing kunnen worden gerealiseerd aangezien er voor de realisatie van het Saeftinghedok immers nog heel wat terreinverwervingen en onteigeningen moeten worden gerealiseerd. Tenslotte is deze locatie maatschappelijk gevoelig. Recent is beslist om de locatie voor de containercapaciteit die het Saeftinghedok zou aanbieden, te onderzoeken binnen de regelgeving van de zgn. complex projecten. Hierdoor is de komst van het Saeftinghedok nog geen zekerheid, minstens is de komst ervan verder uitgesteld.

Verrebroekdok (Waaslandhaven Antwerpen): Deze locatie is juridisch te onzeker wegens de gedeeltelijke schorsing van het GRUP “Afbakening Zeehavengebied Antwerpen” door de Raad van State. Bovendien zou deze locatie evenmin binnen de vooropgestelde timing kunnen worden gerealiseerd, gelet op de fasering van de natuurinrichting: de inname van de Verrebroekse plassen kan pas na de voorafgaande realisatie van een nieuw leefgebied in Prosperpolder Zuid fase 1. Tenslotte is er ook te wijzen op de onverenigbaarheid van dit alternatief met de timing van de geplande investeringen en uitbreidingen van exploitatie aan het Verrebroekdok.

Ook een andere positionering van het bouwdok op de project-locatie werd onderzocht. Een alternatief waarin het bouwdok zelf meer zuidwaarts wordt gepositioneerd en de werfzones ten noorden en ten zuiden van dit geherpositioneerde bouwdok ingericht worden, wordt als niet redelijk beschouwd doordat de inrichting van de werfzone ten noorden van het bouwdok het uitvaren van de tunnel-elementen naar het verbindingsdok onmogelijk maakt. Dit alternatief voldoet dus in geen geval aan de projectvoorwaarden zodat het niet langer als redelijk alternatief wordt weerhouden.

4.3.3 Uitvoeringsalternatieven

Uitvoeringsalternatieven met een mogelijke andere (betere) impact op het milieu werden niet a priori gedetecteerd. Deze kunnen eventueel wel uit het MER-onderzoek voortvloeien.

Inzake de exploitatie van de haventerreinen binnen het projectgebied is nog niets concreets gekend, maar gezien de aard van het terrein, de bestaande havenactiviteiten in de omgeving en de vraag naar bijkomende kadelengete in de haven van Zeebrugge, wordt er in dit MER vanuit gegaan dat het om watergebonden overslagactiviteiten zal gaan (RoRo, containeroverslag, overslag van bulkgoed,...). (Zware) industriële activiteiten worden noch wenselijk noch realistisch geacht op deze locatie.

4.3.4 Nulalternatief

Het nulalternatief stemt overeen met het niet uitvoeren van de werken. Dit nulalternatief voldoet niet aan de doelstellingen van het Strategisch Plan voor de haven van Zeebrugge en het Masterplan 2020. Het nulalternatief wordt per definitie wel onderzocht in het project-MER, aangezien het overeenkomt met de referentietoestand. De referentietoestand komt in de disciplines overeen met de bestaande toestand.

5 Beschrijving van de bestaande toestand, milieueffecten, maatregelen en aanbevelingen

5.1 Bodem en grondwater

5.1.1 Afbakening van het studiegebied

In dit deel worden enerzijds de hydrogeologische kenmerken van de ondergrond en de kwantitatieve en kwalitatieve kenmerken van het grondwater besproken. Anderzijds worden de effecten beschreven die van invloed zijn op het gebruik van de bodem door mens, plant en dier. Het betreft beschrijvingen inzake niveaus, geomorfologie, bodemprofiel, textuur, structuur, drainageklasse, chemische en minerale samenstelling. Het studiegebied voor de aspecten inzake bodem omvat het projectgebied zelf en veiligheidshalve ook de zone tot op 200 m daarrond. Het studiegebied voor de aspecten inzake grondwater wordt bepaald door het invloedsgebied van de geplande bemalingen.

5.1.2 Juridische en beleidsmatige context

De juridische en beleidsmatige randvoorwaarden zijn vooral van belang voor het vervolgtraject, nl. bij de effectieve realisatie van het project, maar worden hier volledigheidshalve vermeld.

Bij uitgravingen zoals bedoeld in het Vlarebo (hoofdstuk X) dient er een technisch verslag en een bodembeheerrapport opgesteld te worden als de uitgegraven bodem afkomstig is van een verdachte grond of als de totale uitgraving op een niet-verdachte grond meer dan 250 m³ bedraagt. Dit dient om te bewijzen dat de grond voldoet aan de voorwaarden voor het beoogde gebruik. Het technisch verslag wordt opgesteld door een erkend bodemsaneringsdeskundige en het bodembeheerrapport wordt afgeleverd door een erkende bodembeheerorganisatie. Op basis van het technisch verslag en een vergelijking van de bodemkwaliteit met de verschillende normen van het Vlarebo wordt bepaald of de bodem mag hergebruikt worden binnen de 'kadastrale werkzone' en/of naar welke bodembestemmingstypes deze (buiten de kadastrale werkzone) al dan niet mag afgevoerd worden. Het bodembeheerrapport geeft de volledige transportketen weer van de bodem (oorsprong, transport, bestemming, vervoerder,...).

Volgens het Vlarema gelden de voorwaarden voor het gebruik van afvalstoffen als secundaire grondstof of als bouwstof als de uitgegraven bodem binnen hetzelfde werk als bouwstof worden gebruikt.

5.1.3 Methodologie

5.1.3.1 Methodiek beschrijving bestaande situatie

Voor het beschrijven van de referentiesituatie baseert de deskundige zich op basisinformatie die ter beschikking is of kan worden gesteld. Voor het onderzoek naar de bodemgesteldheid, bodemkwaliteit en de geologie in het studiegebied wordt in het MER gebruik gemaakt van o.a.:

- geologische kaart van België;
- bodemkaart van Vlaanderen voor de beschrijving van de bodemtypes;
- website van de Databank Ondergrond Vlaanderen (<http://dov.vlaanderen.be>) waar informatie omtrent boringen, sonderingen, peilputten, waardevolle bodems en/of grondwaterwinningen wordt geraadpleegd;
- OVAM-databank met locatie van uitgevoerde bodemonderzoeken;
- Bestaande hydrogeologische studies;
- Bestaand grondwatermodel van de Universiteit Gent;
- Infiltratiemogelijkheden: De infiltratiemogelijkheden van het hemelwater naar het grondwater toe worden beschreven, op basis enerzijds het optekenen van verharde zones waar

infiltratie in principe wordt tegengehouden en anderzijds het in kaart brengen van de onverharde zones waar infiltratie wel mogelijk is: topografische kaart en orthofotoplan;

- GIS-kaarten i.v.m. grondwaterkwetsbaarheid en grondwaterstromingsgevoeligheid;
- Geologie in relatie tot grondwaterhuishouding, meer bepaald grondwaterstanden en mogelijk aanwezige watervoerende of afsluitende lagen: o.a. geologisch kaartmateriaal en sonderingen op Databank Ondergrond Vlaanderen (dov);
- MER Bouwdokken (2007);
- Kennisgeving MER SHIP (2011).

5.1.3.2 Aanpak geplande toestand

Het identificeren, meten en voorspellen van milieueffecten op of via de bodem gebeurt voornamelijk via de bodemkenmerken en –hoedanigheden. Wijzigingen van de bodem (ruim opgevat) worden meestal negatief beoordeeld omdat ze een verlies of verslechtering van de structuur inhouden. Door het uitgraven van het bouwdok treden structuur- en profielwijzigingen op in de bodem. Deze ingrepen op de bodem doen zich hoofdzakelijk voor in de aanlegfase.

Bij de beoordeling van de effecten gaat de aandacht vooral uit naar:

- invloed op de bodemgesteldheid van de bodem
- grondverzet
- profielvernietiging
- wijziging van bodemkwaliteit
- wijziging van stabiliteit
- aantasting van de grondmechanische eigenschappen van de bodem
- wijziging grondwaterstroming
- verstoring zoet-zoutevenwicht
- grondwaterverontreiniging

De aanleg van het bouwdok gaat gepaard met grondafoer en de berging van uitgegraven grond. **Grondverzet** veroorzaakt ter hoogte van het bouwdok en ter hoogte van de potentiële bergingslocaties enkele secundaire effecten, namelijk ruimtebeslag, wijziging bodemgebruik, profielverstoring en verdichting, bodemverontreiniging en –zetting. De impact van grondverzet op de bodem zal onder de respectievelijke effectgroepen bepaald worden.

Verstoring van **bodemprofielen** wordt als een permanent effect aanzien omdat bodemprofielontwikkeling een zeer langzaam proces is. De graad van verstoring wordt beoordeeld op basis van de gevoeligheid van de bodem voor profielverstoring. In natuurlijke bodems wordt profielverstoring en **structuurwijziging** steeds negatief beoordeeld (aanzienlijk negatief bij gevoelige bodems, beperkt negatief bij weinig tot niet gevoelige bodems). In niet-natuurlijke bodems (zoals recent opgespoten terreinen, vergraven bodems, stedelijk gebied,...) wordt profielverstoring en structuurwijziging als niet significant beschouwd.

Bodemzetting kan optreden door het toepassen van bemaling in samendrukbare lagen. De mate waarin zetting optreedt, wordt bepaald door de diepte tot waar bemaald wordt en door de samendrukbaarheid van de door de bemaling beïnvloede bodemlagen. Algemeen geldt dat hoe dieper bemaald wordt, hoe groter de kans op zettingen. Wat de samendrukbaarheid van de bodemlagen betreft, geldt dat vooral klei- en veenlagen gevoelig zijn voor zetting. Zandlagen zijn minder gevoelig aangezien zand minder samendrukbaar is.

Daarnaast kan zetting optreden ten gevolge van de berging van uitgegraven grond. Ten gevolge van de berging van de gronden zal de ondergrond belast worden waardoor het bodemoppervlak kan inklinken en zetting kan ontstaan.

Op basis van een overlay van de te verwachten bemalingskegel (zie grondwatermodel) met de bodemkaart en bodemgebruikskaart wordt nagegaan of er zettingsgevoelige bodems en structuren (gebouwen) binnen de bemalingskegel gelegen zijn. Indien er zich geen zettingsgevoelige bodem of structuren binnen de bemalingskegel bevinden, wordt de impact inzake bodemzetting als niet significant beschouwd. Het voorkomen van zettingsgevoelige klei- of veenlagen binnen de bemalingskegel, wordt negatief beoordeeld. De aanwezigheid van zettingsgevoelige structuren (gebouwen) binnen de bemalingskegel wordt als aanzienlijk negatief beschouwd.

Het **grondwater** en de grondwaterstroming kan beïnvloed worden door bemalingen. Daarnaast kan de aanwezigheid van een ondoorlatend lichaam een barrière vormen voor de grondwaterstroming. Het project zal gepaard gaan met meerdere grondwaterbemalingen in de aanlegfase. Gezien het projectgebied gelegen is in de polders dient extra aandacht te gaan naar de mogelijke verstoring van het **zoet-zout evenwicht** van het grondwater in de omgeving van het projectgebied. Deze verstoring (verzilting of verzoeting) kan secundaire gevolgen hebben voor de vegetatie en de mens (landbouw). De effect-beoordeling ten opzichte van de receptoren wordt besproken in de respectievelijke disciplines (met name Fauna en Flora en Mens).

Mogelijke wijzigingen ivm het grondwater zullen in beeld gebracht worden op basis van een grondwatermodel (zie verder).

Zowel de aspecten inzake grondkwantiteit en grondwaterkwaliteit zullen in het project-MER aan bod komen.

Tabel 5-1 Beoordelingscriteria en significantiekader discipline bodem en grondwater

Effectgroep	Criterium	Methodologie	Basis beoordeling significantie
Grondverzet	Volume grondstromen	Grondbalans	Berekening van het grondverzet; impact stockage
Profiel-vernietiging	Vernietigen van waardevolle profielen	Op basis van de bodem- en geologische opbouw in het gebied wordt de kwetsbaarheid ingeschat	Significant voor uitgeveende poelgronden en overdekte kreekruiggronden.
Wijziging bodemkwaliteit	Gedrag en ruimtegebruik	Op basis van lokalisatie van mogelijks verontreinigde bodems, uitgaande van uitgevoerde bodem-onderzoeken.	Kwalitatieve bespreking. Effecten zijn significant als verontreiniging ontstaat, verplaatst wordt of wordt gesaneerd of indien terreinen met bestaande verontreiniging een gewijzigde invulling krijgen.
Wijziging stabiliteit	Risico op bodemzetting	Kwetsbaarheidsbenadering o.b.v. de samendrukbaarheid van de grond, de aanwezigheid van zettingsgevoelige structuren. Aftoetsing t.o.v. de bodemkaart (bodemtextuur en drainageklasse; ook profielontwikkeling kan een rol spelen bij draagvermogen)	Uitgaande van een kwalitatieve bespreking wordt het risico op bodemzetting ingeschat. Significantie is dus afhankelijk van de kwetsbaarheid van de grondsoort, de draagkracht van de grond en de aanwezigheid van structuren.
Zoet-zout evenwicht	Mate waarin verzilting/verzoeting van het grond- en oppervlaktewater optreedt	Inzet van een grondwatermodel in combinatie met expert judgement	Verzilting in reeds verzilt gebied krijgt een beperkt negatieve beoordeling; verzilting in brak gebied een negatieve beoordeling; verzilting van zoet water aanzienlijk negatief

Effectgroep	Criterium	Methodologie	Basis beoordeling significantie
			Daarnaast wordt verzilting ook beoordeeld op basis van de omvang van het verwachte effect.
Grondwater-kwantiteit	Hoeveelheid onttrokken grondwater, wijziging in grondwaterpeil	Kwantitatieve bespreking op basis van het grondwatermodel	Indirecte effecten op grondwaterwinningen, stabiliteit,...
Grondwater-kwaliteit	Gedrag en ruimtegebruik	Op basis van lokalisatie van mogelijke verontreinigingen, uitgaande van uitgevoerde bodemonderzoeken	Kwalitatieve bespreking. Effecten zijn significant als verontreiniging ontstaat, verplaatst wordt of wordt gesaneerd of indien terreinen met bestaande verontreiniging een gewijzigde invulling krijgen.

Voor het bepalen van de eindbeoordeling wordt er altijd ook rekening gehouden met de omvang van het effect.

De verwachte effecten op de omgeving met betrekking tot zowel grondwaterstanden en de zoet-zout verdeling zijn berekend met het model van de Universiteit van Gent, verder genoemd het 'effectmodel'. Ter ondersteuning van het geotechnische ontwerp van de damwanden van het bouwdok is voor de directe omgeving van het bouwdok o.b.v. het "effectmodel" een eenvoudig model gecreëerd om inzicht te verkrijgen in de maatgevende grondwaterstanden en stijghoogtes, verder genoemd het 'bouwputmodel'.

Grondwatermodel bouwdok Zeebrugge - effectmodel

In 2012 werd i.o.v. BAM door Universiteit Gent (vakgroep Geologie en Bodemkunde - cel grondwater-modellering) een dichtheidsafhankelijk grondwaterstromingsmodel opgebouwd voor de zone van het bouwdok en de omgeving ervan. Het modelgebied omvat het projectgebied volledig (zie onderstaande figuur).

De toegepaste software voor de simulatie van dichtheidsafhankelijke grondwaterstroming is de MOCDENS3D-code. Het is een dichtheidsafhankelijk eindig-verschil grondwaterstromingsmodel.

In dit model wordt de dichtheidsafhankelijke stroming gesimuleerd rondom de haven van Zeebrugge. Er wordt een modelgebied beschouwd van 4,15 op 5,2 km, waarbij de noordrand van het gebied parallel loopt aan de kustlijn. Het model wordt opgedeeld in 83 kolommen en 104 rijen, zo heeft iedere cel een vierkant basisvlak met een zijde van 50m.

Er worden in totaal 34 lagen in het model beschouwd, waarbij iedere laag –behalve de bovenste laag– een dikte heeft van 1,5m. Enkel de bovenste laag heeft een variabele dikte: de top van deze laag komt overeen met de watertafel en de basis is een horizontaal vlak dat gelegen is op het peil 0,8 mTAW. De basis van het model bevindt zich op -48,7 mTAW en wordt als 'ondoorlatend' beschouwd.

De HCOV-lagenindeling (Hydrogeologische Codering van de Ondergrond Vlaanderen, bron: VMM) werd gebruikt om het grondwaterreservoir in lagen op te delen. Het beschouwde grondwaterreservoir bestaat uit quartaire en tertiaire lagen. De geologie in het studiegebied is niet uniform en wijkt in het noordoosten af ten opzichte van het zuidwesten. Dit is voornamelijk het geval in de tertiaire sedimenten.

Met het model wordt een permanente grondwaterstroming berekend. De resultaten van permanente grondwaterstroming zijn representatief voor een gemiddelde toestand (gemiddelde stijghoogten en gemiddelde grondwaterstroomsnelheden). De variatie van de stijghoogten en van de grondwaterstroming die optreedt tijdens de opeenvolgende seizoenen worden hier niet gemodelleerd.

De belangrijkste randvoorwaarden voor het model zijn de grondwatervoeding en het oppervlaktewater. Deze randvoorwaarden werden afgeleid uit bestaande en beschikbare gegevens. De haven en dokken zijn gevuld met zout water, en worden in het model ingebracht als een vaste stijghoogte. De kleinere oppervlaktewateren (onbevaarbare waterlopen) worden in het model ingevoerd als een river-randvoorwaarde. In de polders wordt het grootste gedeelte van het infiltrerende zoet water er terug uit verwijderd door het drainagestelsel (drainagebuizen en –grachten). Deze drainage wordt in het model ingevoerd via een drain-randvoorwaarde. De drainageniveaus in de polders worden afgeleid uit de verziltingskaart van De Breuck et al. (1975).

Ook aan de randen van het model zijn gepaste randvoorwaarden ingevoerd. Hier gaat het over een combinatie van vaste-stijghoogtegrenzen en ondoorlatende grenzen. De initiële verdeling van het zoete en zoute water wordt afgeleid uit de kaart van De Breuck et al. (1975).



Figuur 5-1: situering van het eindig-verschil netwerk (met 104 rijen en 83 kolommen) van het modelgebied in de haven van Zeebrugge (kolom 50 en rij 75 zijn hierbij gelegen ter hoogte van het toekomstig bouwdok)

Er werden met het model in eerste instantie 4 simulaties uitgevoerd:

- Simulatie huidige situatie (2012): vanaf 1972 wordt gesimuleerd over 4 periodes van 10 jaar, dus een totaal van 40 jaar, tot in het jaar 2012. De resultaten die dit model oplevert, stellen de huidige grondwaterstromingen en zoet/zoutwaterverdeling voor.
- Referentiesituatie (2013): de referentiesituatie wordt beschouwd voor het jaar 2013. Dit is de situatie waarbij geen ingrepen in het model worden ingevoerd. De condities zijn dus

dezelfde als degene voor de periode 1972-2012. Dit werd bereikt door twee belastingsperiodes van 0,5 jaar aan het model van de huidige situatie (2012) toe te voegen.

- Situatie met aanleg bouwdok en zonder retourbemaling (2013): het model werd aangepast o.b.v. de ontwerpplannen van het bouwdok uit 2012. Aan de noord-, west- en zuidzijde van het bouwdok worden damplanken geïnstalleerd tot op een diepte van -20 mTAW. Aan de oostzijde wordt een kademuur geïnstalleerd tot op een diepte van -25 mTAW. De breedte van het bouwdok is om en bij de 150 m en de lengte is ongeveer 820 m. De basis van het bouwdok bevindt zich op een hoogte van -6,5 mTAW. De damplanken en de kademuur treden op als slecht doorlatende obstakels. Dit wordt in het model ingevoerd door de doorlatendheden van de cellen rondom deze wanden en kademuur voorkomen sterk te verlagen (tot 1/100 van hun oorspronkelijke waarde). De aanwezigheid van een dieper gelegen bouwdok wordt ingevoerd aan de hand van een 'general head boundary'. Door dit in te voeren wordt water uit het model onttrokken zodanig dat de stijghoogte in deze cellen nooit boven de gewenste waarde uitkomt. Hier werd gekozen om het gewenste peil op -7,1 mTAW te plaatsen of 0,6 m onder de basis van het bouwdok. Zo zal het bouwdok steeds droog blijven.
- Situatie met aanleg bouwdok en toepassing retourbemaling (2013): om te simuleren wat het effect is van een retourbemaling, werd hier verder gewerkt op het model met inbegrip van het bouwdok, met dat verschil dat er een retourbemaling aan toegevoegd werd⁹. Aan de oostelijke en zuidelijke zijde van het bouwdok wordt een diepwaterinjectie toegevoegd. In totaal wordt 2100 m³ water per dag geïnjecteerd in 20 injectieputten. Iedere injectieput heeft een filter die zich uitspreidt over 7 lagen, vanaf laag 6 tot en met laag 12 (of tussen -5,2 mTAW en -15,7 mTAW). Dit komt neer op een totaal van 140 injectiecellen met een debiet van 15 m³/d per cel of 105 m³/d per injectieput. Aan het water dat geïnjecteerd wordt, wordt een zoutgehalte van 94% gegeven.



Figuur 5-2: indicatieve locatie injectieputten bij volledige retourbemaling

⁹ Dit gezien uit de simulatie zonder retourbemaling bleek dat er te grote grondwaterstands dalingen zouden zijn in de Dudzeelse Polder.

De toestand voor deze laatste twee situaties wordt gesimuleerd voor hetzelfde jaartal als de referentietoestand, namelijk 2013. Op deze manier kunnen deze drie toestanden onderling met elkaar vergeleken worden en kan de exacte invloed van de aanleg van het bouwdok en de milderende maatregel nagegaan worden.

Tijdens de fase van het voorontwerp werden nog twee bijkomende situaties bestudeerd:

- Een situatie waarbij enkel retourbemaling wordt toegepast ten zuiden van het bouwdok, ter hoogte van de Dudzeelse polder;
- Een situatie waarbij enkel retourbemaling wordt toegepast ten zuiden van het bouwdok en ter hoogte van de autoterminal (ligging injectieputten: zie Figuur 5-25 en bijlage 9).

Alhoewel het huidige project in enige mate verschilt van het ontwerp dat in 2012 werd gemodelleerd, zijn de verschillen voldoende klein opdat de resultaten van het grondwatermodel van 2012 voldoende representatief zijn om de effecten van het huidige project te beoordelen.

Bouwputmodel

Een groot deel van de gegevens is gebaseerd op het 'effectmodel' van de Universiteit van Gent maar voor de waarden van bepaalde eigenschappen, bijvoorbeeld het oppervlaktewaterpeil, zijn conservatievere schattingen gemaakt om tot een maatgevende grondwaterstand te komen. Hieronder wordt kort omschreven hoe het model is opgebouwd en welke waarden zijn gehanteerd.

- Het modelgebied is bepaald op basis van geschikte natuurlijke randen. Er is besloten dat het nabijgelegen oppervlaktewater voor deze beschouwing als geohydrologische randvoorwaarde dient. In het zuiden is geen natuurlijke rand dus is de rand ver weg gelegd om de invloed van de rand op de berekeningen nabij het bouwdok te minimaliseren.
- Het oppervlaktewater, waar aanwezig, is als rand gekozen van het model. Aan westzijde is kanaalpeil als 'constant head' rand opgelegd. Aan de oostzijde is een ondoorlatende rand ingesteld. Deze rand is afgeleid vanuit aanname van het model van de Universiteit van Gent dat grondwaterstroming globaal parallel loopt aan de modelrand. De modelrand in het model van de Universiteit van Gent is gekanteld, maar het effect van de rand is beperkt vanwege de aanwezige watergang dus kan worden volstaan met deze aanname. Aan de noordzijde is een vast peil gelijk aan kanaalpeil opgegeven. Aan de zuidzijde is de rand dusdanig ver gekozen dat het effect op de verlaging nabij het bouwdok minimaal is. De waarde voor de constante stijghoogte aan deze rand is gezet op TAW +3 m op basis van peilbuismetingen en de berekende stijghoogtes in het model van de Universiteit van Gent.
- Het oppervlaktewaterpeil wordt gecontroleerd en ligt gemiddeld rond TAW + 3.5 m maar kan tot TAW +3.7 m oplopen. Er wordt uitgegaan van een waarde van TAW +3.7 m. Uit het 'effectmodel' zijn alleen de grote waterlopen overgenomen, het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok. Deze snijden de bodem in tot en met modellaag 4, tot TAW -3.5 m. Voor de bodemweerstand is een waarde van 5 dagen aangenomen.
- De grondwateraanvulling is geschat op 2.5 mm/dag en is vlakdekkend toegepast behalve op het verharde gebied van de autoterminal waar de grondwateraanvulling op 0 mm/dag gezet.
- Er is drainage ingevoerd op maaiveldhoogte in het gehele modelgebied. De aanname hierbij is dat de aanwezige drainage in het gebied goed functioneert. Grondwaterstanden liggen in de praktijk door de werkelijk aanwezige drainage iets lager (waar geen informatie over bekend is) dus is dit een acceptabele bovengrens voor maatgevende grondwaterstanden. De drainageweerstand is als verwaarloosbaar aangenomen.
- De oevers van het Boudewijnkanaal en Verbindingsdok worden als relatief slecht doorlatend beschouwd en zijn ingevoerd door de horizontale doorlatendheid van de modelcellen waar de kade doorheen loopt een waarde van 0.1 m/dag te geven. De kadeconstructies lopen door tot de onderkant van het oppervlaktewater (TAW -3.5 m).

- Het bouwdok is ingevoerd door de modelcellen in modellen 1 t/m 5 inactief te maken. Daarmee wordt aangenomen dat de damwanden ondoorlatend zijn tot op de ontgravingsdiepte van het bouwdok. Dit is een ongunstige situatie voor de stijghoogtes naast het bouwdok. Onder het ontgravingsniveau zijn de damwanden ingevoerd zoals in het effectmodel. Aan de noord- en westzijde zijn de damwanden als ondoorlatend beschouwd door toepassing van slotafdichting en aan de oost- en zuidzijde is de doorlatendheid op 0.005 m/d dag gesteld. De wanden lopen door tot in laag 6, of TAW -24 m. Voor het doel van dit model is de toepassing van vlakdekkende drainage in het bouwdok equivalent aan de toepassing van verticale putten met als voordeel dat het debiet niet iteratief bepaald hoeft te worden. Er is in modellaag 6 binnen het bouwdok drainage met een drainagepeil van TAW -7.5 m ingevoerd.

5.1.4 Beschrijving referentietoestand

Geologie

Het substraat in de Kustvlakte bestaat uit Pleistoceen zand of zandleem, dat rust op Tertiaire klei of zand. Wat betreft het Tertiair komt ter hoogte van het projectgebied de Formatie van Aalter en meer bepaald het lid van Oedelem (zand) voor. Het lid van Beernem (zandhoudende klei) dagzoomt enkel ter hoogte van Brugge. Onder de Formatie van Aalter is de Formatie van Gent met het Lid van Pittem (zandhoudende klei) en het Lid van Merelbeke (klei) gelegen. Tabel 5-2 toont de geologische opbouw (van boven naar onder) van het studiegebied.

Tabel 5-2 geologische opbouw van het studiegebied

Periode/Formatie	Lid	samenstelling
Ophogingen (plaatselijk)		Ophoogzanden
Kwartair		Kleilig materiaal bovenop veen en zandig materiaal
Holocene en Pleistoceen		
Tertiair		
Formatie van Aalter	Lid van Oedelem	Zand
	Lid van Beernem	Zandige klei
Formatie van Gent	Lid van Pittem	Zand klei
	Lid van Merelbeke	Klei

De tertiaire afzettingen zijn ontstaan ten gevolge van de postglaciale stijgingen van het zeeniveau en van de transgressies die er het gevolg van zijn. Hierdoor ontstond een landschap bestaande uit met zand opgevulde kreekbeddingen die op hun niveau bleven en aanvankelijk hooggelegen klei op veengronden die nadien sterk inklonken (reliëfsinversie). Men spreekt van hoger gelegen kreekruigen en laaggelegen poelgronden.

Het oorspronkelijk polderlandschap is echter in kader van de aanleg en uitbreiding van de Achterhaven van Zeebrugge grotendeels verdwenen. Het opgespoten materiaal bestaat hoofdzakelijk uit zandige sedimenten en heeft een dikte van ca. 2m.

Binnen en in de omgeving van het projectgebied zijn reeds verschillende sonderingen uitgevoerd. Ter hoogte van het bouwdok wordt volgens de sondering GEO-10/140-B45 (bron: DOV) de bodemopbouw als volgt geschetst:

Van (m) tot (m)	hoofdgrondsoort	bijmenging
0,00 0,30	klei, fijn zand	
0,30 0,75	fijn zand	plaatselijk weinig leem
0,75 0,90	fijn zand	plaatselijk weinig leem

0,90	2,30	klei	zand, humus
2,30	3,30	veen	plaatselijk houtresten
3,30	3,50	fijn zand	humus
3,50	5,50	fijn zand	weinig humus
5,50	6,30	leem	klei, plaatselijk zand
6,30	7,50	fijn zand	weinig leem, plaatselijk weinig klei
7,50	8,00	fijn zand	leem
8,00	9,00	fijn zand	leem
9,00	9,80	klei	zand, humus
9,80	11,50	fijn zand	weinig schelpgruis
11,50	12,50	fijn zand	plaatselijk klei, weinig schelpgruis
12,50	14,50	fijn zand	weinig schelpgruis
14,50	15,00	fijn zand	weinig klei, weinig schelpgruis
15,00	17,00	fijn zand	weinig schelpgruis
17,00	19,00	fijn zand	plaatselijk weinig klei, weinig schelpfragmenten
19,00	19,50	fijn zand	klei, veel schelpfragmenten
19,50	19,90	schelpfragmenten	fijn zand, weinig klei
19,90	21,00	fijn zand	plaatselijk weinig klei, veel schelpgruis

Een meer gedetailleerde beschrijving van de geologie in en in de omgeving van het projectgebied is ook terug te vinden in de verschillende opgemaakte nota's, zie bijlage 3 en bijlage 4.

Bodemtextuur

De oorspronkelijke bodem is op veel plaatsen in het studiegebied van het bouwdok en de zoekzone voor werfzone door de mens beïnvloed. Vooral de uitgeveende gronden nemen een aanzienlijk deel van de oppervlakte in. Als gevolg van intensieve veenontginning in de Middeleeuwen en later ontstond het typische microreliëfrijke landschap. Daarnaast bevinden zich in de Achterhaven van Zeebrugge veel opgehoogde terreinen. In de zone tussen het Boudewijnkanaal en het Schipdonkkanaal werden de voorbije decennia grote delen opgehoogd ten behoeve van havenontwikkeling. De oorspronkelijke bodem werd hierbij bedekt met een aantal meter zand, dat werd ontgonnen bij de realisatie van de dokken. In de ophoogzanden kan er ook bodemvorming optreden, maar vermits de opspuitingen relatief recent werden uitgevoerd en een uitgesproken zandig karakter hebben, wordt daarvan nog geen merkbare evolutie waargenomen.

Voor de Kuststreek is de bodemkartering gesteund op een classificatie, die rekening houdt met geomorfologische en lithostratigrafische criteria. Uit de Bodemkaart van België, die dateert uit de jaren '50 – '60 van voor de ophogingen in de Achterhaven, blijkt dat er ter hoogte van het tijdelijk **bouwdok** en bijhorende mogelijke werfzone en bergingslocatie(s) uitgeveende en overdekte poelgronden, maar ook kreekruigen voorkwamen (OV2, OV1, m.Fk1, m.Dk5, m.D1, m.D2, m.D15). Daarnaast worden een aantal gronden als antropogeen aangeduid (OB, OC en OT).

Ter hoogte van het **volledige projectgebied** komen volgende bodems voor volgens de bodemkaart:

- OV2: uitgeveende poelgrond met zwaar profiel;
- OV1: uitgeveende poelgrond met licht profiel;
- m.Fk1: overdekte poelgrond: klei, tussen 20 en 40 cm diepte rustend op zware Duinkerken II-klei;
- m.Dk5: overdekte kreekruiggrond: klei, tussen 20 en 40 cm diepte rustend op Duinkerken II-klei die tussen 60 en 100 cm overgaat tot lichter materiaal;
- m.D2: overdekte kreekruiggrond: lichte klei tot zwavel, op meer dan 60 cm diepte veelal overgaand tot zand;
- m.D15: overdekte kreekruiggrond: lichte klei tot zavel, tussen 20 en 40 cm diepte rustend op Duinkerken II-klei die tussen 60 en 100 cm overgaat tot lichter materiaal

- m.D1: overdekte kreekruggrond: lichte klei tot zwavel, op minder dan 60 cm diepte veelal overgaand tot zand.

Deze bodemvormende lagen zijn de afzettingen van de Duinkerke II-transgressie en de Duinkerke IIIa-transgressie. Algemeen komen in de voormalige kreen zandige afzettingen voor, terwijl er daarbuiten kleiige afzettingen teruggevonden worden. De poelgronden op veen zijn lager komen te liggen door de inklinking van het verdroogde veen. De kreekgronden met een zandige ondergrond bleven na de drooglegging van de Polders op hetzelfde niveau liggen. Men spreekt van hogergelegen kreekruggen en laaggelegen poelgronden. Ter hoogte van het bouwdok en de zoekzone voor werfzone waren de afzettingen van de Duinkerke II-transgressie (Oudland) bedekt met Duinkerke IIIa-sedimenten (slibhoudend zand tot klei). Men spreekt van overdekte kreekruggen. Plaatselijk kan in de Achterhaven van Zeebrugge nog een kreekruggrond uit het Oudland worden aangetroffen. Deze kreekruggronden omvatten de met zand en met klei opgevulde Duinkerke II-getijdekreen. Ze bestaan uit slibhoudend zand tot klei dat met de diepte overgaat in een lichter materiaal. De poelgronden zijn, net als de kreekruggen, bedekt met Duinkerke IIIa-sedimenten (vooral klei). Ter hoogte van de zoekzone voor werfzone ten oosten van het bouwdok zijn de poelgronden en kreekruggen momenteel plaatselijk bedolven onder de zandige ophogingen. Ter hoogte van het toekomstig bouwdok en de zoekzone ten zuiden van het bouwdok kunnen deze bodems wel nog worden aangetroffen.

In de ruime omgeving van het bouwdok komen vooral poelgronden, kreekruggen en antropogene bodems voor. Ten zuiden van de Achterhaven kunnen overdekte Pleistocene gronden worden aangetroffen. Dit zijn overgangsgonden van de Polders naar de Zandstreek die gevormd zijn in poldermateriaal of gebroken poldersedimenten die rusten op Pleistoceen (zandig materiaal). Het Pleistoceen is er overdekt met een dunne laag kleiig materiaal.

Sporadisch kunnen ten noordoosten van het Schipdonkkanaal schor- en dekkleipolders terug gevonden worden. De dekkleigronden en schorgonden zijn bodems van resp. het Middelland en het Nieuwland. De dekkleigronden zijn meestal opgebouwd uit Duinkerke III-en Duinkerke II-klei (meer dan 100 cm). De schorgonden zijn opgebouwd uit jonge mariene sedimenten en bestaan uit kleiige gronden van de schorren in de binnenpolders en van de opgevulde zwinen in de buitenpolders.

Drainageklasse

De drainageklasse van een bodem hangt af van de diepte van het grondwater, de permeabiliteit van de oppervlakkige laag, het voorkomen van een weinig doorlatende ondergrond en de topografische omstandigheden. Algemeen kan gesteld worden dat zandgronden water minder gemakkelijk vasthouden dan leem en klei. Zandgronden zijn immers meer doorlatend waardoor het regenwater vlugger de grondwatertafel zal bereiken.

De overdekte kreekruggen in het studiegebied hebben een gestoorde waterhuishouding ten gevolge van het voorkomen van een weinig doorlatende laag op geringe diepte (klei op 30 à 40 cm diepte). Daardoor zijn deze gronden oppervlakkig nogal nat. Ook de overdekte poelgronden worden gekenmerkt door een ongunstige waterhuishouding. Ten gevolge van de nogal lage ligging en van het voorkomen van een min of meer ondoorlatende laag (poelgrondklei) in het profiel, komt periodiek wateroverlast voor. De overdekte Pleistocene gronden hebben een ongunstige waterhuishouding (zowel wateroverlast tijdens de winter als uitdroging tijdens de zomer). Hierbij dient echter te worden opgemerkt dat door de uitbouw van de Achterhaven een groot deel van het studiegebied werd opgespoten met zand. Deze zanden zijn niet geconsolideerd en vertonen een grote porositeit waardoor zij een afwijkend hydraulisch gedrag kunnen vertonen.

Sonderingen uitgevoerd in 1971 rondom de plas (ter hoogte van bergingslocatie 2) tonen aan dat het grondwater zich toen bevond op 55 tot 110 cm onder het maaiveld. Uit recente sonderingen (mei 2011) in het projectgebied blijkt dat het grondwater zich op 40 tot 100 cm onder het maaiveld bevindt. Nieuwe peilbuismetingen tonen aan dat de grondwaterstand ter hoogte van het toekomstig bouwdok zelfs tot tegen het maaiveld kan komen.

Profielontwikkeling

In de uitgevende poelgronden met zwaar profiel (OV2) zijn alle horizonten sterk gestoord en kunnen op alle dieptes veenbrokjes teruggevonden worden. Er is een restveenlaag aanwezig. De profielen zijn sterk roestig gevlekt en doorgaans diep ontkalkt.

In de overdekte kreekruigen verlicht het bodemprofiel min of meer geleidelijk van boven naar onder. Hoewel de bovenste horizonten in sterke mate ontkalkt zijn, zijn de overdekte kreekruggronden geheel kalkhoudend. De structuur van de bovengrond is nogal labiel, zodat na voldoende regen-neerslag de onbedekte bovengrond kan dichtslempen (blekgronden).

Het bodemprofiel van de overdekte poelgronden is roestig gevlekt vanaf 20 tot 30 cm diepte. Meestal zijn deze bodems kalkhoudend; de bovengrond echter is sterk of volledig ontkalkt (vooral in oud weiland). De bovengrond heeft een tamelijk goede structuur wanneer hij nog kalkhoudend is. Bij volledig ontkalkte bovengronden treedt structuurverval op.

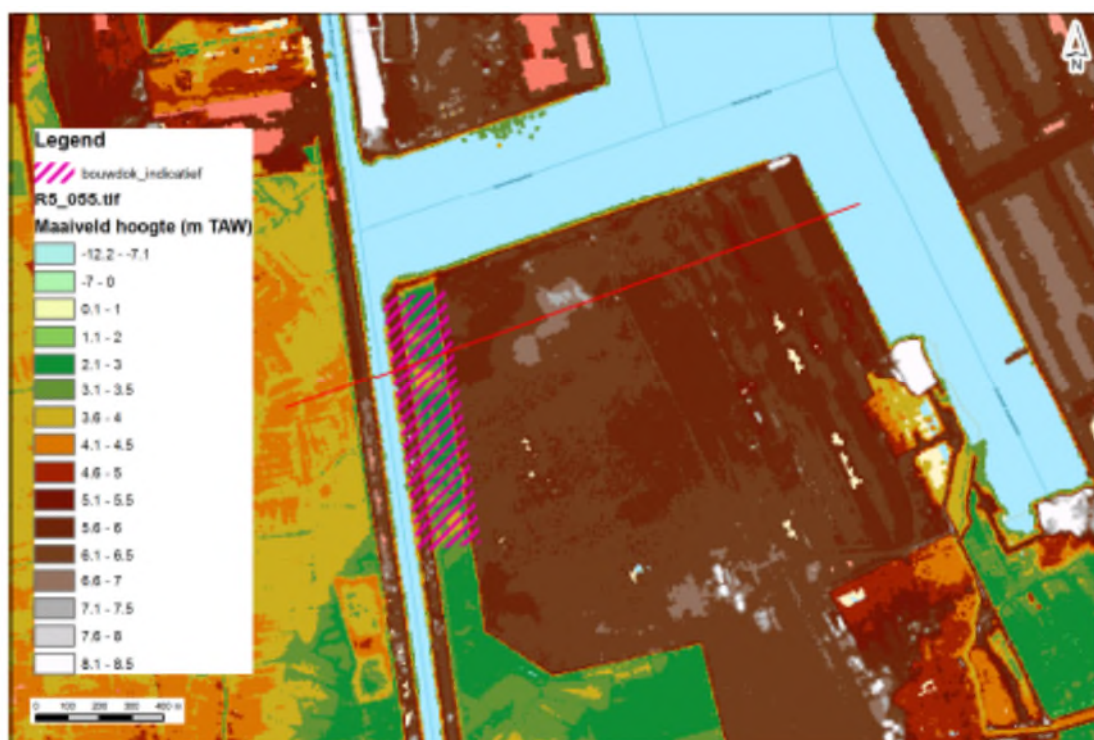
De ophoogzanden worden, gezien de opspuitingen relatief recent werden uitgevoerd, gekenmerkt door het ontbreken van profielontwikkeling.

Bodemgebruik

Zie discipline Mens.

Reliëf

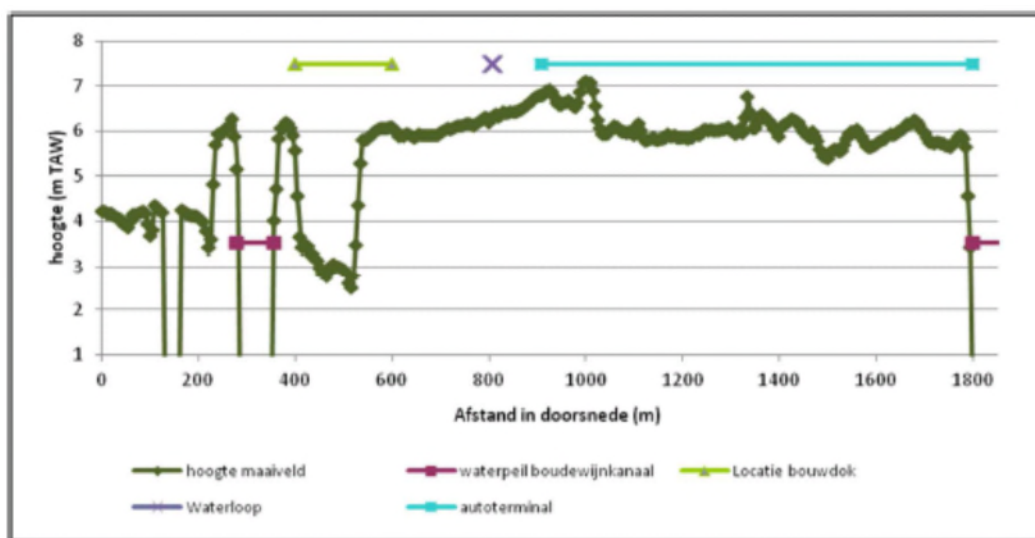
De gronden ter hoogte van het toekomstig bouwdok, bergingslocatie 1 en de zoekzone voor werfzone ten zuiden van het bouwdok zijn gelegen op ca. 3,5 m TAW. Ter hoogte van de zoekzone voor werfzone ten oosten van het bouwdok en de bergingslocatie 2 en de uitbreiding van bergingslocatie 1 werd de bodem opgespoten met zand, waardoor het maaiveld zich hier op een hoogte van ca. 6,2 m TAW bevindt.



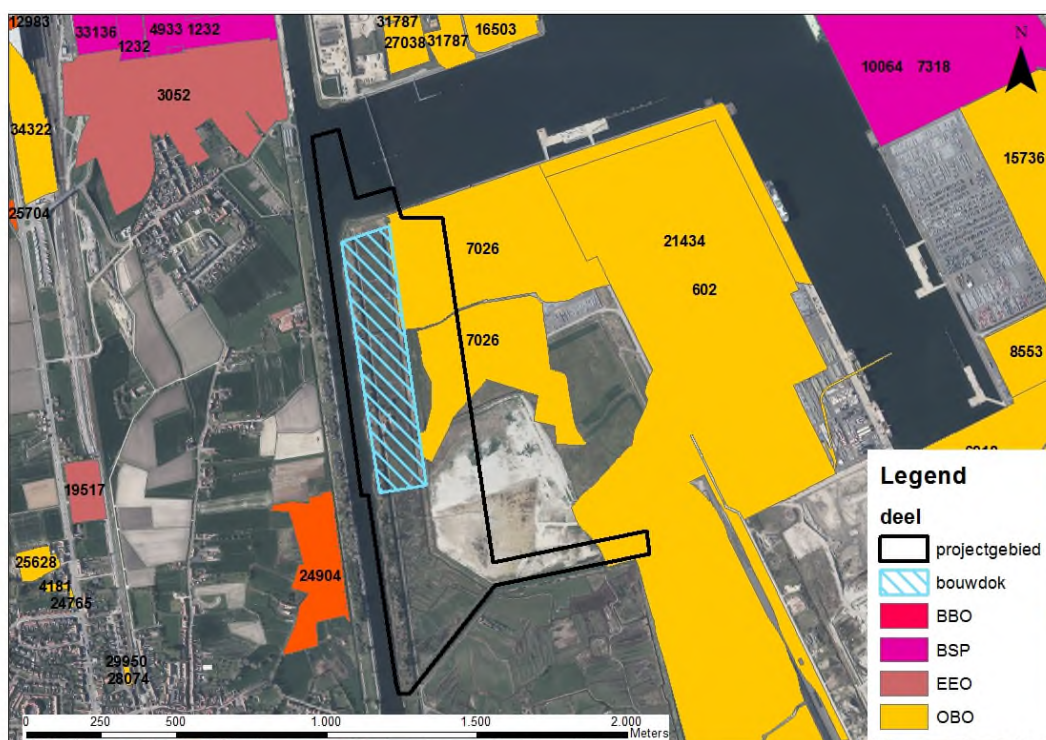
Figuur 5-3: hoogteligging maaiveld met indicatieve aanduiding van het bouwdok

Bodemkwaliteit

Volgens de gegevens van OVAM (geraadpleegd op 19/10/2016) werden ter hoogte van het te verbreden deel van het Boudewijnkanaal (fase 1) geen bodemonderzoeken uitgevoerd. Ter hoogte van het noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone en bergingslocatie 2 werd in 2005 een oriënterend bodemonderzoek uitgevoerd (ID 7026). Op de percelen ten oosten van de zoekzone voor werfzone werden eveneens oriënterende bodemonderzoeken uitgevoerd (ID's 602 en 21434). Ter hoogte van het zuidelijk insteeddok werden oriënterende bodemonderzoeken met ID 6918 en 11399 gelegen. Ten westen van het Boudewijnkanaal werd eveneens een oriënterend bodemonderzoek uitgevoerd (ID 24904).



Figuur 5-4: langsprofiel huidige maaiveld ter hoogte van het bouw dok ter hoogte van de rode lijn op bovenstaande figuur



Figuur 5-5: ligging van de uitgevoerde bodemonderzoeken in de omgeving van het projectgebied

Hieronder wordt per dossiernummer een kort overzicht weergegeven van aangetroffen “verontreinigingen” in het vaste deel van de aarde en het grondwater die relevant zijn voor de projectzone en eventueel bijkomend onderzoek vereisen.

- Dossier 7026: in het OBO dd. 27.08.1998 is geconcludeerd dat de bodem (het vaste deel van de aarde) niet verontreinigd is. In het grondwater komen overschrijdingen voor van de bodemsaneringsnorm voor arseen. Gezien op het terrein nooit bodemverontreinigende activiteiten hebben plaatsgevonden dienen de aangetroffen aanrijkingen vermoedelijk gerelateerd te worden met de ophoging van het terrein met grond afkomstig van de uitgravingen van de dokken en de ligging van het terrein in een havengebied.
- Dossier 11399 omvat verschillende OBO's uitgevoerd, er zijn geen directe aanwijzingen voor bodem- en/of grondwaterverontreiniging.
- Dossier 602 omvat verschillende oriënterende bodemonderzoeken, op tientallen percelen uitgevoerd. In het vaste deel van de aarde worden lokaal concentraties voor de parameters van het SAP boven de richtwaarde evenals concentraties zink en kwik boven de 80% BSN II aangetroffen. In het grondwater worden concentraties aan arseen tot 4x de BSN aangetroffen, dit echter niet in de directe nabijheid van het projectgebied.
- Dossier 6918: in het OBO dd. 01.07.1998 is in het grondwater een licht verhoogde concentratie aan minerale olie vastgesteld. Vermoedelijk betreft dit enkel een overschrijding van de toenmalige achtergrondwaarde want bijkomend onderzoek is niet noodzakelijk geacht.
- Dossier 21434 omvat verschillende OBO's, In het vaste deel van de aarde worden lokaal concentraties voor de parameters van het SAP tot boven de BSN III aangetroffen. In het grondwater worden concentraties arseen tot 2x de BSN aangetroffen. Dit echter niet in de directe nabijheid van het projectgebied.

Hydrogeologie

Grondwaterstand

Er kan gesteld worden dat de grondwaterstroming en de verdeling van zoet en zout water in de Achterhaven van Zeebrugge bepaald worden door de geologische opbouw van het grondwaterreservoir en de bouw van dokken en kanalen in dit gebied.

Op basis van de geologische opbouw in het gebied kunnen van boven naar onder volgende hydrogeologische eenheden onderscheiden worden:

- Een minder doorlatende laag bestaande uit kleiig materiaal op veen (Kwartair, Holocene);
- Een goed doorlatende zandige laag (Kwartair, Pleistoceen).

Het volledig Kwartair pakket vormt de bovenste watervoerende laag.

- Onder het Kwartaire pakket bevindt zich een tweede watervoerende laag, die gevormd wordt door het Ledo-Paniseliaan aquifersysteem. Deze laag bestaat uit de Tertiaire zanden van de formatie van Aalter (Lid van Oedelem).

Wat de **grondwaterstand** betreft kan er een onderscheid gemaakt worden tussen het opgehoogd gebied ter hoogte van het projectgebied ten oosten van het bouwdok (delen van de zoekzone voor werfzone, bergingslocatie 2 en de uitbreiding van bergingslocatie 1) en de niet-opgehoogde zone ter hoogte van het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal, de zuidwestelijke delen van de werfzone en bergingslocatie 1. In de opgehoogde gebieden is het absolute niveau van de grondwatertafel (tussen 5 en 6 m TAW) hoger dan in de poldergronden (2,65 m TAW onder de poelgronden en 3 m TAW onder de kreekruigen). Echter, in beide gevallen bevindt het grondwater zich vlak onder het maaiveld.

De opgehoogde gebieden zijn goed doorlatende zandgronden die niet gedraineerd worden door waterlopen. De poldergronden zijn hoofdzakelijk slecht doorlatende kleigronden. In de Dudzeelse polder ten zuiden van de bouwdoklocatie ligt de grondwaterstand rond de 2.75mTAW¹⁰.

Zoet-zoutverdeling

Tot voor de middeleeuwse inpoldering was het grondwaterreservoir gevuld met zout water. Ten gevolge van de inpoldering en reliëfsinversie liggen de drainageniveaus op de oude geulen en krekken iets hoger dan in de poelgronden. Op deze oude krekken en geulen kan er daardoor zoet hemelwater infiltreren en vormde er zich een zoetwaterlens. Het hemelwater dat op de omringende poelgronden terechtkomt, wordt door de intense drainage weggeleid, zodat daar geen zoetwaterlens kan ontstaan.

Ook de ophogingen in het gebied hebben tot de vorming van zoetwaterlenzen geleid. De zandige ophogingen zijn immers goed doorlatend, waardoor infiltratie van hemelwater in de bodem toeneemt. De opgehoogde gronden worden niet meer gedraineerd door waterlopen, waardoor de grondwater-tafel plaatselijk aangerijkt wordt met zoet water. Onder de ophogingen ontstaan zo plaatselijk zoetwaterlenzen.

Onder de gebieden die in rechtstreekse verbinding staan met de zee (strand in het noordwesten en getijdewater in noordoosten) treft men zout water aan. Langs het gedeelte van het Boudewijnkanaal die aan de polders grenst, kan men een kwel zien van zout water. In een strook van enkele honderden meters langs het kanaal is het grondwaterreservoir tot aan de grondwater-tafel gevuld met zout water. Ook de Dudzeelse polder wordt gekarakteriseerd door zout water dat bijna tot aan de grondwater-tafel reikt. Met de diepte wordt het aandeel zout water steeds groter, totdat op een bepaalde diepte het grondwaterreservoir volledig met zout water gevuld zal zijn.

Grondwaterkwetsbaarheid

Volgens de grondwaterkwetsbaarheidskaart wordt het grondwater in het studiegebied aangeduid als zeer kwetsbaar (code Ca1/v: een zandige watervoerende laag met verzilt grondwater, een deklaag kleiner dan of gelijk aan 5m en/of zandig en de dikte van de onverzadigde zone is kleiner of gelijk aan 10m). Het studiegebied bevindt zich eveneens in een zone waar verzilt grondwater aanwezig is in de bovenste winbare watervoerende laag.

Waterwingebieden

Het studiegebied is niet gelegen in een waterwingebied of in een beschermingszone. De dichtstbijzijnde drinkwaterwinning is gelegen in Knokke, op meer dan 5 km van het bouwdok.

Vergunde grondwaterwinningen

Binnen een straal van ca. 2 km rond de bouwdoklocatie zijn meerdere vergunde grondwaterwinningen gelegen. Het betreft hoofdzakelijk grondwaterwinningen van landbouwbedrijven, echter ter hoogte van de Lanceloot Bondeellaan betreft het een betonbedrijf en ter hoogte van de Margareta van Oostenrijkstraat een aannemersbedrijf.

Adres	Dagdebiet (m ³)	Jaardebiet (m ³)	Vergunde diepte	Einddatum
Lanceloot Bondeellaan	100	14.000	120	05/06/2023
Lissewege	6,30	2.313	6	12/06/2034
Koggenstraat	120	15.000	120	28/08/2023
Pol Dhondtstraat	42	2.688	10	26/06/2023
Lissewege	2	730	5	12/10/2021
Lissewege	8,20	3.000	9	16/02/2026

¹⁰ Bron: verslag Bouwdok Boudewijnkanaal te Zeebrugge: grondwatermodel, 2012 (UGent)

Lissewege	5	1.500	10	20/03/2028
Margareta van Oostenrijkstraat – Alfred Ronsestraat	/	1	8	31/05/2016

5.1.5 Geplande toestand en effecten

5.1.5.1 Grondverzet

De verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal gaat gepaard met grondafvoer en de berging van uitgegraven grond.

De netto uit te graven grond voor het uitgraven van het bouwdok werd berekend op een volume van ca. 1.364.000 m³, voor het doorbreken van de noordelijke dijk en het verdiepen van het Verbindingsdok dient bijkomend ca. 130.000 m³ grond verwijderd te worden en voor het wegnemen van de dijk tussen het Boudewijnkanaal en het tijdelijk bouwdok + het verdiepen van het verbrede Boudewijnkanaal + verdiepen van een deel van het Verbindingsdok dient ca. 1.100.000 m³ grond verwijderd te worden (zie § 2.3.2.5 en § 2.3.2.12 voor een gedetailleerder overzicht van het grondverzet).

Alle uitgegraven grond voor de **uitgraving van het bouwdok** zal na het beëindigen van de tussenfase van het bouwdok geborgen worden ter hoogte van de voorziene bergingslocatie 1. Bij het uitgraven en stockeren zal er op gelet worden dat gronden van eenzelfde kwaliteit samen gestockeerd worden. Om deze gescheiden stockage in praktijk door te voeren zal de uitgegraven grond eerst, indien noodzakelijk, tijdelijk gestockeerd worden ter hoogte van bergingslocatie 2. Daarna zal deze in de juiste zone binnen bergingslocatie 1 gestockeerd worden. Er zal bijgevolg een gescheiden stockage van grond plaatsvinden in functie van later hergebruik.

Indien de werfzone wordt ingericht met een overlap met bergingslocatie 1, zal tijdens de tussenfase (aanleg van een tijdelijk bouwdok) een deel van de oppervlakte van de zone 'bergingslocatie 1' niet beschikbaar zijn voor het stockeren van grond. In dit geval zal een deel van de uitgegraven grond van het bouwdok gedurende de volledige fase van het bouwen en afvoeren van de tunnelelementen aanwezig blijven ter hoogte van de locatie 'bergingslocatie 2'. Na het afvoeren van de tunnel-elementen en nadat de werfzone werd vrijgemaakt, zal dan de tijdelijke gestockeerde grond ter hoogte van bergingslocatie 2 geborgen worden in de vrijgemaakte werfzone ter hoogte van bergingslocatie 1. Echter, indien een laad- en loszone werd voorzien ter hoogte van het Boudewijnkanaal, zal deze niet terug opgevuld worden, waardoor er in dit geval uiteindelijk tot 26m TAW zal gestapeld worden ter hoogte van bergingslocatie 1. De gestockeerde grond ter hoogte van bergingslocatie 1 blijft hier aanwezig totdat deze kan afgevoerd worden voor gebruik binnen andere projecten of totdat van start kan gegaan worden met de 2^{de} fase van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal.

Gezien de grote hoeveelheid grondverzet, is het belangrijk na te gaan of er opportuniteiten zijn om de uitgegraven bodem te herbruiken als primaire oppervlaktedelfstoffen. In onderstaande tabel wordt een eerste ruwe inschatting gemaakt over de herbruikbaarheid van de uitgegraven grond afkomstig van het uitgraven van het bouwdok. Hieruit blijkt dat ca. 313.550 m³ als herbruikbaar wordt beschouwd. Hiervoor dient dan wel een oordeelkundige afgraving te gebeuren die rekening houdt met de verschillende aanwezige geologische lagen. Verder onderzoek zal echter meer uitsluitsel moeten geven over de kwaliteit van de uitgegraven grond en de herbruikmogelijkheden. Er wordt aanbevolen in het bestek voor de aannemer van de Scheldetunnel op te nemen dat deze het herbruikbare deel van de uitgegraven grond mag / kan herbruiken / afvoeren ten behoeve van andere projecten, indien hij dit wenst.

Beschrijving	Onderkant van de laag in TAW (m)	Te ontgraven laagdikte (m)	Volume (m³)	Herbruikbaar (%)	Herbruikbaar volume (m³)
Vrij slappe zandhoudende KLEI, weinig humushoudend en met weinig schelpengruis.	+90	3,6	Ca. 462 000	0	0
Matig vast VEEN.	-1,30	2,2	Ca. 260 00	0	0
Leemhoudend fijn ZAND, vrij losgepakt à matig gepakt	-5,50	4,2	Ca. 452 000	50	226 000
Leemhoudend fijn ZAND, vrij losgepakt	-6,70	1,2	Ca. 118 000	50	59 000
LEEM, humushoudend en met veel schelpengruis	-7,40	0,7	Ca. 67 000	40	26 800
Fijn ZAND, matig tot dicht gepakt, met schelpengruis, (weinig) klei- en leemhoudend	-11,70	0,05	Ca. 5 000	35	1 750
Fijn ZAND, vrij dichtgepakt tot zeer dicht gepakt, vermoedelijk met schelpengruis, weinig klei- en leemhoudend	-19,50	0	0	50	0
TOTAAL			1 364 000		313 550

Na het uitvaren van de tunnelementen zal de **dijk** tussen het Boudewijnkanaal en het bouwdok weggenomen worden. Vervolgens zal het verbrede Boudewijnkanaal **verdiept** worden tot op ca. – 9 m TAW. Ook de hoek tussen het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok zal verdiept worden om beide waterwegen mooi op elkaar te laten aansluiten. In totaal zal in deze fase ca. 1,1 miljoen m³ grond vrijkomen.

De uit te graven grond zal tijdelijk gestockeerd worden ofwel ter hoogte van bergingslocatie 1 (indien nog bergingscapaciteit beschikbaar is na de fase van het bouwdok), ofwel ter hoogte van de uitbreiding van bergingslocatie 1, ofwel zal deze uit te graven grond afgevoerd worden voor gebruik in projecten binnen en buiten de haven van Zeebrugge. In deze fase kan er ook gebruik gemaakt worden van bergingslocatie 2 voor het tijdelijk stockeren van grond. Na het beëindigen van het project zal alle grond ter hoogte van bergingslocatie 2 (voor zover deze niet overlapt met de uitbreiding van bergingslocatie 1) terug verwijderd zijn.

Ook hier zal het van belang zijn na te gaan of er opportuniteiten zijn om de uitgegraven bodem te herbruiken als primaire oppervlaktedelfstof.

Het grondverzet naar aanleiding van het verleggen van de hoogspanningsleiding is te verwaarlozen.

Het grondverzet is eigen aan het projectvoornemen en kan niet gemilderd worden.

Er worden geen significante effecten inzake grondverzet verwacht door en ter hoogte van de mogelijk aanwezige betoncentrale (de aanvoer van zand en cement wordt niet als grondverzet beschouwd).

Alternatieven

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake grondverzet indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.1.5.2 Profielvernietiging

Zoals hoger aangehaald zal het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal gepaard gaan met grondverzet. Hierdoor zullen aanwezige bodemprofielen verstoord worden. Verstoring van de uitgeveende poelgronden (OV2) en de overdekte kreekruggen (m.D2, m.DI5, m.D1) wordt in principe als aanzienlijk negatief beoordeeld (-3). Echter, gezien er nog voldoende resterende bodems in de omgeving aanwezig zijn met gelijkaardige profielen, wordt het globale effect als negatief tot aanzienlijk negatief (-2/-3) beoordeeld.

Profielverstoring kan in principe nooit volledig hersteld worden, aangezien de oorspronkelijke soms complexe gelaagdheid het resultaat is van eeuwenlange bodemvormingsprocessen. Selectieve afgraving en hergebruik zal nooit het oorspronkelijk bodemprofiel kunnen herstellen. Daarnaast is de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal eigen aan het project. Het negatieve effect kan dan ook niet gemilderd worden.

Bij het verleggen van de hoogspanningsleiding via een horizontaal gestuurde boring beperkt de profielverstoring zich hoofdzakelijk tot de werkzone van het in- en uittredepunt. De werkzone ten oosten van het Boudewijnkanaal bevindt zich ter hoogte van reeds opgehoogde percelen, waardoor hier geen significant negatieve effecten verwacht worden. Gezien de beperkte oppervlakte van de werkzone ten westen van het Boudewijnkanaal, worden geen significant negatieve effecten verwacht.

Er worden geen significante effecten inzake profielvernietiging verwacht door en ter hoogte van de mogelijk aanwezige betoncentrale.

Alternatieven

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake profielvernietiging indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.1.5.3 Wijziging van bodem- en grondwaterkwaliteit

Er worden tot op heden geen **bodemonderzoeken** aangeduid op de OVAM-databank ter hoogte van de uit te graven zones. De kwaliteit van de uit te graven grond voor de fase van het bouwdok werd wel onderzocht waarbij een technisch verslag werd opgemaakt. Onderstaand wordt de conclusie uit dit verslag weergegeven:

Op basis van het toekomstig gebruik van de gronden (bouwproject in kader van de realisatie van het bouwdok) wordt 1 kadastrale werkzone gedefinieerd. Deze kadastrale werkzone wordt verder ingedeeld in 5 zones op basis van ligging.

Zone 1 betreft het te realiseren bouwdok. Deze zone wordt gedefinieerd met een milieuhygiënische kwaliteit code 311¹¹ vanwege concentraties aan zink en benzo(a)pyreen boven de richtwaarde tot een diepte van 0.5 m-mv, een code 211 voor de diepte van 0.5 tot 1.5 m-mv, een code 311 vanwege verhoogde concentraties aan minerale olie (veenlaag) voor de diepte van 1.5 tot 6.0 m-mv en een code 211 voor de diepte van 6.0 tot 10.45 m-mv. Ter bepaling van de code 311 in de laag van 1.5 tot 6.0 m-mv werd een gewogen gemiddelde bepaald voor de overschrijding van de 80% BSN II ten gevolge van benzo(a)pyreen in mengmonster MM12.

Zone 2 betreft de te realiseren werfzone en tijdelijk gronddepot ten oosten van het bouwdok. Deze zone wordt gedefinieerd met een milieuhygiënische kwaliteit code 211 tot een diepte van 0.5 m-mv.

Zone 3 betreft de strook tussen de autoterminal en zone 2. Deze zone wordt gedefinieerd met een milieuhygiënische kwaliteit code 411 vanwege overschrijding van de 80% BSN II voor benzo(a)pyreen tot een diepte van 0.5 m-mv.

¹¹ CODE: 211 :De grond mag buiten de kadastrale werkzone vrij gebruikt worden als bodem in bestemmingstype I-V. Binnen de kadastrale werkzone mag de grond vrij gebruikt worden als bodem. De grond mag gebruikt worden als bouwkundig bodemgebruik en/of vormvast product.

CODE: 311: De grond mag buiten de kadastrale werkzone gebruikt worden als bodem in bestemmingstype I-V mits een studie van het ontvangend terrein. Binnen de kadastrale werkzone mag de grond vrij gebruikt worden als bodem. De grond mag gebruikt worden als bouwkundig bodemgebruik en/of vormvast product.

CODE: 411: De grond mag buiten de kadastrale werkzone gebruikt worden als bodem in bestemmingstype III-V mits een studie van het ontvangend terrein. Binnen de kadastrale werkzone mag de grond vrij gebruikt worden als bodem. De grond mag gebruikt worden als bouwkundig bodemgebruik en/of vormvast product.

Zone 4 betreft een zone op de oostelijke grens van de reeds opgespoten zone buiten het projectgebied. Deze zone wordt gedefinieerd met een milieuhygiënische kwaliteit code 211 tot een diepte van 0.5 m-mv. Voor het gronddepot zelf werd geen onderzoek nodig geacht.

Zone 5 betreft het centrale deel van bergingslocatie 1. Deze zone wordt gedefinieerd met een milieuhygiënische kwaliteit code 311 vanwege overschrijding van de richtwaarde voor benzo(a)pyreen tot een diepte van 0.5 m-mv.

Er wordt aanbevolen de uit te graven gronden met een verschillende code gescheiden te stockeren.

De **waterbodem** van het Boudewijnkanaal werd in 2002 en 2005 ten zuiden van het projectgebied als sterk verontreinigd aangeduid volgens de Triade methode, grotendeels omwille van de slechte score van het deel ecotoxicologie (score 4), maar ook de fysico-chemie wordt als afwijkend beoordeeld (score 3) (zie §5.2.4). De waterbodem van het Boudewijnkanaal ten zuiden van het projectgebied is aangerijkt met polluenten doch voldoet voor de standaardpolluenten aan de normen voor gebruik van baggerspecie als bodem. De parameter EOX is er echter sterk verhoogd, waardoor vermoed kan worden dat deze beperkend is voor gebruik van deze partij als bodem, teneinde het risico op bodemverontreiniging op de eindbestemming te vermijden. Deze conclusie op basis van het resultaat van dit ene puntstaal dient geverifieerd te worden aan de hand van analyses op de partijen zelf die vrijkomen.

Er werd bijgevolg een onderzoek uitgevoerd in de uit te graven zones van het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok om de kwaliteit van de uit te graven waterbodem in te bepalen. Uit de toetsing van de analyseresultaten werd geconcludeerd dat het slib (1,5 m dik) niet kan worden hergebruikt als bodem maar wel kan hergebruikt worden als niet-vormgegeven bouwstof met grondstofverklaring. De vaste waterbodem (onder de beschouwde sliblaag) kan wel hergebruikt worden als bodem en niet-vormgegeven bouwstof met grondstofverklaring.

Gezien de geldende wetgeving inzake bagger- en ruimingsspecie zal gevolgd worden bij het ontgraven en laguneren van de opgegraven specie, ten einde de verspreiding van polluenten in het milieu te vermijden (en waarbij de nodige maatregelen moeten genomen ter bescherming van grondwater en andere milieucomponenten) worden geen significant negatieve effecten verwacht.

Bij het baggeren van het Verbindingsdok en Boudewijnkanaal zal gebruik gemaakt worden van een laguneringsbekken ter hoogte van bergingslocatie 2. Door middel van een aan te leggen grachtenstelsel zal het uitlopende water terug naar het Boudewijnkanaal of Verbindingsdok afvloeien. Er kan verondersteld worden dat slechts een minimale hoeveelheid in de bodem zal dringen. Een beperkte verzilting van de aanwezige zoetwaterlens is hierbij niet uit te sluiten. Echter, deze verzilting zal slechts tijdelijk zijn, en na afloop van het project zullen de terreinen boven deze zoetwaterlens ingenomen zijn door havenactiviteiten, waardoor geen aanzienlijk negatieve effecten verwacht worden.

Ter hoogte van de noordelijke delen van de zoekzone voor werfzone en bergingslocatie 2 is een grootschalig oriënterend bodemonderzoek uitgevoerd. In deze zones dienen geen uitgravingen te gebeuren. Afhankelijk van de bemalingsstraal voor de verschillende geplande bemalingen (eventuele dieptebemaling voor de diepwand, bemaling voor de kesp, bemaling voor het bouwdok en bemaling voor de afwerking van de kaaimuur) is er wel een risico op aanzuiging en verspreiding van de mogelijke grondwaterverontreiniging met arseen zoals vermeld in de opgemaakte bodemonderzoeken. Dit risico kan beperkt worden door het toepassen van retourbemaling.

Tijdens het uitgraven van het bouwdok, de vervaardiging van de tunnelonderdelen, de aanleg van de kaaimuur en de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal zullen machines en andere materiaal ingezet worden. Dit kan gepaard gaan met calamiteiten zoals olie- en brandstoflekken, morsen van cement, vliegias, ... De directe effecten zullen eerder beperkt en lokaal zijn. Indirect kan de kwaliteit van het grondwater beïnvloed worden.

Zoals omschreven in §5.1.5.4 zal er tijdens de verschillende fasen van het project een bemaling plaatsvinden, al dan niet met retourbemaling. Aangezien het grondwater bij retourbemaling in dezelfde laag geretourneerd wordt als waar het uit onttrokken werd, worden geen effecten verwacht op de grondwaterkwaliteit. Vanuit de discipline Fauna en Flora wordt retourbemaling als dwingende maatregel opgelegd oa. voor de bemaling van het bouwdok. Voor de volledigheid kan nog gesteld

worden dat er bij een bemaling zonder retourbemaling geen significante effecten op de grondwaterkwaliteit worden verwacht. In dit geval wordt er immers enkel grondwater onttrokken.

Ter hoogte van de betoncentrale dienen alle maatregelen genomen te worden om (accidentele) bodemverontreiniging te beperken, conform de geldende wetgeving.

Er worden geen significant negatieve effecten verwacht ten gevolge van het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

Alternatieven

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake bodem- en grondwaterkwaliteit indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Er kan wel verondersteld worden dat het risico op bodem- en grondwaterverontreiniging iets beperkter zal zijn, gezien de nodige hoeveelheid beton buiten het projectgebied wordt gemaakt. Er worden eveneens geen significant andere effecten op bodem- en grondwaterkwaliteit verwacht indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.1.5.4 Wijziging grondwaterpeil en grondwaterstroming

Binnen het projectvoornemen kunnen mogelijke effecten optreden op het grondwaterpeil en de grondwaterstroming ten gevolge van de geplande bemalingen en ten gevolge van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal. Er worden geen significante effecten verwacht ten gevolge van de aanwezigheid van de betoncentrale. Er wordt namelijk niet verwacht dat er gebruik zal gemaakt worden van grondwater in het productieproces, gezien het zilte karakter van het grondwater.

Voor het volledige project dienen (mogelijks) 4 verschillende bemalingen uitgevoerd te worden die allen een mogelijke invloed op de grondwaterstand kunnen hebben, met name:

- Eventuele dieptebemaling tijdens de aanleg van de diepwand in de eerste fase van de aanleg van de kaaimuur;
- Bemaling tijdens het aanleggen van de kesp
- Bemaling tijdens aanleg van de ontlastvloer;
- Bemaling tijdens de fase van het bouwdok.

Deze bemalingen zullen globaal niet gelijktijdig plaatsvinden. Er zullen met andere woorden geen cumulatieve effecten plaatsvinden. Enkel de mogelijke dieptebemaling tijdens de aanleg van de diepwand en de bemaling tijdens het aanleggen van de kesp zullen wel gelijktijdig plaatsvinden. De impact hiervan is dat over een groter gebied een verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte op zal treden. Onderstaande effecten zijn worst-case berekend en blijven nagenoeg hetzelfde. De effecten zijn berekend voor een bepaalde verlaging die gerealiseerd moet worden om de werkzaamheden te kunnen uitvoeren. De berekende verlaging verandert niet omdat er 2 bemalingen actief zijn. De bemalingen zullen elkaar dus waarschijnlijk een beetje "helpen" waardoor het onttrekkingsdebiet voor beide bemalingen gereduceerd kan worden om alsnog de gewenste verlaging te kunnen halen. De bemaling voor de kesp is "worst-case" voor de verlaging van de freatische grondwaterstand. De bemaling van de diepwand is worst-case voor de verlaging van de stijghoogte. Kortom, effecten zijn nog altijd worst-case, maar het debiet zal in de praktijk naar verwachting lager uitvallen omdat beide bemalingen in beperkte mate "samenwerken".

De geplande bemalingen worden onderstaand afzonderlijk besproken. Er wordt ook telkens nagegaan of retourbemaling noodzakelijk is om mogelijke effecten van grondwaterstands dalingen te vermijden ter hoogte van de autoterminal en de Dudzeelse polder.

1. Bemaling tijdens de aanleg van de diepwand

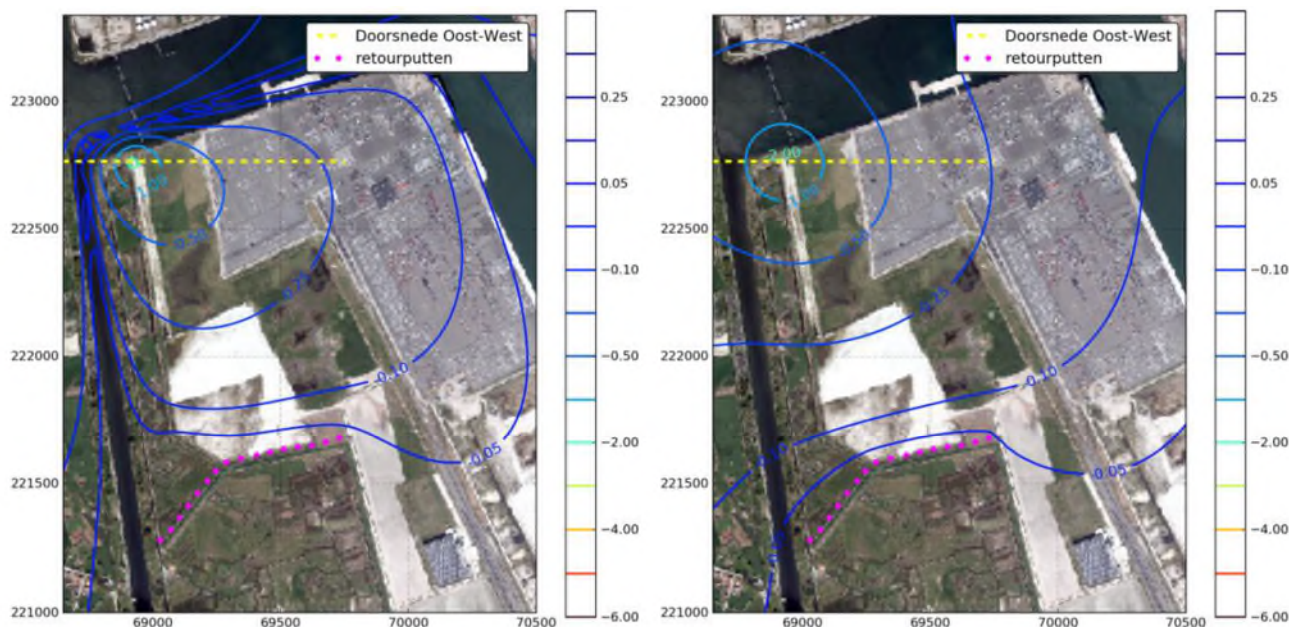
Voor een uitgebreide beschrijving van deze mogelijke bemaling wordt verwezen naar bijlage 9. Onderstaande bespreking is een samenvatting uit de bemalingsstudie, opgemaakt door ATLAS.

De bemaling van de diepwand wordt gefaseerd uitgevoerd in segmenten van 10 m per keer. Er is aangenomen dat de grondwaterstand en stijghoogte langs de gehele sleuf met 2 m verlaagd moet worden tot ca. TAW +1,5 m om sleufstabiliteit te waarborgen. Er zal dus zowel freatische als diepere bemaling worden aangebracht.

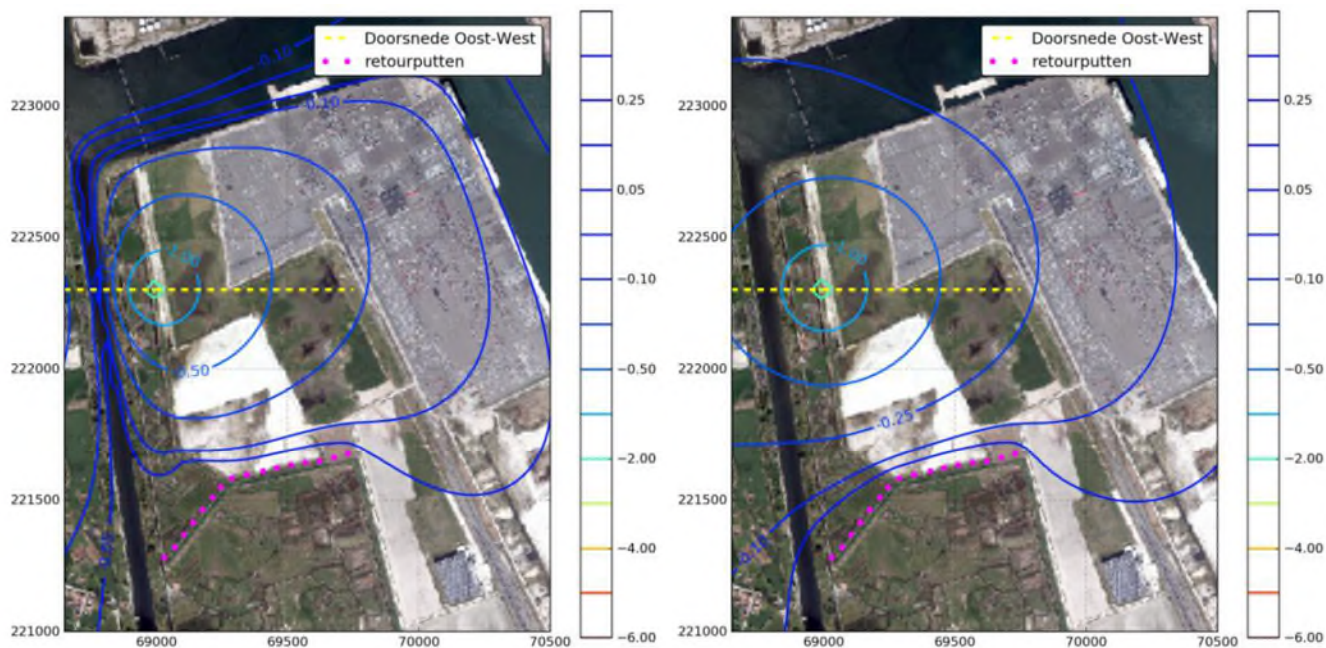
Om dit te realiseren worden aan beide zijdes onttrekkingsbronnen geplaatst. Voor de freatische bemaling kan dit met vacuumbemaling worden uitgevoerd zoals deze is omschreven voor de ontlastvloer. Voor de 1ste en 2de watervoerende lagen worden deepwells toegepast. Deze deepwells zijn vergelijkbaar aan de onttrekkingsbronnen die zijn voorgesteld voor het drooghouden van het bouwdoek. Het debiet zal echter lager zijn vanwege de relatief kleine verlaging die gerealiseerd moet worden. Er kan dus worden volstaan met een kleinere onderwaterpomp en met een kleinere filterdiameter.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor telkens bemaling langs 20 m diepwand op drie verschillende locaties: noordzijde van de diepwand, halverwege de diepwand, en het meest zuidelijke deel van de diepwand. In de laatste situatie is de afstand tot de Dudzeelse Polder het kleinst en is daarmee maatgevend voor de effecten op de natuur.

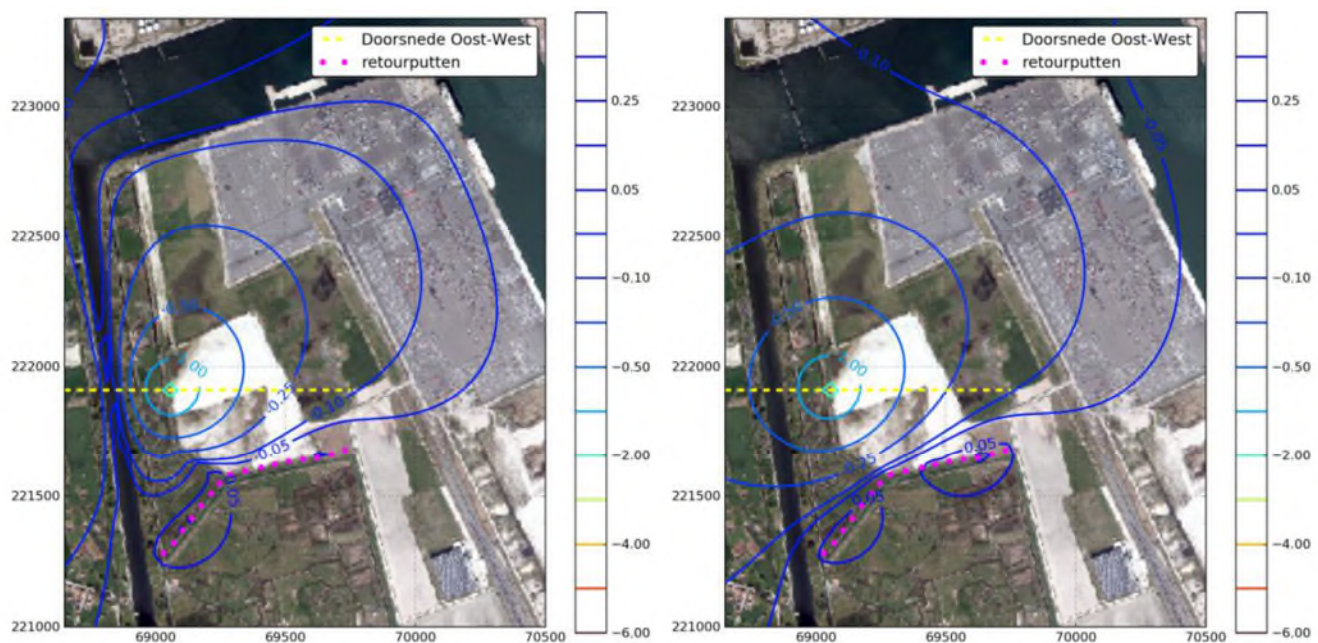
De geohydrologische effecten zijn gepresenteerd in onderstaande afbeeldingen. De bemaling staat in zowel de freatische laag als in de eerste en tweede watervoerende lagen. De verlaging van de grondwaterstand of stijghoogte ten opzichte van de huidige situatie is weergegeven van de freatische laag en de 1ste watervoerende laag omdat de effecten in deze lagen relevant zijn voor de afgeleide effecten van de bemaling. Ook is een doorsnede van oost naar west weergegeven die het effect op de grondwaterstand en stijghoogtes weergeeft.



Figuur 5-6: effecten in de freatische laag (links) en 1^{ste} watervoerende laag (rechts) als gevolg van bemaling voor aanleg van de diepwand aan de noordzijde (bron: ATLAS)



Figuur 5-7: effecten in de freatische laag (links) en 1^{ste} watervoerende laag (rechts) als gevolg van bemaling voor aanleg van de diepwand halverwege de diepwand (bron: ATLAS)



Figuur 5-8: effecten in de freatische laag (links) en 1^{ste} watervoerende laag (rechts) als gevolg van bemaling voor aanleg van de diepwand zuidzijde

In de afbeeldingen is zichtbaar dat de verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de Dudzeelse polder kleiner is dan 0.05 m indien de bemaling aan de noordzijde van de diepwand actief is (Figuur 5-6). Hiervoor is een beperkte retourbemaling vereist met een debiet van 100 m³/dag. Hiervoor worden dezelfde retourbronnen gebruikt als voor het mitigeren van de effecten van de bemaling van het bouwdok in de gebruiksfase. Wanneer de bemaling halverwege de diepwand staat (zie Figuur 5-7) is meer retourbemaling benodigd om de effecten te mitigeren. Het totale debiet van de retourbemaling is ca 300 m³/dag. Als de bemaling aan de meest zuidelijke kant van het bouwdok actief is, is ca. 600 m³/dag retourbemaling benodigd om de effecten te mitigeren. Voor de tussenliggende panelen kan lineair geïnterpoleerd worden om het retourdebiet te bepalen.

De stijghoogte in de 1ste watervoerende laag verandert in de berekeningen met minder dan 0,05 m. Hiermee zal de kwelflux niet significant veranderen ten opzichte van de huidige situatie.

De verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de autoterminal bedraagt maximaal ca. 0,5 m.

Uit § 2.3.2.2 blijkt dat een dieptebemaling tijdens de aanleg van de kaaimuur wellicht niet nodig zal zijn. Indien dit toch het geval zou zijn, blijkt uit bovenstaande berekeningen dat, rekening houdende met het feit dat het toepassen van retourbemaling (met retourputten ten zuiden van de diepwand) deel uitmaakt van het projectvoornemen, de effecten op de grondwaterstand in de omgeving beperkt kunnen worden. Ten oosten van de geplande bemaling wordt geen retourbemaling voorzien, omdat er geen significante effecten ter hoogte van de autoterminal worden verwacht (zie §5.1.5.5). Er kan besloten worden dat er geen significante effecten verwacht worden op het grondwaterlichaam ten gevolge van de geplande bemaling voor de aanleg van de diepwand.

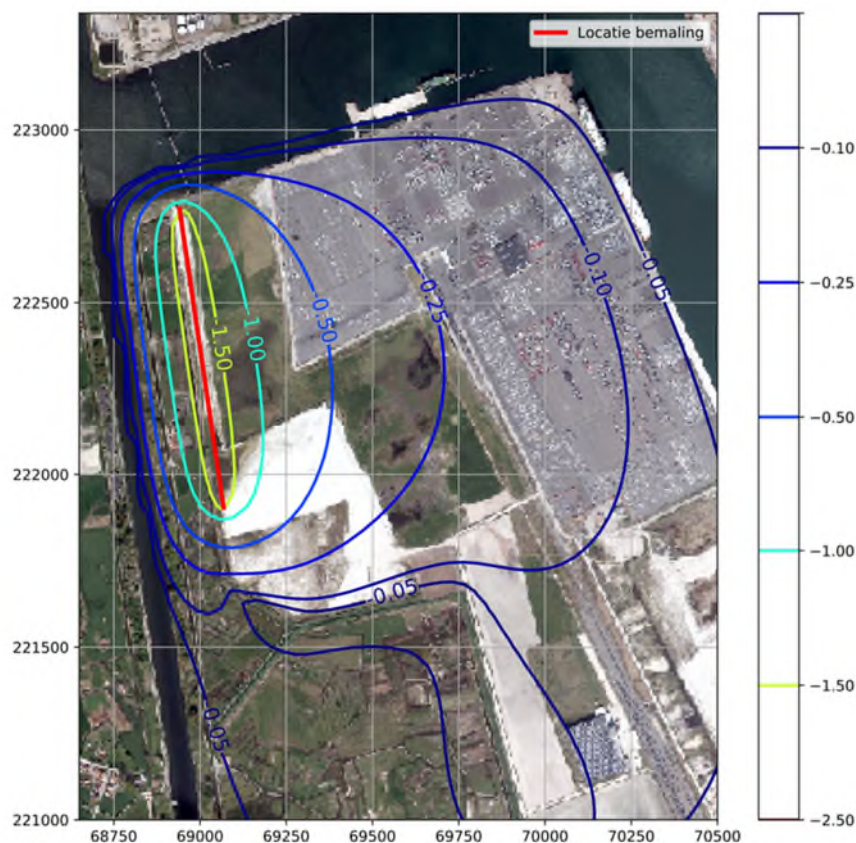
2. Bemaling tijdens de aanleg van de kesp

Voor een uitgebreide beschrijving van deze mogelijke bemaling wordt verwezen naar bijlage 9. Onderstaande bespreking is een samenvatting uit de bemalingsstudie, opgemaakt door ATLAS.

Om het grondwater weg te pompen wordt vacuümbemaling voorgesteld met afstand tussen de bronnen van 3 m. De totale lengte van de vloer is ca. 900m. Het aantal bronnen komt daarmee op ca. 290 stuks. Per 50 m wordt een vacuümpomp aangesloten om het grondwater te onttrekken, waarmee het benodigde aantal vacuümpompen op ca. 18 komt. De bemaling zal dus in 18 fases opgedeeld worden waarbij de werkzaamheden op een segment van ca. 50 m worden uitgevoerd. De maximale verlaging van de grondwaterstand is 4 m. Er wordt geen retourbemaling voorgesteld.

Het berekende waterbezwaar voor deze bemaling is maximaal ca. 400 m³/dag. De totale duur van de bemaling is 43 weken. Dit debiet is gebaseerd op de benodigde bemaling om de grondwaterstand over een segment van 50 m te verlagen tot 1,5 mTAW.

De geohydrologische effecten van de bemaling voor de aanleg van de kesp zijn weergegeven in onderstaande afbeelding.

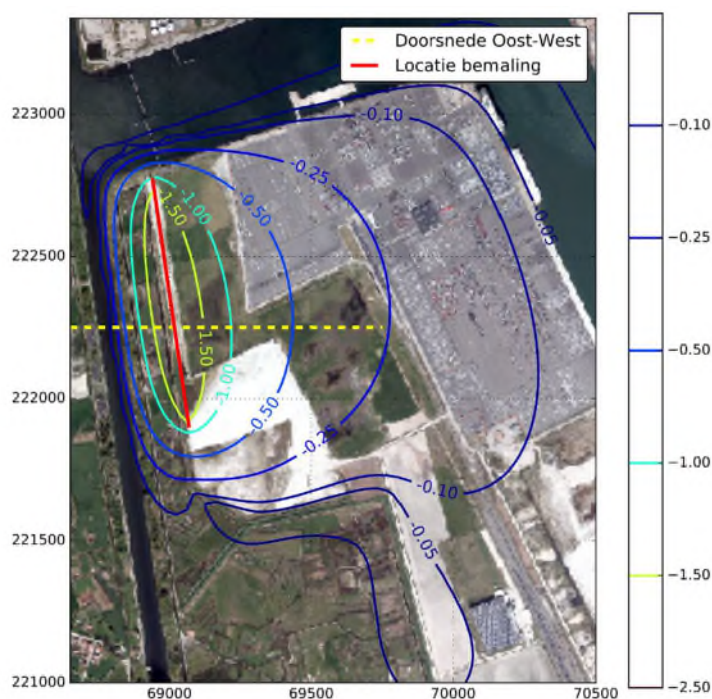


Figuur 5-9: “Worst-case” Freatische grondwaterstandsverlaging als gevolg van de bemaling voor de aanleg van de kesp en het aanbrengen van MV-palen

De berekende verlaging ter plaatse van de Dudzeelse polder is kleiner dan 0,05 meter. Vanwege de vereenvoudigde invoer van het oppervlaktewatersysteem ter plaatse zal de verlaging van de grondwaterstand nog lager uitvallen dan in de berekening. De zoute kwelsituatie zal in stand blijven. Ter hoogte van de autoterminal ten oosten wordt een grondwaterstandsval van 0,5m tot 0,05m berekend. Qua effecten richting het oosten betreft dit een absolute worst-case berekening omdat de afsluitende werking van de diepwand niet is opgenomen in de berekeningen. In de praktijk zullen hierdoor de effecten richting het oosten lager uitvallen, en zal het debiet ook lager uitvallen. Er is geen impact op de grondwaterstand ten westen van het Boudewijnkanaal. Er kan besloten worden dat er geen significante effecten verwacht worden op het grondwaterlichaam ten gevolge van de geplande bemaling voor de aanleg van de kesp.

3. Bemaling tijdens de aanleg van de ontlastvloer

Voor de aanleg van de ontlastvloer moet de grondwaterstand verlaagd worden tot op een peil van 1,5 m TAW. Hiervoor is een freatische bemaling benodigd. De maximale verlaging van de grondwaterstand is 4m. Om de werkzaamheden zo min mogelijk te verstoren worden de bronnen aan de oostkant van de locatie van de ontlastvloer aangebracht. Meer informatie is terug te vinden in bijlage 9.



Figuur 5-10: freatische grondwaterstandsverlaging als gevolg van de geplande bemaling voor de aanleg van de ontlastvloer (bron: ATLAS)

Bovenstaande figuur toont de freatische verlaging als gevolg van de bemaling. De berekende verlaging ter plaatse van de Dudzeelse polder is kleiner dan 0,05 m. Ter hoogte van de autoterminal ten oosten van de ontlastvloer wordt een grondwaterstandsvaling van 0,5m tot 0,05m berekend. Vanwege de ruwe invoer van het oppervlaktewatersysteem ter plaatse zal de verlaging van de grondwaterstand lager uitvallen dan in de berekening. Uit de berekeningen blijkt eveneens dat de zoute kwelsituatie ter hoogte van de Dudzeelse polder in stand zal blijven. Er kan besloten worden dat er geen significante effecten verwacht worden op het grondwaterlichaam ten gevolge van de geplande bemaling voor de aanleg van de ontlastvloer.

4. Bemaling en mogelijke effecten tijdens de fase van het bouwdok

Door de geplande bemaling tijdens de fase van het bouwdok tot op -7,5m TAW kan door de aanleg van het bouwdok het huidige diepere grondwaterstromingspatroon beïnvloed worden.

Onderstaande bespreking betreft een samenvatting uit de studie “Eindrapport geohydrologie”, opge-maakt door ATLAS, november 2015. Voor meer gedetailleerde info wordt verwezen naar *bijlage 3 en bijlage 9*.

In dit rapport wordt uitgegaan van een bemaling van ca. 1jaar. Na 1 jaar bemalen zal er zich een evenwichtssituatie voordoen. Met andere woorden kan gesteld worden dat de grondwatertafel bij een bemaling langer dan 1 jaar niet verder zal dalen. In de praktijk zal ca. 3,5 jaar zal moeten bemaald worden, maar aangezien zich reeds na 1 jaar een evenwichtssituatie voordoet, zal een bemaling van 3,5 jaar geen bijkomende effecten hebben inzake grondwaterstand.

Inzake zout-zoet-evenwicht heeft een langere bemaling mogelijks wel bijkomende effecten. Daarom werd voor de effecten op het zout-zoet evenwicht een bijkomende studie uitgevoerd, die de mogelijke effecten van een bemaling van 3,5 jaar ten opzichte van een bemaling van 1 jaar beoordeeld (zie bijlage 12). De conclusies worden besproken onder § 5.1.5.6.

Bestaande gegevens zijn geanalyseerd om geohydrologisch inzicht te verkrijgen van de omgeving rondom de projectlocatie. De verwachte effecten op de omgeving met betrekking tot zowel grondwaterstanden en de zoet-zout verdeling zijn berekend met het model van de Universiteit van

Gent, verder genoemd het 'effectmodel'. Ter ondersteuning van het geotechnische ontwerp van de damwanden van het bouwdok is voor de directe omgeving van het bouwdok o.b.v. het "effectmodel" een eenvoudig model gecreëerd om inzicht te verkrijgen in de maatgevende grondwaterstanden en stijghoogtes, verder genoemd het 'bouwputmodel'.

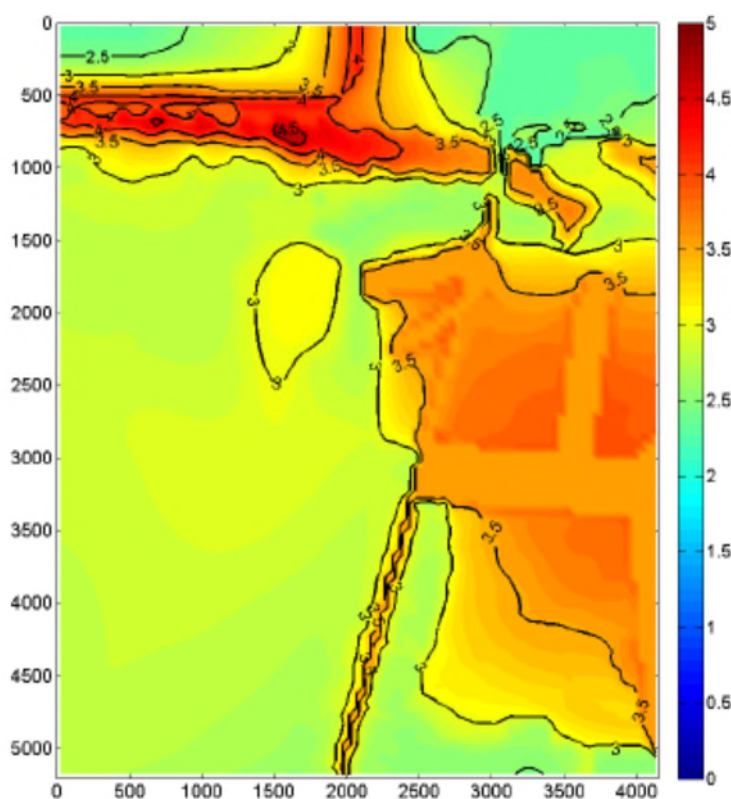
Effectmodel

Er is een grondwatermodel opgesteld door de Universiteit van Gent ter hoogte van het projectgebied. Dit model is opnieuw toegepast met aangepaste randvoorwaarden voor het berekenen van de effecten op de omgeving, met name de effecten op het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied ten zuiden van het geplande bouwdok, en een indicatie van het debiet van de bemaling.

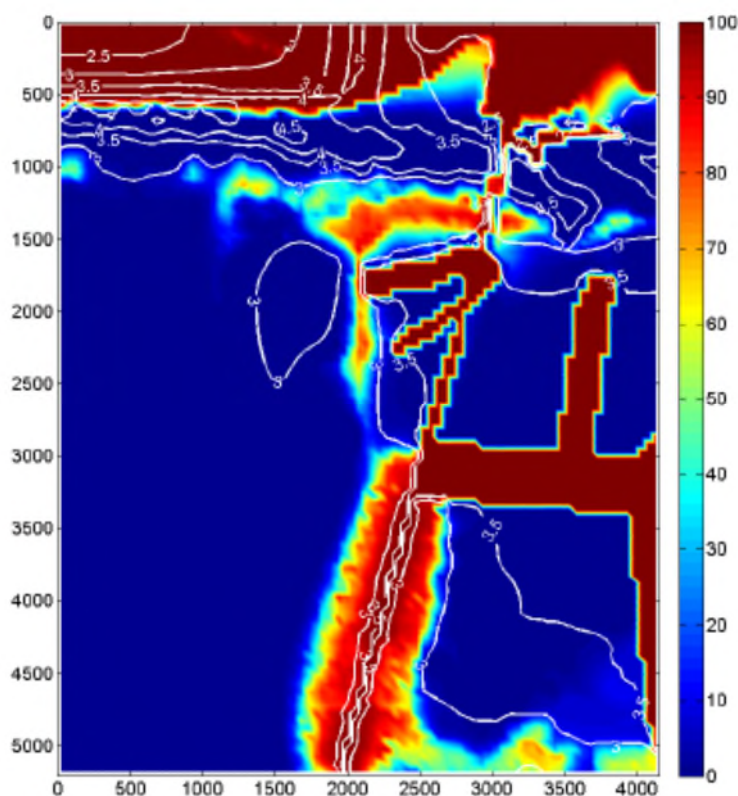
De resultaten van de modellering worden gepresenteerd per situatie. Eerst wordt de huidige situatie kort toegelicht. Deze situatie dient als de referentiesituatie. Vervolgens worden resultaten gepresenteerd met het bouwdok met en zonder retourbemaling ten opzichte van de referentie situatie. De figuren geven de situatie weer 1 jaar na aanvang van de randvoorwaarden.

Huidige situatie

In Figuur 5-11 is de freatische zoetwaterstijghoogte weergegeven. Hierin is zichtbaar dat er kwel plaatsvindt van het oppervlaktewater (o.a. Boudewijnkanaal en Verbindingsdok) naar het laaggelegen deel en de polder. De grondwaterstand ligt tussen de 3 en 3.5 m TAW bij de projectlocatie. In Figuur 5-12 is de zoet-zoutverdeling weergegeven in modellaag 1. Hierin is zichtbaar dat het oppervlaktewater zout is en dat om het Boudewijnkanaal ook zout grondwater wordt aangetroffen. De kadeconstructies bij het Verbindingsdok zijn relatief slecht doorlatend waardoor een zoetwaterbel zich kan vormen.



Figuur 5-11: zoetwaterstijghoogte laag 1 (kleurenschaal en zwarte contourlijnen in mTAW)



Figuur 5-12: zoutwaterpercentages in modellaag 1 in de huidige situatie

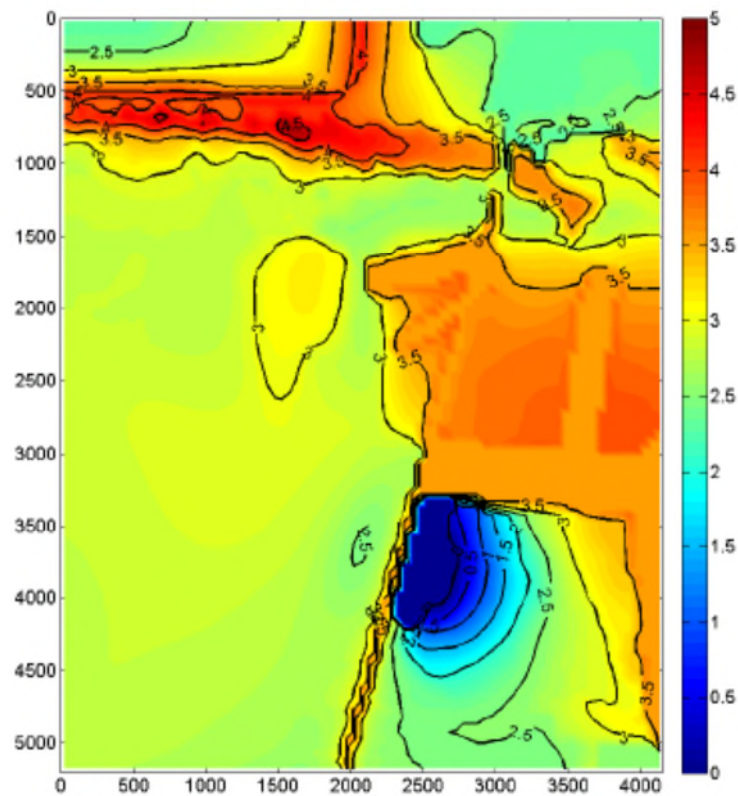
Geplande toestand met bouwdok en zonder retourbemaling

Het effect van de bemaling om het bouwdok droog te houden is weergegeven in Figuur 5-13 en Figuur 5-14. Hierin worden de absolute freatische grondwaterstand en het verschil in stijghoogte in modellaag 2 ten opzichte van de huidige situatie weergegeven. De aanwezigheid van het bouwdok en de bemaling ter plaatse zorgen dat de stijghoogte in de 2^{de} watervoerende laag lokaal verlaagd wordt. Deze verlaging werkt beperkt door in de freatische grondwaterstand. Het verschilplaatje geeft een goede indicatie van de verwachte freatische effecten. Nabij het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied, in de hoek rechtsonder van het model, wordt een verlaging van ca. 0,25 m berekend.

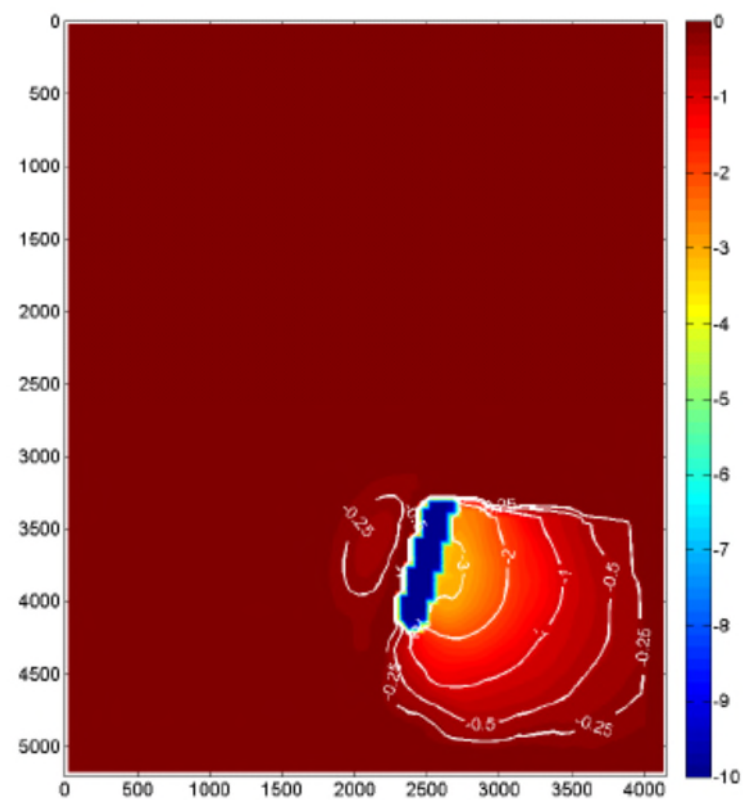
Er wordt een klein freatisch effect berekend aan de overzijde van het Boudewijnkanaal, ordegrootte 0,25 m. Het debiet van de bemaling wordt geschat op ca. 5200 m³/dag om het bouwdok droog te houden. Het debiet kan onderverdeeld worden in een lekdebet door de wanden en verticale stroming door de bodem:

- Horizontaal lekdebet: ca. 225 m³/dag
- Verticale stroming door de bodem: ca. 4975 m³/dag

Het berekende debiet is relatief laag en is omgerekend ca. 38 mm/dag over het gehele oppervlak van het bouwdok.

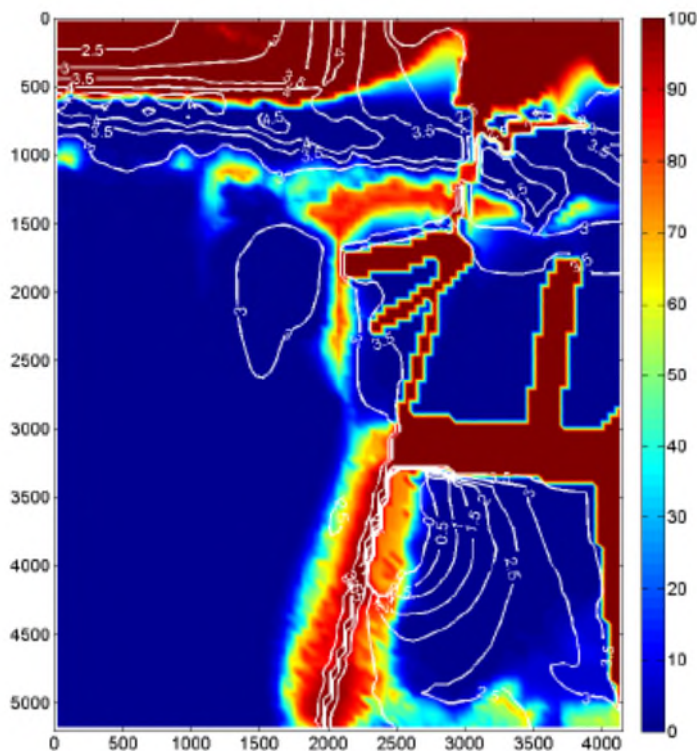


Figuur 5-13: freatische grondwaterstand in mTAW (stijghoogte in bouwput is lager dan 0 m TAW maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden)



Figuur 5-14: verschil stijghoogte in modellaag 2 tov referentiesituatie door aanwezigheid bouwdok

De zoet-zoutverdeling van het grondwater in modellaag 1 is weergegeven in Figuur 5-15. De zoet-zoutverdeling verandert beperkt ten opzichte van de huidige situatie. Nabij het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied wordt een iets lager percentage zout grondwater berekend.



Figuur 5-15: zoutwaterpercentages in modellaag 1 in het scenario met bouwdok en zonder retourbemaling

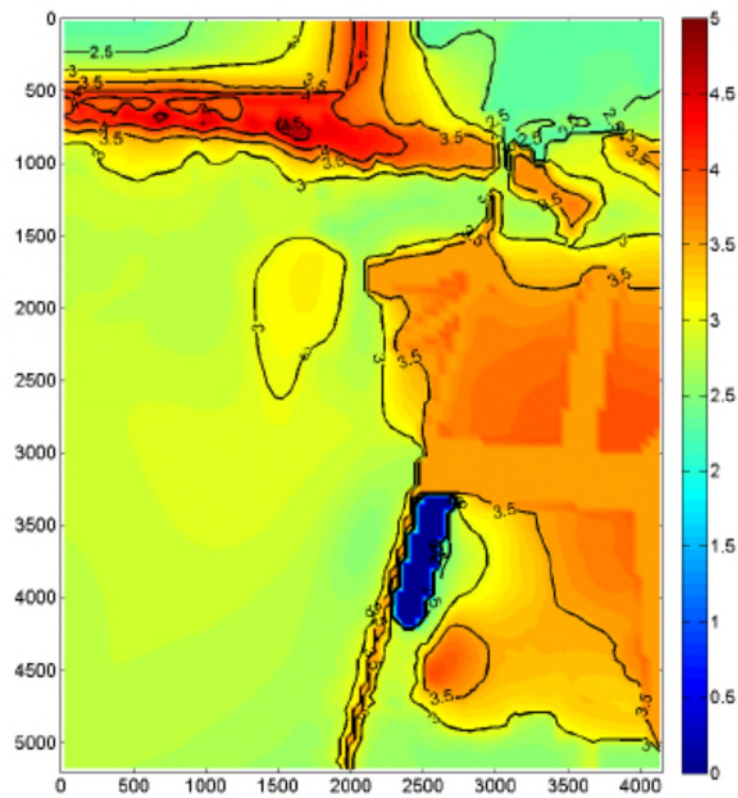
Geplande toestand met bouwdok en retourbemaling

Het toepassen van retourbemaling zorgt voor een milderend effect op de omgeving. De verlaging rondom het bouwdok wordt sterk verminderd ten opzichte van de situatie zonder retourputten. Nabij het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied worden er geen significante effecten meer berekend. In de hoek van het voorgestelde retourputtenveld wordt een verhoging van de grondwaterstand berekend.

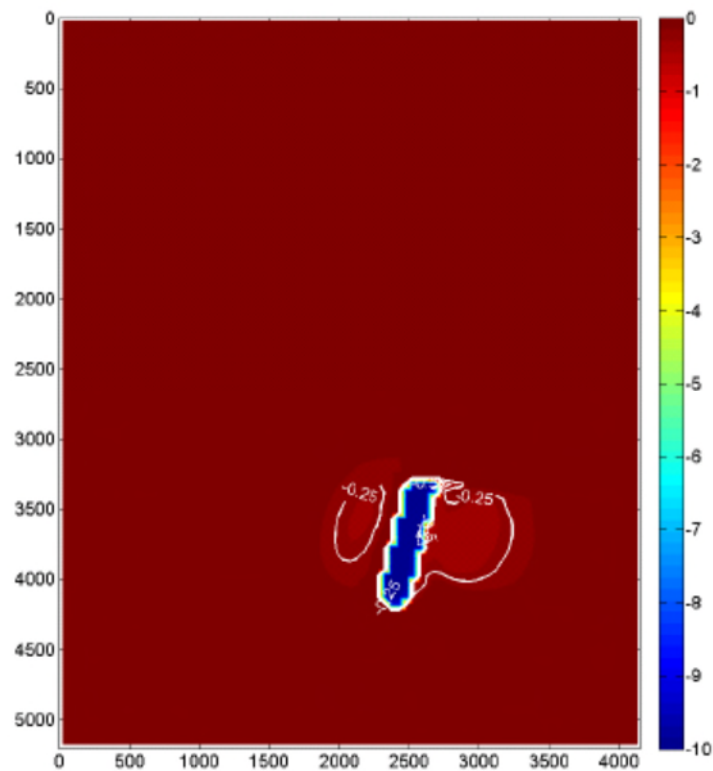
Het debiet van de bemaling wordt geschat op ca. 6.000 m³/dag, maximaal 7.000 m³/dag om het bouwdok droog te houden. Het debiet kan onderverdeeld worden in een lekdebiet door de wanden en verticale stroming door de bodem:

- Horizontaal lekdebiet: ca. 300 m³/dag
- Verticale stroming door de bodem: ca. 5600 m³/dag
- Retourdebiet is ca. 3000 m³/dag, of ca. 135 m³/dag per put

Het debiet is toegenomen ten opzichte van de situatie zonder retourbemaling, maar de toename is beperkt. Omgerekend moet er nu 43 mm/dag over het gehele oppervlak van het bouwdok weggepompt worden. Dit is een toename van ongeveer 13%. De kwelsituatie wordt beschouwd aan de hand van de doorsnedes, zie verder.

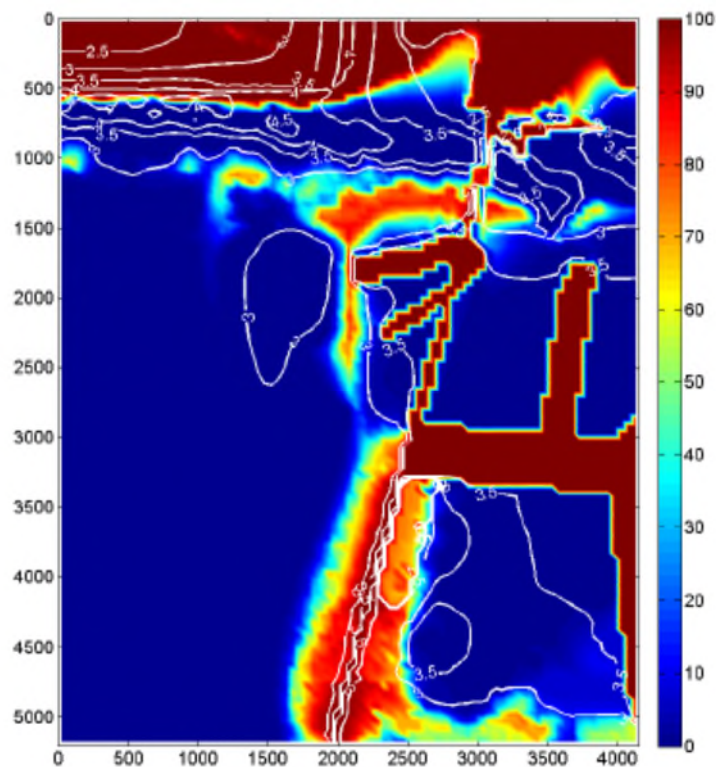


Figuur 5-16: freatische grondwaterstand in mTAW (stijghoogte in bouwput is lager dan 0m TAW maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden)



Figuur 5-17: verschil stijghoogte in modellaag 2 tov referentiesituatie door aanwezigheid bouwdok met retourbemaling

De zoet-zout verdeling van het grondwater is weergegeven in Figuur 5-18. Hierin is te zien dat de situatie weinig verandert ten opzichte van de referentie situatie. Nabij het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied worden iets hogere zoutwater concentraties berekend.

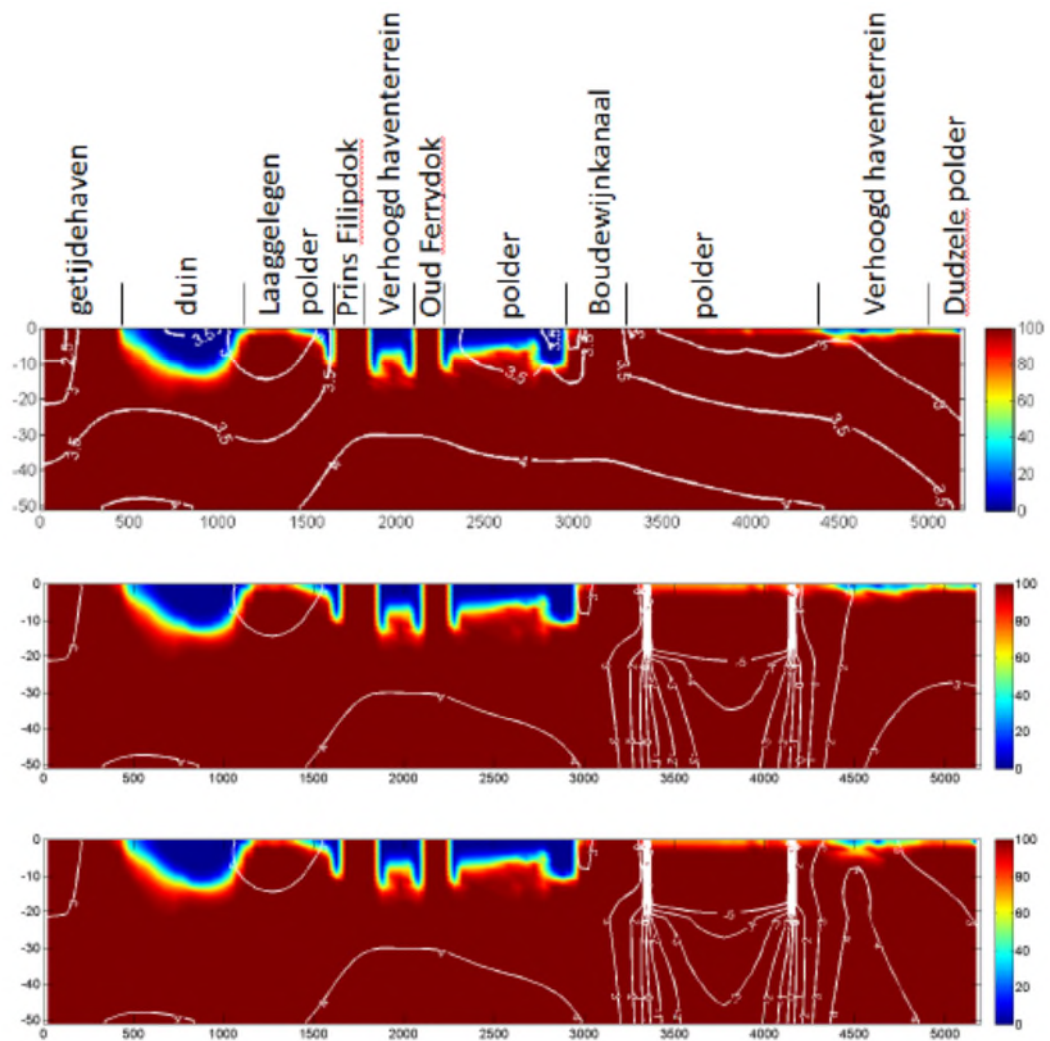


Figuur 5-18: zoutwaterpercentages in modellaag 1 in scenario met retourbemaling

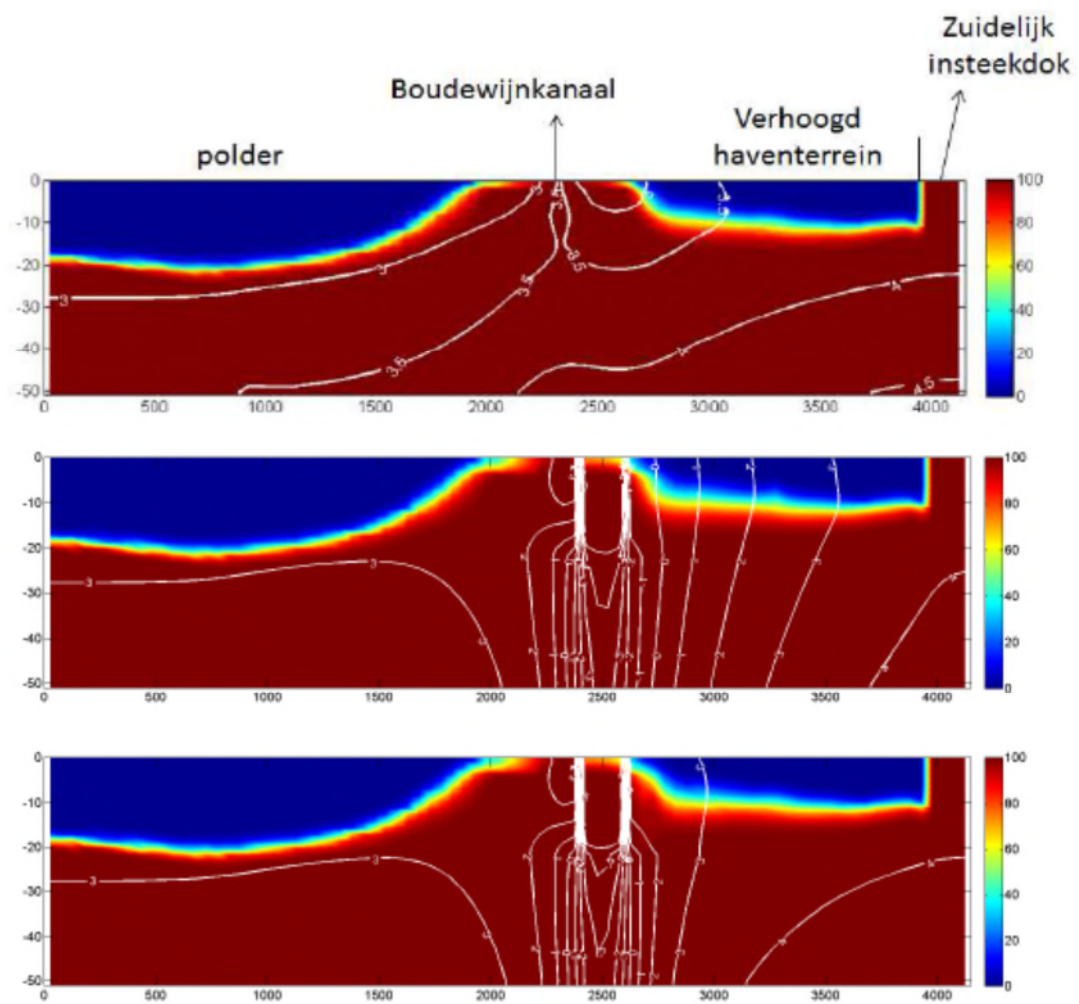
Kwel

De volgende figuren laten een doorsnede in kolom 50 van het model zien in de huidige situatie, het scenario met het bouwdok, en het scenario met het bouwdok en retourbemaling. In Figuur 5-19 is zichtbaar dat de hoeveelheid kwel afneemt bij aanwezigheid van het bouwdok ten opzichte van de huidige situatie. Voor het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied is het belangrijk dat er een kwelsituatie blijft bestaan. Dit is voor beide scenario's met het bouwdok het geval echter is de kwelflux bij toepassing van retourbemaling groter.

In Figuur 5-20 is de werking van retourbemaling duidelijk zichtbaar. De stijghoogte onder het verhoogde haventerrein wordt minder verlaagd en de situatie blijft dichterbij de huidige situatie. Voor het minimaliseren van de effecten van de bemaling voor het bouwdok is de toepassing van retourbemaling een geschikte maatregel.



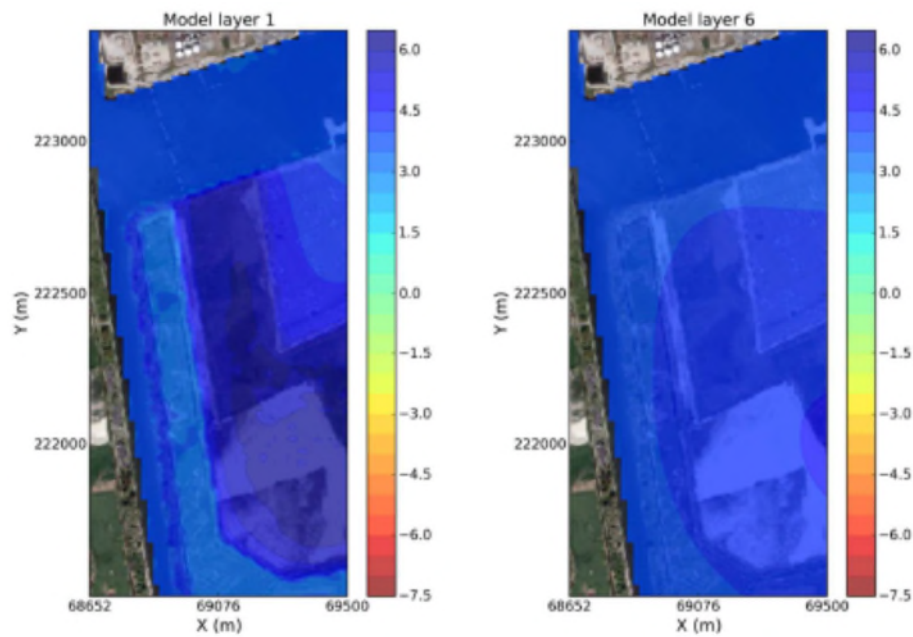
Figuur 5-19: doorsnedes met zoutwaterpercentages (kleurenschaal) en stijghoogtes (witte contourlijnen) langs kolom 50 voor (van boven naar onder) de huidige situatie, scenario met bouwdok en scenario met bouwdok en retourbemaling



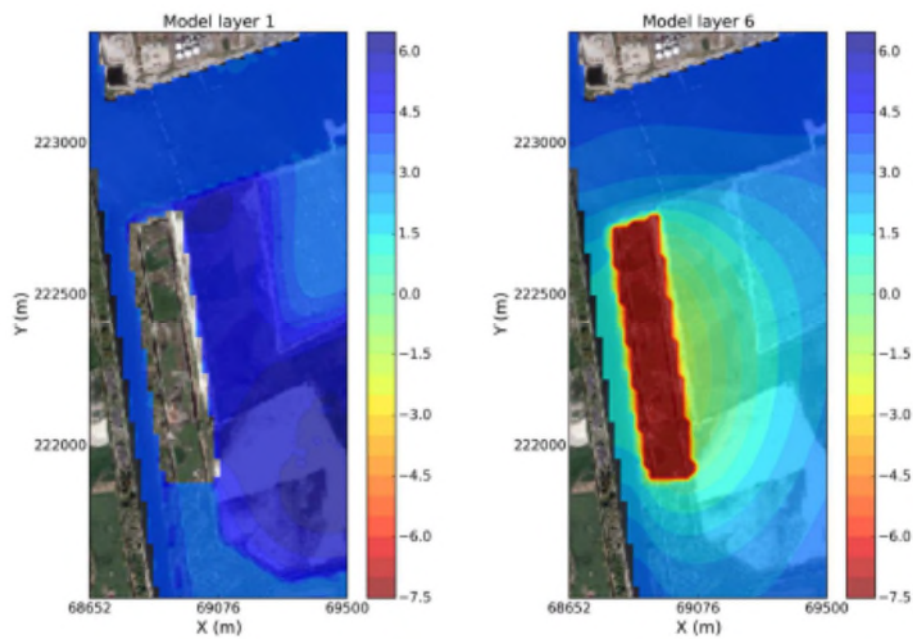
Figuur 5-20: doorsnedes met zoutwaterpercentages (kleurenschaal) en stijghoogtes (witte contourlijnen) langs rij 75 voor (van boven naar onder) de huidige situatie, scenario met bouwdok en scenario met bouwdok en retourbemaling

Bouwputmodel

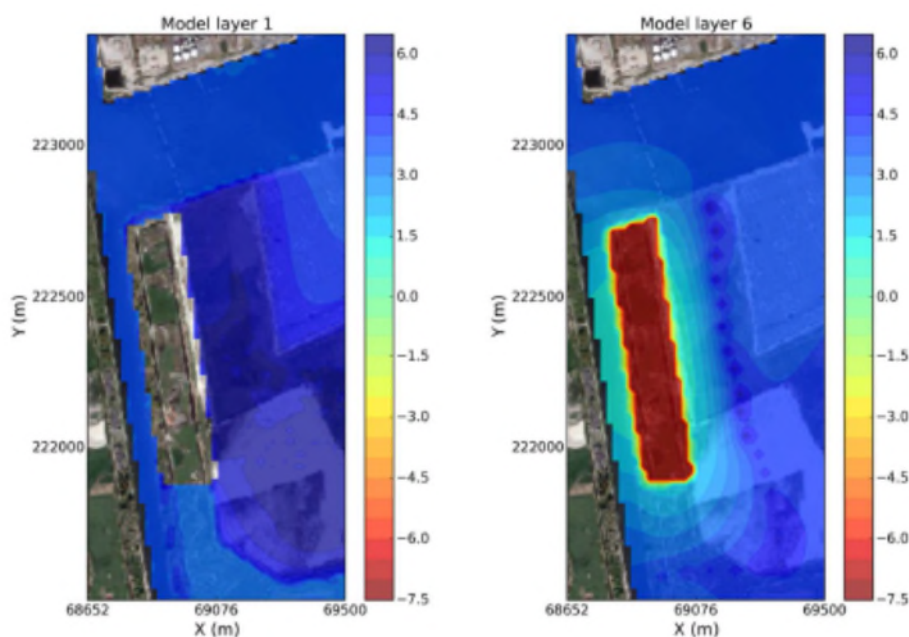
Het is belangrijk om te vermelden dat het model door de geringe hoeveelheid beschikbare metingen niet gekalibreerd is en enkel een indicatie geeft van het geohydrologische gedrag nabij het bouwdok. Wel is de invoer voor het model conservatief geschat, waardoor het een worstcase situatie betreft.



Figuur 5-21: grondwaterstand en stijghoogte in de huidige situatie berekend met het 'bouwputmodel'



Figuur 5-22: grondwaterstand en stijghoogte van de geplande situatie met bouwdok berekend met het 'bouwputmodel' met bouwdok

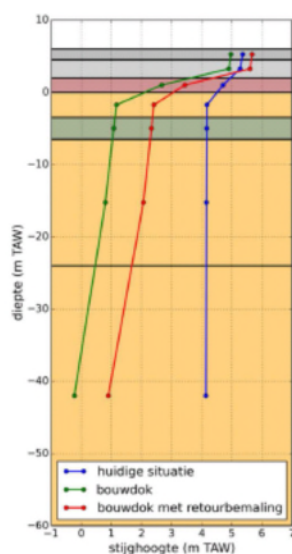


Figuur 5-23: grondwaterstand en stijghoogte van de geplande situatie met bouwdok en retourbemaling berekend met het 'bouwputmodel'

Grondwaterstanden en stijghoogtes langs damwanden

In Figuur 5-24 staat de meest ongunstige stijghoogte direct naast het bouwdok uitgezet tegen de diepte. Voor de diepte is telkens het midden van de modellagen gebruikt. Voor de stijghoogte is rondom het bouwdok gekeken naar de aangrenzende modelcel met de hoogste waarde in elke laag. Op basis van die waarden is de volgende grafiek voor alle drie de situaties getekend. De stijghoogtes zijn zoutwater stijghoogtes, dus voor omrekenen naar belastingen moet de dichtheid van zout water, van ca. 1020 kg/m³ gebruikt worden.

Het is duidelijk te zien dat de toepassing van retourbemaling een verhoging van de stijghoogtes veroorzaakt in de eerste twee modellagen. De aanwezige bemaling van het bouwdok zorgt voor een verlaging van de stijghoogte in de dieper gelegen lagen (de laag waar ook de bemaling in plaatsvindt).



Figuur 5-24: maatgevend verloop van de zoutwaterstijghoogte met de diepte voor de verschillende situaties

Uit bovenstaande studie blijkt dat bemaling van het bouwdok een verlaging van het grondwater teweeg brengt. Deze wordt echter reeds beperkt door de aanwezigheid van damplanken en van de kademuur, waardoor er in de onmiddellijke omgeving van het bouwdok enkel een verticale grondwaterstroming kan optreden in het grondwaterreservoir dat boven de basis van de damplanken en de kademuur voorkomt. Ter hoogte van de grondwatertafel zijn de effecten **zonder retourbemaling** voornamelijk in zuidelijke en oostelijke richting waarneembaar. In oostelijke richting kan de grondwaterstand van 2,75 tot 0,25m dalen. De noordrand van de Dudzeelse polder valt zonder retourbemaling in het verlaginginterval van 0,25 à 0,75 m. In noordelijke richting van het bouwdok is geen enkel effect waarneembaar door de aanwezigheid van het zeer brede Verbindingsdok. In westelijke richting is de invloed aan de watertafel beperkt (hier mildert het Boudewijnkanaal het effect van de bemaling in het bouwdok).

Onderstaand worden mogelijke bemalingen met retourbemaling besproken. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het grondwater geretourneerd zal worden in dezelfde laag als waar het onttrokken werd.

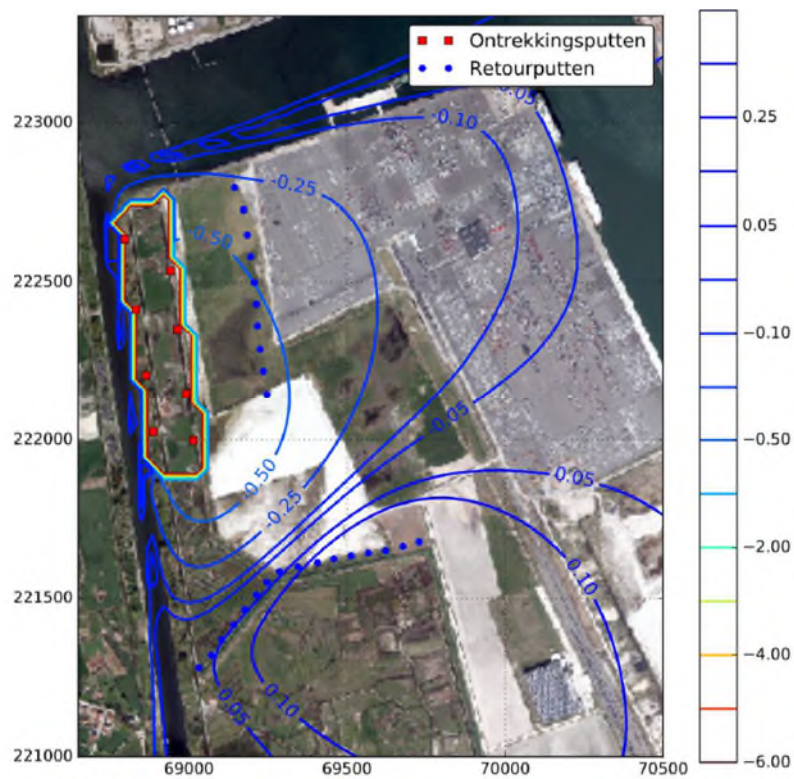
Indien bemaald wordt **met retourbemaling** (zoals omschreven in § 5.1.3.2), beperkt de daling van het grondwater zich tot 0,25 m ten oosten van het bouwdok. Ter hoogte van de noordelijke rand van de Dudzeelse polder wordt een verhoging van de grondwaterstand berekend tot maximaal 0,75 m, zie ook Figuur 5-47.

In bijlage 7 werd eveneens onderzocht wat het effect op de Dudzeelse polder is als er **enkel retourbemaling aan de zuidzijde** van het bouwdok wordt geplaatst. In dit geval, en ervan uitgaande dat de debieten van de injectieputten ongewijzigd blijven ten opzichte van het scenario met retourbemaling, zal er een verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte optreden bij de Dudzeelse polder ten opzichte van het scenario met retourbemaling rondom het bouwdok. De verlaging wordt veroorzaakt door het weglaten van injectieputten en kan grotendeels opgevangen worden door het debiet van de overgebleven injectieputten te verhogen of door extra retourputten aan te leggen. Het invloedsgebied van een injectieput is sterk afhankelijk van de lokale bodemopbouw maar is geschat op ca. 1000 m.

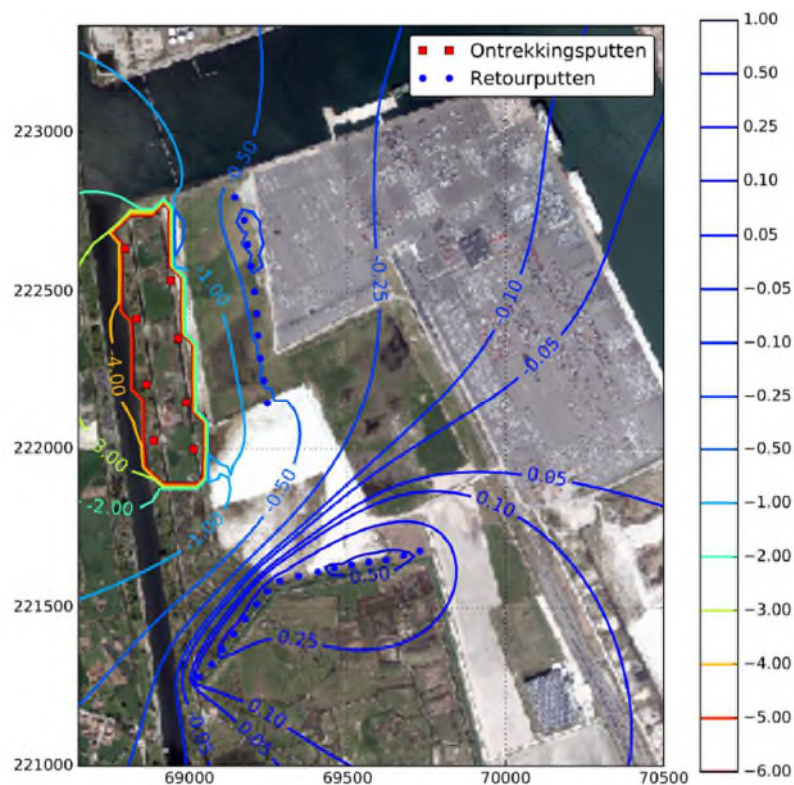
In bijlage 9 werd deze bemaling geoptimaliseerd. In deze geoptimaliseerde bemaling wordt er **retourbemaling toegepast ter hoogte van de Dudzeelse polder en ter hoogte van de autoterminal**. Hierbij wordt ca. 50% van het onttrokken water geretourneerd. Voor de verdere technische details van deze beschouwde bemaling wordt verwezen naar bijlage 9.

Uit onderstaande figuren blijkt dat de grondwaterstand bij deze bemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder maximaal ca. 0,1 m zal stijgen en ter hoogte van de autoterminal max. 0,5m zal dalen. De stijghoogte bij de Dudzeelse polder zal maximaal ca. 0,5m stijgen. Hiermee treedt er een beperkte toename van de grondwaterstand en stijghoogte op in het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied, waarbij de kwelsituatie in stand gehouden wordt. Met verdere optimalisatie van het debiet tijdens de aanleg en uitvoering kan deze verhoging verder gereduceerd worden.

Er kan besloten worden dat de grootste effecten zullen optreden bij een bemaling zonder retourbemaling. In dit geval worden de effecten op het grondwaterlichaam als beperkt negatief beoordeeld (-1), rekening houdende met de tijdelijke duur ervan. Deze grondwaterstands daling kan echter wel voor aanzienlijk negatieve effecten zorgen inzake de stabiliteit van de terminal en de voorkomende vegetatie binnen de bemalingskegel, zie verder. Er worden geen significante effecten verwacht op het grondwaterlichaam indien bij de bemaling van het bouwdok retourbemaling wordt toegepast ten zuiden en ten oosten van het tijdelijk bouwdok.



Figuur 5-25: freatische verlaging (oostzijde kanaal) als gevolg van bemaling bouwdok met retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en de terminal (bron: ATLAS)



Figuur 5-26: verlaging van de stijghoogte in de 1^{ste} watervoerende laag als gevolg van de bemaling van het bouwdok inclusief retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en de terminal (bron: ATLAS)

Het tijdelijk bouwdok wordt voorzien van een drainagesysteem voor hemelwaterafvoer. Dit drainagesysteem staat los van de bemaling voor grondwater die het bouwdok droog moet houden ten gevolge van het lek- en kweldebiet naar het bouwdok. Dit hemelwaterafvoersysteem moet in den droge worden aangebracht. Sommige onderdelen (de collectorbuizen en de pompputten) komen dieper te liggen dan het bemalingspeil. De grondwaterstand zal hiervoor in de **aanlegfase** tijdelijk verder verlaagd moeten worden. Bij het definitief ontwerp dient onderzocht te worden of het voorgestelde bemalingssysteem voor grondwater toegepast kan worden om deze tijdelijke extra verlaging te realiseren. In de definitieve ontwerpfase dient het ontwerp van het bouwdok in de grondwatermodellen geactualiseerd te worden indien dit tot significante veranderingen in de berekende effecten zou leiden. Vanuit de discipline fauna en flora wordt tijdens de bemalingsfase een concreet monitoringsprogramma opgelegd, zie §5.5.9. Indien de bijkomende verlaging die nodig is voor de aanleg van de afwatering voor een significante daling zou zorgen van het grondwater, dienen bijkomende maatregelen genomen te worden, zoals beschreven in het monitoringsprogramma.

Verder is het ook mogelijk dat ter plaatse van de bergingslocaties voor uitgegraven grond, het grondwatervniveau kan beïnvloed worden ten gevolge van de **berging van gronden**. Afhankelijk van de dikte en grootte van de ophoging kan er zich een nieuwe grondwatertafel instellen in de opgehoogde terreinen. Uit bijlage 7 blijkt dat de toename in stijghoogte en grondwaterstand als gevolg van de extra belasting beperkt is. Verwacht wordt dat de zandlagen goed drainerend werken. In de slappe klei- en veenlagen zal consolidatie optreden en neemt de stijghoogte toe. Deze lagen zullen samengedrukt worden en er zullen als gevolg zettingen optreden. Gezien de beperkte dikte van de slappe lagen zijn de effecten hiervan beperkt. Er worden geen significante effecten op de grondwaterstand of stijghoogte ter plaatse van de Dudzeelse polder verwacht als gevolg van de extra belasting van het gronddepot. Indien de grond nat wordt gedeponneerd zal er echter een toename in de grondwaterstand optreden. Deze toename in grondwaterstand zorgt voor een ondiepe stroming vanuit het depot naar de omgeving. De stroming zal grotendeels afgevangen worden door de aanwezige waterlopen. Het effect op de grondwaterstanden bij de Dudzeelse polder zal naar verwachting klein zijn, en kan verder gemitigeerd worden door het aanleggen van een drainerende sloot rondom het gronddepot.

De bemaling (met en zonder retourbemaling) zal geen aanzienlijke impact veroorzaken op bestaande grondwaterwinningen in de buurt van het projectgebied.

Bij het onder water zetten van het bouwdok wordt de bemaling stopgezet en kan het grondwater terug op zijn oorspronkelijk niveau komen.

5. Effect van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal op het grondwater

Na het beëindigen van het project zal het Boudewijnkanaal verbreed en verdiept zijn over de lengte van de aangelegde kaaimuur. Hierdoor komt het oppervlaktewater theoretisch dichterbij te liggen (ten opzichte van de huidige situatie), waardoor het verhang tussen het oppervlaktewaterpeil en polderpeil over een kortere afstand optreedt. Dit verschil is een relatief kleine verandering ten opzichte van de oorspronkelijke situatie. Er wordt verwacht dat de invloed ervan klein zal zijn. Het is theoretisch mogelijk dat er iets meer kwel optreedt, maar dit zal door de grachten in de polder afgevoerd worden. Er wordt geen merkbare vernatting van de polder verwacht in de eindsituatie.

Alternatieven

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake grondwaterpeil en grondwaterstroming indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW

5.1.5.5 Wijziging van stabiliteit

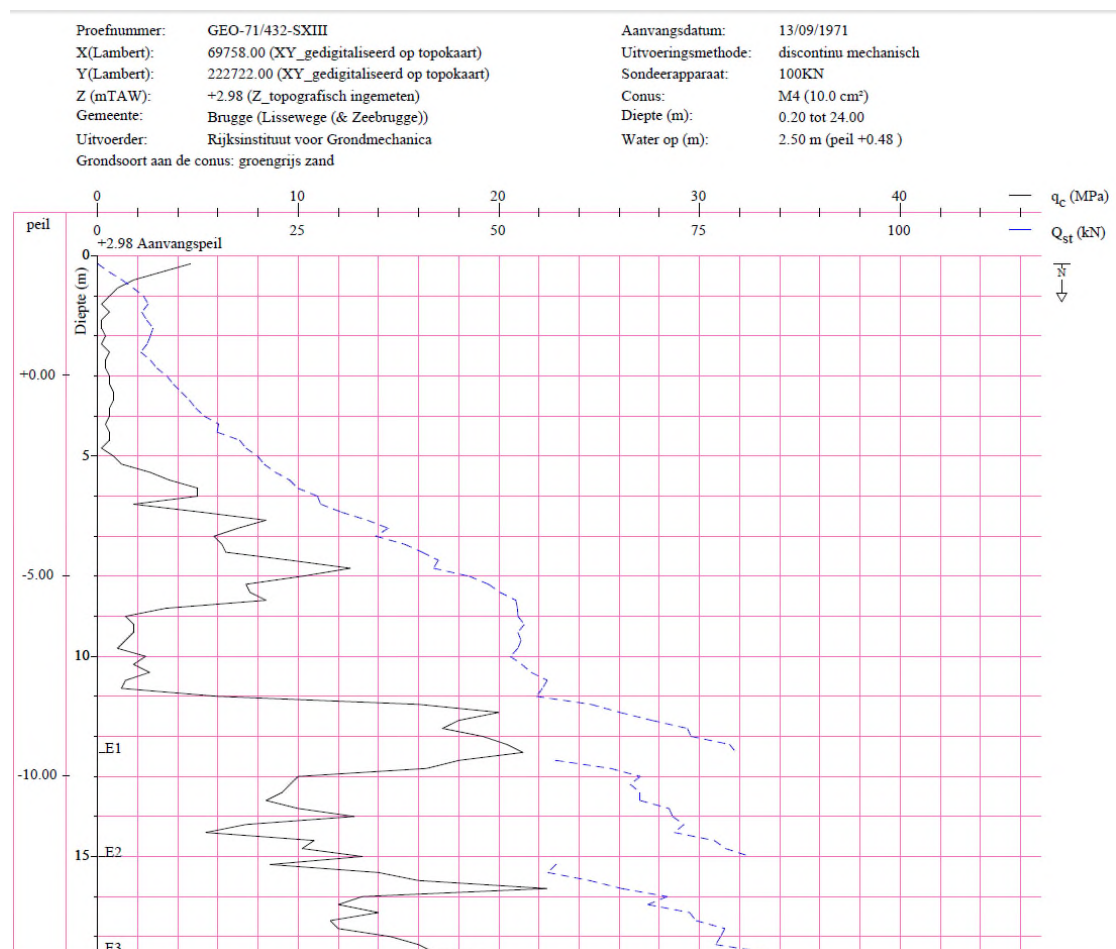
Bodemzettingen

Bodemzetting kan optreden door het toepassen van bemaling in samendrukbare lagen. De mate waarin zetting optreedt wordt bepaald door de diepte tot waar bemaald wordt en door de samendrukbaarheid van de door de bemaling beïnvloede bodemlagen. Algemeen geldt dat hoe dieper

bemaald wordt, hoe groter de kans op zettingen. Wat de samendrukbaarheid van de bodemlagen betreft, geldt dat vooral klei- en veenlagen gevoelig zijn voor zetting. Zandlagen zijn in principe minder gevoelig aangezien zand minder samendrukbaar is.

Binnen het invloedsgebied van de geplande bemalingen bestaat de bodem gedeeltelijk uit ophoogzanden en gedeeltelijk uit poelgronden en kreekruigen. Ten gevolge van de lage samendrukbaarheid zijn ophoogzanden in principe minder gevoelig voor bodemzettingen. De poelgronden en kreekruigen bestaan uit natte veen- en kleilagen, die wel zeer zettingsgevoelig zijn.

Zettingen zijn hoofdzakelijk van belang daar waar zettingsgevoelige structuren (gebouwen) aanwezig zijn binnen de bemalingskegel. In de omgeving van het projectgebied zijn geen gebouwen aanwezig, met uitzondering van 1 gebouw binnen de autoterminal. Ter hoogte van de autoterminal zelf dient schade ten gevolge van eventuele zettingen echter ook vermeden te worden.



Figuur 5-27: weerstandsdigram in de omgeving van het gebouw binnen de autoterminal (bron: DOV)

Via DOV is er een sonderingsverslag in de nabije omgeving van het gebouw binnen de autoterminal beschikbaar, daterend van 1971. Hieruit blijkt dat het maaiveld zich toen op 2,98m TAW bevond en dat de eerste 5m onder het maaiveld gekenmerkt werden door niet-draagkrachtige lagen. Ondertussen werd het maaiveld opgehoogd tot ca. 6,2 m TAW en werd de autoterminal gerealiseerd. Hierdoor is het mogelijk dat een aantal van deze niet-draagkrachtige lagen reeds verdicht is. Echter, zonder bijkomend onderzoek kan dit niet éénduidig gesteld worden. Ook bij kleine grondwaterstandsverlagingen zijn mogelijke zettingen ter hoogte van de autoterminal niet volledig uit te sluiten. Er kan namelijk binnen het invloedsgebied van de (retour)bemaling mogelijks een wijziging optreden in de

waterdruk op de diepte van de voorkomende veenlagen. Een beperkte wijziging op het niveau van de grondwater tafel impliceert bijgevolg niet per definitie dat er ter hoogte van de voorkomende veenlagen niets relevant kan wijzigen.

Ten gevolge van de dieptebemaling tijdens de aanleg van de diepwand

Uit § 2.3.2.2 blijkt dat een dieptebemaling tijdens de aanleg van de kaaimuur wellicht niet nodig zal zijn. Indien dit toch het geval zou zijn, blijkt uit § 5.1.5.4 dat de effecten op de grondwaterstand in de omgeving van de autoterminal beperkt zijn. De verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de autoterminal bedraagt maximaal ca. 0,5 m. Hiermee is de kans op schade ter hoogte van de autoterminal te wijten aan eventuele zettingen eerder beperkt. Er wordt voorgesteld mogelijke zettingsverschijnselen ter hoogte van de autoterminal te monitoren tijdens de geplande bemaling. Indien zettingsverschijnselen worden waargenomen dienen de nodige maatregelen getroffen te worden om verdere verzakking van het terrein te voorkomen, bijvoorbeeld het aanpassen van de (retour)bemaling (locaties en debieten injectieputten, etc.).

Ten gevolge van de bemaling tijdens de aanleg van de ontlastvloer

De grondwaterstand zal ten oosten van de ontlastvloer 1,5m dalen op korte afstand van de ontlastvloer, en 0,5m tot 0,05m ter hoogte van de autoterminal. De kans op zettingen ter hoogte van de autoterminal wordt beperkt ingeschat, maar kan niet volledig uitgesloten worden. Er wordt voorgesteld mogelijke zettingsverschijnselen ter hoogte van de autoterminal te monitoren tijdens de geplande bemaling. Indien zettingsverschijnselen worden waargenomen dienen de nodige maatregelen getroffen te worden om verdere verzakking van het terrein te voorkomen, bijvoorbeeld het aanpassen van de (retour)bemaling (locaties en debieten injectieputten, etc.).

Ten gevolge van de bemaling tijdens de fase van het bouwdok

Zonder retourbemaling zal de grondwaterstand ter hoogte van de autoterminal 0,25 m tot 2,75 m dalen door de geplande bemaling. Dit betekent dat de grondwaterstand ook zal wijzigen ter hoogte van de zeer zettingsgevoelige veen- en kleilagen. Aangezien het hierdoor niet uit te sluiten is dat mogelijke zettingen schade aanbrengen aan de autoterminal, wordt bemaling zonder retourbemaling niet aanvaardbaar geacht. Er dient bijgevolg retourbemaling toegepast te worden.

Door toepassing van **retourbemaling rondom het bouwdok** worden deze effecten sterk verminderd. De mogelijke grondwaterstands daling ter hoogte van de autoterminal blijft in dit geval beperkt tot 0,25 m, waardoor de kans op zettingen ter hoogte van de autoterminal sterk beperkt wordt.

In het geval van bemaling met **enkel retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en ter hoogte van de terminal** zal de grondwaterstand ter hoogte van de autoterminal maximaal 0,5m dalen. Hiermee is de kans op schade ter hoogte van de autoterminal te wijten aan eventuele zettingen eerder beperkt. Er wordt voorgesteld mogelijke zettingsverschijnselen ter hoogte van de autoterminal te monitoren tijdens de geplande bemaling. Indien zettingsverschijnselen worden waargenomen dienen de nodige maatregelen getroffen te worden om verdere verzakking van het terrein te voorkomen, bijvoorbeeld het aanpassen van de (retour)bemaling (locaties en debieten injectieputten, etc.).

➔ Voor alle geplande bemalingen dient in het uitvoeringsontwerp de bemaling dusdanig opgesteld te worden ((gedeeltelijke) retourbemaling indien nodig + locaties en debieten injectieputten, etc.) dat schade door zettingen ter hoogte van de autoterminal vermeden wordt. Verder dienen mogelijke zettingsverschijnselen ter hoogte van de autoterminal gemonitord te worden tijdens de geplande bemalingen. Indien zettingsverschijnselen worden waargenomen dienen de nodige maatregelen getroffen te worden om verdere verzakking van het terrein te voorkomen, bijvoorbeeld het aanpassen van de (retour)bemaling (locaties en debieten injectieputten, etc.).

Ten gevolge van het bergen van uitgegraven / uitgebaggerde grond

Ook ter hoogte van de bergingslocaties kan, ten gevolge van de berging van de uitgegraven grond, zetting van de bodem optreden. Bergingslocatie 2 en de uitbreiding van bergingslocatie 1 zijn ter hoogte van opgehoogd gebied gelegen. Deze ophoogzanden zijn weinig tot niet gevoelig voor

bodemzetting (neutraal effect), echter de onderliggende klei- en veengronden wel. Ter hoogte van bergingslocatie 1 bestaat de bodem gedeeltelijk uit antropogeen verstoorde bodem, uitgeveende poelgrond en overdekte kreekruiggronden (klei en zand). Hierdoor bestaat een kans op zettingen ter hoogte van deze bergingslocatie. Echter, zettingen ter hoogte van de bergingslocaties zullen geen negatieve effecten veroorzaken op eventueel aanwezige structuren (gebouwen, ondergrondse leidingen,...).

Stabiliteit taluds bouwdok

Binnen de eerste fase van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal wordt de aanleg van een tijdelijk bouwdok voorzien. Tijdens de fase dat het bouwdok in exploitatie is, dient de stabiliteit van de taluds van het bouwdok verzekerd te zijn. In de nota in bijlage 5 werd de stabiliteit van de taluds van het bouwdok onderzocht. Meer info is ook terug te vinden onder § 2.3.2.4.

Aangezien de stabiliteit gedurende de volledige aanleg en exploitatie van het bouwdok moet worden behouden is er een integraal plan van stabiliserende maatregelen opgesteld dat zelfs bij de uiterste condities voldoet. De stabilisatie-maatregelen aan de buitenzijde van het bouwdok werken voornamelijk tegen oppervlakkige instabiliteit en ondiepe bezwijkmechanismen en als erosiebescherming.

In de huidige situatie zijn de taluds van het Boudewijnkanaal niet bekleed. Er is dan ook erosie waar te nemen langs beide oevers van het kanaal. Door de aanleg van het tijdelijk bouwdok zal zich geen extra erosie voordoen in het Boudewijnkanaal. Enkel de erosie die zich in bestaande toestand al voordoet zal zich verder zetten. Het buitentalud van het bouwdok wordt omwille van stabiliteitsredenen tijdens de aanleg en exploitatie van het bouwdok bekleed met geotextiel. In de nota in bijlage 8 wordt gesteld dat dit geotextiel de erosie reeds zal reduceren. Tevens zal in het contract van de aannemer voor de Scheldetunnel een eis worden opgenomen, waarin beschreven staat dat het buitentalud stabiel moet blijven gedurende de gebruiksduur van het bouwdok, inclusief de fase waar de tijdelijke damwanden verwijderd worden. De aannemer heeft hiermee een inspectie- en onderhoudsverplichting om te kunnen voldoen aan deze eis. Onderhoud zal mogelijk bestaan uit het opnieuw aanvullen en profileren van het talud op de plaatsen waar erosie heeft plaatsgevonden.

Na het uitvaren van de tunnelelementen, wordt de geotextiel op de taluds terug verwijderd, waarna ook de talud tussen het bouwdok en het Boudewijnkanaal verwijderd wordt. Gezien aan de oostelijke kant van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal een volledig afgewerkte kaaimuur zal gerealiseerd zijn, worden hier geen stabiliteitsproblemen verwacht tijdens en na uitvoering van het geplande project.

Ter hoogte van de betoncentrale worden geen significante effecten inzake stabiliteit verwacht.

Alternatieven

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake stabiliteit indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW

5.1.5.6 Verstoring zoet-zoutevenwicht

Momenteel komt in de Achterhaven van Zeebrugge zowel zoet als zout grondwater voor. Van nature uit wordt het grondwaterreservoir gekenmerkt door zout water. Onder de ophogingen en de oude kreek en geulen is het mogelijk dat er in de loop van de eeuwen zoetwaterlenzen zijn ontstaan. Door de geplande bemalingen kan een wijziging van het zoet-zoutevenwicht verwacht worden. Er wordt op basis van de uitgevoerde modeleringen echter verwacht dat het evenwicht zich nagenoeg zal herstellen na het stopzetten van de bemalingen.

Ten gevolge van de dieptebemaling tijdens de aanleg van de diepwand

Uit § 2.3.2.2 blijkt dat een dieptebemaling tijdens de aanleg van de kaaimuur wellicht niet nodig zal zijn. Indien dit toch het geval zou zijn werd in bijlage 9 gesteld dat de stijghoogte in de 1ste

watervoerende laag in de berekeningen verandert met minder dan 0,05 m en dat de kwelflux niet significant zal veranderen ten opzichte van de huidige situatie.

Ten gevolge van de bemaling tijdens de aanleg van de ontlastvloer

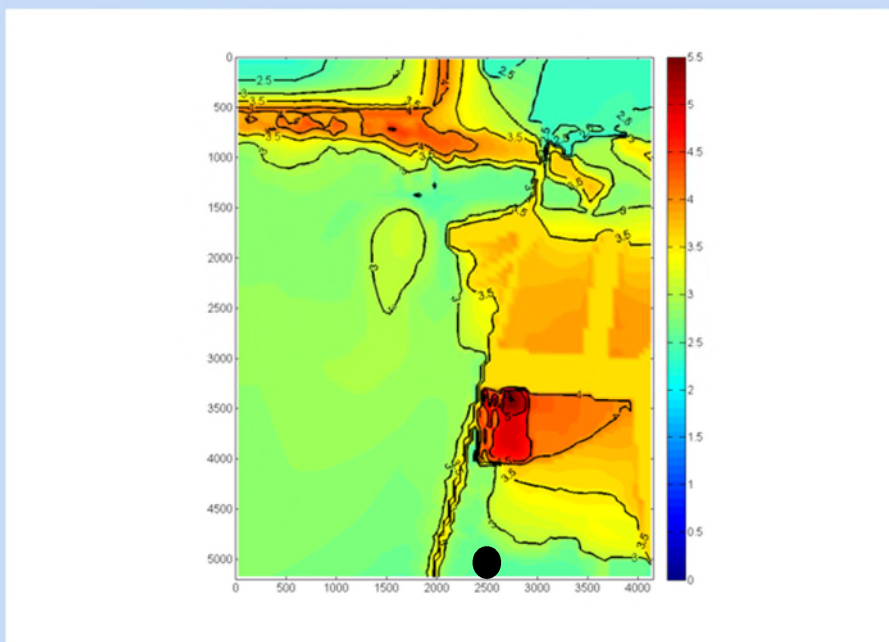
Uit de berekeningen blijkt dat de zoute kwelsituatie ter hoogte van de Dudzeelse polder in stand zal blijven (meer info, zie bijlage 9).

Ten gevolge van de bemaling tijdens de fase van het bouwdok

De zoet-zoutverdeling van het grondwater in modellaag 1 bij bemaling **zonder retourbemaling** is weergegeven in Figuur 5-15. De zoet-zout verdeling verandert in deze situatie beperkt ten opzichte van de huidige situatie. Nabij het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied wordt een iets lager percentage zout grondwater berekend. De zoet-zout verdeling van het grondwater bij **retourbemaling rondom het bouwdok** is weergegeven in Figuur 5-18. Hierin is te zien dat de situatie weinig verandert ten opzichte van de referentiesituatie. Nabij het gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied worden iets hogere zoutwater concentraties berekend. De retourbemaling kan nog geoptimaliseerd worden door water met het meest geschikte zoutgehalte in de juiste laag te retourneren. Uit bijlage 9 blijkt dat de stijghoogte ter plaatse van de Dudzeelse polder niet significant zal beïnvloed worden bij een bemaling waarbij **enkel retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en de terminal** wordt toegepast.

Er dient opgemerkt te worden dat de berekeningen in bijlage 3 uitgaan van een bemaling van 1 jaar. In praktijk zal echter ca. 3,5 jaren dienen bemaald te worden (ca. 1,5 jaar aanleg bouwdok en ca. 2 jaar bouwtijd elementen tot inundatie bouwdok), waardoor de berekende wijziging een onderschatting kan zijn. De mogelijke effecten voor een bemaling van 3,5 jaar worden weergegeven in bijlage 13. In deze bijlage wordt het effect van een bemaling van 3 jaar nagegaan zonder retourbemaling (=scenario1) en met enkel retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en de terminal (=geoptimaliseerde retourbemaling, scenario 2). Onderstaand worden voor modellaag 1 (=van watertafel tot -0,7m TAW) en modellaag 2 (= van -0,7m tot -2,2m TAW) de verschilkaarten weergegeven voor het zoutwaterpercentage ten opzichte van de huidige toestand. Hierbij wordt rekening gehouden met de huidige evolutie van het zoutwaterpercentage in de komende 3 jaar.

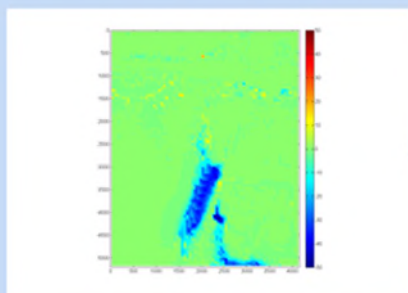
Zoetwaterstijghoogte laag 1 na 3 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Zoetwaterstijghoogte in laag 1 na 3 jaar in de huidige toestand met aanduiding van de ligging van het noordelijk deel van de Dudzeelse polder (zwarte stip) ter hoogte van rij 5000 en kolom 2500.

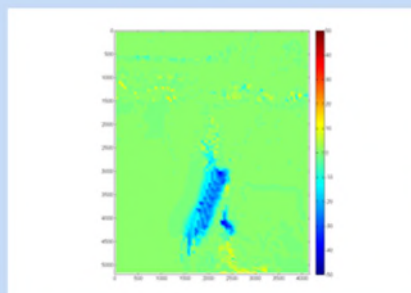
Verskil in Sw% Sc1-HT laag 1 na 3 jaar



Verskil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

Verskil in Sw% Sc2-HT laag 1 na 3 jaar

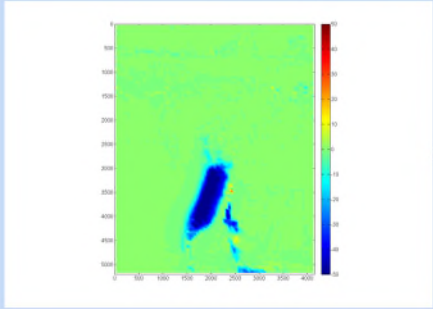
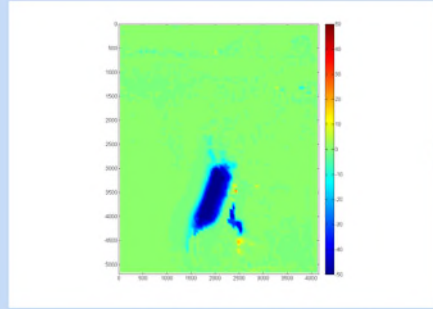


Verskil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

Verskil in zoetwaterstijghoogte in laag 1 na 3 jaar zonder retourbemaling

Verskil in zoetwaterstijghoogte in laag 1 na 3 jaar bij geoptimaliseerde retourbemaling

<p>Vershil in <u>Ps</u> Sc1-HT laag 2 na 3 jaar</p>  <p>Vershil in <u>Sw%</u> (kleurenschaal en witte contourlijnen) in %</p> <p>Negatieve waarden wijzen op daling <u>Sw%</u> in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)</p> <p>Vershil in zoetwaterstijghoogte in laag 2 na 3 jaar zonder retourbemaling</p>	<p>Vershil in <u>Sw%</u> Sc2-HT laag 2 na 3 jaar</p>  <p>Vershil in <u>Sw%</u> (kleurenschaal en witte contourlijnen) in %</p> <p>Negatieve waarden wijzen op daling <u>Sw%</u> in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)</p> <p>Vershil in zoetwaterstijghoogte in laag 2 na 3 jaar bij geoptimaliseerde retourbemaling</p>
---	---

Uit bovenstaande figuren blijkt dat er zonder retourbemaling een verzoeting optreedt ter hoogte van de noordelijke strook van de Dudzeelse polder en bij een geoptimaliseerde bemaling een lichte verzilting, zowel in laag 1 als laag 2. Vanuit de discipline grondwater wordt bijgevolg aanbevolen om bij het bemalen van het bouwdok deze uit te voeren volgens scenario 2. Voor de aanwezige flora in de Dudzeelse polder is het echter belangrijk dat het zoet-zoutevenwicht niet verstoord wordt. Daarom wordt bij de discipline Fauna en Flora een monitoringsprogramma opgelegd om het zoet-zoutevenwicht in de Dudzeelse polder op te volgen, zie §5.5.9.

De beperkte breedte van het huidige Boudewijnkanaal t.o.v. het brede Verbindingsdok genereert een beperkte watervlaging, een iets geringere zoute kwel en een geringe afname in zoutgehalte ten westen van het bouwdok / Boudewijnkanaal. Deze verzoeting kan secundaire gevolgen hebben voor de vegetatie en de mens (landbouw). De effectbeoordeling ten opzichte van de receptoren wordt besproken in de respectievelijke disciplines (met name Fauna en Flora en Mens).

Ten gevolge van de bergingslocaties

Echter, ook door de geplande ophogingen ter hoogte van de bergingslocaties, kan een wijziging in het zoet-zoutevenwicht verwacht worden. Door een verhoogde infiltratie in deze zone kan hier namelijk een verzoeting verwacht worden. Gezien de berging thv de bergingslocatie 1 als een tijdelijke berging beschouwd wordt totdat gestart wordt met fase 2 van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal, wordt deze verzoeting als een tijdelijk effect beschouwd. Uit bijlage 7 blijkt dat de toename in stijghoogte en grondwaterstand als gevolg van de extra belasting beperkt is. Verwacht wordt dat de zandlagen goed drainerend werken.

Ten gevolge van het innemen van een deel van de waterloop Eivoordebeek / Zijdelings Vaartje

Omdat er voor de inname van een deel van de Eivoordebeek / Zijdelings Vaartje een nieuwe verbinding wordt voorzien, worden er geen effecten verwacht op de migratie van zout water naar de polders. De verlegde waterloop zal voor buffering zorgen.

Alternatieven

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake mogelijke verstoring van het zout-zoet evenwicht indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.1.6 Nabestemming en ontwikkelingsscenario's

De uitgegraven grond zal gestockeerd zijn ten zuiden van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal. Bij de verdere verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal (of wanneer er reeds vroeger een

bestemming voor de grond gevonden wordt) zal deze terug afgegraven worden. In relatie tot de totale voorziene verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal betekent dit echter geen negatief effect inzake grondverzet. De totale hoeveelheid grond die zou moeten uitgegraven worden blijft immers gelijk en zou zonder realisatie van onderhavig project gewoon gestockeerd worden op een andere locatie. Realisatie van onderhavig project heeft bijgevolg geen invloed op de totale groundbalans van de volledige verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal.

De mogelijke beperkte verstoring van het zoet-zout evenwicht in de Dudzeelse polder veroorzaakt door de gestockeerde grond ter hoogte van bergingslocatie 1 zal zich grotendeels terug herstellen op het moment dat de 2^{de} fase van de uitbreiding van het Boudewijnkanaal wordt uitgevoerd. De gestockeerde grond wordt dan namelijk nagenoeg volledig terug verwijderd.

Na de afwerking van de kaaimuur, het verwijderen van de werfzone en van de grondstock zal het deel van het projectgebied achter (ten oosten van) de kaaimuur worden ingenomen als haventerrein (ca. 15 ha). De exacte invulling van dit gebied is op heden nog niet gekend, maar logischerwijs zal het gaan om watergebonden op- en overslagactiviteiten. Normaliter zal hierbij (quasi) heel het terrein verhard worden. Door toepassing van de normen van het Hemelwaterbesluit dient ervoor gezorgd te worden dat deze verharding geen significante impact heeft op het grondwaterpeil in de omgeving. Tevens moeten bij de exploitatie de nodige maatregelen getroffen worden om verontreiniging van het grondwater in de omgeving (b.v. met geleeke olie van machines of voertuigen) te vermijden of desgevallend te remediëren. Er worden bij het exploiteren van het haventerrein geen significante effecten inzake profielverstoring verwacht. Er kan immers aangenomen worden dat er geen grootschalige ondergrondse volumes zullen gerealiseerd worden. De enige vergraving die er verwacht wordt is deze ten gevolge van funderingswerken. Aangezien het terrein momenteel al meer dan 3m opgehoogd is ten opzichte van het oorspronkelijke maaiveld, worden er geen significante effecten ten aanzien van het oorspronkelijk profiel verwacht.

5.1.7 Conclusies

De profielverstoring wordt ter hoogte van het projectgebied als negatief tot aanzienlijk negatief beschouwd ten gevolge van de aanwezigheid van poelgronden en kreekruigen met goede profielontwikkeling. Milderende van dit effect is echter niet mogelijk.

Uitvoering van het project gaat gepaard met een aanzienlijk grondverzet. Dit grondverzet is echter eigen aan het project en kan niet gemilderd worden. Alle grond wordt geborgen binnen het projectgebied of afgevoerd voor gebruik in projecten binnen en buiten de haven van Zeebrugge. Om de opportuniteiten om de uitgegraven bodem te hergebruiken als primaire oppervlaktedelfstof niet te hypothekeren, dient een oordeelkundige afgraving te gebeuren die rekening houdt met de verschillende aanwezige geologische lagen.

Wat de wijziging van de grondwaterstroming betreft, zal er zowel tijdens de fase van de aanleg van de ontlastvloer en kesp als tijdens de fase van de aanleg en exploitatie van het bouwdok een tijdelijke wijziging optreden gezien er telkens een bemaling dient toegepast te worden. Zonder retourbemaling (in oostelijke richting) reiken de verlagingcontouren tijdens de fase van het bouwdok in oostelijke richting tot tegen het Zuidelijke insteekdok en in zuidelijke richting tot de noordrand van de Dudzeelse polder. Met retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en ter hoogte van de terminal kan een significante grondwaterstandswijziging in de Dudzeelse polder en ter hoogte van de autoterminal vermeden worden. Er worden geen significante effecten verwacht op het grondwaterlichaam ten gevolge van de geplande bemaling voor de aanleg van de ontlastvloer en de kesp.

Mogelijks dient ook een bemaling toegepast te worden voor de aanleg van de diepwand. Indien dit het geval is, zal standaard een retourbemaling uitgevoerd worden ter hoogte van de Dudzeelse polder, waardoor significante grondwaterstandswijzigingen hier vermeden worden. De berekende grondwaterstandsdalingen ter hoogte van de autoterminal blijven beperkt, waardoor het risico op zettingen ter hoogte van de autoterminal ook beperkt blijft.

Ter hoogte van de bergingslocatie(s) is de invloed op de grondwaterstand en –stroming verwaarloosbaar tot beperkt negatief. In de besteksvoorwaarden voor de aannemers zal opgenomen worden dat er geen schade door zettingen mag optreden ter hoogte van de autoterminal als gevolg van de

grondwaterstandsverlaging. Het risico op zettingen wordt beperkt ingeschat, indien tijdens de fase van het bouwdok een retourbemaling wordt toegepast zoals omschreven in bijlage 9. Tijdens de geplande bemalingen dient de grondwaterstand gemonitord te worden en indien noodzakelijk dient de retourbemaling bijgesteld te worden om aanzienlijke effecten te voorkomen (zie ook milderende maatregelen fauna en flora).

Tijdens de tussenfase van het bouwdok zullen de taluds aan beide zijden van de dijk tussen het Boudewijnkanaal en het bouwdok voldoende verstevigd worden. Na afloop van het project zal deze dijk verwijderd zijn.

Wat bodem- en grondwaterverontreiniging betreft, wordt de invloed van het project op de bodemkwaliteit, omwille van de genomen preventieve maatregelen en de snelle interventie bij het optreden van calamiteiten als verwaarloosbaar tot beperkt negatief beschouwd. Bij de toepassing van retourbemaling is de kans op verspreiding van de mogelijke verontreiniging met Arseen ter hoogte van de noordelijke delen van de zoekzone voor werfzone en bergingslocatie 2 het kleinst.

De verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal en berging van de uitgegraven gronden zal het zoet-zoutevenwicht slechts in beperkte mate verstoren tijdens de tussenfase van het bouwdok volgens de uitgevoerde modelleringen. Bij het toepassen van retourbemaling zal de situatie volgens het gebruikte model weinig veranderen ten opzichte van de referentiesituatie. Daarnaast wordt aanbevolen dat retourbemaling wordt toegepast ter hoogte van de Dudzeelse polder en dat de retourbemaling verder wordt afgesteld en gemonitord door de aannemer indien zich aanzienlijke effecten zouden voordoen, zie ook monitoring fauna en flora.

Als laatste wordt opgemerkt dat er geen significante effecten worden verwacht op de bodem en het grondwater door het verplaatsen van de hoogspanningsleiding via een horizontaal gestuurde boring onder het Boudewijnkanaal.

5.1.8 Milderende maatregelen en aanbevelingen

- Toepassen van de voorgestelde retourbemaling tijdens de aanleg van de diepwand en de aanleg en exploitatie van het bouwdok om negatieve effecten inzake grondwaterstandsval te milderen en het risico op verspreiding van mogelijke aanwezige verontreinigingen te beperken.
- toepassen van retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder in de fase van het bouwdok + afstellen en monitoring van de retourbemaling door de aannemer indien zich aanzienlijke effecten zouden voordoen, zie monitoring fauna en flora.
- Monitoring van de grondwaterstand en de saliniteit ter hoogte van de Dudzeelse polder tijdens het volledige project + aanpassen van de (retour)bemaling indien zich aanzienlijke effecten zouden voordoen, zie monitoringsprogramma in de discipline fauna en flora.
- Voor alle geplande bemalingen dient in het uitvoeringsontwerp de bemaling dusdanig opgesteld te worden (retourbemaling indien nodig + locaties en debieten injectieputten, etc.) dat schade door zettingen ter hoogte van de autoterminal vermeden wordt. Verder dienen mogelijke zettingsverschijnselen ter hoogte van de autoterminal gemonitord te worden tijdens de geplande bemalingen. Indien zettingsverschijnselen worden waargenomen dienen de nodige maatregelen getroffen te worden om verdere verzakking van het terrein te voorkomen, bijvoorbeeld het aanpassen van de (retour)bemaling (locaties en debieten injectieputten, etc.).
- Het voorgestelde bemalingssysteem voor grondwater optimaliseren indien noodzakelijk voor het realiseren van een tijdelijke extra verlaging voor de aanleg van het drainagesysteem.
- Bij het optreden van calamiteiten bij de aanleg van de kaaimuur, het bouwdok en de bouw van de tunnelelementen kan de bodem verontreinigd worden. Bij calamiteiten met verontreinigde stoffen dient er dan ook overgegaan te worden tot een snelle interventie.
- Monitoring van de stabiliteit van de taluds tijdens de aanleg en exploitatie van het bouwdok en het aanbrengen van extra verstevigingen indien noodzakelijk.

- Gezien de grote hoeveelheid grondverzet, is het belangrijk na te gaan of er opportuniteiten zijn om de uitgegraven bodem te herbruiken als primaire oppervlaktedelfstoffen. Er wordt aanbevolen in het bestek voor de aannemer(s) op te nemen dat deze het herbruikbare deel van de uitgegraven grond mag / kan herbruiken / afvoeren ten behoeve van andere projecten indien hij dit wenst.

5.2 Oppervlaktewater

5.2.1 Afbakening van het studiegebied

Het studiegebied strekt zich uit tot de volledige zone waarbinnen de kwaliteit en kwantiteit van het omgevende oppervlaktewater kan worden beïnvloed. Veiligheidshalve wordt de grens van de invloedssfeer genomen op 200 m van de grens van het projectgebied. Op macroschaal kan het studiegebied zich eventueel verder uitstrekken over alle door het project beïnvloede waterlopen (debiet, waterkwaliteit,...) indien er belangrijke wijzigingen in de waterafvoer zouden optreden.

5.2.2 Juridische en beleidsmatige context

Het projectgebied is gelegen in het bekken van de Brugse Polders, behorende tot het stroomgebied van de Schelde. De stroomgebiedsbeheerplannen voor Schelde en Maas 2016-2021 kunnen geraadpleegd worden via www.integraalwaterbeleid.be. Deze plannen bevatten maatregelen om de toestand van de waterlopen en het grondwater te verbeteren en om het overstromingsrisico te verminderen. Het stroomgebiedsbeheerplan Schelde heeft geen acties opgenomen ter hoogte van het studiegebied.

Eén van de belangrijkste elementen uit het Decreet Integraal Waterbeleid (18/07/2003) is het uitvoeren van een 'watertoets' (aangepast uitvoeringsbesluit 14/10/2011). De watertoets houdt in dat voor elk plan, programma of vergunningsplichtig project dient te worden nagegaan of dit schadelijk effecten heeft op het watersysteem. Indien dit het geval is, dient te worden gezocht naar milderende of compenserende maatregelen. Eventueel kan op basis van een negatieve watertoets een plan, programma of project worden geweigerd. De watertoets wordt zowel opgenomen in het hoofdstuk oppervlaktewater als in een apart hoofdstuk achteraan in het MER.

5.2.3 Methodologie

5.2.3.1 Methodiek beschrijving bestaande situatie

Voor het beschrijven van de referentiesituatie in het MER baseert de deskundige zich op basisinformatie die ter beschikking is of kan worden gesteld (desktop informatie). Voor het onderzoek naar de oppervlaktewaterkwantiteit en -huishouding in het studiegebied wordt in het MER gebruik gemaakt van o.a.:

- Watertoetskaarten;
- Stroomgebiedsbeheerplannen;
- VMM-databank;
- MER Bouwdokken (2007);
- Kennisgeving MER SHIP.

5.2.3.2 Aanpak geplande toestand

De voornaamste effecten die verwacht worden voor de discipline oppervlaktewater, zijn de volgende:

- wijzigingen in afwateringsstructuur
- effecten op waterkwantiteit
- effecten op waterkwaliteit

Ten gevolge van de aanleg van verharde oppervlaktetes, uitgravingen en berging van uitgegraven gronden zal de afwatering van gebieden beïnvloed worden. Wijziging van natuurlijke afwateringsystemen wordt negatief beoordeeld. Permanent verlies van oppervlaktewateren of een overschrijding van de buffercapaciteit van de ontvangende waterloop (bijvoorbeeld door lozing van waterstromen) met potentieel wateroverlast tot gevolg wordt als aanzienlijk negatief beschouwd. Lozing van waterstromen op het oppervlaktewater waarbij de buffercapaciteit van de ontvangende

waterloop niet wordt overschreden, wordt als niet significant tot beperkt negatief beschouwd. Overschrijding van de buffercapaciteit van de ontvangende waterloop wordt kwalitatief ingeschat.

Ten gevolge van de lozing van waterstromen op het oppervlaktewater en het optreden van calamiteiten kan ook de kwaliteit van het oppervlaktewater beïnvloed worden.

Tabel 5-3 Beoordelingscriteria en significantiekader discipline water

Effecten	Criterium	Methodiek	Significantie
Wijzigingen in afwateringsstructuur	Verstoring bestaande afwatering	Kwalitatieve beschrijving effecten op afwatering. Richtlijnen m.b.t. gewenste afwateringsstructuur	Mate van verstoring van bestaande afwatering
Effecten op waterkwantiteit	Wijziging buffercapaciteit ontvangende waterloop	kwalitatieve inschatting	Mate van overschrijding van wijziging van de buffercapaciteit.
Effecten op waterkwaliteit	Verwachte wijziging waterkwaliteit	Kwalitatieve bespreking, aannames m.b.t. voorkomen calamiteiten, huidige oppervlaktewaterkwaliteit	Kwalitatieve bespreking, effecten zijn significant als de waterkwaliteit van de waterloop wijzigt, als verontreiniging ontstaat, verplaatst wordt of wordt gesaneerd
	Verwachte wijziging structuurkwaliteit	GIS-analyse, terreinbezoek (meters waterloop met (zeer) waardevolle structuurkwaliteit)	Kwalitatieve bespreking, effecten zijn significant als de structuur van de waterlopen wijzigt

5.2.4 Beschrijving referentietoestand

Hydrografie

Het projectgebied bevindt zich in het bekken van de Brugse Polders, meer bepaald binnen het deelbekken van de Zwinstreek. Het Boudewijnkanaal vormt de grens tussen het deelbekken van de Zwinstreek en het deelbekken Oudlandpolder Blankenberge.

Het projectgebied is gelegen in het deel van het bekken van de Zwinstreek tussen Brugge en de haven van Zeebrugge. De waterhuishouding van dit deelbekken wordt algemeen bepaald door het Zijdelings Vaartje en het Leopoldkanaal. Hierbij gebeurt de watertoevoer via het Zijdelings Vaartje, dat op haar beurt gevoed wordt door de Ringvaart (Brugge). De afwatering gebeurt via het Leopoldkanaal. Het Schipdonkkanaal en het Boudewijnkanaal spelen geen rol in de waterhuishouding van dit gebied.

Binnen het studiegebied kunnen drie gebieden onderscheiden worden: opgespoten havengebied (al dan niet verhard), niet-opgespoten havengebied en poldergebied. De verbreding van het Boudewijnkanaal (fase 1), bergingslocatie 1 en het zuidwestelijk deel van de zoekzone voor werfzone zijn gelegen in niet-opgespoten havengebied, terwijl het oostelijk deel van de zoekzone voor werfzone, bergingslocatie 2 en de uitbreiding voor bergingslocatie 1 momenteel wel reeds opgespoten zijn.

In het opgespoten havengebied komen, met uitzondering van de dokken, geen waterlopen meer voor. De afwatering van verharde zones gebeurt er grotendeels via de dokken. De dokken in het project-

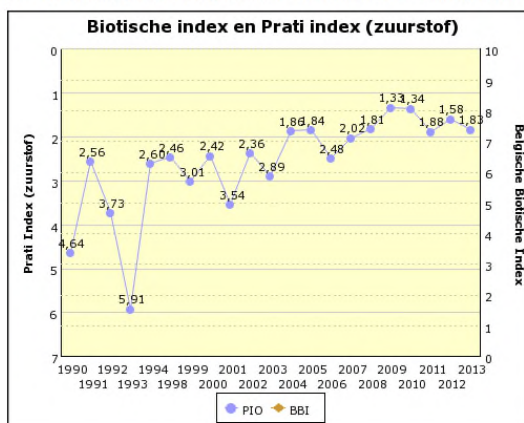
risicozone voor overstromingen of recent overstroomd gebied (ROG). Enkel de Dudzeelse polder wordt wel aangeduid als ROG en beperkte delen ervan ook als risicozone voor overstromingen.

Waterkwaliteit



OW FLA WWW GRAFIEK BIOTISCHE INDEX EN PRATI INDEX

Nummer : 816000
 Omschrijving : Dudzele, Dudzeelse Brug
 Gemeente1 : Brugge
 Waterloop : BOUDEWIJNKANAAL
 VHA Waterlichaam Via Segment Naam : VL05_190 - BOUDEWIJNKANAAL + ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE
 VHA Bekken Punt Omschrijving MOW : Brugse Polders
 X/Y : 69334/218432 VHA-Saliniteit : Onbekend Type Stroming Omschrijving : Stilstaand VHA Kwaliteit Omschrijving : Viswater VHA Categorie Omschrijving : Bevaarbaai

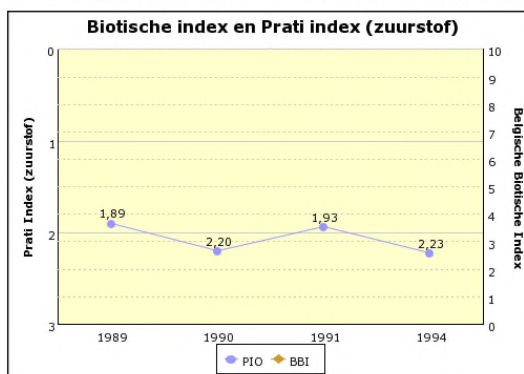


Figuur 5-29 Evolutie Prati-index (PIO) ter hoogte van meetpunt 816000



OW FLA WWW GRAFIEK BIOTISCHE INDEX EN PRATI INDEX

Nummer : 814000
 Omschrijving : Zeebrugge, Prins Filipsdok
 Gemeente1 : Brugge
 Waterloop : BOUDEWIJNKANAAL
 VHA Waterlichaam Via Segment Naam : VL05_190 - BOUDEWIJNKANAAL + ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE
 VHA Bekken Punt Omschrijving MOW : Brugse Polders
 X/Y : 68420/224700 VHA-Saliniteit : Onbekend Type Stroming Omschrijving : Stilstaand VHA Kwaliteit Omschrijving : Viswater VHA Categorie Omschrijving : Bevaarbaai



Figuur 5-30 Evolutie Prati-index (PIO) ter hoogte van meetpunt 814000

Zowel stroomaf- als stroomopwaarts het projectgebied bevindt zich een VMM-meetpunt op het Boudewijnkanaal, waar de Prati-index wordt bepaald. Uit de resultaten van de **Prati-index**¹² blijkt dat de chemische waterkwaliteit van het Boudewijnkanaal de laatste jaren als aanvaardbaar tot matig verontreinigd wordt aangeduid. De **Belgische Biotische Index**¹³ werd niet bepaald in deze meetpunten.

Ook in de stroomgebiedsbeheerplannen wordt een beoordeling gemaakt van de waterlichamen. Het Boudewijnkanaal wordt als volgt aangeduid:

Ecologisch(e) Toestand/Potentieel					
* Evaluatie biologische elementen:					
fyto	benthos	fyto	plankton	macrofyten	macroinvertebraten
			Goed		vis
* Evaluatie biologie ondersteunende fysisch-chemische elementen:					
Ontoereikend					Toetstype: Bs
Parameter	Evaluatie	Toets		Klassegrenzen	Eenheid
Fosfor, totaal	Ontoereikend	zomergemiddelde	2012	> 0.22, <= 0.33	mgP/L
Stikstof, totaal	Goed	zomergemiddelde	2012	<= 1.8	mgN/L
Temperatuur	Goed	maximum	2012	<= 25.0	°C
Zuurstof, opgeloste	Goed	10 percentiel	2012	>= 6	mg/L
pH	Goed	maximum	2012	>= 7.5, <= 9.0	-
pH	Matig	minimum	2012	< 7.5	-

Gevaarlijke stoffen	
Evaluatie:	Slecht
Toetstype:	Prioritaire stoffen_zoet

Aantal gemeten stoffen	
Klasse	Aantal
Conform	31
Niet-conform	2

Toetsing	
Bepalend voor de chemische toestand (prioritaire stof)	
Bepalend voor de ecologische toestand	
Boor, opgelost	
Uranium, opgelost	

Ter hoogte van het te verbreden deel van het Boudewijnkanaal (fase 1) zijn binnen het geoloket van de VMM geen concrete gegevens bekend over het zoutgehalte van het water in het Boudewijnkanaal. Ca. 2 km ten noorden, net ten zuiden van de spoorbrug, is wel een meetpunt gelegen. De laatste metingen dateren van 1994. Toen bedroeg het chloridegehalte gemiddeld tussen de 3.500 mg/l en 1.150 mg/l. In de kennisgeving van het MER van het SHIP-project wordt het water in het Boudewijnkanaal als brak omschreven, gezien het in verbinding staat met de Achterhaven (door dichtheidsstroming vanuit de sluizen).

¹² De basis-Prati-index wordt bepaald op basis van het percentage zuurstofverzadiging, het chemisch zuurstofverbruik en de ammoniumstikstof. Hoe lager de index hoe beter de chemische waterkwaliteit van het oppervlaktewaterlichaam. Een score tussen 0 en 2 wijst op zuiver water, een score boven 8 is zwaar tot zeer zwaar verontreinigd.

¹³ De Belgische Biotische Index geeft een beeld van de biologische oppervlaktewaterkwaliteit, vnl. gebaseerd op basis van het aantal voorkomende macro-invertebraten. Hoe hoger de index hoe beter de biologische kwaliteit. Een score van 9 tot 10 wijst op een zeer goede kwaliteit, een score beneden 2 wijst op een zeer slechte kwaliteit, waarbij nauwelijks macro-invertebraten aanwezig zijn.

Waterbodembodemkwaliteit

Stroomafwaarts het projectgebied werd de waterbodembodemkwaliteit van het Boudewijnkanaal bepaald door de VMM. Deze opvolging kadert in het integraal waterbeleid ter behalen van de Europese Kaderrichtlijn Water waarbij de Triade methode gebruikt wordt. Deze methode laat toe om op basis van fysico-chemische, biologische analyses en ecotoxicologische testen de waterbodems in te delen in verschillende kwaliteitsklassen door de resultaten van de analyses / testen af te wegen ten opzichte van de referentiewaarde, zijnde een waterbodem in natuurlijke omgeving. Het samengaan van een chemisch met een biologisch en een ecotoxicologisch signaal kan wijzen op effecten die te wijten zijn aan verontreiniging/toxiciteit. De waterbodembodemkwaliteit van het Boudewijnkanaal o.b.v de Triade-kwaliteitsbeoordeling werd in 2000 ingedeeld als “licht verontreinigd” en in 2001 en 2005 als “sterk verontreinigd”. In 2012 werd geen waarde aan de eindklasse toegekend. De wijziging van “licht verontreiniging” naar “sterk verontreinigd” heeft vooral te maken met de slechte beoordeling van het deel “Ecotoxicologie”. Het water in het Boudewijnkanaal kan als brak omschreven worden, dit kan mogelijks zijn effect hebben op de accurateheid van het gebruik van het ecotoxicologisch luik van de Triade.

Sinds 9 juli 2010 zijn er decretale milieukwaliteitsnormen voor waterbodems van toepassing. Het zijn richtwaarden die het milieukwaliteitsniveau bepalen dat zo veel mogelijk moet worden bereikt of gehandhaafd. Ze gelden niet als saneringscriterium, noch als saneringsdoel. Op basis van de opvolgingsgegevens sinds 2000 wordt niet steeds voldaan aan de strikte toetsing aan de milieukwaliteitsnorm voor waterbodem (oa lichte overschrijding voor cadmium, koper, B(a)A, B(b)Flu en PCB's). De normen voor vrij gebruik van uitgegraven bodem of de 80% bodemsaneringsnorm-type II worden echter niet overschreden; tevens is de aanvullende voorwaarde mbt de concentratie aan chloorhoudende bestrijdingsmiddelen voldaan. Enkel voor de groepsparameter EOX wordt een zeer hoge concentratie opgemeten, zijnde 183mg/kg ds. Welke pollutie de stijging van deze groepsparameters veroorzaakt is niet geweten, mogelijks dioxines.



Triadekwaliteit

Nummer	816000[Geoview]
Gemeente1	Brugge
Coördinaten	69334/218432
Omschrijving	Dudzele, Dudzeelse Brug
Opdrachtgever	VMM/ARW

Dag	Eindklasse	Fysico Chemie Eindklasse	Ecotoxicologie Eindklasse	Biologie Eindklasse
27/04/2000	2	3	1	1
07/05/2001	4	3	4	4
14/03/2005	4	3	4	2
15/03/2012		3	4	

Er werd een onderzoek uitgevoerd om de kwaliteit van de uit te graven waterbodem in het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok te bepalen. Uit de toetsing van de analyseresultaten werd geconcludeerd dat het slib (1,5 m dik) niet kan worden hergebruikt als bodem maar wel kan hergebruikt worden als niet-vormgegeven bouwstof met grondstofverklaring. De vaste waterbodem kan wel hergebruikt worden als bodem en niet-vormgegeven bouwstof met grondstofverklaring.

Structuurkwaliteit waterlopen

De structuurkwaliteit van het Boudewijnkanaal wordt in de studie van Bervoets et al, aangeduid als zeer zwak. De oostelijke oever bestaat vanaf de Haven van Zeebrugge tot aan Lissewege uit steile afgekalfde oeverstroken. Deze oostelijke berm van het kanaal kent geen specifiek beheer, gezien de

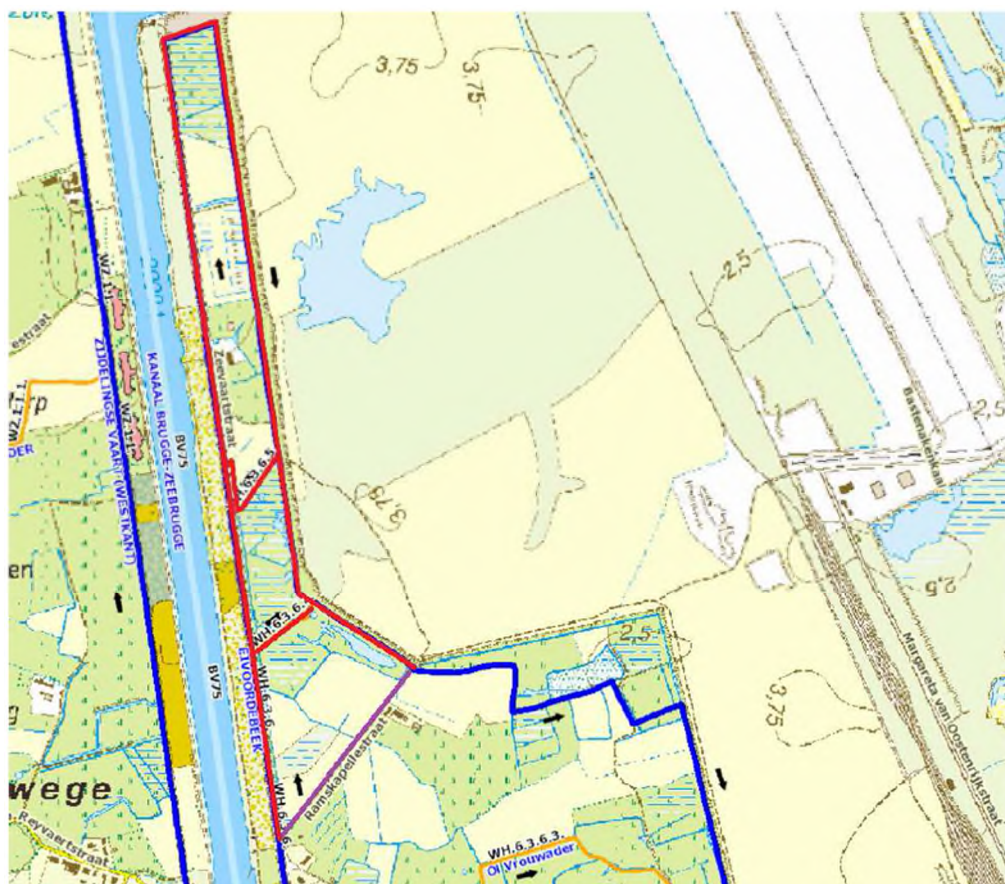
plannen tot uitbreiding van het kanaal. Het betreft een onverharde begroeide oever. Er is in de studie van Bervoets et al geen structuurkwaliteit toegekend aan de Eivoordebeek. Echter, uit de cultuur-historische evolutie van het projectgebied (zie § 5.6.4.2) blijkt dat de Eivoordebeek ter hoogte van het projectgebied vrij recent kunstmatig werd aangelegd waardoor kan verwacht worden dat de structuurkwaliteit ervan eerder zwak is. De oever van het Verbindingsdok bestaat ter hoogte van de waterlijn uit een steenbestorting, afgewerkt met gaas.

5.2.5 Geplande toestand en effecten

5.2.5.1 Wijzigingen in afwateringsstructuur

Ten gevolge van de aanleg van verharde oppervlaktes (meer bepaald binnen de werfzone voor de aanleg en exploitatie van het bouwdok, ter hoogte van de toegangswegen en interne werfwegen en ter hoogte van de ontlastvloer), uitgravingen en berging van uitgegraven gronden kan de afwatering binnen en in de omgeving van het projectgebied beïnvloed worden.

Tijdens de duur van het project zal de Eivoordebeek verstoord worden, meer bepaald zal de bovenloop worden afgesneden (ofwel reeds bij de aanleg van de eerste fase van de kaaimuur, ofwel tijdens uitgraven van het bouwdok en het bergen van de uitgegraven grond). Hierdoor zal het gebied niet langer via de Eivoordebeek en de Ronselarebeek afwateren naar het Leopoldkanaal. Het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal zal na afloop van het project deel uit maken van het dokkensysteem. Dit effect is permanent. De zone ter hoogte van bergingslocatie 1 en de uitbreiding van bergingslocatie 1 zal na het beëindigen van het project afwateren naar de naastliggende zones (in afwachting van de verdere verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal) De wijzigingen van de “natuurlijke” oorspronkelijke afwatering worden niet significant beoordeeld (0).



Figuur 5-31: voorstel door te voeren aanpassing aan de Eivoordebeek (paars) en aanduiding van de te dempen (delen van) waterlopen (rood)

Ter hoogte van bergingslocatie 1 (en het zuidwestelijk deel van de zoekzone voor werfzone) zal de Eivoordebeek gedempt worden. De Eivoordebeek kent ter hoogte van het projectgebied echter een lusvormige stroming (bron: stromingspijlen op giswest). Binnen het project zal een nieuwe verbinding voorzien worden tussen de twee afgesneden delen van de Eivoordebeek ten zuiden van bergingslocatie 1, zodat deze terug met elkaar in verbinding staan. De afwatering kan verlopen naar de Zijdelingse Vaart en het Leopoldkanaal, zoals momenteel ook reeds het geval is. Indien deze verbinding op een degelijke manier uitgevoerd wordt, brengt dit verder geen effecten naar het oppervlaktewater met zich mee (0).

Ter hoogte van het oostelijk deel van de zoekzone voor werfzone, bergingslocatie 2 en de uitbreiding van bergingslocatie 1 worden geen wijzigingen verwacht inzake afwateringsstructuur. De verharde delen van de mogelijke werfzone kunnen afstromen naar de niet-verharde delen, waar het hemelwater kan infiltreren.

Er worden geen significant negatieve effecten verwacht ten gevolge van het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

Alternatieven

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake afwateringsstructuur indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.2.5.2 Effecten op waterkwantiteit

Door de tijdelijke grondopslag in bergingslocatie 2 (zowel in de fase van het bouwdok, als in de fase van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal) zal de huidige waterplas op zijn minst tijdelijk verloren gaan. Dit betekent een verlies aan buffercapaciteit, maar hemelwater zal in deze zone kunnen blijven infiltreren. Aangezien het gebied niet overstromingsgevoelig is, wordt er niet verwacht dat dit verlies in buffercapaciteit tot wateroverlast zal leiden. Het effect wordt als beperkt negatief beoordeeld (-1).

De verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal vereist het verdwijnen van een deel van de Eivoordebeek. In de aanlegfase betekent dit een netto verlies aan buffercapaciteit van deze waterloop. Na het beëindigen van het project zal de buffercapaciteit van de dokken echter sterk toenemen.

Gezien bergingslocatie 1 en het zuidwestelijk deel van de zoekzone voor werfzone gesitueerd zijn ter hoogte van de huidige loop van de Eivoordebeek en de Bandelenhuisbeek, en deze waterlopen zullen gedempt worden in deze zone, betekent dit een verlies aan buffercapaciteit. Binnen het projectgebied wordt wel een nieuwe verbinding voorzien tussen de twee afgesneden delen van de Eivoordebeek, waardoor het verlies aan buffercapaciteit beperkt hersteld wordt. Echter, door het dempen van de lusvormige Eivoordebeek ter hoogte van het bouwdok en bergingslocatie 1, wordt bergingsruimte voor water ingenomen waardoor een risico bestaat op bijkomende overstromingen ter hoogte van de Dudzeelse polder. Uit de bespreking van de referentiesituatie blijkt dat dit gebied momenteel ook reeds overstroomt. Door uitvoering van het project bestaat de kans dat deze zone iets frequenter zal overstroomen. Het totale verlies aan buffercapaciteit wordt negatief (-2) beoordeeld.

Indien de geplande bemalingen (eventuele dieptebemaling voor de aanleg van de diepwand, bemaling voor de aanleg en exploitatie van het bouwdok en bemaling tijdens de aanleg van de ontlastvloer en de kesp) niet volledig als een retourbemaling wordt uitgevoerd, zal het bemalingswater voor de bouwput van het bouwdok geloosd moeten worden. Lozing op de omliggende beken dient vermeden te worden aangezien lozing op kleinere beken tot wateroverlast en verlies van structuurkwaliteit kan leiden. Lozing van het bemalingswater in de dokken of het Boudewijnkanaal daarentegen zal geen significante effecten veroorzaken gezien de grote buffercapaciteit die de dokken vertegenwoordigen en gezien het feit dat het waterpeil in de dokken sowieso kunstmatig geregeld wordt.

Tijdens de uitgraving van het bouwdok wordt een horizontaal stelsel van drainageleidingen aangelegd, die het hemelwater afvoeren naar een collector. Het hemelwater komt via de collector terecht in een

pompput. Van hieruit wordt het opgevangen hemelwater opgepompt naar het maaiveld. Na het onder water zetten van het bouwdok zal het hemelwater ter hoogte van het bouwdok rechtstreeks in het oppervlaktewater terechtkomen.

Tijdens de tussenfase (aanleg en exploitatie van het bouwdok), tijdens het aanleggen van de kaaimuur en tijdens het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal zullen er ter hoogte van de werfzone(s) tijdelijke verhardingen aangebracht worden. Gezien de grote buffercapaciteit van de dokken en het kunstmatig geregeld waterpeil worden geen significante effecten verwacht op de oppervlaktewaterkwantiteit.

Er wordt aangenomen dat de betoncentrale geen gebruik zal maken van het oppervlaktewater van het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok, gezien het zilte karakter ervan. Ook kan er aangenomen worden dat er geen gebruik zal gemaakt worden van het water van de Eivoordebeek / Zijdelings Vaartje, gezien het debiet van deze waterloop. Spoelwater zal hergebruikt worden in het productieproces van de betoncentrale. Er worden door de aanwezigheid van de betoncentrale bijgevolg geen significante effecten verwacht op de oppervlaktewaterkwantiteit.

Er worden geen significant negatieve effecten verwacht ten gevolge van het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

Alternatieven

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake oppervlaktewaterkwantiteit indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.2.5.3 Effecten op waterkwaliteit

Als gevolg van de inzet van zware machines tijdens het aanleggen van het bouwdok en de kaaimuur en het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal zijn calamiteiten zoals het accidenteel lozen van olie mogelijk. Bij een snelle interventie bij het optreden van calamiteiten wordt de impact inzake oppervlaktewaterverontreiniging in de aanlegfase als niet significant tot beperkt negatief beoordeeld (0/-1).

Het is mogelijk dat verontreiniging die aanwezig is in het bouwdok (afval, gemorste vloeistoffen) verspreid wordt bij het onder water zetten van de bouwput. Indien alle potentiële verontreinigingen opgeruimd worden vooraleer het bouwdok onder water gezet wordt, wordt de kans op verontreiniging van het oppervlaktewater sterk beperkt. Het effect wordt dan als niet significant tot beperkt negatief (0/-1) beoordeeld.

Verder dient er gewezen te worden op de invloed van de lozing van verzilt/vervuild grondwater tijdens de verschillende bemalingen op het oppervlaktewater. Indien geloosd wordt op de zilte dokken of het Boudewijnkanaal in plaats van op de zoete waterlopen worden effecten van verzilting niet significant beoordeeld (0). Lozing in waterlopen met zoet water dient vermeden te worden. Het bemalingswater kan mogelijks gevaarlijke stoffen bevatten (oa. arseen). Voor de parameters waar een overschrijding van het indelingscriterium of de milieukwaliteitsnorm optreedt, zal een afwijking aangevraagd worden. Wellicht zal ook lozen van water afkomstig van het laguneringsveld aangevraagd worden.

Er worden geen significant negatieve effecten verwacht ten gevolge van het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

Tot slot wordt nagegaan of de uitvoering van het project een invloed heeft op het behalen van de richtwaarden zoals bepaald in Vlarem II voor het Boudewijnkanaal. Volgens de stroomgebied-beheersplannen dient het Boudewijnkanaal te voldoen aan de richtwaarden voor “sterk brak meer (Bs)”.

Voor het uitvaren van de tunnelementen zal het bouwdok onder water gezet worden (door stop-zetting van de bemaling, eventueel aangevuld met oppervlaktewater afkomstig van het Boudewijnkanaal en/of het Verbindingsdok). In een latere fase wordt de noordelijke en westelijke dijk van het

bouwdok verwijderd en wordt het verbrede Boudewijnkanaal ter hoogte van de kaaimuur verdiept. Tijdens het verwijderen van de dijken en het verdiepen van het kanaal is het mogelijk dat het oppervlaktewater van het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok tijdelijk en plaatselijk iets troebeler zal zijn, met mogelijk een tijdelijk, plaatselijk en beperkt negatief effect op de ecologische kwaliteit van het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok. Deze vertroebeling kan zowel afkomstig zijn van het baggeren zelf, maar ook van het terugvloeien van het uitgeloopte water vanuit het laguneringsbekken naar het Boudewijnkanaal of het Verbindingsdok (indien te veel sedimentdeeltjes vanuit het laguneringsbekken terug mee stromen naar het Boudewijnkanaal of het Verbindingsdok). Gezien het uitgeloopte water vanuit het laguneringsbekken afkomstig is van het Boudewijnkanaal en dit water via een grachtenstelsel terug zal stromen naar het Boudewijnkanaal of Verbindingsdok, wordt geen significante impact op de waterkwaliteit van het Boudewijnkanaal of het Verbindingsdok verwacht.

In de eindfase van het project zal de waterkwaliteit van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal niet verschillen van de waterkwaliteit van de rest van het Boudewijnkanaal wat betreft de parameters temperatuur, zuurstofhuishouding, verzuringstoestand, stikstofgehalte en nutriëntengehalte. Deze parameters van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal zullen immers niet verschillen na uitvoering van het geplande project ten opzichte van de huidige toestand.

Op basis van de kwaliteit van de waterbodem op het ene meetpunt ten zuiden van het projectgebied, kan in eerste instantie niet uitgesloten worden dat de handelingen een impact zullen hebben op de oppervlaktewaterkwaliteit van het Boudewijnkanaal tijdens de uitvoering van de werken. Tevens zouden diepere verontreinigingen kunnen aanwezig zijn, die meer aan het oppervlak komen door het verdiepen van het Boudewijnkanaal en daardoor een bron kunnen zijn voor verspreiding van pollutant naar het oppervlaktewater in de eindfase. Daarom werd ter hoogte van de te ontgraven zone van het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok bijkomend onderzoek uitgevoerd. Hieruit bleek dat in de onderste lagen voor geen enkele parameter de bodemsaneringsnorm werd overschreden. Bijgevolg is de kans klein dat er na uitvoering van het project nog een restverontreiniging aanwezig zal zijn in de waterbodem. Een aanzienlijk negatieve impact op de waterkwaliteit van het Boudewijnkanaal en het Verbindingskanaal door uitvoering van het voorgenomen project wordt bijgevolg niet verwacht.

Samengevat wordt niet verwacht dat het voorgenomen project een achteruitgang van de toestand van het waterlichaam zal veroorzaken, noch het bereiken van de goede toestand van het Boudewijnkanaal (en het Verbindingsdok) op termijn onmogelijk zal maken. Er kan bijgevolg geoordeeld worden dat het niet noodzakelijk is om een afwijking van de doelstelling van de kaderrichtlijn water, zoals beschreven in artikel 4, lid 7 aan te vragen voor dit project.

25° voor de oppervlaktewateren van het type sterk brak meer (Bs) gelden de onderstaande richtwaarden:

parameter	eenheid	toetswijze	milieukwaliteitsnorm
thermische omstandigheden			
temperatuur	°C	maximum	25°
impact thermische lozing	°C	maximum	+ 3°
zuurstofhuishouding			
opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O ₂ /l	10-percentiel	6
opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	maximum	120
biochemisch zuurstofverbruik (BZV)	mg O ₂ /l	90-percentiel	6
chemisch zuurstofverbruik (CZV)	mg O ₂ /l	90-percentiel	30
verzuringstoestand			
zuurtegraad (pH)	pH-eenheid	minimum - maximum	7,5 - 9,0
nutriënten			
totaal stikstof	mg N/l	zomerhalfjaargemiddelde	1,8
totaal fosfor	mg P/l	zomerhalfjaargemiddelde	0,11
diversen			
doorzicht	m	zomerhalfjaargemiddelde	0,9

Het afvalwater van de betoncentrale zal behandeld worden conform de geldende wetgeving. Hierbij is het gangbaar dat het spoelwater (en eventueel ander afvalwater van het productieproces) hergebruikt wordt in het productieproces. Dit is zelfs een verplichting voor betoncentrales vanaf 1 januari 2015. Voor tijdelijke inrichtingen kan hiervan afgeweken worden indien dit uitdrukkelijk wordt vermeld en gemotiveerd in de vergunning. Om negatieve effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit te voorkomen, wordt in de bestekvoorwaarden echter opgelegd dat afvalwater van de betoncentrale hergebruikt dient te worden. Gezien er verondersteld wordt dat de geldende wetgeving wordt gevolgd, worden geen significante effecten verwacht op de oppervlaktewaterkwaliteit afkomstig van de betoncentrale.

Alternatieven

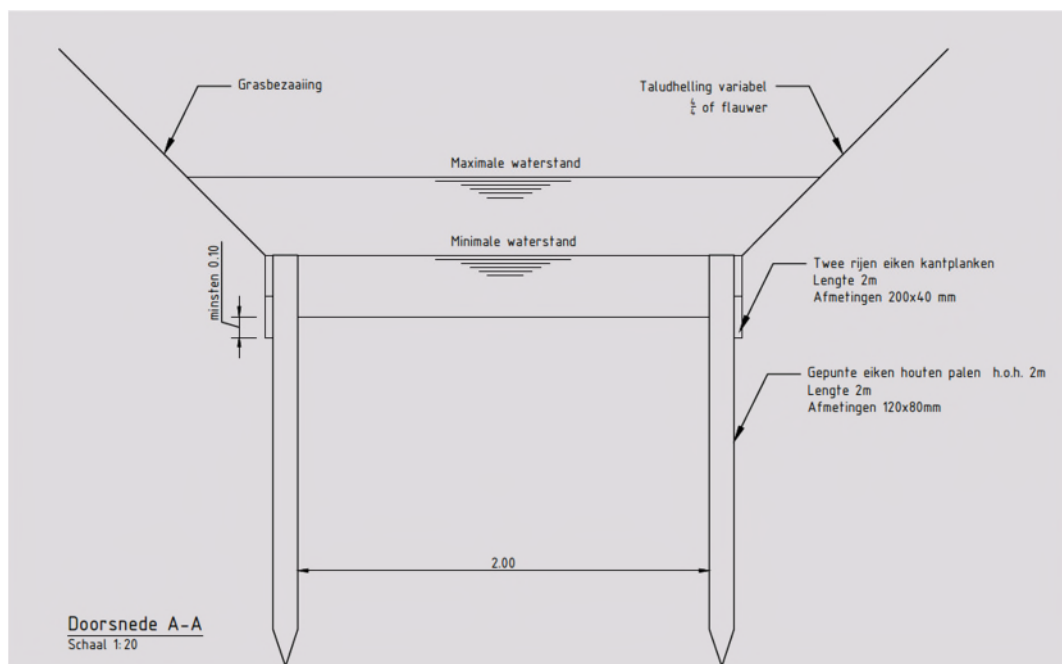
Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake waterkwaliteit indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.2.5.4 Effecten op de structuurkwaliteit

Tijdens de tussenfase van het bouwdok zal de huidige onverharde oostelijke oever van het Boudewijnkanaal verstevigd worden in kader van de stabiliteit van deze tussendijk. Dit betekent dat de structuurkwaliteit hier plaatselijk en tijdelijk zal verminderen. In een latere fase wordt deze oostelijke oever verwijderd. De oostelijke oever van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal zal in de eindfase bestaan uit een afgewerkte kaaimuur. De structuurkwaliteit van deze oever zal eerder gering zijn. Gezien de structuurkwaliteit van de huidige oostelijke oever van het Boudewijnkanaal beperkt is, wordt het verwijderen van deze oever als niet significant beschouwd (0).

De noordelijke dijk tussen het bouwdok en het Verbindingsdok wordt afgegraven voor het uitvaren van de tunnelementen. De structuurkwaliteit van de huidige oever van het Verbindingsdok is momenteel beperkt. Het effect van het afgraven van deze dijk wordt bijgevolg als verwaarloosbaar beoordeeld (0).

De Eivoordebeek zal binnen het projectgebied verdwijnen. Gezien de structuurkwaliteit van het te dempen deel van de Eivoordebeek als zwak kan beschouwd worden, wordt dit als verwaarloosbaar beoordeeld (0). Binnen het projectgebied wordt een nieuwe verbinding voorzien tussen de twee afgesneden delen van de Eivoordebeek ten zuiden van bergingslocatie 1, zodat deze terug met elkaar in verbinding staan. Het voorgesteld profiel voor deze nieuwe waterloop wordt op onderstaande figuur weergegeven. Voor deze nieuw aan te leggen verbinding wordt aanbevolen de technieken van de natuurtechnische milieubouw toe te passen.



Het aanleggen van een betoncentrale binnen de zoekzone voor werfzone, zal geen significante effecten hebben op de structuurkwaliteit van de waterlopen.

Er worden geen significant negatieve effecten verwacht ten gevolge van het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

Alternatieven

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake structuurkwaliteit indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.2.6 Nabestemming en ontwikkelingsscenario's

De uitvoering van de 1^{ste} fase van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal veroorzaakt geen significante cumulatieve effecten met een latere 2^{de} fase van de verbreding en verdieping van het kanaal voor wat betreft de discipline oppervlaktewater.

Na de afwerking van de kaaimuur, het verwijderen van de werfzone en van de grondstock zal het deel van het projectgebied achter (ten oosten van) de kaaimuur worden ingenomen als haventerrein (ca. 15 ha). De exacte invulling van dit gebied is op heden nog niet gekend, maar logischerwijs zal het gaan om watergebonden op- en overslagactiviteiten. Normaliter zal hierbij (quasi) heel het terrein verhard worden. Conform het Hemelwaterbesluit zal bij de inrichting van het terrein moeten voldaan worden aan de normen inzake infiltratie en buffering van hemelwater. Tevens moeten bij de exploitatie conform de geldende wetgeving de nodige maatregelen getroffen worden om verontreiniging van het oppervlaktewater in de omgeving (b.v. met gelekte olie van machines of voertuigen) te vermijden of desgevallend te remediëren. Rekening houdende met de huidige structuurkwaliteit van het

Verbindingsdok ter hoogte van het projectgebied, worden de mogelijke effecten ter hoogte van deze oever in de exploitatiefase hoogstens als beperkt negatief beoordeeld.

5.2.7 Conclusies

Door uitvoering van het project zal de Eivoordebeek worden afgesneden. Binnen het project wordt een nieuwe verbinding voorzien. Na het beëindigen van het project zal het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal deel uitmaken van het dokkensysteem. De wijziging in afwateringsstructuur wordt niet als significant beoordeeld (0).

Door inname van bergingslocatie 2, zal de hier aanwezige waterplas verdwijnen. Alhoewel een nieuwe verbinding voorzien wordt, zal het verdwijnen van een deel van de Eivoordebeek en de Bandelenhuisbeek voor een verlies aan buffercapaciteit zorgen, waardoor de kans bestaat dat de Dudzeelse polder, die momenteel ook al overstroomt bij hevige regenval, iets frequenter zal overstromen (effectscore -2).

Bij een bemaling (zonder retourbemaling) kan het lozen van het bemalingswater in de omliggende beken leiden tot wateroverlast en structuurkwaliteit. Het lozen van het bemalingswater in de dokken of in het Boudewijnkanaal ter hoogte van het bouwdok zal geen significante effecten veroorzaken.

Als gevolg van de inzet van zware machines in de aanlegfase zijn calamiteiten zoals het accidenteel lozen van olie in het oppervlaktewater mogelijk. Het is eveneens mogelijk dat een mogelijke verontreiniging die aanwezig zou kunnen zijn in het bouwdok verspreid wordt bij het onder water zetten van de bouwput. Echter, indien alle potentiële verontreinigingen opgeruimd worden vooraleer het bouwdok onder water gezet wordt, wordt de kans op verontreiniging van het oppervlaktewater sterk beperkt.

Het lozen van verzilt grondwater in de omliggende beken kan voor een wijziging van de waterkwaliteit zorgen (effectscore -1/-2).

Tijdens het verwijderen van de dijken en het verdiepen van het kanaal is het mogelijk dat het oppervlaktewater van het Boudewijnkanaal tijdelijk en plaatselijk iets troebeler zal zijn, met mogelijk een tijdelijk, plaatselijk en beperkt negatief effect op de ecologische kwaliteit van het Boudewijnkanaal. In de eindfase van het project zal de waterkwaliteit van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal niet verschillen van de waterkwaliteit van de rest van het Boudewijnkanaal wat betreft de parameters temperatuur, zuurstofhuishouding, verzuringstoestand, stikstofgehalte en nutriëntengehalte. Gezien het Boudewijnkanaal verdiept wordt van -4,5m TAW naar -9m TAW, en gezien in de onderste uit te graven lagen voor geen enkele parameter de bodemsaneringsnorm wordt overschreden, wordt de kans klein geacht dat er na uitvoering van het project nog een restverontreiniging aanwezig zal zijn in de waterbodem. Een aanzienlijk negatieve impact op de waterkwaliteit van het Boudewijnkanaal en het Verbindingskanaal door uitvoering van het voorgenomen project wordt bijgevolg niet verwacht.

Door het tijdelijk stabiliseren van de huidige oostelijke oever van het Boudewijnkanaal, zal de structuurkwaliteit hier plaatselijk verminderen. In de eindfase wordt deze oever verwijderd en zal een afgewerkte kaaimuur aanwezig zijn als oostelijke oever van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal. Het afgraven van de noordelijke dijk van het bouwdok is inzake structuurkwaliteit verwaarloosbaar.

Als laatste wordt opgemerkt dat er geen significante effecten worden verwacht op het oppervlaktewater door het verplaatsen van de hoogspanningsleiding van een horizontaal gestuurde boring onder het Boudewijnkanaal.

5.2.8 Milderende maatregelen en aanbevelingen

- Maatregel: bemalingswater mag niet geloosd worden op de omliggende beken, maar dient geloosd te worden in de dokken of in het Boudewijnkanaal ter hoogte van het bouwdok (zowel in functie van de waterkwaliteit als voor de waterkwantiteit).
- Aanbeveling: indien calamiteiten met verontreinigende stoffen voorkomen moet er snel geïntervenieerd worden om effecten op oppervlaktewaterkwaliteit te beperken.

- Maatregel: om negatieve effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit te voorkomen, wordt echter opgelegd dat afvalwater van de betoncentrale hergebruikt dient te worden
- Aanbeveling: vóór het onder water zetten van het bouwdok moet de bouwput opgeruimd worden (verwijderen van potentieel vervuilende stoffen) zodat geen vervuiling wordt verspreid.
- Aanbeveling: oor de nieuw aan te leggen verbinding tussen de twee delen van de Eivoordebeek ten zuiden van het projectgebied wordt aanbevolen de technieken van de natuurtechnische milieubouw toe te passen.

5.3 Geluid en trillingen

5.3.1 Afbakening van het studiegebied

Relevante impact kan worden bekomen van de emitterende bronnen (installatie) binnen het projectgebied en de verkeersafwikkeling per vrachtwagen op de voornaamste toegangswegen tot het gebied en via de waterweg.

Het studiegebied wordt bepaald door de zone rondom het projectgebied waarvoor een relevante geluids- en of trillingsimpact van de werkzaamheden naar de geluidsgevoelige receptoren te verwachten is. Onder geluidsgevoelige receptoren in de omgeving wordt verstaan; de dichtstbij zijnde woningen/woonkernen, kantoorgebouwen (tijdens de dagperiode) waardevolle natuurgebieden (incl. vogel- en habitatrictlijngebieden) en andere faunistisch waardevolle gebieden en overige kwetsbare gebieden/gebouwen (bv. scholen, ziekenhuizen, rustoorden, recreatiezones,). Het studiegebied omvat de zone van het bouwdok, de werfzone, de bergingslocaties / gronddepots en de toegangswegen.

Voor het project-MER wordt de omliggende zone begrensd volgens de bepalingen uit VLAREM II (bijlage 4.5.1 art. 1) en strekt zich daarbij uit tot een straal van min. 200 m van de perceelgrenzen van het project. Tevens wordt de eerstelijns bebouwing in beschouwing opgenomen.

5.3.2 Juridische en beleidsmatige context

5.3.2.1 VLAREM

Het wettelijke toetsingskader voor **hinderlijke inrichtingen** is titel II van het VlareM (BS 31/7/1995, aangepast en voor het deel geluid vervangen door BS31/3/1999).

Volgens de voorschriften van **VlareM II**, Bijlage 2.2.1. "Milieukwaliteitsnormen voor geluid in open lucht" gelden volgende normen voor het LA95,1h van het oorspronkelijk omgevingsgeluid, afhankelijk van de gewestplanbestemming (of daarmee equivalente BPA- of RUP-bestemming) of de ligging t.o.v. een andere bestemming.

Voor ingedeelde bestaande inrichtingen gelden de richtwaarden, voor ingedeelde nieuwe inrichtingen worden grenswaarden afgeleid op basis van de ligging van de immissiepunten volgens het gewestplan en het huidige omgevingsgeluid. Volgens de voorschriften van VLAREM II 'Bijlage 2.2.1. milieukwaliteitsnormen voor geluid in open lucht' gelden volgende richtwaarden (RW) voor het LA95,1h van het oorspronkelijk omgevingsgeluid.

Tabel 5-4 Milieukwaliteitsnormen VLAREM II voor geluid in open lucht (dB(A), LA95)

Gebied	overdag	's avonds	's nachts
1. Landelijke gebieden en gebieden voor verblijfsrecreatie	40	35	30
2. Gebieden of delen van gebieden op minder dan 500 m van industriegebieden niet vermeld in punt 3 of van gebieden voor gemeenschapsvoorzieningen en openbare nutsvoorzieningen	50	45	45
3. Gebieden of delen van gebieden op minder dan 500 m van gebieden voor ambachtelijke bedrijven en middelgrote ondernemingen, van dienstverleningsgebieden of van ontginningsgebieden tijdens de ontginning	50	45	40
4. Woongebieden	45	40	35
5. Industriegebieden, dienstverleningsgebieden, gebieden voor gemeenschapsvoorzieningen en openbare nutsvoorzieningen en ontginningsvoorzieningen tijdens ontginning	60	55	55

Gebied	overdag	's avonds	's nachts
6. Recreatiegebieden uitgezonderd gebieden voor verblijfsrecreatie	50	45	40
7. Alle andere gebieden, uitgezonderd : bufferzones, militaire domeinen en deze waarvoor in bijzondere besluiten richtwaarden worden vastgesteld	45	40	35
8. Bufferzones	55	50	50
9. Gebieden of delen van gebieden op minder dan 500 m gelegen van voor grindwinning bestemde ontginningsgebieden tijdens ontginning	55	50	45
10. Agrarische gebieden	45	40	35
Opmerking: Als een gebied valt onder twee of meer punten van de tabel dan is in dat gebied de hoogste richtwaarde van toepassing.			
Dag: van 07.00 tot 19.00 uur			
Avond: van 19.00 tot 22.00 uur			
Nacht: van 22.00 tot 07.00 uur			

Het specifieke geluid van een nieuwe inrichting dient aan volgende voorwaarden te voldoen:

“Indien het $L_{A95,1h}$ van het oorspronkelijk omgevingsgeluid gelijk aan of hoger dan de milieu-kwaliteitsnorm van bijlage 2.2.1. bij Vlare II is, moet de continue component van het specifiek geluid, voortgebracht door de nieuwe inrichting beperkt worden tot het $L_{A95,1h}$ van het oorspronkelijk omgevingsgeluid verminderd met 5 dB(A) enerzijds alsmede tot de in bijlage 4.5.4. bij Vlare II vermelde richtwaarde anderzijds.

Indien het $L_{A95,1h}$ van het oorspronkelijk omgevingsgeluid lager is dan de richtwaarde in de gebieden onder 2°, 3°, 5°, 8° of 9° van bijlage 2.2.1. bij Vlare II, moet de continue component van het specifiek geluid voortgebracht door de nieuwe inrichting voor deze gebieden beperkt worden tot de in bijlage 4.5.4. bij het Vlare II bepaalde richtwaarde verminderd met 5 dB(A)”.

Als het geluid in open lucht van de inrichting een incidenteel, fluctuerend, intermitterend of impulsachtig karakter vertoont, dan worden de in bijlage 4.5.5. bij Vlare II aangegeven richtwaarden toegepast. De toepasselijke waarde is in dit geval de in bijlage 4.5.4. bij Vlare II aangegeven richtwaarde voor de verschillende gebieden verminderd met 5.

Onderstaande tabel geeft de richtwaarden voor fluctuerend, incidenteel, impulsachtig en intermitterend geluid in open lucht weer van als hinderlijk ingedeelde inrichtingen.

Tabel 5-5 Richtwaarden fluctuerend, incidenteel, impulsachtig en intermitterend geluid in open lucht

Aard van het geluid	Richtwaarden uitgedrukt als $L_{Aeq,1s}$ in dB(A)		
	Overdag	's Avonds	's Nachts
fluctuerend	Toepasselijke waarde	Toepasselijke waarde	Toepasselijke waarde
incidenteel	+ 15	+ 10	+ 10
impulsachtig	Toepasselijke waarde	Toepasselijke waarde	Toepasselijke waarde
intermitterend	+ 20	+ 15	+ 15

De toepasselijke waarde wordt als volgt berekend:

- voor nieuwe inrichtingen: richtwaarde in bijlage 4.5.4. bij Vlare II verminderd met 5.

Deze richtwaarden zijn niet van toepassing op het in- en uitgaande weg- en luchtverkeer.

5.3.2.2 Europese richtlijn 2002/49/EG - Omgevingslawaai

De richtlijn 2002/49/EG van het Europese Parlement en de Raad van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai (PB L 189 van 18.07.2002) heeft tot doel een gemeenschappelijke Europese aanpak in te voeren om de blootstelling aan omgevingslawaai te vermijden, te voorkomen, te beperken en te verminderen. Deze aanpak is gebaseerd op het volgende:

- het opmaken van geluidsbelastingkaarten volgens gemeenschappelijke methoden (voor geluidsindicator en berekening),
- het aannemen van actieprogramma's, uitgaande van limieten die door de lidstaten worden bepaald, teneinde het omgevingslawaai zo nodig te voorkomen, te beperken en te handhaven waar zij goed is,
- voorlichting van het publiek.

De omzetting van deze richtlijn is opgenomen in het Belgische Staatsblad van 31 augustus 2005 in het besluit van de Vlaamse Regering inzake de evaluatie en de beheersing van het omgevingslawaai en tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende de algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne. Volgens deze richtlijn was het de bedoeling om tegen midden 2007 de geluidsimpact van grote wegen, belangrijke spoorwegen en luchthavens en van grote stedelijke gebieden in kaart te brengen, en tegen midden 2008 actieprogramma's uit te werken om aan de zwaarste geluidshinder een oplossing te bieden. Dit gaat onder meer over het plaatsen van geluidsschermen of het aanbrengen van geluidsarme wegdekken.

In eerste instantie werd de bestaande geluidssituatie in kaart gebracht, zodat duidelijk wordt waar zich de belangrijkste geluidsproblemen stellen. Het opmaken van deze geluidskaarten vergde een aanzienlijke inspanning van de overheid. Pas in april 2009 waren de geluidskaarten klaar voor de wegen met meer dan 6 miljoen voertuigpassages per jaar.

Er werden geluidskaarten gemaakt voor twee internationaal erkende parameters: L_{den} en L_{night} . L_{den} geeft het gewogen energetisch gemiddelde weer van de dag-, avond- en nachtperiode, waarbij de avondwaarde verhoogd wordt met 5 dB(A) en de nachtwaarde met 10 dB(A). De L_{night} is de gemiddelde L_{Aeq} -waarde over de periode tussen 23u en 6u (deze nachtperiode wijkt dus af van de nachtperiode volgens Vlare II, die tot 7u duurt).

De geluidskaarten voor wegverkeer (voor de wegen met meer dan 6 miljoen voertuigpassages per jaar) zijn door de Vlaamse regering goedgekeurd.

Sinds 2009 stelt LNE geluidsbelastingkaarten ter beschikking. De meest recente kaartgegevens geven de toestand op basis van de situatie van het referentiejaar 2011 en werden opgemaakt in uitvoering van de Europese richtlijn 2002/49/EG inzake de evaluatie en beheersing van omgevingslawaai. Deze kaarten zijn terug te vinden op volgende website:

<http://www.lne.be/themas/hinder-en-risicos/geluidshinder/beleid/eu-richtlijn/goedgekeurde-geluidskaarten>

Actueel dient het evaluatiekader waarop geluidswerende maatregelen dienen uitgewerkt te worden nog opgesteld te worden.

Van het projectgebied zijn er geen relevante gegevens beschikbaar. In de omgeving van het projectgebied zijn de geluidskaarten L_{den} en L_{night} van de agglomeratie Brugge relevant.

5.3.3 Methodologie

5.3.3.1 Methodiek beschrijving bestaande toestand

Enerzijds lijken geluidsmetingen weinig noodzakelijk gezien de ligging in een industriegebied, maar anderzijds is het al jaren geleden dat er in de omgeving nog geluidsmetingen uitgevoerd werden. Voorgesteld wordt geluidsmetingen uit te voeren in 1 meetpunt (representatief voor de omgeving) en dit gedurende minimaal 5 dagen.

De metingen worden uitgevoerd onder representatieve meteo-omstandigheden dwz. bij voldoende lage windsnelheden (kleiner dan 5 m/s) en bij voorkeur zonder neerslag.

Tijdens de metingen worden volgende gegevens verzameld:

- de waarden van LAeq,1h (energetisch gemiddelde van het geluidsdrukkniveau),
- de waarden LAN,1h (statistische analyse van het geluidsdrukkniveau met N= 1 (piekniveaus), 5, 10, 50, 95 (achtergrondniveau volgens Vlare II) en 99), deze waarden worden bepaald per periode van 1 uur en zowel grafisch als in tabelvorm weergegeven,

In het meetpunt in de omgeving zal eveneens een frequentie-analyse doorgevoerd worden teneinde na te gaan of er tonaliteit in de omgeving is.

De toetsing van de meetresultaten aan de milieukwaliteitsdoelstellingen of richtwaarden uit Vlare II, in functie van de ligging van het meetpunt volgens het gewestplan, geeft aan in hoeverre de actuele geluidsbelasting hieraan conform is.

Tabel 5-6 Methodologie-effectengroepen discipline Geluid

Effectgroep	Criterium	Methodologie	Beoordeling significantie op basis van
Geluid	Geluidsniveaus in de omgeving voor de exploitatie	Meting/bepaling van het oorspronkelijke omgevingsgeluid. Impact van het project	Aantal woningen in zone boven de milieukwaliteitsdoelstellingen uit Vlare II

Trillingsmetingen lijken ons weinig zinvol, omdat er in de actuele toestand geen trillingsbronnen (noch klachten) gekend zijn in de onmiddellijke omgeving.

5.3.3.2 Aanpak geplande toestand

Geluid

De studie omvat een beschrijving van het studiegebied, de te verwachten geluidsbronnen en de impact hiervan op de omgeving.

Voor de berekening van de geluidshinder veroorzaakt tijdens de uitvoeringsfase wordt uitgegaan van literatuurgegevens en/of meetgegevens aan vergelijkbare situaties (transport, heien van damplanken of plaatsen diepwanden, grondverzetmachines, betoncentrale, ...).

De geluidemissie tijdens het bouwen van de tunnelelementen kan opgedeeld worden in de bijdrage van de bouwmachines welke zich steeds in de onmiddellijke omgeving van de bouwput zullen bevinden en anderzijds in de bijdrage van het verkeer van en naar de werf en dan voornamelijk voor wat betreft de aanvoer van grondstoffen en het personeelsvervoer. Qua grootte waarin de geluidsemissie van de werf dient uitgedrukt te worden is het aangewezen om de LAeq-waarde als reken-grootte te hanteren om het effect van tijdelijke pieken in het geluidsniveau (impacten, passages van vrachtwagens ed.) in rekening te brengen.

Voor wat betreft het te verwachten geluidsdrukkniveau veroorzaakt door verkeer direct gebonden aan de bouwwerf en meer bepaald aan het verkeer gekoppeld aan de aanvoer van grondstoffen, kan voor de bepaling van het aantal vrachtwagens uitgegaan worden van de gegevens verzameld in het hoofdstuk waarin het verkeer wordt behandeld.

Tijdens de exploitatie dient gekeken te worden naar de invloed van werkzaamheden.

De significantie van een project hangt sterk af van de evolutie van het omgevingsgeluid voor en na uitvoering van een project. Deze parameter wordt als belangrijkste beschouwd en wordt in de Y as

van onderstaande tabel toegepast. Het berekenen van deze parameter geeft een tussenscore. Op deze tussenscore wordt een correctie toegepast afhankelijk van het al dan niet voldoen aan de vigerende wetgeving. Indien het omgevingsgeluid relevant stijgt maar indien er wel voldaan wordt aan de vigerende wetgeving, kan geen score worden toegekend die milderende maatregelen op korte of langere termijn noodzakelijk maakt (score -3 en -2).

Onderstaand significantiekader geldt voor project-MER's voor industriële activiteiten maar het principe van de tussenscore (effectscore) kan ook toegepast worden bij wegverkeer, spoorverkeer en vliegverkeer, mits aanpassing van het wettelijk kader. In onderstaand significantiekader is de koppeling met het VLAREM II opgenomen.

- Welke parameter: wat betreft de parameter op de verticale as van het rooster is beslist om $L_{A95,1h}$ niet aan te duiden als vaste parameter, maar om de parameter te gebruiken die beste het effect van het project beschrijft. De deskundige kiest en motiveert de meest relevante parameter.
- Welke immissiepunten: alle meetpunten waar langdurige immissiemetingen zijn uitgevoerd. In natuurgebieden kan echter dikwijls geen onbewaakte langdurige meting uitgevoerd worden. In die gevallen kan de verandering van het omgevingsgeluid bepaald worden op basis van ambulante metingen.
- Welke beoordelingsperiodes: er wordt voor elke beoordelingsperiode (indien relevant) in alle immissiepunten getoetst aan het significantiekader.

De score onder 'Voldoet aan het VlareM' betreft de eindscore na correctie.

Voor wat betreft de lege vakjes (-) kan gesteld worden dat de mogelijkheid om in dergelijk vakje terecht te komen, zich in uitzonderlijke gevallen zal voordoen. De deskundige zal hier zelf een score aangeven die vergezeld gaat van een degelijke motivering. Elke score dient door de deskundige bovendien gekaderd te worden in het project.

Tabel 5-7 Significantiekader geluid

Lna-Lvoor*	tussenscore (effectscore)	Voldoet aan het VlareM ?				
		Nieuw of verandering		Bestaand		
		Lsp≤GW	Lsp>GW	Lsp≤RW	RW<Lsp≤RW+10	Lsp>RW+10
ΔLAX,T						
ΔLAX,T>+6	-3	-1	-3	-1	-2	-3
+3<ΔLAX,T≤+6	-2	-1	-3	-1	-2	-3
+1<ΔLAX,T≤+3	-1	-1	-3	-1	-1	-3
-1≤ΔLAX,T≤+1	0	0	-1/-2 **	0	-1	-3
-3≤ΔLAX,T<-1	+1	+1	-	+1	+1	-
-6≤ΔLAX,T<-3	+2	+2	-	+2	+2	-
ΔLAX,T<-6	+3	+3	-	+3	+3	-

ΔLAX,T : verschil in omgevingsgeluid in dB(A) voor en nadat een project zal zijn uitgevoerd

Met T = duur in seconden

Met X:

"N" parameter van statistische analyse (LAN,T), in VLAREM wordt N = 95 gebruikt ter toetsing aan de milieukwaliteitsnorm

ofwel

"eq" voor het equivalente geluidsdrukkniveau ($L_{Aeq,T}$), van het omgevingsgeluid.

GW : grenswaarde volgens het beslissingsschema 4.5.6.1 van VLAREM II

RW : richtwaarde

Lsp : specifiek geluid

*bij hervergunning dient Lvoor gebruikt te worden alsof het bestaande bedrijf er niet was. Bij een hervergunning van een inrichting met een mix van bestaande & nieuwe bronnen is het oorspronkelijk omgevingsgeluid voor de nieuwe bronnen, het omgevingsgeluid met de bestaande bronnen van de inrichting in werking.

** de keuze -1 ofwel -2 is afhankelijk van de grootte van de overschrijding van de GW (al dan niet binnen het betrouwbaarheidsinterval van de berekende specifieke immissie).

Voor niet VLAREM punten wordt enkel de tussenscore gebruikt en geen eindscore. De parameter moet door de deskundige gekozen en gemotiveerd worden.

Reeds genomen en te nemen maatregelen zullen beschreven en geëvalueerd worden, alsook welke maatregelen nog kunnen en moeten uitgevoerd worden.

Tabel 5-8 Verklaring scores beoordeling milieueffecten discipline geluid en trillingen

Score	Link naar milderende maatregelen
-1 (matig significant negatief)	Onderzoek naar milderende maatregelen is minder dwingend, maar indien de juridische en beleidsmatige randvoorwaarden aangeven dat er zich een probleem kan stellen dan dient de deskundige over te gaan tot voorstellen van milderende maatregelen. Bij het ontbreken ervan dient dit gemotiveerd te worden.
-2 (significant negatief)	Er dient noodzakelijkerwijs gezocht te worden naar milderende maatregelen, eventueel te koppelen aan de lange of langere termijn. Bij het ontbreken ervan dient dit gemotiveerd te worden.
-3 (zeer significant negatief)	Er dient noodzakelijkerwijs gezocht te worden naar milderende maatregelen te koppelen aan de korte termijn. Bij het ontbreken ervan dient dit gemotiveerd te worden.

De scores 0, +1, +2 en +3 krijgen respectievelijk de beoordeling verwaarloosbaar, positief, zeer positief en uitgesproken positief.

Merk op dat volgens dit schema het voldoen aan de wettelijke grenswaarden (absolute beoordeling – horizontale as) primeert op de aard van de wijziging in het omgevingsgeluid (relatieve beoordeling – verticale as). Zelfs indien het omgevingsgeluid duidelijk toeneemt, is de meest negatieve score “-1” voor zover aan de VlareM-waarden voldaan blijft.

Voldoen aan de grenswaarden blijft in dit schema dus prioritair. Het daarnaast behouden van een relatieve beoordeling werd echter toch behouden om volgende redenen:

- omdat ze toelaat om een verschil te maken tussen een inrichting die in een al lawaaiiger omgeving een bepaald specifiek geluid produceert en één die in een verder nog rustige omgeving eenzelfde niveau van geluid produceert en waar dat geluid dus sterker zal worden opgemerkt,
- omdat ze toelaat om ook rekening te houden met ‘secundaire’, mogelijk positieve effecten van projecten op het omgevingsgeluid, die niet worden weerspiegeld in de toetsing van het specifieke geluid van een inrichting (bv. indien de bouw van een fabriekshal de omliggende bewoning afschermt van een drukke autoweg en hierdoor het omgevingsgeluid afneemt, kan dit leiden tot een meer positieve beoordeling).

Het hoofddoel van het project is de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal – fase 1 met als tussenfase de aanleg van een bouwdok en de bouw van de tunnelementen van de Scheldetunnel

van de geplande Oosterweelverbinding. Binnen het project zal ter hoogte van de oostelijke oever van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal een kaaimuur aangelegd worden.

Het project omvat bijgevolg naast de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal, de inrichting van een (tijdelijk) bouwdok (voor de bouw van verschillende tunneldelen, die vervolgens naar de plaats gesleept worden waar de tunnel voorzien is).

De tunneldelen worden gemaakt in een bemaalde bouwput, die door een dijk van de vaarweg gescheiden is. Naast de bouwput is een terrein als werfzone voorzien.

Wanneer de elementen klaar zijn, wordt de bouwput onder water gezet zodat de tunnelementen gaan drijven. Na het openmaken van de dijk kunnen de tunnelementen naar hun definitieve plaats gebracht worden (Oosterweel) om daar afgezonken te worden. Er is na openmaken van de dijk tussen bouwdok en open water een waterdiepte nodig van minstens 10,2 m.

Er kunnen binnen de tussenfase twee fasen onderscheiden worden: de aanlegfase (aanleg van het bouwdok en de kaaimuur) en de exploitatiefase (bouw van de afzinkelementen). Pas na het uitvoeren van de tunnelementen zal het talud tussen het bouwdok en het Boudewijnkanaal verwijderd worden en zal het Boudewijnkanaal verdiept worden.

Geluid tijdens het aanleggen van de kaaimuur (fase 1 + fase 2)

Na de voorbereidende werkzaamheden en de inrichting van de werfzone kan gestart worden met de aanleg van de kaaimuur (fase 1 of fase 1 + fase 2). Bij de aanleg van de kaaimuur zijn volgende fases (chronologisch) te onderscheiden:

- Afbakening en inrichting van de werfzone, plaatsen van werfketens;
- Voorbereidende werken;
- Aanvoer materiaal en grondstoffen;
- Aanleg kaaimuur

Geluid tijdens de aanlegfase van het bouwdok

Bij de aanleg van het bouwdok zijn volgende fases (chronologisch) te onderscheiden:

- Afbakening en inrichting van de werfzone, plaatsen van werfketens;
- Voorbereidende werken;
- Aanvoer materiaal en grondstoffen;
- Aanleg tijdelijke damwanden;
- Opstellen van de bronbemaling en uitgraving van het bouwdok + Stockage (en afvoer) overtollige grond;
- Aanleg afwateringssysteem;
- Storten van een grindlaag op de bodem van de bouwput.

De werfzone omvat waarschijnlijk een betoncentrale.

Na de voorbereidende werkzaamheden en de inrichting van de werfzone kan gestart worden met de aanleg van de tijdelijke damwanden. Pas daarna gebeurt de ontgraving van het bouwdok.

Geluid tijdens de exploitatiefase van het bouwdok

Tijdens de gebruiksfase worden in het bouwdok betonnen tunneldelen (afzinkelementen) gebouwd. In de elementen worden ballasttanks geplaatst die toelaten het vlotvermogen te regelen. Wanneer de elementen klaar zijn, worden de ballasttanks gevuld en wordt de bouwput onder water gezet. Het onder water zetten van de bouwput gebeurt door de bronbemaling stop te zetten en door het inbrengen van water uit het Boudewijnkanaal of het Verbindingsdok.

Na het onder water zetten van het bouwdok, wordt de noordelijke dijk open gemaakt met behulp van een baggertuig. Na het openmaken van de dijk kunnen de tunnelementen naar hun definitieve plaats gebracht worden. Er is na het openmaken van de dijk tussen bouwdok en open water een waterdiepte nodig van 10,2 m.

Voor het transport van de tunnelementen worden sleep- en duwboden ingezet.

Geluid tijdens het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal

Als laatste zal de tussendijk tussen het Boudewijnkanaal en het bouwdok weggenomen worden en zal het Boudewijnkanaal ter hoogte van de aangelegde kaaimuur verdiept worden. Hierbij zal het deel van de dijk boven de waterspiegel (ca. 1,5 m) droog ontgraven worden en zal de rest van de dijk en de bodem van het verbrede Boudewijnkanaal in den natte weggebaggerd worden. Dit zal gebeuren met baggertuigen (waarschijnlijk een cutterzuiger, i.c.m. dieplepel voor detailbaggerwerk ter hoogte van de kaaimuur).

Nabestemming

In de eindfase zal de eerste fase van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal gerealiseerd zijn. De zone voor werfinrichting komt (opnieuw) ter beschikking als industrieterrein.

Trillingen

Bij ontstentenis van een aangepaste Belgische wetgeving ter zake zal voor de toetsing van de trillingen verwezen worden naar de comfortcriteria zoals omschreven in DIN 4150.

Gedurende de bouwfase worden er mogelijks een aantal werkzaamheden uitgevoerd waarbij belangrijke trillingen kunnen worden opgewekt. Het betreft hier voornamelijk funderingswerkzaamheden. De bijhorende bronnen zijn eventueel heipalen voor de fundering (in dit ontwerp niet voorzien) en damplanken voor het begrenzen van de droog te houden bouwput (voorzien rondom het bouwdok tot een diepte van -23m TAW). In de studie wordt aangegeven welke trillingniveaus kunnen optreden en in dit in functie van de toegepaste technologie.

5.3.4 Beschrijving referentietoestand

5.3.4.1 Keuze van het meetpunt

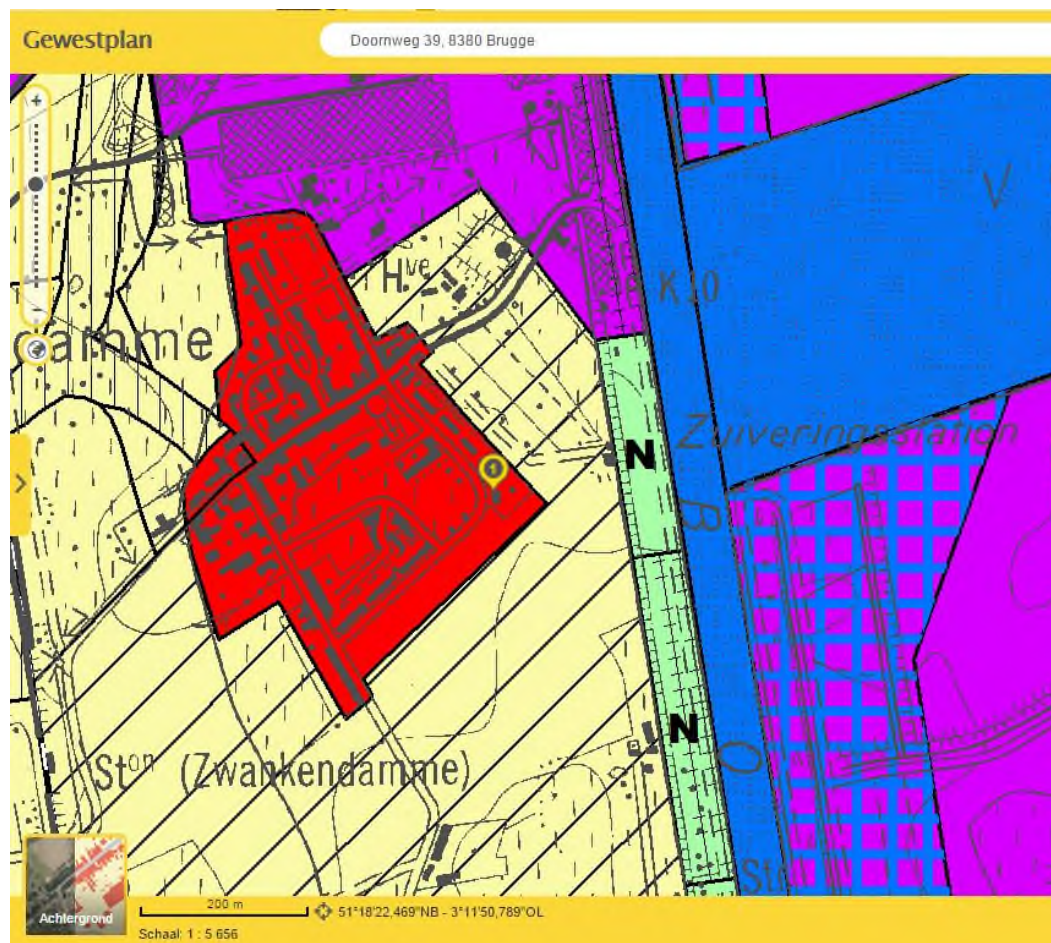
Eenzijds lijken geluidsmetingen weinig zinvol gezien de ligging in een industriegebied, maar anderzijds is het al jaren geleden dat er in de omgeving nog geluidsmetingen uitgevoerd werden. Ten einde de actuele geluidskwaliteit te kunnen inschatten, werd voorgesteld om geluidsmetingen uit te voeren in 1 meetpunt ter hoogte van de woonkern van Zwankendamme (representatief voor de dichtstbij gelegen bewoning).

Teneinde na te gaan of het huidige geluidsdrukniveau in de omgeving van het plangebied conform de milieukwaliteitsdoelstellingen uit Vlare II is, werden metingen uitgevoerd conform Vlare.

De metingen houden in dat de optredende geluidsniveaus continu opgemeten zijn in 1 vast meetpunt gedurende 1 week en gemiddeld over een periode van 1 uur.

De continue meting werd uitgevoerd tussen donderdag 22 oktober en donderdag 29 oktober 2015 (MP1). Tijdens de meting zijn de waarden van volgende grootheden bepaald:

- LAeq,1uur het constante A gewogen geluidsdrukniveau dat gedurende de meettijd (1uur) dezelfde geluidsenergie bezit als het werkelijk fluctuerende signaal,
- de waarden van LAeq-dag, LAeq-avond en LAeq-nacht,
- LAN,1uur de statistische analyse van de opgenomen signalen, het A gewogen geluidsdrukniveau dat gedurende N % van de meettijd (1 uur) overschreden wordt, met N = 5 (piekniveaus), 10, 50, 90, 95 (achtergrondniveau volgens Vlare II) en 99. Deze waarden worden bepaald per periode van 1 uur en zowel grafisch als in tabelvorm weergegeven.



Figuur 5-32 Locatie geluidsmmeetpunt

De metingen zijn uitgevoerd onder representatieve meteo-omstandigheden, dwz. bij voldoende lage windsnelheden en zonder neerslag. De metingen zijn uitgevoerd op een hoogte van 4m boven het maaiveld.

5.3.4.2 Meetapparatuur

De metingen en hun analyse zijn uitgevoerd met behulp van aangepaste apparatuur met ingebouwde mogelijkheid tot een statistische en frequentie analyse van de optredende geluidsdrukken:

- Norsonic geluidsmeter type Nor140 (SN1402997),
- Norsonic microfoon type N1225 (SN91793),
- Norsonic calibrator 1251 (SN32245).

Alle toestellen voldoen aan de eisen uit de Vlaamse wetgeving. Voor en na de meting werd de meetketen met behulp van een ijkbron geijkt zoals voorgeschreven in het kwaliteitshandboek van Acoustical Engineering NV.

5.3.4.3 Resultaten statistische analyse

In onderstaande tabellen zijn de meetresultaten (LA95,1h en LAeq,1h) opgenomen voor het vast meetpunt in de omgeving. De numerieke waarden van alle gemeten grootheden, evenals de grafische voorstelling van de grootheden LAeq,1h, LA5,1h en LA95,1h, zijn terug te vinden in bijlage B.

Tabel 5-9 Verloop van LA95,1h en LAeq,1h in C1 (de geel gehighlightte waarden zijn de 4 laagste nachtwaarden ter berekening van het Vlaremnachtgemiddelde)

	Do 22/10/15	Vr 23/10/15	Za 24/10/15	Zo 25/10/15	Ma 26/09/15	Di 27/10/15	Wo 28/10/15	Do 29/10/15
tijd	LA95,1h	LA95,1h	LA95,1h	LA95,1h	LA95,1h	LA95,1h	LA95,1h	LA95,1h
0:00		34,7	40,2	30,8	38,9	41,9	40,0	30,8
1:00		33,7	38,1	30,6	41,0	41,6	38,5	29,5
2:00		29,4	33,2	36,9	39,2	41,5	39,3	29,1
3:00		29,8	34,6	35,1	38,4	40,8	38,8	30,7
4:00		30,7	38,0	37,5	37,9	41,8	39,6	33,1
5:00		36,2	36,9	39,3	40,4	43,3	40,5	37,1
6:00		39,1	38,1	39,9	44,9	44,8	43,8	41,6
7:00		42,9	40,6	40,4	46,8	47,8	46,5	46,3
8:00		43,4	40,9	38,6	47,1	47,6	45,5	45,0
9:00	47,7	43,4	40,8	36,2	45,5	47,0	44,4	44,1
10:00	45,4	41,1	41,5	35,6	45,2	45,3	44,8	44,7
11:00	45,8	38,3	40,1	35,6	46,6	42,9	43,4	44,4
12:00	45,2	38,4	39,1	35,0	45,5	41,4	42,2	43,1
13:00	45,9	38,6	39,3	34,3	44,2	45,4	40,5	45,2
14:00	45,9	39,8	38,7	33,7	44,3	44,5	42,1	44,7
15:00	45,7	39,6	38,6	34,2	44,2	45,7	40,3	
16:00	44,5	39,9	40,1	34,9	44,8	44,3	41,6	
17:00	43,1	40,6	39,3	36,7	46,3	45,2	41,6	
18:00	41,8	40,1	38,3	38,5	46,8	44,0	39,9	

19:00	41,1	37,6	36,3	39,8	47,0	42,7	38,6
20:00	38,5	37,0	34,5	42,5	47,1	43,1	36,4
21:00	37,1	36,9	31,6	38,9	45,8	41,1	36,6
22:00	36,5	36,2	31,5	39,2	45,2	39,7	35,4
23:00	35,9	36,0	31,3	36,6	44,0	40,4	32,8
Vlarem II gemiddelden							
dag	45	41	40	36	46	45	43
avond	39	37	34	40	47	42	37
nacht	31	35	31	38	41	39	30

	Do 22/10/15	Vr 23/10/15	Za 24/10/15	Zo 25/10/15	Ma 26/09/15	Di 27/10/15	Wo 28/10/15	Do 29/10/15
<u>tijd</u>	<u>LAeq,1h</u>	<u>LAeq,1h</u>	<u>LAeq,1h</u>	<u>LAeq,1h</u>	<u>LAeq,1h</u>	<u>LAeq,1h</u>	<u>LAeq,1h</u>	<u>LAeq,1h</u>
0:00		39,3	44,9	42,8	41,5	44,1	41,9	37,1
1:00		38,3	42,6	37,9	44,9	43,3	40,6	39,2
2:00		37,3	41,3	42,3	43,4	43,4	42,4	37,8
3:00		38,0	38,1	41,8	41,5	43,2	43,2	37,7
4:00		42,9	40,4	42,3	41,5	43,7	43,5	39,2
5:00		45,1	40,6	43,4	44,9	47,1	44,9	43,2
6:00		46,9	41,2	44,0	49,3	48,4	47,3	48,4
7:00		56,0	46,2	45,3	50,8	53,6	53,6	56,5
8:00		54,8	49,1	44,1	54,0	58,7	54,8	57,0
9:00	52,4	54,7	48,4	44,8	51,5	58,9	54,9	53,2
10:00	53,4	47,5	52,3	45,7	55,8	55,6	55,9	55,5
11:00	54,2	46,4	53,0	45,7	53,6	51,2	54,2	53,7
12:00	51,5	47,5	47,3	46,1	51,9	53,2	47,2	52,8
13:00	51,2	48,9	47,0	42,1	53,9	55,2	50,7	55,5
14:00	51,2	58,1	48,8	44,8	52,3	53,9	57,1	53,3
15:00	52,5	48,8	44,9	43,7	55,0	54,3	51,0	
16:00	49,5	46,4	51,4	52,9	50,6	49,5	52,3	
17:00	47,6	47,5	45,9	46,3	51,5	55,4	48,6	
18:00	53,0	48,6	45,5	44,4	49,4	51,6	48,2	
19:00	46,2	44,8	45,0	46,5	49,1	46,0	44,7	
20:00	51,3	43,4	41,7	46,6	49,0	46,3	43,7	
21:00	42,8	42,8	40,5	42,8	48,1	45,4	43,9	
22:00	39,8	51,8	39,1	41,9	47,4	44,2	41,8	
23:00	39,4	42,3	39,7	40,3	46,6	42,7	42,2	
Lden	52	52	50	51	54	54	53	
Lnicht	42	42	42	44	45	44	42	

Uit de analyse van de statistische parameters kan het volgende besloten worden dat ter hoogte van **meetpunt C1**:

- De invloed van het wegverkeer (op afstand) bepaalt het geluidsbeeld,

- Tijdens de metingen werd geen tonale component in het geluidsspectrum gemeten,
- De minimale LA95-waarden komen voor tussen 00.00 en 05.00 uur. De LA95-waarden tijdens de nacht variëren van 29 dB(A) tot 42 dB(A), de LAeq-waarden tijdens de nacht variëren van 37 dB(A) tot 49 dB(A),
- In het weekend ligt de dag- en avondwaarde ca. 4 à 5 dB(A) lager dan tijdens de weekperiode. In de nachtwaaarde is er weinig of geen verschil tussen de opgemeten waarden in het weekend en in de week,
- De berekende Lden-waarden variëren tussen 50 en 54 dB(A), met een gemiddelde waarde van 52 dB(A),
- De berekende Lnight-waarden variëren tussen 42 en 45 dB(A), met een gemiddelde waarde van 43 dB(A).

5.3.4.4 Beoordeling van de meetresultaten naar Vlare II

Bij de beoordeling van het huidige geluidsklimaat wordt een toetsing doorgevoerd van de gemeten waarden van het geluid met de kwaliteitsdoelstellingen uit Vlare II. In **Tabel 5-10** zijn de relevante gegevens samengevat. Aangeduid zijn: de periode van de dag, de ligging volgens het gewestplan, de gemeten minimumwaarde, de gemeten maximumwaarde en de gemiddelde waarde van het achtergrondgeluid, de milieukwaliteitsdoelstelling (richtwaarde RW) voor het type gebied.

Tabel 5-10 Samenvatting van meetresultaten en vergelijking met de richtwaarde uit Vlare II (dB(A))

MP	Periode	Ligging volgens gewestplan	LA95,1h min	LA95,1h max	LA95,1h, gem	RW LA95,1h
C1	dag	woongebied op minder dan	36	46	42	50
	avond	500 m van industriegebied	34	47	40	45
	nacht		31	41	36	45

Uit bovenstaande tabel kan worden besloten dat de gemiddelde geluidsdrukniveaus in **continue meetpunt 1 (C1)** steeds conform de milieukwaliteitsnormen voor woongebied op minder dan 500 meter van industriegebied is voor alle beoordelingsperioden van het etmaal. Zelfs de hoogst gemeten waarde van de beoordelingsperiode is steeds conform, met uitzondering van 1 maximale waarde tijdens de avondperiode.

5.3.5 Geplande toestand en effecten

5.3.5.1 Geluid tijdens het verwijderen van vegetatie

Ter voorbereiding van de werken zal de aanwezige (opgaande) vegetatie binnen het projectgebied verwijderd worden (oa. op de dijk tussen het aan te leggen bouwdok en het Boudewijnkanaal).

Het verwijderen van het kreupelhout en het vellen van de bomen vereist het inzetten van kettingzagen voor de grotere boomsoorten en van een graafmachine voor het verwijderen van het kleinere hout en de boomstronken. Het gekapte hout dient van de site verwijderd te worden. Het ontzoden van de dijk gebeurt met behulp van een graafmachine (of bulldozer). Typische bronnen, die ingezet kunnen worden tijdens de voorbereidingsfase, en hun geluidsvermogeniveau zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 5-11: Geluidsvermogeniveau van de bronnen tijdens de voorbereidingsfase

Geluidsbron	Geluidsvermogeniveau in dB(A)	Referentie

Kettingzagen	104	Metingen
Bosmaaiers	96	Metingen
Bulldozers	100 - 110	Metingen en KB van 06/03/02
Hydraulische kraan	95 – 105	Metingen en KB van 06/03/02
Kabelkraan	103	Metingen
Vrachtwagen	98 – 108	Metingen

Het bronvermogeniveau van nieuwe werfmachines is gereguleerd door een Europese Richtlijn en het KB van 06/03/02 die maximale geluidsniveaus oplegt. De Europese richtlijnen worden door de constructeurs toegepast voor nieuwe machines. Voor de gebruikelijke toestellen die in de periode 1990 tot 1996 in de handel gebracht werden, bedragen de toegelaten geluidsvermogeniveaus 100 tot 114 dB(A). Bij continu gebruik resulteert dit voor 1 machine in een immissiewaarde van 35 tot 49 dB(A) op een afstand van 200 m. Vanaf 1996 ontstond er een geleidelijke verstrenging van de voorwaarden. Voor machines die na 2001 in de handel werden gebracht, zijn er reducties van 3 dB(A) te verwachten.

De benuttingsgraad van de machines is discontinu. Een gemiddelde belasting afleiden is niet éénduidig. Er zal een ruimtelijke spreiding zijn van de diverse activiteiten. De geluidsbelasting veroorzaakt door één machine zal bijgevolg een gemiddelde inschatting zijn van het effect tijdens de uitvoering. De activiteiten zullen enkel uitgevoerd worden op werkdagen tijdens de dagperiode. Indien uitgegaan wordt van een ingezet geluids-vermogeniveau van 110 dB(A) blijkt dat de contour van 45 dB(A) zich op ca. 200 meter van de (onafgeschermd) geluidsbron bevindt.

Beoordeling: -1 (toename van het geluidsdrukniveau maar conformiteit aan de milieukwaliteitsdoelstellingen uit Vlare II)

5.3.5.2 Geluid tijdens het aanleggen van de kaaimuur

Alvorens met de aanleg van de kaaimuur te starten dienen een aantal voorbereidende werken te worden uitgevoerd. Ter hoogte van de projectsite worden werfwegen aangelegd en waar nodig wordt vegetatie verwijderd.

Na de voorbereidende werkzaamheden en de inrichting van de werfzone kan gestart worden met de aanleg van de eerste fase van de kaaimuur.

De nieuwe kaaimuur zal als een diepwand worden aangelegd.

Het bouwen bestaat uit bemalen, afkappen diepwanden, bekisting stellen, in te storten voorzieningen van de kaaimuur (voor het aanbrengen van de dekzerken, laddernissen, verankering bolders en fenders, uitsparingen riolering), wapenen en betonneren. De verankering (fase1): in de eerste fase gebeurt de verankering van de diepwand door middel van grondankers of MV-palen.

Voordat met het graven van panelen kan worden begonnen, moeten er aan het maaiveld betonnen geleidebalken worden aangebracht. Geleidebalken worden paarsgewijs nauwkeurig parallel ten opzichte van elkaar gestort of gelegd. Het graven van de panelen geschiedt in sleuven. De sleuf wordt gelijktijdig aan het ontgraven gevuld met een steunvloeistof. Veelal wordt hiervoor een bentoniet-spoeling gebruikt. Voor het ontgraven van de sleuf zal een dieptebemaling nodig zijn.

Voorafgaand aan het storten van het beton wordt binnen elke (reeds geplaatste) wapeningskorf een stortbuis geplaatst tot op de bodem van de sleuf. Door de onderzijde van de stortbuis iets te lichten ontstaat een betonfront dat tijdens het storten de bentoniet omhoog verdringt. Deze wordt aan de bovenzijde van de sleuf afgepompt. Daarbij wordt de stortbuis in meerdere stortfasen opgetrokken en ingekort.

Gezien het aanleggen van de diepwand vervroegd zal worden uitgevoerd, voorafgaand aan het ontgraven van het bouwdok, wordt verondersteld dat de benodigde hoeveelheid beton, nodig voor het aanleggen van de diepwand extern zal worden geproduceerd en aangevoerd zal worden.

Bouwfase van de kaaimuur – geluid

Gedurende de bouwfase van de kaaimuur worden er een aantal werkzaamheden uitgevoerd waarbij belangrijke geluidsdrumniveaus kunnen worden opgewekt. Op en rond de eigenlijke bouwput zullen een aantal machines worden ingezet. Het exacte aantal, het juiste type, het vermogen, ... van de in te zetten machines is niet bekend, omwille van het feit dat dit afhangt van de aannemer aan wie de werken zullen toegewezen worden.

De plaats van de diepwand wordt geflankeerd door geleidebalken waarlangs grijpers de grond verwijderen. Tijdens het graven wordt de sleuf gevuld gehouden met een steunvloeistof (dikspoeling), een mengsel van bentoniet en water, die voldoende steundruk geeft om de stabiliteit van de sleuf te waarborgen. Na het graven wordt de wapening in de vorm van een wapeningskorf in de sleuf aangebracht. Daarna wordt in de sleuf het beton gestort terwijl gelijktijdig de steunvloeistof wordt afgezogen. Het beton dient zo vloeibaar mogelijk te zijn. Na verhardening van het beton wordt het volgende paneel gegraven enz. Bij het plaatsen van diepwanden zullen werfmachines de belangrijkste geluidsbronnen zijn.

De hieronder opgesomde gegevens zijn gebaseerd op de gegevens van de machines die ingezet werden voor de aanleg van het Wielingendok en gegevens verstrekt door de Maatschappij van de Brugse Zeehaven. Echter, de bouw van deze kaaimuur komt niet geheel overeen met deze in onderhavig project. In onderhavig project wordt er een diepwand ipv een combiwand voorzien waardoor er niet moet geheid worden, waardoor er kan gesteld worden dat er uitgegaan wordt van een worst case. Er dient opgemerkt te worden dat indien het aantal (en de soort) ingezette machines beperkt afwijkt van wat onderstaand beschreven wordt, er geen significant negatievere effecten verwacht worden.

Per kilometer kaaimuur werden voor het Wielingendok volgende machines ingezet:

- * een betoncentrale,
- * 4 betonmixers welke het klaargemaakte beton van centrale naar de eigenlijke verwerkingsplaats brengen,
- * 2 vrachtwagens voor intern vervoer van grondstoffen,
- * ca. 10 machines voor het uitvoeren van grondwerken,
- * 2 kabelkranen,
- * 2 betonpompen,
- * 4 torenkranen,
- * noodstroomaggregaat,

Daarnaast werd er tijdens de aanleg van het Wielingendok gedurende 1 maand gebruik gemaakt van een heistelling met trilblok.

In dit project zal ca. 900 meter kaaimuur aangelegd worden.

Wanneer we een vergelijking maken met de aanleg van het Wielingendok (aanleg van ca. 1 kilometer kaaimuur) merken we dat voor de aanleg ervan een uitvoeringstermijn van ca. 2 jaar voorzien was.

Voor dit project wordt een uitvoeringstermijn van ca. 1 jaar voorzien.

In wat volgt wordt voor elk van de hierboven vermelde machines het bronvermoggenniveau en de te verwachten L_{Aeq} -waarde op 200 meter afstand van de bron gegeven. De overdrachtsberekeningen worden uitgevoerd conform ISO 9613-2. Hierbij wordt rekening gehouden met de geometrische uitbreiding, de luchtabsorptie (10°C en 70% luchtvochtigheid) en de bodemdemping. De afstand van 200 meter is gekozen omdat hij samenvalt met de 200 meter randzone rond de eigenlijke bouwwerf (in de praktijk zullen de machines zich zelden of nooit vlak op de rand van de bouwzone bevinden en zullen er zich anderszinds afschermende effecten voordoen als gevolg van opgeslagen materialen (zand, grind, uitgegraven aarde ...) of omdat de machines zich beneden maaiveld bevinden. Bovendien zijn niet alle machines gelijktijdig en permanent in werking zodat de aangegeven waarden als maximum

maximorum moeten beschouwd worden. Voor de duidelijkheid zijn alle getalwaarden in een tabel samengevat en wordt er een indicatie gegeven van de maximaal te verwachten geluidemissie enerzijds en anderzijds van de afstand waarop het geluidsdrukniveau tot beneden een bepaalde waarde terugvalt.

Tabel 5-5-12 Te verwachten L_{Aeq} -waarden uitgaande van geluidsvermoggenniveaus per machine

Machine of activiteit	L_{WA}	Aantal	L_{Aeq} -totaal op 200 m
machines voor het uitvoeren van grondwerken	110	10	55
vrachtwagen voor intern vervoer grondstoffen	103	2	42
Torenkraan	100	4	41
Kabelkraan	103	2	41
Betoncentrale (> 27 m ³ /h)	106	1	41
Betonmixer	110	4	49
Betonpomp	108	2	43
diesel aangedreven generator (75 kV A)	110	1	45
wasinstallatie (vergelijkbaar met betoncentrale)	106	1	41
indrijven damplanken (in zand) met dieselhamer	128	1	63
indrijven damplanken (in zand) met luchthamer	121	1	56
indrijven damplanken dmv hydraulisch trillen	109	1	44
indrijven damplanken door hydraulisch drukken	100	1	35

In de meest negatieve situatie zouden we kunnen stellen dat alle geluidsbronnen zich op de kortste afstand tot de Vlare II evaluatiepunten bevinden en zijn ze allemaal op vollast in werking.

Deze situatie is echter weinig realistisch. Vandaar wordt hier een meer realistische situatie (die waarschijnlijk nog een overschatting van de werkelijke toestand is) beschouwd. De geluidsbronnen bevinden zich immers niet allemaal op de kortste afstand tot de evaluatiepunten, de vrachtwagens bewegen over het gehele terrein, zodat de verschillende geluidsbronnen zich verspreid over het terrein bevinden. De machines draaien ook niet continu op vollast.

In de realistische situatie wordt ervan uitgegaan dat gedurende 50% van de tijd op vollast gedraaid wordt.

In deze realistische situatie bedraagt het gemiddeld ingezet geluidsvermoggenniveau wanneer gewerkt wordt met een dieselhamer ca. 128 dB(A). In deze situatie bedraagt het specifieke geluidsdrukniveau in een evaluatiepunt in het industriegebied op 200 meter van de terreingrens van de onderzochte inrichting ca. 67 dB(A) (zie **Tabel 5-14**) en ligt hiermee boven de geluidseis van 55 (dagperiode) en 50 dB(A) (avond- en nachtperiode) voor continu geluid. Echter het geluid is incidenteel/sterk fluctuerend of zelfs intermitterend/impulsachtig waarvoor een geluidseis van 70/75 (dagperiode) en 60/65 dB(A) (avond- en nachtperiode) van toepassing is.

De dichtstbijzijnde woning bevindt zich aan de Beukemarestreet 3 op minimaal ca. 320 meter van de terreingrens van deze potentiële activiteiten. Uitgaande van een dieselhamer met een geluidsvermoggenniveau van 128 dB(A) leidt dit een geluidsdrukniveau van ca. 64 dB(A). Voor incidenteel/sterk fluctuerend geluid is voor de dagperiode een geluidseis van 60 dB(A) van toepassing, zodat de geluidseis overschreden kan worden. De overschrijding zal zeer tijdelijk zijn en niet continu en zich enkel voordoen bij de werking van een dieselhamer. Er wordt bijgevolg aanbevolen te werken met een luchthamer (zie verder).

Wanneer gebruik gemaakt wordt van een luchthamer, ligt het totaal ingezette geluidsvermogeniveau ca. 4 dB(A) lager. Het specifieke geluidsdruk niveau in een evaluatiepunt in het industriegebied op 200 meter van de terreingrens van de onderzochte inrichting zal dan ca. 63 dB(A) bedragen en ter hoogte van de dichtstbij zijnde woning ca. 60 dB(A).

Bij de techniek van hydraulisch trillen zal het niveau nog 2 dB(A) lager liggen

Met de techniek van het hydraulisch drukken kan nog 1 dB(A) gewonnen worden.

De techniek van hydraulisch trillen kan technische problemen met zich meebrengen bij het werken in zandgrond. Tijdens de dagperiode kan conform gewerkt worden met de luchthamer (tijdens de avond- en nachtperiode zullen er geen werkzaamheden zijn). Bovendien wordt deze machine enkel ingezet t.h.v. de kaaimuur en dit is op ruime afstand tot de vogelrichtlijngebieden. Het meeste geluid ontstaat bij het indrijven van damplanken. Afhankelijk van de gebruikte techniek varieert het geluidsvermogeniveau van 128 tot 100 dB(A). Na deze bron volgen de bulldozers en dit omwille van hun groot aantal en de betonmixers.

Permanente bronnen worden gevormd door de generator en de torenkranen. Deze zijn echter minder luidruchtig dan voornoemde bronnen.

Ter hoogte van de door Vlarem II vereiste evaluatiepunten (200 meter van de terreingrens en dichtstbij gelegen woning op minder dan 200 meter van de grens van het industriegebied) en kan voldaan worden aan de eisen uit Vlarem II (tenzij zou gewerkt worden met een luidruchtig dieselblok).

Het gegenereerd verkeer door de bouwactiviteiten is niet relevant, zodat het verkeersgeluid tijdens de bouwfase niet berekend werd.

Bouwfase kaaimuur – trillingen

Voor de inrichting van de achterhaven (vb. grondverzet, aanleg wegeis e.d.) worden geen significante trillingen verwacht.

Enkel voor de aanleg van de kaaimuren worden relevante trillingsbron(nen) verwacht.

Meer bepaald worden met betrekking tot de trillingsproductie twee methoden voor het indrijven van palen geëvalueerd, namelijk:

- * heien met slaghamer,
- * schroefheien.

De berekening geeft onder andere de afstanden waarop de maximaal toelaatbare KB-waarden (volgens DIN 4150 deel 2, 1999) voorkomen.

Tabel 5-5-13 Te verwachten trillingsamplitudes in functie van de afstand bij het heien van palen

Methodie	Afstand	Gemiddelde amplitude
	in m	in mm/s
Heien	4	6
	8	4
	90	0.15
	110	0.10
Schroefpaal	4	0.60
	9	0.15
	11	0.10

Indien uitgegaan wordt van volgende richtwaarden (cfr. DIN 4150 deel 2, 1999):

- * zeldzaam optredende trillingen (4 mm/s) of KB 4
- * niet storende trillingen (0.15 mm/s) of KB 0.15
- * waarnemingsdrempel (0.10 mm/s) of KB 0.1

kan gesteld worden dat op 200 meter van de bouwsite geen hinder te verwachten zal zijn. Immers in het meest negatieve geval (heien met een slaghamer) zal voor afstanden boven 110 meter het trillingsniveau reeds beneden de waarnemingsdrempel gelegen zijn. A fortiori zal in de beoordelingspunten (die veel verder gelegen zijn) het niveau verwaarloosbaar zijn.

Het zal dan ook duidelijk wezen dat trillingshinder geen te weerhouden criteria is.

Bouwfase kaaimuur – besluit

Globaal kan gesteld worden dat tijdens de bouwfase tijdelijk geluidsniveauperhogingen (in de zin van niet-permanent, maar dat op sommige dagen wel een overschrijding en op andere dagen geen overschrijdingen zullen optreden van de milieukwaliteitsdoelstellingen) kunnen verwacht worden. Op 200 meter van de activiteit worden geluidsdruk niveaus verwacht in de orde van meer dan 50 dB(A). De overschrijding wordt veroorzaakt door de werking van een dieselhamer en zal zich niet continu voordoen. Er wordt aanbevolen te werken met een luchthamer in plaats van met een dieselhamer.

Trillingshinder is niet significant.

Besluit: *beperkt negatief* voor geluid

niet significant voor trillingen

5.3.5.3 Geluid tijdens de aanleg van het bouwdok

Bij de aanleg van het bouwdok zijn volgende fases (chronologisch) te onderscheiden:

- Afbakening en inrichting van de werfzone, plaatsen van werfketens;
- Voorbereidende werken;
- Aanvoer materiaal en grondstoffen;
- Aanleg tijdelijke damwanden;
- Opstellen van de bronbemaling en uitgraving van het bouwdok + Stockage (en afvoer) overtollige grond;
- Aanleg rioleringsstelsel;
- Storten van een grindlaag op de bodem van de bouwput.

Alvorens met de aanleg van het bouwdok te starten dienen een aantal voorbereidende werken te worden uitgevoerd. Ter hoogte van de bouwput worden werfwegen aangelegd en waar nodig wordt vegetatie verwijderd.

Bouwfase van het bouwdok – geluid

Na de voorbereidende werkzaamheden en de inrichting van de werfzone kan gestart worden met de aanleg van tijdelijke damwanden.

Het indrijven van damplanken is een luidruchtige activiteit (bronvermoggenniveaus van 109 tot 128 dB(A)). De damwandplanken zullen volgens de techniek van het trillen worden aangebracht. Er wordt voor de mogelijke geluidsemissies verwezen naar “bouwfase – kaaimuur”.

Na het inbrengen van de damwanden gebeurt de ontgraving van het bouwdok. De ontgraving dient in droge omstandigheden te gebeuren. Hiervoor wordt een bemaling geplaatst. Er wordt uitgegraven tot op een peil van ca. -7,45 m TAW.

Het grondwerk wordt voor het grootste deel verricht met hydraulische dieplepels. Deze kunnen tot 5 ton grond opscheppen (ongeveer 1.600 m³ per dag en per kraan, duur ca. 6 maanden. Dumpers met een laadcapaciteit van ongeveer 40 ton verplaatsen de grond dan naar de stockagezone.

De betonwerken in de bouwput zullen ongeveer 26 maanden duren.

Wanneer het bouwdok volledig is ontgraven wordt er een grindlaag op de bodem van het bouwdok gestort. Deze drainerende grindlaag moet het vastzuigen van de elementen bij het opvloten verhinderen.

In de werfzone voor de bouw van de tunnelelementen komt hoogstwaarschijnlijk een betoncentrale met transportband, silo's voor cement en vliegas, menggebouw, opslag grondstoffen in bulk (zand, grind), een laad- en losinstallatie voor zand en grind dat aangevoerd wordt per binnenschip (kraan op de wal lost het schip), cement en vliegas worden opgeslagen in silo's.

Voor de inschatting van de geluidsbelasting veroorzaakt tijdens de bouwfase wordt uitgegaan van literatuurgegevens en meetgegevens aan vergelijkbare situaties: in de bouwput komen oa. elektrische pompen (ontwateren), elektrische torenkranen, compressoren, stroomgroepen, plooi- en knipcentrale (elektrisch) voor het betonijzer, ...

Typische bronnen, met hun bijhorende geluidsvermoggenniveau en hun equivalente geluidsdrukniveau gemeten op 200 meter afstand zijn samengevat in onderstaande tabel. De gegevens zijn afkomstig van metingen van Acoustical Engineering en gegevens van fabrikanten Atlas Copco en Caterpillar:

- Compressor Atlas Copco XAS36YD (Lw = 100 dB volgens 84/533/EEG),
- Stroomgroep Atlas Copco QAS108PDS (Lw = 93 dB volgens 2000/14/EG en 84/536/EEG),
- Graafmachine Hitachi ZX350LC (volgens 89/514(EEG) volgens 84/533/EEG).

Tabel 5-14: typische bronnen met hun bijhorend geluidsvermoggenniveau en hun equivalente geluidsdrukniveau gemeten op 200 m afstand

	Geluidsvermoggenniveau (dB(A))	Equivalent niveau (dB(A)) LAeq,1sec
Techniek		Afstand 200 m
machines voor het uitvoeren van grondwerken	106 - 114	46 - 54
Vrachtwagens voor grondverzetwerken	103	43
Dumper / Wiellader / Graafmachine	102 - 112	42 - 52
Telescopische kraan	100 - 103	40 - 43

Stroomgroep	86 - 113	26 - 53
Compressor	94 - 110	34 - 50
Betoncentrale (> 27 m³/h)	100 - 110	40 - 50
Betonmixer	95 - 110	35 - 50
Betonpomp	95 - 110	35 - 50
indrijven damplanken (in zand) met luchthamer	128	67
indrijven damplanken dmv hydraulisch trillen	121	61
indrijven damplanken door hydraulisch drukken	109	49

Voor continue geluid is tijdens de dagperiode in een gebied op minder dan 500 meter van een industriegebied een milieukwaliteit van 50 dB(A) van toepassing, of 45 dB(A) als geluidseis voor een nieuwe inrichting.

Voor incidenteel/sterk fluctuerend geluid is een verhoging van 15 dB(A) tijdens de dagperiode hierop toegelaten. Dit betekent een milieukwaliteit van 65 dB(A) of een geluidseis van 60 dB(A).

Een vergelijking van de geluidseis met de waarden uit de tabel geeft aan dat op 200 meter van de terreingrens van de bouwzone het geluidsdrumniveau geregeld boven 45 dB(A) kan gelegen zijn, maar steeds (ruim) beneden de geluidseis van 60 dB(A) voor incidenteel of sterk fluctuerend geluid zal gelegen zijn.

Het bronvermogeniveau van nieuwe werfmachines is gereguleerd door een Europese Richtlijn en het KB van 06/03/02 die maximale geluidsniveaus oplegt. De Europese richtlijnen worden door de constructeurs toegepast voor nieuwe machines. Voor de gebruikelijke toestellen die in de periode 1990 tot 1996 in de handel gebracht werden, bedragen de toegelaten geluidsvermogeniveaus 100 tot 114 dB(A). Bij continu gebruik resulteert dit voor 1 machine in een immissiewaarde van 45 tot 59 dB(A) op een afstand van 100m. De contour van 45 dB(A) (relevant voor avifauna) situeert zich op 130 tot 480 m van de activiteit.

Vanaf 1996 ontstond er een geleidelijke verstrenging van de voorwaarden. Voor machines die na 2001 in de handel werden gebracht, zijn er reducties van 3 dB(A) te verwachten.

De benuttingsgraad van de machines is discontinu. Een gemiddelde belasting afleiden is niet eenduidig. Het niveau in de woonzones zal ondergeschikt zijn aan het omgevingsgeluid (verkeersgeluid).

Er zal een ruimtelijke spreiding zijn van de diverse activiteiten. De geluidsbelasting veroorzaakt door één machine zal bijgevolg een gemiddelde inschatting zijn van het effect tijdens de uitvoering.

Werkverkeer

Voor wat betreft het te verwachten verkeer direct gebonden aan de bouwwerf en meer bepaald aan het verkeer gekoppeld aan de aanvoer van grondstoffen, kan voor het bepalen van het aantal vrachtwagens verwezen worden naar het hoofdstuk waarin het verkeer wordt behandeld. Een aantal belangrijke gegevens worden hier opgesomd:

- * goede bereikbaarheid van de site via de expressweg Brugge - Zeebrugge (wegverkeer),
- * goede bereikbaarheid van de site via de spoorweg (goederenverkeer in het havengebied).

Er wordt echter verwacht dat de aannemer ervoor zal kiezen om zo veel mogelijk grondstoffen aan te voeren via de binnenscheepvaart. Daarom worden onderstaand ook de geluidsemissies ten gevolge van de scheepsmotoren beschreven.

De werking van scheepsmotoren ter hoogte van het laad- en lospontoon kan aanleiding geven tot verhoogde geluidsdruk niveaus (ter hoogte van de dichtst bijzijnde bewoning).

Uit metingen in het verleden is gebleken dat draaiende scheepsmotoren aanleiding kunnen geven tot belangrijke geluidsdruk niveaus: 65B(A) op 100m - 62 dB(A) op 200m - 59 dB(A) op 400m - 55 dB(A) op 800m met motoren op volle kracht (varen). Tijdens het lossen, draaien de scheepsmotoren op vrijloop (of helemaal niet) en ligt het geluidsdruk niveau ca. 15 dB(A) lager.

Ter hoogte van de dichtst bijzijnde woning (op ca. 300 meter) worden geluidsdruk niveaus in de grootte-orde van 60 dB(A) verwacht bij motoren draaiende op maximum vermogen, terwijl dit rond 45 dB(A) zal liggen bij stationair draaiende motor. Rekening houdende met het gegeven dat op maximum vermogen draaiende motoren incidenteel geluid is en dat hiervoor een richtwaarde van 60 (45+15) dB(A) geldt tijdens de dagperiode kan gesteld worden dat dit conform is. Een stationair draaiende motor dient aanzien te worden als continue geluid en hiervoor geldt een milieukwaliteit van 50 dB(A) voor de dagperiode en een waarde van 45 dB(A) voor de avond- en nachtperiode. Dus hier wordt gebalanceerd op de rand van conformiteit.

Bouwfase bouwdoek - trillingen

Voor de aanleg van het bouwdoek worden relevante trillingsbron(nen) verwacht voor het heien van damplanken, er wordt verwezen naar §5.3.5.6

De geluidsbronnen zijn besproken bij de bouwfase bouwdoek – geluid.

Hier geldt hetzelfde, nl. dat op 200 meter van de bouwsite geen hinder te verwachten zal zijn. Immers in het meest negatieve geval (heien met een slaghamer) zal voor afstanden boven 110 meter het trillingsniveau reeds beneden de waarnemingsdrempel gelegen zijn. A fortiori zal in de beoordelingspunten (die veel verder gelegen zijn) het niveau verwaarloosbaar zijn.

Bouwfase bouwdoek – besluit

Globaal kan gesteld worden dat tijdens de bouwfase tijdelijk geluidsniveauverhogingen (in de zin van niet-permanent, maar dat op sommige dagen wel een overschrijding en op andere dagen geen overschrijdingen zullen optreden van de milieukwaliteitsdoelstellingen) kunnen verwacht worden. Op 200 meter van de activiteit worden geluidsdruk niveaus verwacht in de orde van meer dan 50 dB(A).

Trillingshinder is niet significant.

Besluit: *beperkt negatief* voor geluid

niet significant voor trillingen

5.3.5.4 Geluid tijdens de exploitatiefase en het ontruimen van het bouwdoek

Tijdens de gebruiksfase worden in het bouwdoek betonnen tunneldelen (afzinkelementen) gebouwd. In de elementen worden ballasttanks geplaatst die toelaten het vlotvermogen te regelen.

Tijdens deze fase is de betoncentrale de relevante geluidsbron. Gezien het volume van het te produceren beton en de gestelde kwaliteitseisen is het weinig waarschijnlijk dat de aannemer van de Scheldetunnel niet kiest voor een eigen betoncentrale in de werfzone van het bouwdoek. Voor het bepalen van de effecten van de betonproductie bij het bouwdoek kan uitgegaan worden van studies die in het verleden werden uitgevoerd door Acoustical Engineering.

Volgende geluidsbronnen maken deel uit van een betoncentrale:

- Een wiellader,
- Een centrale (vultrechter, transportbanden, trilbak voor specie).

Om de te verwachten geluidsemisatie zo correct mogelijk te kunnen inschatten, wordt uitgegaan van bronmetingen, uitgevoerd aan een vergelijkbare installatie (betoncentrale).

Het geluidsimmissieniveau (in de evaluatiepunten in de omgeving) kan dan worden bepaald uit de gemeten bronsterkte in combinatie met een overdrachtsberekening.

Rond de wiellader CAT 966H schommelt het geluidsdruk-niveau tussen 88 en 91 dB(A). Dit komt overeen met een geluidsvermogen-niveau van ca. 107 dB(A) (conform met het EEG-label van 107 dB(A)).

Ter hoogte van de vultrechters wordt tijdens het trillen van de trechters het hoogste geluidsdruk-niveau gemeten van ca. 96 dB(A). Het trillen duurt slechts enkele seconden. Boven ter hoogte van de menginstallatie wordt tijdens het trillen een geluidsdruk-niveau gemeten van ca. 90 dB(A), veroorzaakt voor het vullen van de menger. Het trillen duurt hier ook slechts enkele seconden en is nooit simultaan met het trillen van de vultrechter.

Op 1m van de motor aandrijving transportband wordt een geluidsdruk-niveau gemeten van ca. 71 dB(A).

De menger is omkast en een stil type. Binnen in de omkast menging worden geluidsdruk-niveaus gemeten tussen de 82 en 85 dB(A). Op 1m van de buitenwand worden geluidsdruk-niveaus gemeten tussen de 70 en 73 dB(A).

Tabel 5-15: geluidsdruk-niveaus op 1m van de bronnen (dB_L)

Bron	Frequentie (Hz)								
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
CAT 966H RV Lw=107dB(A)	85,2	91,4	91,9	84,5	81,0	77,8	72,2	66,2	87,6
CAT 966H RA Lw=107dB(A)	88,7	101,2	92,4	84,0	84,9	83,5	78,9	72,1	90,6
CAT 966H LA Lw=107dB(A)	86,2	97,7	88,7	84,1	84,3	83,5	79,2	74,0	89,8
CAT 966H LV Lw=107dB(A)	86,1	92,5	90,1	91,7	83,9	77,8	71,5	64,6	91,3
trillen	94,1	95,8	95,3	93,6	90,9	87,1	83,4	73,5	95,9
transport	62,4	67,1	68,2	67,4	65,1	64,9	62,8	53,6	71,3
trillen boven	78,1	85,3	89,3	84,1	83,4	85,7	79,4	77,3	90,4
menger binnen	74,2	71,5	76,0	75,8	72,8	67,0	79,8	60,9	82,4
mengen binnen achter	73,1	71,3	78,8	78,2	75,2	69,1	82,1	63,8	84,7
buiten mengen	70,4	66,7	71,9	68,1	67,6	61,3	67,1	48,7	72,8
buiten mengen	70,8	66,5	64,0	65,6	63,5	59,5	65,3	46,4	70,0

Uitgaande van de uit de praktijk verkregen geluidsniveaus, in combinatie met de gegevens van fabrikant (EEG-type keuringsbewijs 95/27/EC), komen we tot de geluidsvermogen-niveaus van de relevante machines. De geluidsvermogen-niveaus in octaafbanden van de geluidsbronnen zijn terug te vinden in onderstaande tabel. De bronnen waarbij waarden in octaafbanden worden weergegeven, zijn meetwaarden van de erkende geluidsdeskundige. In de tabel wordt voor de wiellader ook de waarde volgens het EEG-certificaat gegeven).

Tabel 5-16: geluidsvermogen-niveaus van de in te zetten machines

Geluidsbron	Frequentie (Hz)								dB(A)
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Geluidsvermogen-niveaus uitgaande van geluidsmetingen AE 2014									
trillen	102	104	103	102	99	95	91	82	104

transport	70	75	76	75	73	73	71	62	79
trillen boven	86	93	97	92	91	94	87	85	98
buiten mengen	70	67	72	68	68	61	67	49	73
CAT 966 H	103	111	109	104	100	97	93	87	107
Literatuurgegevens / Leveranciergegevens (EEG-keuringslabel)									
CAT 966 H									107

Wanneer de centrale in het noorden van de zoekzone voor werfzone zou geplaatst worden, bevinden de woningen aan de Doornweg zich op minimaal 450 meter. De dichtstbijzijnde woning bevindt zich aan de Beukemarestraat 3 op ca. 320 meter van de terreingrens van deze potentiële werfzone.

Wanneer de centrale in het zuidwestelijke deel van de zoekzones voorwerfzone zou geplaatst worden, bevinden de woningen aan de Doornweg zich op minimaal 900 meter. De dichtstbijzijnde woning bevindt zich aan de Beukemarestraat 3 op ca. 650 meter van de terreingrens van de potentiële werfzone.

Het hoogste individuele geluidsvermogeniveau is dat van de wiellader (107 dB(A)). Indien geen rekening gehouden wordt met eventuele afscherming bedraagt het geluidsdrukkniveau op 250 meter minder dan 40 dB(A). Ter hoogte van de dichtstbijzijnde woning (op meer dan 320 meter) zal het geluidsdrukkniveau bijgevolg beneden 40 dB(A) gelegen zijn (want grotere afstand en bovendien is er steeds een geluidsreductie door afscherming). Ter vergelijking: het actuele geluidsdrukkniveau in het meetpunt in de Doornweg bedroeg ca. 44 dB(A) tijdens de dagperiode in de weekperiode (in het weekend lag dit ca. 6 dB(A) lager). De milieukwaliteitsdoelstelling voor de dagperiode bedraagt 50 dB(A) en de geluidseis voor een nieuwe inrichting bedraagt 45 dB(A).

Gesteld kan worden dat de bijdrage van de betoncentrale conform de geluidseisen zal zijn en gedurende korte tijd een beperkte verhoging van het actuele geluidsklimaat kan veroorzaken.

Wanneer de elementen klaar zijn, worden de ballasttanks gevuld en wordt de bouwput onder water gezet. Het onder water zetten van de bouwput gebeurt door de bronbemaling stop te zetten en door het inbrengen van water uit het Boudewijnkanaal of het Verbindingsdok.

Na het onder water zetten van het bouwdok, wordt de dijk open gemaakt met behulp van een baggertuig. Na het openmaken van de dijk kunnen de tunnelementen naar hun definitieve plaats gebracht worden. Er is na het openmaken van de dijk tussen bouwdok en open water een waterdiepte nodig van 10,2 m.

Voor het transport van de tunnelementen worden sleep- en duwboden ingezet.

Besluit: *beperkt negatief*

Vooraleer met de verdieping van het Boudewijnkanaal kan gestart worden, dient de werfzone vrij gemaakt te worden en dienen de aangebrachte damwanden terug verwijderd te worden.

Het bronvermogeniveau van nieuwe werfmachines is gereguleerd door een Europese Richtlijn en het KB van 06/03/02 die maximale geluidsniveaus oplegt. De Europese richtlijnen worden door de constructeurs toegepast voor nieuwe machines. Voor de gebruikelijke toestellen die in de periode 1990 tot 1996 in de handel gebracht werden, bedragen de toegelaten geluidsvermogeniveaus 100 tot 114 dB(A). Bij continu gebruik resulteert dit voor 1 machine in een immissiewaarde van 35 tot 49 dB(A) op een afstand van 200 m. Vanaf 1996 ontstond er een geleidelijke verstrenging van de voorwaarden. Voor machines die na 2001 in de handel werden gebracht, zijn er reducties van 3 dB(A) te verwachten.

De benuttingsgraad van de machines is discontinu. Een gemiddelde belasting afleiden is niet éénduidig. Er zal een ruimtelijke spreiding zijn van de diverse activiteiten. De geluidsbelasting veroorzaakt door één machine zal bijgevolg een gemiddelde inschatting zijn van het effect tijdens de uitvoering. De activiteiten zullen enkel uitgevoerd worden op werkdagen tijdens de dagperiode. Indien uitgegaan wordt van een ingezet geluids-vermoggenniveau van 110 dB(A) blijkt dat de contour van 45 dB(A) zich op ca. 200 meter van de (onafgeschermd) geluidsbron bevindt.

Beoordeling: -1 (toename van het geluidsrukniveau maar conformiteit aan de milieukwaliteitsdoelstellingen uit Vlare II)

5.3.5.5 Geluid tijdens het verwijderen van de dijk tussen het bouwdok en het Boudewijnkanaal en het verdiepen van het kanaal ter hoogte van de kaaimuur

Bij het verdiepen van het kanaal is vooral grondverzet van belang.

Teneinde de verdieping te realiseren zal dienen gebaggerd te worden. Deze grootteorde van de verdieping is dezelfde als voor onderhoudsbaggerwerk. Dit gebeurt met baggertuigen, en de baggerspecie wordt afgevoerd naar vergunde stortplaatsen.

Het uitbaggeren gebeurt met een cutterzuiger welke het uitgebaggerde materiaal via een pijpleiding op het land brengt of met een retro-graafmachine vanop een ponton in het water die de uitgegraven grond dumpst in een slijkbak op de kade.

Voor de duidelijkheid zijn enkele vergelijkbare geluidsbronnen in onderstaande tabel samengevat en wordt er een indicatie gegeven van de maximaal te verwachten geluidemissie enerzijds en anderzijds van de afstand waarop het geluidsrukniveau tot beneden een bepaalde waarde terugvalt.

Tabel 5-17: geluidsvermoggenniveaus van een cutterzuiger

	Frequentie (Hz)								
Geluids- vermoggenniveau	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
Cutterzuiger 1	108,2	117,4	114,6	109,2	107,8	102,8	99,1	95	112,7
Cutterzuiger 2	115	116,4	106,7	107,8	108,9	103,1	97,0	88,4	111,9
Retro- graafmachine	102,7	102,7	108,3	100,8	96,5	91,7	85,4	78,8	103,8

In geval van een ingezet geluidsvermoggenniveau ca. 113 dB(A) (cutterzuiger) bedraagt het specifieke geluidsrukniveau in een evaluatiepunt (in het industriegebied) op 200 meter van de terreingrens van de onderzochte inrichting ca. 56 55 dB(A). De contour van 45 dB(A) bevindt zich op ongeveer 600 meter. In geval van het inzetten van een retro-graafmachine ligt het geluidsniveau een stuk lager, maar zullen de werken veel langer duren.

Uit deze berekeningen en de gegeven geluidsvermoggenniveaus blijkt dat het voldoen aan de eisen uit Vlare II op 200 meter van de terreingrens van de bouwzone moeilijk realiseerbaar zal zijn.

We wijzen er ook op dat de berekeningen waarschijnlijk een overschatting van de niveaus geven, omwille van het feit dat de machines niet continu op vollast werken en dat actueel bij onderhoudswerkzaamheden geluidsrukniveaus in dezelfde grootte-orde optreden.

Na het baggeren dient de afgegraven grond verwijderd te worden. De gebaggerde grond zal gestapeld worden ten noorden van bergingszone 1 (= de uitbreiding van bergingszone 1), zie figuur 2-1. Normaal zal er ook gebruik gemaakt worden van de tijdelijke bergingszone 2 (deze zal op dat moment namelijk terug vrij zijn, na de fase van het bouwdok).

- schade aan gebouwen.

In het kader van vroegere MER-studies voor gewestwegen werden reeds enkele malen trillingsmetingen uitgevoerd. Voor de beoordeling werd gerefereerd aan de Duitse norm DIN 4150-2: "Erschütterungen im Bauwesen - Einwirkung auf Menschen in Gebäuden" en dit bij gebrek aan een Belgische of Vlaamse normering ter zake. In de studies werd geconcludeerd dat de huidige trillingsniveaus in de omgeving laag en beneden de comfortwaarde lagen. Uit gesprekken met bewoners is gebleken dat er soms klachten van trillingen waren. De klachten situeren zich op plaatsen waar niveauverschillen in de weg (wegverzakkingen, verkeersdrempels, ...) zijn. Indien het wegdek in goede staat is, zijn er geen klachten.

Rekening houdend met deze gegevens denken wij dat er geen trillingshinder te verwachten is.

Het zal dan ook duidelijk wezen dat trillingshinder geen te weerhouden criterium is.

5.3.6 Nabestemming en ontwikkelingsscenario's

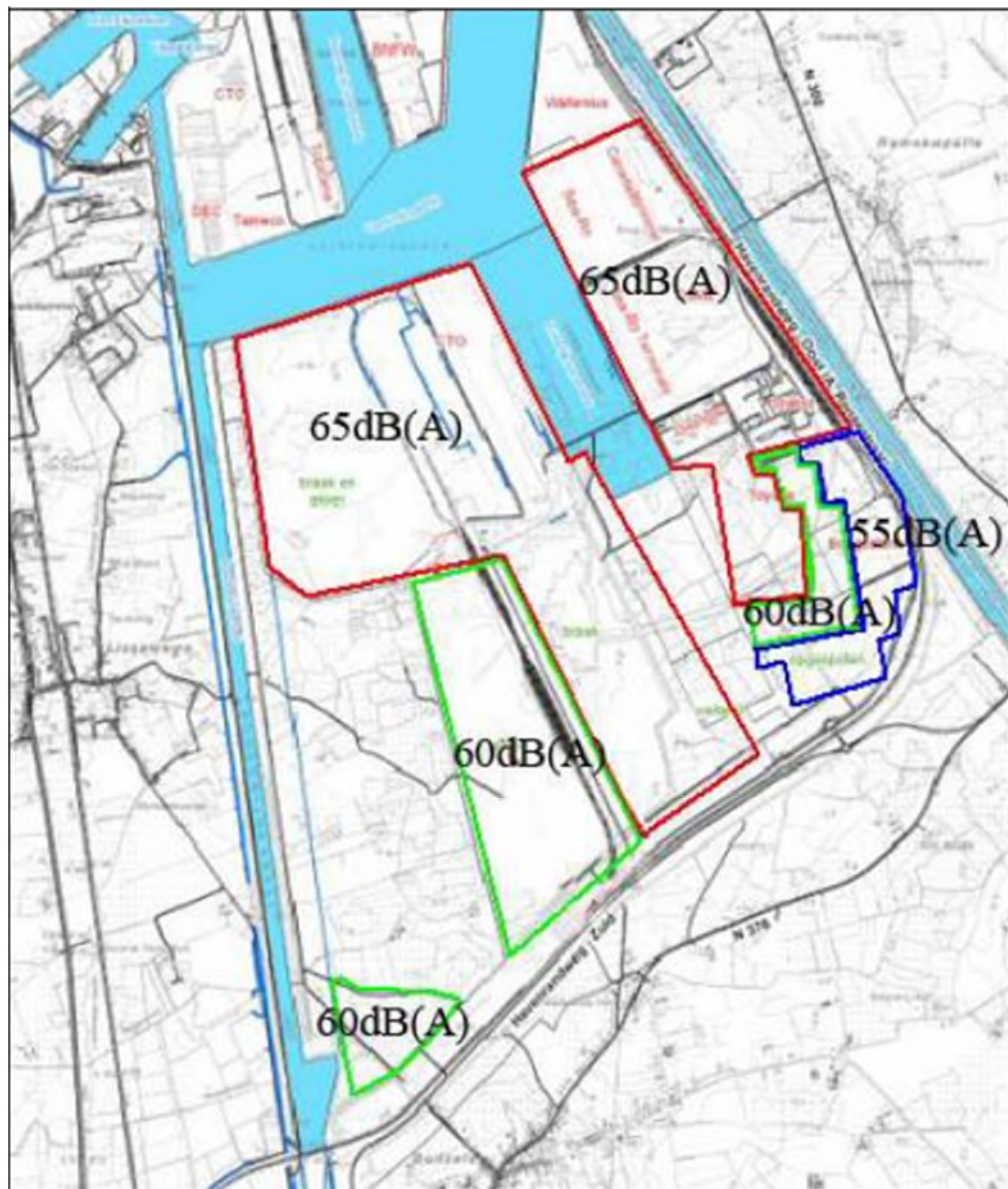
Na de afwerking van de kaaimuur, het verwijderen van de werfzone en van de grondstock zal het deel van het projectgebied achter (ten oosten van) de kaaimuur worden ingenomen als haventerrein (ca. 15 ha). De exacte invulling van dit gebied is op heden nog niet gekend, maar logischerwijs zal het gaan om watergebonden op- en overslagactiviteiten.

Geluid van op- en overslagactiviteiten

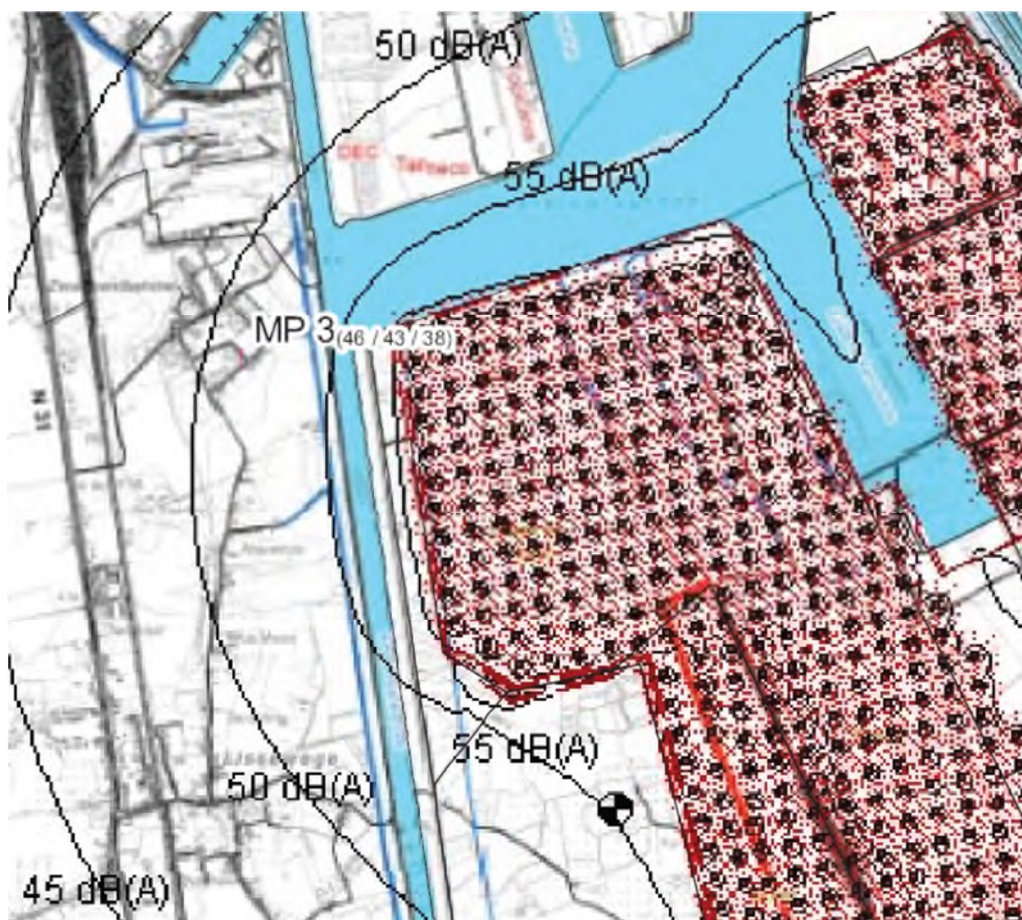
De inname van de zone van ca. 15 ha langs het verbrede Boudewijnkanaal kan als een eerste stap worden beschouwd in de invulling van de tot op heden nog niet ontwikkelde delen van de Achterhaven conform het GRUP Afbakening Zeehavengebied Zeebrugge.

Voor de uitbouw van de volledige zuidelijke Achterhaven van Zeebrugge werd reeds in 2007 een project-MER opgemaakt (Belconsulting, december 2007). In dit MER werd een indicatieve geluidsmodellering van het havengebied uitgevoerd op basis van kengetallen (uitgedrukt in dB(A)/m²) voor typische havenactiviteiten.

Voor het deel van de Achterhaven gelegen binnen het projectgebied van onderhavig project (en het grootste deel van de Achterhaven) werd als kengetal 65 dB(A)/m² toegepast, kenmerkend voor overslag van zowel stukgoed, vast bulkgoed als containers. Het hanteren van dit kengetal lijkt een logische aanname, aangezien niet bekend is welke inrichtingen zich er zullen vestigen en het kengetal van deze categorie het hoogst is. Er kan vanuit worden gegaan dat dit kengetal op heden nog steeds representatief is, en dat de resultaten van de geluidsmodellering van 2007 dus nog steeds valabel zijn.



Figuur 5-33: Situering van de in het model voor het MER (2007) gehanteerde kengetallen



Figuur 5-34: Resultaten geluidsmodellering (LAeq) (MER Achterhaven Zeebrugge, 2007)

Uit de modelberekeningen in het MER bleek dat ter hoogte van het evaluatiepunt in Zwankendamme een geluidsdrukkniveau van 46 dB(A) voor de dagperiode, 43 dB(A) voor de avondperiode en 38 dB(A) voor de nachtperiode werd berekend en deze allen conform de milieukwaliteitsdoelstellingen zijn.

Geluid van aanmerende schepen

De geluidsproductie van aanmerende schepen in de nabestemming zal vergelijkbaar zijn met de geluidsemissies afkomstig van schepen zoals beschreven tijdens de fase van het bouwdok (aanvoer van grondstoffen via binnenscheepvaart). Er wordt bijgevolg verwezen naar § 5.3.5.3.

5.3.7 Conclusie en milderende maatregelen en aanbevelingen

Het voldoen aan de geluidseisen voor continue geluid op 200 meter van de terreingrens van de bouwzone is moeilijk realiseerbaar. Globaal kan gesteld worden dat equivalente geluidsdrukkniveaus van 50 à 55 dB(A) op een afstand van 200 meter frequent zullen voorkomen of overschreden worden. Deze waarden voldoen wel aan de geluidseisen voor incidenteel/sterk fluctuerend geluid.

Ter hoogte van de dichtstbijgelegen woningen zal voldaan worden aan de geluidseisen voor niet-continue geluid. Er wordt geen trillingshinder verwacht.

Er worden verder geen significante effecten verwacht inzake geluid en trillingen door het verplaatsen van de hoogspanningsleiding van een horizontaal gestuurde boring onder het Boudewijnkanaal.

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de wijze waarop het lawaai gedurende de bouwfase van het bouwdok maximaal kan worden beperkt. Volgende algemene regels kunnen toegepast worden om de hinder tijdens de werken te minimaliseren:

- de onderhoudstoestand van de machines is van zeer groot belang (rammelende tandwielen, weinig speling in de lagers door slijtage, onvoldoende smering, materialen gebruiken met grote inwendige demping, onnodig geopende panelen van een omkasting, vervuilde filters, ...),
- lossen van materiaal: vermijden van impacten bij het sluiten van de laadklep of het neerlaten van de kipbak,
- vermijden van impacten op grote stalen oppervlakken,
- gebruik maken van aanwezige objecten om afschermingen te krijgen, bv. machines plaatsen achter terreinoneffenheden, aarden wallen en/of opgestapeld bouw materiaal, zo nodig kan men ook uitgegraven aarde of bouw materiaal op een voor afscherming gunstige plaats leggen,
- tijdelijke werfinrichtingen (bouwketen) zo ver mogelijk van de terreingrens en niet vlakbij machines (zodat zo weinig mogelijk reflecties optreden),
- gebruik van geluidsarme machines, bouw machines zijn de belangrijkste geluidsbronnen op de werf, wanneer de geluidsemissie van een bron de andere geluiden op de werf met meer dan 10 dB(A) overschrijdt, bepaalt deze enkele machine bijna het totale omgevingslawaai, door hier gericht in te spelen op het gebruik van stille machines kan een belangrijke reductie bekomen worden, enkel machines die voldoen aan de desbetreffende Europese wetgeving mogen worden ingezet, deze wetgeving beperkt het maximaal toelaatbare geluidsvermogen-niveau van een aantal machines (motorcompressoren, energie-aggregaten, grondverzet-machines, betonmengers, ... - machines met Europees certificaat).

Verder wordt nog gewezen op volgende specifieke aanbeveling bij de volledige uitvoeringsfase van het project:

- Het is aangewezen om lawaaiërende werkzaamheden maximaal te beperken tot de dagperiode op werkdagen. Vanuit het MER worden werkzaamheden tijdens de avond- en nachtperiode of tijdens het weekend niet verboden. Op die manier kan de totale uitvoeringsduur immers beperkt worden ten opzichte van een situatie waarin enkel gewerkt wordt tijdens de daguren. Echter, indien er potentieel hinderlijke activiteiten (bijvoorbeeld laden en lossen, gebruik geluidsintensieve machines, of andere activiteiten) tijdens de avond- en/of nachtperiode dienen uitgevoerd te worden (omwille van welke redenen dan ook), dient de initiatiefnemer dit voorafgaandelijk te melden (bij de stad Brugge) en dient een geluidsnota opgesteld te worden waaruit blijkt welke geluidsdrukniveaus kunnen veroorzaakt worden. Het is ook steeds aangewezen dat er een (groen) telefoonnummer wordt voorzien waar de burens naar kunnen bellen bij eventuele hinder.

5.4 Lucht

5.4.1 Afbakening van het studiegebied

Het studiegebied voor de discipline Lucht wordt afgebakend tot die zone waarin de verwachte emissies een aantoonbare invloed op de luchtkwaliteit hebben.

Het studiegebied wordt in eerste instantie beperkt tot ca. 1 km rondom het projectgebied, gezien de emissies in het projectgebied voornamelijk bepaald worden door wegwaaiend stof op de werf en in mindere mate door de uitlaatgassen van machines en het werfverkeer.

Het studiegebied zal verder uitgebreid worden met de belangrijkste aan- en afvoerwegen waarom beduidende wijzigingen van verkeersstromen te verwachten zijn.

5.4.2 Juridische en beleidsmatige context

De milieukwaliteitsnormen voor lucht worden beschreven in VLAREM II. Hieronder worden de normen gegeven voor de meest relevante stoffen NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5} (VLAREM-bijlage 2.5.3.11 en 2.5.3.14). Er worden immissiegrenswaarden gegeven enerzijds voor jaargemiddelden en anderzijds (behalve bij PM_{2,5}) voor dag- of uurgemiddelden (aantal toegelaten overschrijdingen per jaar).

Volgens de recentste inzichten is EC (elementair koolstof) de meest adequate parameter om lokale luchtkwaliteit te beoordelen in geval deze vooral door verkeersemissies wordt bepaald. Voor EC bestaan evenwel (nog) geen wettelijke grenswaarden.

Tabel 5-19 Immissiegrenswaarden volgens VLAREM II en Europese dochterrichtlijnen

Polluent	Middelingstijd	Grenswaarde µg/m ³	# toegelaten overschrijdingen
NO ₂ en NO _x	1 uur	200	Max. 18 keer per jaar
	Kalenderjaar	40	-
Fijn Stof (PM ₁₀)	24 uur	50	Max. 35 keer per jaar
	Kalenderjaar	40	-
Fijn Stof (PM _{2,5})	Kalenderjaar	25 (20 in 2020)	-

Recent werd in VLAREM II een nieuw hoofdstuk 6.12 toegevoegd over de beheersing van stofemissies tijdens bouw-, sloop- en infrastructuurwerken.

5.4.3 Methodologie

5.4.3.1 Methodiek beschrijving bestaande situatie

In eerste instantie wordt de plaatselijke luchtkwaliteit in het studiegebied beschreven voor de relevant geachte componenten.

De bestaande luchtkwaliteit wordt beschreven aan de hand van de ATMOSYS-kaarten. De meest recente gegevens dateren hierbij van 2013.

5.4.3.2 Aanpak geplande toestand

De impact op de luchtkwaliteit door uitvoering van het project wordt veroorzaakt door:

- Uitlaatgassen van machines en werfverkeer;
- Uitlaatgassen bij transport van de tunnelementen;
- Wegwaaiend stof bij grondwerken en grondafvoer;
- Wegwaaiend stof bij "bouwactiviteiten".

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen enerzijds de emissies in het projectgebied te wijten aan grondwerken en bouwactiviteiten, en anderzijds de emissies te wijten aan werfverkeer, meer in het bijzonder de aanvoer van materialen en de afvoer van de uitgegraven grond.

Ten aanzien van de werfemissies (wegwaaiend stof) kan op basis van kengetallen een schatting gemaakt worden van de te verwachten emissies. Echter, gezien algemeen aanvaard wordt dat deze kengetallen dermate onnauwkeurig zijn (een factor 10 verschil tussen verschillende sets kengetallen is geen uitzondering), wordt een impactevaluatie van deze emissies als niet realistisch aanzien. Voor dit onderdeel van de studie zal dan ook voornamelijk aandacht besteed worden aan eventuele milderende maatregelen en desgevallend aan mogelijke post-monitoring.

Gezien de aan- en afvoer van materiaal en materieel naar en van het projectgebied door middel van vrachtwagens beperkt blijft (uitgegraven grond wordt gestockeerd binnen het projectgebied, aan- en afvoer van materiaal en materieel gebeurt zo veel mogelijk per schip), werd besloten dat het toepassen van het IFDM-model geen relevante resultaten zou opleveren. De beoordeling van de verkeers emissies zal bijgevolg kwalitatief gebeuren.

De benodigde verkeersgegevens worden aangeleverd door via de discipline Mens.

Tabel 5-20 Beoordelingscriteria en significantiekader discipline lucht

Effectgroep	Criterium	Methodologie	Basis beoordeling significantie
Effecten in de aanlegfase en de exploitatiefase	Emissies van pollutanten en stof t.g.v. aanlegwerken en werfverkeer	Benaderende inschatting emissiebronnen in aanlegfase	Bijdrage aanlegwerken en werfverkeer aan lokale luchtkwaliteit
	Luchtimmissieniveaus ten gevolge van verkeersstromen gegenereerd of beïnvloed door project	Kwalitatieve bespreking ten opzichte van de huidige situatie	Stijging of daling immissie-niveau

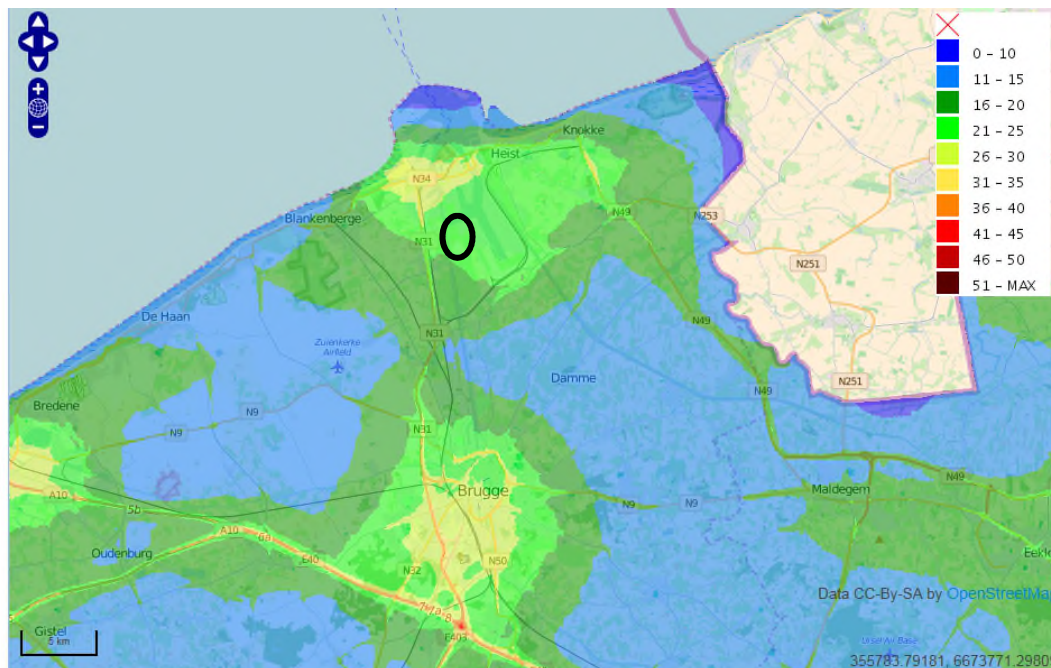
5.4.4 Beschrijving van de referentiesituatie

De huidige luchtkwaliteit wordt bepaald door zowel natuurlijke emissies (achtergrondconcentratie) als door emissies afkomstig van menselijke activiteiten zoals industriële activiteit, energievoorziening, gebouwenverwarming (van bedrijven, kantoren en huishoudens), verkeer en landbouw.

De beschrijving van de luchtkwaliteit in de omgeving gebeurt aan de hand van de ATMOSYS-kaarten. ATMOSYS zorgt voor luchtkwaliteitsmodellen die tot op straatniveau met een hoge ruimtelijke resolutie kunnen geraadpleegd worden. In de periode 2010-2014 werd door de VMM, IRCEL (intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu) en VITO het ATMOSYS-project uitgevoerd. Het systeem van luchtkwaliteitsmodellen laat toe om de luchtkwaliteit van de voorbije jaren te analyseren. De ATMOSYS-kaarten zijn beschikbaar op de website <http://atmosys.eu/faces/services-annual-maps.jsp>. Uit onderstaand uittreksel uit de kaart van het gemodelleerde NO₂-jaargemiddelde kan afgeleid worden dat dit in 2013 t.h.v. het projectgebied gemiddeld 21-25 µg/m³ bedroeg.

Volgens de ATMOSYS-kaart lag de PM₁₀-jaargemiddelde concentratie in 2013 ter hoogte van het projectgebied gemiddeld tussen 21 en 25 µg/m³. Het aantal dagen met overschrijding norm PM₁₀-daggemiddelde bedraagt ter hoogte van het studiegebied 11-15 dagen. Inzake PM_{2,5} bedraagt de gemiddelde waarde voor 2013 ter hoogte van het studiegebied 16-20 µg/m³.

Algemeen kan gesteld worden dat de luchtkwaliteit in het plangebied gemiddeld tot vrij goed is. De grenswaarden worden voor geen enkele parameter overschreden.



Figuur 5-35: Jaargemiddelde NO2 concentratie in 2013 met indicatie van het plangebied (zwarte cirkel) (Bron: ATMOSYS)

5.4.5 Geplande toestand en effecten

In dit hoofdstuk worden de mogelijk veroorzaakte emissies besproken. De mogelijke invloed op de omliggende woningen en bedrijven wordt besproken onder de discipline Mens.

5.4.5.1 Inschatting van de stofemissie

Stofemissies kunnen binnen het projectgebied veroorzaakt worden ter hoogte van de betoncentrale in de werfzone, ter hoogte van de gestapelde grond in de bergingslocatie(s) en ter hoogte van de toegangswegen.

Betoncentrale

Om de stofemissies van een betoncentrale in te schatten worden in de BBT voor betoncentrales twee benaderingen naast elkaar geplaatst.

De eerste is een berekening van de emissie op basis van de stofgevoeligheid van de stoffen. Hieruit kan afgeleid worden dat vooral cementstof emissies veroorzaakt. Deze methode houdt geen rekening met het gebruik van stoffilters, waardoor de stofemissie sterk overschat wordt. Nagenoeg alle bedrijven / betoncentrales zijn echter uitgerust met stoffilters omdat het economisch niet verantwoord is om grote hoeveelheden dure grondstof (cement) te verliezen.

De tweede en waarschijnlijk betere benadering om de stofproductie in te schatten, is dan ook gebaseerd op de efficiëntie van de stoffilters. Indien deze stoffilters algemeen toegepast en behoorlijk onderhouden worden, zal deze benadering beter aansluiten bij de realiteit. Uit het handboek BBT voor betoncentrales blijkt dat de stofemissie voor het vullen van silo's voor een gemiddelde betoncentrale (productie 100.000 ton) ongeveer 22 kg/jaar bedraagt, wat minder is dan de drempelwaarde volgens VLAREM voor stofproductie (20 ton/jaar). In het rapport 'BBT voor betoncentrales' wordt gesteld dat deze waarden niet snel worden overschreden.

Daarnaast zijn er binnen de zoekzone voor werfzone twee mogelijke locaties voor werfzone waar het aanleggen van een nabij gelegen laad- en loszone op het water mogelijk is. Dit betekent dat intern

transport over werfwegen naar de werfzone vermeden wordt, en stofemissies beperkt worden (score 0 / -1).

Toegangswegen

Bij droog weer zijn stofemissies ter hoogte van toegangswegen en interne werfwegen beperkt (zie hierboven maar niet volledig uit te sluiten. Deze emissies worden (sowieso) beperkt gezien interne wegen en toegangswegen zullen verhard worden en zo veel als nodig besproeid/nat gehouden worden als bronmaatregel.

Bergingslocaties

Tijdens het uitgraven en bergen van de uitgegraven grond kunnen eveneens stofemissies ontstaan. Ook nadat de grond geborgen is, kunnen vanaf de bergingslocatie(s) nog stofemissies ontstaan. De mogelijke stofhinder afkomstig van de bergingslocaties wordt beperkt negatief tot negatief (-1/-2) beoordeeld.

Door het nemen van een aantal maatregelen, kan de mogelijke stofemissie sterk beperkt worden (zie § 5.4.8). Verder wordt er verondersteld dat er voldaan wordt aan VLAREM II, hoofdstuk 6.12, met name aan de bepalingen inzake beheersing van stofemissies tijdens bouw-, sloop- en infrastructuurwerken. Dit betekent oa. dat er afscherming en beneveling dient plaatst te vinden van de locatie waar de activiteiten worden uitgevoerd en dat er een maximaal snelheidsregime geldt voor voertuigen op bouwerven om het opwaaien van stof te beperken.

Alternatieven

De mogelijkheid wordt opengelaten om geen betoncentrale te voorzien en alle beton extern aan te voeren. In dit geval worden geen stofemissies verwacht van het produceren van het beton, maar het risico op stofhinder afkomstig van de toegangsweg neemt wel toe, gezien de aan- en afvoer van vrachtwagens in dit geval veel hoger zal liggen. Indien de nodige maatregelen genomen worden om stofhinder ter hoogte van de toegangswegen te voorkomen, zullen de effecten echter beperkt blijven.

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake stofhinder indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.4.5.2 Verkeersemissies

Tijdens de fase van de aanleg van de kaaimuur

De aanvoer van beton voor de aanleg van de kaaimuur (diepwand + kesp + ontlastvloer) kan voor verhoogde verkeersemissies zorgen. Uitgaande van een benodigd volume beton van 51.000 m³ en een duurtijd van 12 maanden (=ca. 220 werkdagen) en ca. 10 m³ per betonwagen, betekent dit dat tijdelijk ca. 23 betonwagens per dag worden aangevoerd of ca. 46 vrachtbewegingen per dag. Er kan geoordeeld worden dat dergelijke lage) verkeersemissies afkomstig van de mogelijke externe aanvoer tijdens de aanleg van de kaaimuur te verwaarlozen zijn.

Tijdens de tussenfase van de aanleg en exploitatiefase van het bouwdok

Het zo veel mogelijk aanvoeren van materiaal en materieel via schepen, zal een gunstige invloed op de mogelijke emissies veroorzaken, gezien dit een sterke beperking van het aantal vrachtwagens als gevolg heeft, en de hiermee gepaard gaande verlaging inzake brandstofverbruik en rechtstreekse impact op de luchtkwaliteit ter hoogte van de bewoning langs aanvoerwegen.

Vanuit de discipline bodem wordt er wel aanbevolen in het bestek voor de aannemer van de Scheldetunnel op te nemen dat deze het herbruikbare deel van de uitgegraven grond mag / kan hergebruiken / afvoeren ten behoeve van andere projecten, indien hij dit wenst. Hierdoor is de afvoer per vrachtwagen van een beperkt deel van de uit te graven grond wel mogelijk. Er wordt echter verwacht dat slechts een beperkt deel "herbruikbaar" zal zijn, waardoor ook de veroorzaakte emissies beperkt zullen zijn.

Alternatieven

In het bestek wordt de mogelijkheid opengelaten om voor het bouwen van de tunnelementen te werken met een externe betoncentrale. Alhoewel dit minder realistisch wordt beschouwd, dient opgemerkt te worden dat het aanvoeren van beton afkomstig van een externe betoncentrale voor verhoogde verkeersemissies zal zorgen. Uitgaande van een betonproductie van 182.500 m³ beton voor het bouwen van de tunnelementen en een duurtijd van 26 maanden (= ca. 475 werkdagen) en ca. 10m³ per betonwagen, betekent dit dat tijdelijk ca. 38 betonwagens per werkdag worden aangevoerd of ca. 76 vrachtbewegingen. Er kan geoordeeld worden dat de verkeersemissies afkomstig van de mogelijke externe aanvoer te verwaarlozen zijn.

De mogelijke bergingslocatie(s) zijn gelegen in aansluiting met het bouwdok. Dit betekent dat emissies afkomstig van het in te zetten materieel binnen het projectgebied reeds maximaal beperkt worden.

Ten aanzien van mogelijke emissies van het aan- en afvoeren van materiaal en materieel per schip en het afvoeren van de tunnelementen uit het bouwdok, kan gesteld worden dat deze emissies, in vergelijking met de totaliteit van het scheepvaartverkeer, relatief beperkt zullen zijn en het project geen aantoonbare bijdrage zal veroorzaken ter hoogte van de kust. In de Achterhaven zelf zal het aandeel in de scheepvaartemissies groter zijn, maar niet van die aard dat hierdoor relevante bijdragen zullen ontstaan.

Tijdens het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal

Ook tijdens de fase van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal zijn de mogelijke bergingslocatie(s) gelegen in aansluiting met het te verbreden en verdiepen deel van het Boudewijnkanaal. Dit betekent dat emissies afkomstig van het in te zetten materieel binnen het projectgebied reeds maximaal beperkt worden.

➔ Algemeen wordt aangenomen dat de veroorzaakte emissies ten gevolge van het verkeer gedurende het volledige project als niet significant (0) kunnen beschouwd worden.

5.4.5.3 Geurhinder

Uit het rapport “BBT voor verwerkingscentra van bagger- en ruimingsspecie (VITO, 2007) blijkt het volgende:

Geurhinder zal zelden optreden. Bij aanvoer van sterk gereduceerd baggerslib kunnen geurstoffen (voornamelijk H₂S en NH₃) vrijkomen bij het opspuiten van de bagger- en ruimingsspecie. In de meeste gevallen is de bagger- en ruimingsspecie reeds in contact gekomen met zuurstof tijdens het baggeren of het transporteren. De kans op geurhinder ter hoogte van het scheidingsbekken is hierdoor zeer klein. Het risico op geurhinder is het grootst indien hoge concentraties minerale olie en PAK's in de bagger- en ruimingsspecie worden aangetroffen.

Hiermee rekening houdend en gezien de ruime afstand tot de bestaande bewoning en de gunstige windrichting ten opzichte van die bewoning, wordt het risico op geurhinder verwaarloosbaar ingeschat.

5.4.6 Nabestemming en ontwikkelingsscenario's

Na de afwerking van de kaaimuur, het verwijderen van de werfzone en van de grondstock zal het deel van het projectgebied achter (ten oosten van) de kaaimuur worden ingenomen als haventerrein (ca. 15 ha).

De exacte invulling van dit gebied is op heden nog niet gekend, maar conform de bestemming van het terrein en de ligging langs een kaaimuur zal het gaan om watergebonden op- en overslagactiviteiten en niet om industriële activiteiten met aanzienlijke luchtmissies. Derhalve kan verondersteld worden dat de nabestemming als haventerrein geen significante impact zal hebben op de lokale luchtkwaliteit (o.a. t.h.v. de nabije woonkernen Zwankendamme en Lissewege).

Overslagactiviteiten – met name containeroverslag en RoRo – kunnen wel een aanzienlijke verkeersgeneratie hebben, maar aangezien de aan- en afvoer binnen het havengebied en op wegen van hoog

niveau (A11, N31 richting E40) zal afgewikkeld worden, kan de bijdrage van dit verkeer aan de lokale luchtkwaliteit t.h.v. kritische locaties (woningen, scholen,...) als verwaarloosbaar beschouwd worden.

Bepaalde overslagactiviteiten (b.v. overslag van ertsen of granen) kunnen wel aanzienlijke stofhinder veroorzaken. Het projectgebied ligt op korte afstand van een autoterminal, een activiteit die zeer gevoelig is voor stofhinder (parkeren en verplaatsen van nieuwe wagens in open lucht). Er kan dan ook vanuit gegaan worden dat havenactiviteiten die veel stof emitteren door beheerder MBZ niet zullen toegelaten worden t.h.v. de nieuwe kaaimuur, aangezien negatieve impact op de autoterminal niet of nauwelijks kan vermeden of gemilderd worden.

5.4.7 Conclusies

In de besteksvoorwaarden voor de aannemer van de Scheldetunnel wordt opgelegd dat de BBT dienen gevolgd te worden. Uit het handboek BBT voor betoncentrales blijkt dat de stofemissie voor het vullen van silo's voor een gemiddelde betoncentrale de drempelwaarde volgens VLAREM niet zal overschrijden.

Bij droog weer zijn stofemissies ter hoogte van toegangswegen en interne circulatiewegen niet uit te sluiten. Daarom zullen de verharde wegen zo veel als nodig nat gesproeid worden en zal een wielwasinstallatie aanwezig zijn.

Tijdens het uitgraven en bergen van de uitgegraven grond kunnen eveneens stofemissies ontstaan. Ook nadat de grond geborgen is, kunnen vanaf de bergingslocatie(s) nog stofemissies ontstaan.

De veroorzaakte verkeersemisies worden beoordeeld als niet significant, gezien het transport hoofdzakelijk via schepen zal gebeuren, en de werfzone(s) en bergingslocatie(s) in aansluiting met het te verbreden en verdiepen kanaal gelegen zijn. Ook als de nodige hoeveelheid beton aangevoerd wordt, zullen de bijkomende verkeersemisies te verwaarlozen zijn.

Als laatste wordt opgemerkt dat er geen significante effecten worden verwacht voor de discipline Lucht door het verplaatsen van de hoogspanningsleiding van een horizontaal gestuurde boring onder het Boudewijnkanaal.

5.4.8 Milderende maatregelen en suggesties

Stofhinder tijdens grootschalig grondverzet is onvermijdelijk. Volgende aanbevelingen worden voorgesteld:

- Aanleggen van vaste verharde werfwegen, die regelmatig gereinigd en zo nodig (bij overvloedig stofopwekking) besproeid worden;
- Besproeien van stockages totdat ze voldoende begroeid zijn;
- De bovenzijde van de geborgen grond vlak afwerken ;
- Inzaaien van stockages met een speciaal fixerend (en vochthoudend) grasmengsel;

OF

- Afdekken met laag grond met relatief weinig fijn zand of juist cohesief materiaal (kleihoudend);

OF

- Beplanting rondom stockage

Voorts wordt aanbevolen om steeds de minst vervuilende machines en technieken in te zetten bij de uitvoering van het project.

5.5 Fauna en flora

5.5.1 Afbakening van het studiegebied

Het studiegebied voor de discipline fauna en flora valt samen met het algemeen studiegebied: het projectgebied en een zone van ca. 200 m rond het projectgebied. Een verruiming van het studiegebied is mogelijk in functie van mogelijke ecologische relaties met of barrières t.o.v. andere gebieden (meerdere kilometers), rustverstoring (enkele honderden meter), wijzigingen in oppervlaktewaterkwaliteit en –kwantiteit, invloedstraal bemaling, enz.

5.5.2 Juridische en beleidsmatige context

De algemene principes zoals de zorgplicht (natuurbehoudsdecreet art.14) zijn van belang, evenals de principes m.b.t. de bescherming van habitats en kleine landschapselementen.

Verder moet rekening gehouden worden met de aanwezigheid van speciale beschermingszones (habitat- of vogelrichtlijngebieden), VEN-gebieden en/of natuur- of bosreservaten.

5.5.3 Methodologie

5.5.3.1 Methodiek beschrijving bestaande situatie

Voor de beschrijving van de huidige situatie zal beroep gedaan worden op de inventarisatiegegevens verzameld in het kader van de eerdere fase van de planvorming onder meer t.b.v. de compensatieaspecten. Eveneens wordt de biologische waarderingskaart (versie 2016) gehanteerd.

Een beperkte terreinverkenning zal de ecooloog toelaten om eventuele wijzigingen in het biotisch milieu na te gaan.

Waar relevant wordt er vrij beschikbare informatie van natuurverenigingen opgevraagd.

De bestaande toestand op het vlak van rustverstoring, het voorkomen van barrières tussen natuurelementen wordt besproken. Er worden eveneens interdisciplinaire links gelegd tussen de beschrijving van de hydrologie, hydrografie, bodem, geluid en landschap. Relevante elementen uit deze disciplines met betrekking tot de discipline fauna en flora worden toegelicht, waarbij er verwezen wordt naar de betreffende hoofdstukken.

Beschrijving van SBZ/VEN, de natuurwaarden in de omgeving en plan/project

Specifiek voor SBZ:

- Beschrijving SBZ (historiek SBZ, referentiesituatie en huidige situatie)
- Criteria van de aanwijzing van de gebieden + bespreking IHD's
- Beschrijving integriteit van het gebied
- Andere gebiedsgegevens
- Beschrijving plan of project
- Samenvatting van het project of plan dat een effect heeft op het gebied
- Relatie tussen het plan/project en de SBZ

5.5.3.2 Aanpak geplande toestand

In het deel fauna en flora worden de directe en indirecte effecten van het bouwdokproject op vegetatie en fauna besproken. Het belangrijkste direct effect is biotoopverlies ten gevolge van het ruimtebeslag. Indirecte effecten kunnen zich voordoen naar aanleiding van de geplande bemalingen. Er dienen niet enkel mogelijke verdrogingseffecten in rekening gebracht te worden, maar er kan ook

verzilting of verzoeting of wijzing van de waterkwaliteit optreden, welke kunnen resulteren in een verandering in soortsaamenstelling.

De belangrijkste effecten die te verwachten zijn voor de discipline fauna en flora, worden hieronder nog eens opgesomd:

- ecotoop- en biotoopvernietiging;
- wijziging watersystemen (grondwaterpeilen, zoet-zoutevenwicht);
- rustverstoring;
- vernatting/verdroging;
- versnippering/barrièrewerking.

Bij de beoordeling van de milieueffecten op fauna en flora die kunnen optreden tijdens de aanleg en exploitatie van het project wordt rekening gehouden met de kwetsbaarheid van een bepaald ecotoop ten opzichte van een bepaalde ingreep (gebaseerd op zeldzaamheid, natuurlijkheid, vervangbaarheid en gevoeligheid van het ecotoop) en met de ernst van de indirecte invloed van de gewijzigde abiotische factoren.

Gezien de ligging binnen en nabij Natura 2000-gebied zal een passende beoordeling opgesteld worden. De mogelijke effecten op het natura 2000-gebied zullen in de passende beoordeling aan bod komen. Dit rapport zal als bijlage bij het project-MER gevoegd worden.

Tabel 5-21 Beoordelingscriteria en significantiekader voor de discipline fauna en flora

Effecten	Criterium	Methodiek	Significantiekader
Biotoopverlies	Verlies vegetatie door inname Verlies leefgebied voor fauna	Uitdrukking van verlies in oppervlakte minder waardevolle en waardevolle elementen (o.b.v. BWK en veldwerk) + indirect verlies aan leefbaarheid van fauna (vogels, zoogdieren, amfibieën) op basis van bestaande gegevens	Relatief belang (in waarde en oppervlakte) van te verdwijnen biotoop in omgeving
Eco-, biotoopwijzigingen door wijzigingen in de waterhuishouding of -kwaliteit	Verdrogingsgevoelige oppervlakte die beïnvloed wordt door het project	Kwalitatieve beschrijving aan de hand van conclusies discipline oppervlaktewater en grondwater	Relatief belang van waterlopen en gebieden die een mogelijke impact kunnen ondervinden
Verstoring avifauna	Rustverstoring van de avifauna in de omgeving	Oppervlakte van eventueel beïnvloed waardevol gebied en eventueel aantal getroffen soorten op basis van de te verwachten geluidsverhoging (berekend onder aspect 'geluid') en dit in relatie tot de richtwaarde van verstoring van 45 dBA- 55dB(A)	Omvang van het verstoorde gebied en belang van de getroffen soorten
Vernatting/verdroging	Oppervlakte gevoelig voor vernatting/verdroging die beïnvloed wordt	Bespreking aan de hand van de resultaten van het grondwatermodel en expert judgement	Effecten kunnen significant zijn wanneer vernatting/ verdroging leidt tot aantasting van de vegetatie en/of de populatie van bepaalde diersoorten beïnvloed
Versnippering/barrièrewerking	Aanduiding zones die gevoelig zijn voor versnippering en barrière-effecten	Bespreking o.b.v. indicaties op de ecosysteemkwetsbaarheidskaarten en expert judgement MER-deskundig.	Effecten kunnen significant zijn wanneer de versnippering / ontsnippering de verspreiding van soorten beïnvloedt

5.5.4 Beschrijving van de referentiesituatie

5.5.4.1 Algemene beschrijving voorkomende natuurwaarden

De **zone voor verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal – fase 1** is gelegen in vrij authentiek polderlandschap en bestaat uit grasland met aan de rand een aantal sloten, grachten en rietkragen. De belangrijkste natuurwaarden zijn te vinden in de voorkomende schorren en waardevolle graslanden. Ook de dijkvegetaties, met name de oever van het huidige Boudewijnkanaal en de zone tussen de toekomstige kaaimuur en de zoekzone voor werfzone (de overgang van de niet opgehoogde zone en de opgehoogde zone) worden als waardevol tot zeer waardevol beschouwd, gezien deze zones bestaan uit verruigde vegetatie, rietkragen en waardevolle sloten. Ook het noordelijk deel van de tijdelijke bouwdoklocatie bestaat uit rietkragen, waardoor ook hier belangrijke natuurwaarden terug te vinden zijn.

De **bermen van het huidige Boudewijnkanaal** zijn in het algemeen over een grote lengte begroeid met struiken, onder meer dichte duindoornstruwelen, en aan de voet treft men op diverse plaatsen een goed ontwikkelde rietkraag aan. De kanaalbermen hebben ter hoogte van de Achterhaven een relatief grote waarde voor de avifauna: zij zijn aantrekkelijk voor vele soorten zangvogels, als foerageergebied en slaapplek (o.m. voor Houtsnip, Sperwer en Ransuil) tijdens de trekperiode. Vele soorten verplaatsen zich regelmatig tussen de kanaalbermen en de aanpalende, laaggelegen polderweiden. Langs de oostelijke berm is een kleine kolonie Oeverzwaluwen in de afkalvende oever gevestigd. De oostelijke berm van het kanaal kent namelijk geen specifiek beheer, gezien de plannen tot uitbreiding van het kanaal. De afwezigheid van specifiek beheer heeft zo geleid tot het ontstaan van interessante biotopen met ecologische meerwaarde.

De meest interessante zones voor het voorkomen van fauna in en nabij het projectgebied zijn gesitueerd in het oorspronkelijk polderlandschap, in de verruigde delen en in de rietkragen. Ondanks het wegvallen van het Vogelrichtlijnstatuut blijft het opgehoogd havengebied zeer belangrijk als broedgebied en als overwinteringsgebied van internationaal belangrijke soorten en aantallen vogels. Veruit het belangrijkste gebied voor wat betreft avifauna in de Achterhaven is de **Hoge Noen** (opgespoten terrein deels overlappend met bergingslocatie 2) en de onmiddellijke omgeving ervan. Binnen dit gebied hebben zich een aantal interessante steltloperplassen ontwikkeld. Het gebied ligt er vaak tot laat in het voorjaar erg nat bij. Jaarlijks worden hoge aantallen overwinterende watervogels in dit gebied waargenomen. Het gebied is van belang als overwinteringsplaats van verschillende soorten van bijlage 1 van de Europese Vogelrichtlijn. Op de opgehoogde gronden - indien niet als akker in gebruik genomen - ontwikkelen zich namelijk zilte vegetaties. Op de langzaam ontziltende delen komen zoete duinvegetaties tot ontwikkeling (pionierstadia van duinmoeras, droog duingrasland en duinstruweel). Er zijn permanente waterplassen ontstaan, waaronder de Hoge Noen. Deze komen echter wel soms droog te vallen in de zomer.

De natuurwaarden zijn de laatste 20 jaar sterk toegenomen in de omgeving van het projectgebied. Binnen de niet-opgespoten gronden (**Dudzeelse polder**) kan een noordelijke strook en een zuidelijk deel onderscheiden worden. Voor het noordelijk deel werd binnen het project-MER van de Zuidelijke Achterhaven (Belconsulting 2008) de toenmalige huidige situatie beschreven. Vergelijking tussen de kartering van 1997 (BWK in het kader van het MAP) en de toenmalige kartering (VLM 2006) duidde er op dat er een toename was van zilte elementen. Delen van het noordelijk deel werden in de BWK 1997 immers gekarteerd als Kz (opgespoten terrein) en Bu (akkers), waar deze later als natte weilanden met zilte elementen of moerassen werden gekarteerd. Dit duidt op een duidelijke verbetering. Voor het zuidelijk deel van de Dudzeelse polder was de situatie in 2008 als volgt (na vergelijking BWK 1997 en VLM 2006):

- Negatieve aspecten:
 - Omzetting van zilte graslanden naar akker (vooral in uiterste zuidelijk deel)
 - Degradatie van zilte graslanden naar soortenarmere graslanden
 - Degradatie van zilte graslanden tot graslanden met fragmentaire zilte elementen

- Positieve aspecten zijn:
 - Akkers omgezet naar grasland met fragmentaire zilte elementen of zilte graslanden (centraal en noordelijk deel)



Figuur 5-36: inrichtingswerken uitgevoerd in en in de omgeving van de Dudzeelse polder in 2010 – 2011 (bron: Monitoring van de SBZ-V 'Poldercomplex' (2013)).

In het kader van het natuurontwikkelingsproject in de Dudzeelse polder is sindsdien nog meer omzetting van akkers naar grasland gebeurd samen met afgravingen, ontwikkeling van waardevollere graslanden en zilte elementen. Oa. in 2010 en 2011 werden inrichtingswerken uitgevoerd in de Dudzeelse Polder. Naast een reeks laantjes en kleinere afgravingen in het noordoostelijke deel ging het vooral om vlakvormige afgravingen in het centrale en zuidelijke deel van de Dudzeelse Polder. Ook werden alle akkers ingezaaid en omgezet naar grasland. Daarnaast werd er een voor natuur gunstiger waterpeilregime ingesteld. Op die manier werd 80 ha zilt grasland (Hpr++da) gerealiseerd.

5.5.4.2 Beschermde gebieden

In de nabije omgeving van het bouwdok en de zoekzone voor werfzone komen geen Vlaamse natuurreservaten voor. Op ca. 1,2 km ten zuidwesten van het bouwdok (en ca. 500 m ten zuidwesten van de bergingslocatie 1) is het natuurreservaat 'Ter Doest – Lissewege' gelegen.

De meest zuidelijke zone van het projectgebied is gelegen binnen het Vogelrichtlijngebied "Poldercomplex". De oostelijke zone van de bergingslocatie 1, de meest zuidoostelijke tip van het bouwdok, de meest zuidwestelijke tip van bergingslocatie 2, de uitbreiding van bergingslocatie 1 en het grootste deel van de zuidelijke zone van de zoekzone voor werfzone zijn gelegen binnen het Habitatrichtlijngebied "Polders".

Uit §3.2 blijkt echter dat:

- De bergingslocatie 2, de uitbreiding van bergingslocatie 1 en het grootste deel van de zoekzone voor werfzone gedeeltelijk gelegen zijn binnen het geschrapte deel van het SBZ-V waarvoor compensaties voorzien en uitgevoerd zijn in de officiële compensatiematrix;
- De zone van het bouwdok en bergingslocatie 1 zich (gedeeltelijk) in de zogenaamde noordelijke strook bevinden. Compensaties voor de inname van deze strook zijn reeds uitgewerkt en uitgevoerd binnen de Dudzeelse polder.

Op ca. 1,1 km ten zuiden van het bouwdok (en ca. 400 m ten zuiden van de bergingslocatie 1) is het VEN-gebied "De Polders Boudewijnkanaal" gelegen. Er vindt geen rechtstreekse biotooppinname van dit VEN-gebied plaats. Er worden evenmin onrechtstreekse effecten verwacht, gezien de bemalingskegel niet tot in het VEN-gebied reikt. Verder is het VEN-gebied gescheiden van het projectgebied door het Boudewijnkanaal. Het project zal derhalve geen onvermijdbare en onherstelbare schade aan de natuur in het VEN veroorzaken. Er wordt besloten dat de opmaak van een verscherpte natuurtoets niet noodzakelijk is.

5.5.4.3 Biologische waarderingskaart

Het projectgebied is gesitueerd in de Achterhaven van Zeebrugge. Het gebied is voorlopig nog niet volledig ingenomen door de ontwikkelende havenactiviteiten. Ten oosten van de geplande kaai muur werd het gebied reeds opgespoten, terwijl de zone van het bouwdok, bergingslocatie 1 en het deel van de zoekzone voor werfzone ten zuiden van het bouwdok nog kenmerken vertonen van het oorspronkelijke polderlandschap.

De BWK versie 2016 geeft aan dat de zone ter hoogte van het tijdelijk **bouwdok** nagenoeg volledig als biologisch waardevol tot zeer waardevol wordt aangeduid. Het westen (in aansluiting met het Boudewijnkanaal) wordt aangeduid als een complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen, bestaande uit verruigd rietland (mru). De oostelijke delen bestaan uit biologisch zeer waardevolle slikken (da), biologisch waardevolle weilandcomplexen met veel sloten en/of microreliëf (hpr+ en hpr) en zeer waardevolle zones, bestaande uit brakke plassen (ah-). In het zuiden zijn nog een beperkt aantal biologisch minder waardevolle graslanden gelegen. Tussen de oostelijke en westelijke zones wordt een smalle zone aangeduid als zeer waardevol, met name een rietkraag k(mr).

Tussen de locatie voor het bouwdok en de **zoekzone voor werfzone** is een sloot (min of meer brakke plas (ah-)) gelegen die wordt aangeduid als complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen. Het noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone bestaat volgens de BWK grotendeels uit een complex van biologisch minder waardevolle en zeer waardevolle elementen bestaande uit soortenarm grasland (hp). Het meest westelijk deel van dit noordelijk deel was echter op het moment

van het terreinbezoek (september 2014) in gebruik als akker. Ten zuiden van de graslanden is het resterend deel van een biologisch zeer waardevolle plas gelegen (ah-), omgeven door graslanden. Het meest zuidoostelijke deel bestaat uit een biologisch minder waardevolle recent opgehoogde zone. Het meest zuidwestelijke deel van de zoekzone voor werfzone overlapt met bergingslocatie 1 en bestaat hoofdzakelijk uit waardevolle weilandcomplexen.

De noordelijke zone van het bouwdok en de zone ten noorden van de zoekzone voor werfzone bestaan uit rietvegetatie (mr) en worden aangeduid als respectievelijk biologisch zeer waardevol en complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen.

De zone ter hoogte van de **bergingslocatie 2** wordt op de BWK 2016 aangeduid als biologisch zeer waardevolle brakke plas (ah-) en een complex van biologisch minder waardevolle en zeer waardevolle elementen bestaande uit soortenarm grasland (hp). De eutrofe plas waarvan sprake komt in de zomer soms droog te vallen.

De zone ter hoogte van de **bergingslocatie 1** bestaat hoofdzakelijk uit een afwisseling van weilandcomplexen met veel sloten en/of microreliëf (hpr en hpr+), welke als biologisch waardevol worden aangeduid, biologisch zeer waardevolle schorren (da), biologisch zeer waardevolle plassen (ah) en zeer waardevolle rietkragen (mr) en beperkt ook zeebiesvegetatie (mz). In aansluiting met het Boudewijnkanaal komen rietpercelen (mru) voor. Ook hier wordt de tussenliggende zone aangeduid als zeer waardevol, bestaande uit een rietkraag (k(mr)). De dijk tussen de noordelijke strook en de Dudzeelse polder wordt gekarteerd als complex van biologisch zeer waardevolle en waardevolle elementen.

De **uitbreiding van bergingslocatie 1** voor het stockeren van de grond afkomstig van het verwijderen van het talud tussen het tijdelijk bouwdok en de verdieping van het Boudewijnkanaal wordt op de BWK 2016 aangeduid als biologisch minder waardevol opgehoogd terrein (kz).

In het **noorden van de Dudzeelse polder** vinden we een vergelijkbare vegetatie terug als ter hoogte van bergingslocatie1, met name een afwisseling van weilandcomplexen met veel sloten en/of microreliëf (hpr en hpr+), welke als biologisch waardevol worden aangeduid, biologisch zeer waardevolle schorren (da), biologisch zeer waardevolle plassen (ah) en zeer waardevolle rietkragen (mr).

5.5.4.4 Ecosysteemkwetsbaarheidskaarten

Het INBO heeft voor Vlaanderen ecosysteemkwetsbaarheidskaarten opgesteld die aangeven welke de al dan niet kwetsbare gebieden zijn op vlak van fauna en flora ten gevolge van verschillende verstoringsprocessen. Deze werden opgemaakt op basis van de eerste versie van de BWK. Er werd bijgevolg geen rekening gehouden met de recente ontwikkelingen in de haven van Zeebrugge. Aan de hand van de geactualiseerde BWK werd de beschrijving van deze kaarten aangepast waar nodig. De signaalkaarten voor ecotoopverlies, verdroging, vermesting en geluidsverstoring geven het volgende mee:

- Eutrofiëring: het projectgebied wordt hoofdzakelijk als weinig kwetsbaar aangeduid. Pleksgewijs komen ook kwetsbare zones voor. De dijk van het Boudewijnkanaal wordt als niet tot weinig kwetsbaar met zeer kwetsbare elementen aangeduid.
- Geluidsverstoring: het projectgebied wordt als weinig kwetsbaar tot kwetsbaar aangeduid. Ten zuidwesten van het projectgebied, aan de overkant van het Boudewijnkanaal, worden een aantal (zeer) kwetsbare zones aangeduid. Ook ten oosten het projectgebied wordt een ruime zone als zeer kwetsbaar aangeduid. Deze zone is momenteel echter volledig ingenomen door havenindustrie, waardoor deze zone (en de aangrenzende zones) in feite als weinig kwetsbaar voor bijkomende geluidsverstoring te beschouwen is.
- Verdroging: de reeds opgehoogde delen binnen het projectgebied worden als weinig kwetsbaar tot kwetsbaar aangeduid. Ook het grootste deel van het noordelijk deel van het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal wordt als niet tot weinig kwetsbaar aangeduid. Echter, momenteel komen hier opnieuw waardevolle vegetaties voor (in tegenstelling tot de periode van de opmaak van BWK, versie 1) die gevoelig zijn aan verdroging, waardoor deze

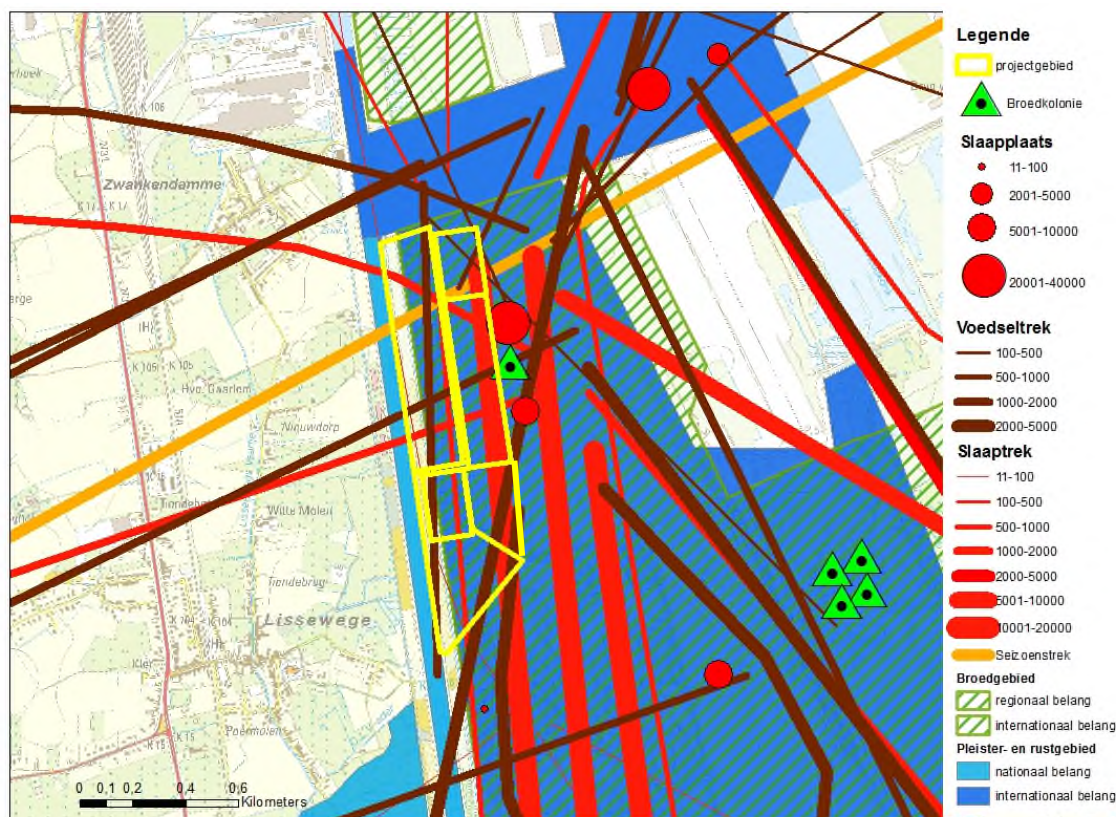
zone als kwetsbaar (al dan niet met zeer kwetsbare elementen) kan aangeduid worden. Ter hoogte van het meest zuidelijk deel van het bouwdok komt een zone voor die als kwetsbaar met zeer kwetsbare elementen wordt aangeduid.

- Ecotoopverlies: de dijkvegetatie langs het Boudewijnkanaal wordt aangeduid als zeer kwetsbaar en de locatie van het bouwdok als weinig kwetsbaar. Gezien het voorkomen van de biologisch waardevolle vegetatie ter hoogte van het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal kan deze zone beter als kwetsbaar aangeduid worden. Het noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone en de bergingslocatie 2 worden als kwetsbaar aangeduid. Alhoewel deze zone pas vrij recent werd opgehoogd, heeft zich opnieuw een waardevolle vegetatie ontwikkeld, waardoor deze inderdaad als kwetsbaar kunnen beschouwd worden. Bergingslocatie 1 (en het meest zuidwestelijk deel van de zoekzone voor werfzone) worden grotendeels als zeer kwetsbaar aangeduid.

5.5.4.5 Avifauna

Uit de **vogelatlas 2010** (zie Figuur 5-37) blijkt dat het projectgebied nagenoeg volledig aangeduid is als pleister- en rustgebied en broedgebied van internationaal belang. Enkel een smalle strook langs het kanaal is niet aangeduid. Ten oosten van bergingslocatie 2 wordt een broedkolonie en slaapplek van kokmeeuw en stormmeeuw aangeduid evenals een slaapplek voor Kolgans.

Verder worden een groot aantal slaap- en voedseltrekroutes aangeduid die vertrekken of eindigen ten oosten en ten noordoosten van het projectgebied. Het betreft oa. voedseltrekroutes voor eenden en ganzen en naar het zuiden toe ook voor steltlopers. De slaaptrekroutes betreffen routes voor meeuwen en ganzen (vooral kolganzen).



Figuur 5-37: Vogelatlant 2010 ter hoogte van het projectgebied

Op de **risico-atlas voor windturbines 2011** wordt het projectgebied en zijn omgeving eveneens aangeduid als weidevogelgebied. Op deze kaart wordt de zone ter hoogte van het zuidelijk deel van het zuidelijk insteeddok aangeduid als “broedkolonie” voor zilvermeeuw, kleine mantelmeeuw en kokmeeuw. Het projectgebied zelf wordt aangeduid als broedgebied voor oa. roerdomp, woudaap, tapuit, snor, zomertaling, porseleinhoen, kluut, graszanger, cetti’s zanger, baardmannetje en buidelmeeus en pleistergebied voor kleine zwaan, kluut, goudplevier, kempahaan, kleine rietgans, kolgans, grauwe gans, smient en slobbeend. De voedseltrek- en slaaptrekroutes zijn grotendeels vergelijkbaar met de vogelatlas 2010. Het projectgebied wordt op deze kaart ook nagenoeg volledig aangeduid als slaapplek voor stormmeeuw, kokmeeuw, zilvermeeuw, kolgans en wulp.

De Dudzeelse Polder en de Achterhaven behoren wat betreft de avifauna tot de rijkste gebieden in de Oostkustregio en dit zowel voor broedvogels als voor doortrekkers en wintergasten. Zo liggen de dichtheden van Blauwborst, Tureluur, Rietzanger, Bergeend, Kuifeend en Scholekster beduidend hoger dan in de meeste andere telzones. Bovendien vormt het gebied een bolwerk in Vlaanderen voor bijvoorbeeld Cetti’s Zanger en Graszanger en komen er een aantal zeldzame broedvogels tot broeden (b.v. Snor, Baardmannetje, Buidelmeeus en Tapuit). Jaarlijks nestelen in het gebied ook een of meerdere koppels Bruine Kiekendief. Op de Hoge Noen en het naastliggende Luzerneveld worden soms duizenden Kolganzen geteld. Ook voor andere watervogels zoals Smient en Slobbeend is het overdag een belangrijk rustgebied. Vaak zitten er ook grote concentraties Goudplevieren.

Sinds 2005 vindt er elk jaar een monitoring plaats van de avifauna in de SBZ-V ‘Poldercomplex’. Het rapport met de resultaten van het negende jaar (2013 – 2014, broedseizoen 2013 en winterhalfjaar 2013 / ’14) geeft de evolutie van het aantal territoria van de onderzoekssoorten. Wat betreft de Dudzeelse Polder toont het onderzoek aan dat Kuifeend er fors op vooruit ging van maximum 1 territorium tussen 2006 en 2012 naar 6 territoria in 2013. Een opvallende stijger is Grutto, met liefst 4 territoria. Hierbij dient helaas wel vermeld te worden dat het hier met zekerheid bij tijdelijke territoria bleef. De soort kwam hier helaas zeker niet tot broeden. Tureluur kende in 2010 een dieptepunt, maar het aantal territoria herstelde sindsdien en bereikte met 29 territoria in 2013 een hoogtepunt. Verder kende Bergeend een opleving na een minder jaar in 2012 en komt met 18 territoria in de buurt van het maximum sinds 2006. Blauwborst kende dan weer een terugval na het meest succesvolle jaar 2012.

Tabel 5-22: aantal territoria van de onderzoekssoorten over de verschillende onderzoeksjaren in de Dudzeelse polder (Z8) voor en na de inrichtingswerken en het procentuele verschil tussen beide periodes

	Z8	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Gemiddeld aantal 2006-2009	Gemiddeld aantal 2010-2013	Procentuele verandering Z8	Procentuele verandering rest SBZ-V
Bijlage I	Kluut	3	3	3		1	18	17	16	3,0	13,0	+ 333 %	-11%
	Visdief	0	0	0	0	0	0	2	0	0,0	0,5	+	+1186%
	Blauwborst	12	13	16	20	24	31	30	22	15,3	26,8	+ 75 %	+77%
Rode Lijst	Zomertaling	0	0	0	0	0	0	1	0	0,0	0,3	+	-13%
	Tureluur	27	22	20	17	14	23	24	29	21,5	22,5	+ 5 %	+17%
	Graszanger	0	4	2	3	0	0	0	0	2,3	0,0	-100 %	-88%
	Cetti's zanger	0	0	1	0	0	0	0	0	0,3	0,0	- 100 %	-49%
	Rietzanger	43	53	70	68	89	95	77	77	58,5	84,5	+ 44 %	+39%
5 procent	Bergeend	20	13	14	17	15	20	12	18	16,0	16,3	+ 2 %	+1%
	Slobbeend	0	0	1	0	0	0	1	0	0,3	0,3	0	+12%
	Kuifeend	1	1	0	0	0	0	1	6	0,5	1,8	+ 250 %	+37%
	Scholekster	15	14	9	12	10	6	8	8	12,5	8,0	- 36 %	-17%
	Grutto	6	5	1	0	0	2	0	4	3,0	1,5	- 50 %	+4%

Wanneer de aantallen vóór de inrichtingswerken van de Dudzeelse polder (2006-2009) vergeleken worden met de aantallen daarna (2010-2013), zien we dat Kluut, Blauwborst en Rietzanger er op

voortuitgegaan zijn. Na de inrichting ging Kluut er met 333% op vooruit in vergelijking met de periode voor de inrichtingswerken, terwijl de soort er op achteruit ging in de rest van de SBZ-V. De toename van Kuifeend is veel sterker dan in de rest van de SBZ-V, terwijl de toename van Blauwborst, Rietzanger en Bergeend vergelijkbaar zijn met de toename in de rest van het studiegebied. Opvallend is een sterkere afname van Scholekster en Grutto dan in de rest van de SBZ-V.

Ook uit de te raadplegen gegevens op www.waarnemingen.be blijkt dat het projectgebied en zijn omgeving belangrijke aantallen avifauna kent. In onderstaande tabellen worden de waargenomen soorten sinds 2010 weergegeven. Hieruit blijkt dat er vooral grote aantallen kunnen voorkomen in het noordoostelijk deel van de Dudzeelse polder. Onder andere de soorten kolgans, kievit, goudplevier, brandgans, grauwe gans, kleine rietgans en smient kunnen er in grote aantallen waargenomen worden.



Figuur 5-38: afbakening van de deelgebieden “weiden Achterkant Lissewege” (links) en “weiden Hoge Noen” (rechts) volgens www.waarnemingen.be

Tabel 5-23: waargenomen avifauna in en in de omgeving van het projectgebied van 01-01-2010 tot 15-12-2015

Weiden Achterkant Lissewege				Weiden Hoge Noen			
Soort	Aantal waarnemingen	# individuen	Gemiddeld	Soort	Aantal waarnemingen	# individuen	Gemiddeld
Goudplevier - <i>Pluvialis apricaria</i>	7	515	73,57	Kolgans - <i>Anser albifrons</i>	35	17.594	502,69
Brandgans - <i>Branta leucopsis</i>	8	561	70,13	Kievit - <i>Vanellus vanellus</i>	101	18.636	184,51
Spreeuw - <i>Sturnus vulgaris</i>	37	2.462	66,54	Goudplevier - <i>Pluvialis apricaria</i>	42	6.198	147,57
Zanglijster - <i>Turdus philomelos</i>	4	212	53,00	Brandgans - <i>Branta leucopsis</i>	37	3.871	104,62
Kleine Rietgans - <i>Anser brachyrhynchus</i>	1	40	40,00	Grauwe Gans - <i>Anser anser</i>	77	5.678	73,74
Smient - <i>Anas penelope</i>	229	7.769	33,93	Kleine Rietgans - <i>Anser brachyrhynchus</i>	8	586	73,25
Kievit - <i>Vanellus vanellus</i>	97	2.448	25,24	Smient - <i>Anas penelope</i>	129	8.720	67,60
Rotgans - <i>Branta bernicla</i>	3	72	24,00	Wulp - <i>Numenius arquata</i>	156	5.978	38,32
Oeverzwaluw - <i>Riparia riparia</i>	30	646	21,53	Spreeuw - <i>Sturnus vulgaris</i>	36	1.365	37,92
Koperwiek - <i>Turdus iliacus</i>	8	132	16,50	Kauw - <i>Coloeus monedula</i>	22	297	13,50
Grauwe Gans - <i>Anser anser</i>	95	1.278	13,45	Toendrarietgans - <i>Anser serrirostris</i>	2	24	12,00
Kolgans - <i>Anser albifrons</i>	6	75	12,50	Wintertaling - <i>Anas crecca</i>	104	1.241	11,93
Kramsvogel - <i>Turdus pilaris</i>	5	58	11,60	Grutto - <i>Limosa limosa</i>	31	353	11,39
Wilde Eend - <i>Anas platyrhynchos</i>	315	3.544	11,25	Watersnip - <i>Gallinago gallinago</i>	97	990	10,21

Vink - <i>Fringilla coelebs</i>	1	11	11,00	Wilde Eend - <i>Anas platyrhynchos</i>	125	1.174	9,39
Kauw - <i>Coloeus monedula</i>	72	760	10,56	Holenduif - <i>Columba oenas</i>	8	74	9,25
Wintertaling - <i>Anas crecca</i>	258	2.299	8,91	Bonte Strandloper - <i>Calidris alpina</i>	20	172	8,60
Graspieper - <i>Anthus pratensis</i>	38	297	7,82	Putter - <i>Carduelis carduelis</i>	8	59	7,38
Scholekster - <i>Haematopus ostralegus</i>	226	1.762	7,80	Kemphaan - <i>Philomachus pugnax</i>	78	520	6,67
Meerkoet - <i>Fulica atra</i>	230	1.669	7,26	Kneu - <i>Linaria cannabina</i>	31	188	6,06
Holenduif - <i>Columba oenas</i>	25	175	7,00	Koperwiek - <i>Turdus iliacus</i>	1	6	6,00
Kluut - <i>Recurvirostra avosetta</i>	136	874	6,43	Kluut - <i>Recurvirostra avosetta</i>	85	465	5,47
Houtduif - <i>Columba palumbus</i>	73	427	5,85	Kleine Zwaan - <i>Cygnus bewickii</i>	1	5	5,00
Putter - <i>Carduelis carduelis</i>	5	28	5,60	Temmincks Strandloper - <i>Calidris temminckii</i>	1	5	5,00
Krakeend - <i>Anas strepera</i>	150	731	4,87	Kramsvogel - <i>Turdus pilaris</i>	1	5	5,00
Bonte Strandloper - <i>Calidris alpina</i>	9	42	4,67	Slobeend - <i>Anas clypeata</i>	17	84	4,94
Waterhoen - <i>Gallinula chloropus</i>	187	843	4,51	Houtduif - <i>Columba palumbus</i>	21	99	4,71
Kleine Zwaan - <i>Cygnus bewickii</i>	2	9	4,50	Rotgans - <i>Branta bernicla</i>	8	37	4,63
Wulp - <i>Numenius arquata</i>	263	1.102	4,19	Knobbelzwaan - <i>Cygnus olor</i>	2	9	4,50
Watersnip - <i>Gallinago gallinago</i>	107	441	4,12	Graspieper - <i>Anthus pratensis</i>	46	202	4,39
Fuut - <i>Podiceps cristatus</i>	2	8	4,00	Lepelaar - <i>Platalea leucorodia</i>	142	623	4,39
Kemphaan - <i>Philomachus pugnax</i>	30	115	3,83	Zwarte Ruiter - <i>Tringa erythropus</i>	224	973	4,34
Boerenzwaluw - <i>Hirundo rustica</i>	16	54	3,38	Tapuit - <i>Oenanthe oenanthe</i>	36	156	4,33
Aalscholver - <i>Phalacrocorax carbo</i>	40	130	3,25	Zwarte Kraai - <i>Corvus corone</i>	21	86	4,10
Grutto - <i>Limosa limosa</i>	26	84	3,23	Rosse Grutto - <i>Limosa lapponica</i>	2	8	4,00
Zwarte Ruiter - <i>Tringa erythropus</i>	381	1.185	3,11	Boompieper - <i>Anthus trivialis</i>	2	8	4,00
Tureluur - <i>Tringa totanus</i>	222	677	3,05	Zwarte Wouw - <i>Milvus migrans</i>	1	4	4,00
Knobbelzwaan - <i>Cygnus olor</i>	1	3	3,00	Regenwulp - <i>Numenius phaeopus</i>	19	75	3,95
Grote Zee-eend - <i>Melanitta fusca</i>	1	3	3,00	Boerenzwaluw - <i>Hirundo rustica</i>	12	46	3,83
Geelpootmeeuw - <i>Larus michahellis</i>	1	3	3,00	Gele Kwikstaart - <i>Motacilla flava</i>	9	34	3,78
Slobeend - <i>Anas clypeata</i>	43	128	2,98	Bergeend - <i>Tadorna tadorna</i>	136	491	3,61
Turkse Tortel - <i>Streptopelia decaocto</i>	39	115	2,95	Meerkoet - <i>Fulica atra</i>	46	165	3,59
Bokje - <i>Lymnocyrtus minimus</i>	21	61	2,90	Ekster - <i>Pica pica</i>	14	48	3,43
Zwarte Kraai - <i>Corvus corone</i>	74	214	2,89	Krakeend - <i>Anas strepera</i>	31	105	3,39
Kneu - <i>Linaria cannabina</i>	14	39	2,79	Pijlstaart - <i>Anas acuta</i>	23	77	3,35
Pijlstaart - <i>Anas acuta</i>	34	94	2,76	Beflijster - <i>Turdus torquatus</i>	8	26	3,25
Patrijs - <i>Perdix perdix</i>	4	11	2,75	Veldleeuwerik - <i>Alauda arvensis</i>	8	25	3,13
Stormmeeuw - <i>Larus canus</i>	3	8	2,67	Kokmeeuw - <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	36	112	3,11
Bergeend - <i>Tadorna tadorna</i>	173	446	2,58	Tureluur - <i>Tringa totanus</i>	124	372	3,00
Visdief - <i>Sterna hirundo</i>	33	83	2,52	Witgat - <i>Tringa ochropus</i>	89	256	2,88
Kleine Mantelmeeuw - <i>Larus fuscus</i>	8	20	2,50	Rietzanger - <i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	40	103	2,58
Kokmeeuw - <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	86	210	2,44	Zilvermeeuw - <i>Larus argentatus</i>	22	55	2,50
Zwartkopmeeuw - <i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	5	12	2,40	Dodaars - <i>Tachybaptus ruficollis</i>	33	82	2,48
Lepelaar - <i>Platalea leucorodia</i>	138	314	2,28	Aalscholver - <i>Phalacrocorax carbo</i>	23	56	2,43
Ekster - <i>Pica pica</i>	83	185	2,23	Bosruiter - <i>Tringa glareola</i>	19	46	2,42
Kuifeend - <i>Aythya fuligula</i>	26	56	2,15	Waterhoen - <i>Gallinula chloropus</i>	27	65	2,41
Kleine Zilverreiger - <i>Egretta garzetta</i>	512	1.096	2,14	Baardman - <i>Panurus biarmicus</i>	14	33	2,36
Dodaars - <i>Tachybaptus ruficollis</i>	124	255	2,06	Kleine Zilverreiger - <i>Egretta garzetta</i>	224	504	2,25
Witte Kwikstaart - <i>Motacilla alba</i>	20	41	2,05	Oeverloper - <i>Actitis hypoleucos</i>	18	38	2,11
Gaai - <i>Garrulus glandarius</i>	4	8	2,00	Visdief - <i>Sterna hirundo</i>	10	21	2,10
Baardman - <i>Panurus biarmicus</i>	3	6	2,00	Stormmeeuw - <i>Larus canus</i>	3	6	2,00
Oeverpieper - <i>Anthus petrosus</i>	3	6	2,00	Patrijs - <i>Perdix perdix</i>	1	2	2,00
Beflijster - <i>Turdus torquatus</i>	2	4	2,00	Scholekster - <i>Haematopus ostralegus</i>	22	42	1,91
Zilvermeeuw - <i>Larus argentatus</i>	57	112	1,96	Blauwborst - <i>Luscinia svecica</i>	30	56	1,87
Witgat - <i>Tringa ochropus</i>	114	221	1,94	Kuifeend - <i>Aythya fuligula</i>	7	13	1,86

Veldleeuwerik - <i>Alauda arvensis</i>	15	29	1,93	Boomvalk - <i>Falco subbuteo</i>	7	13	1,86
Groenpootruiter - <i>Tringa nebularia</i>	156	298	1,91	Groenpootruiter - <i>Tringa nebularia</i>	93	172	1,85
Merel - <i>Turdus merula</i>	11	21	1,91	Zomertaling - <i>Anas querquedula</i>	15	27	1,80
Oeverloper - <i>Actitis hypoleucos</i>	38	72	1,89	Bontbekplevier - <i>Charadrius hiaticula</i>	10	18	1,80
Zomertaling - <i>Anas querquedula</i>	9	17	1,89	Paapje - <i>Saxicola rubetra</i>	20	35	1,75
Paapje - <i>Saxicola rubetra</i>	11	20	1,82	Purperreiger - <i>Ardea purpurea</i>	4	7	1,75
Tapuit - <i>Oenanthe oenanthe</i>	12	20	1,67	Grasmus - <i>Sylvia communis</i>	9	15	1,67
Roodborsttapuit - <i>Saxicola rubicola</i>	29	47	1,62	Rietgors - <i>Emberiza schoeniclus</i>	61	99	1,62
Regenwulp - <i>Numenius phaeopus</i>	10	16	1,60	Roodborsttapuit - <i>Saxicola rubicola</i>	66	105	1,59
Buizerd - <i>Buteo buteo</i>	51	81	1,59	Zwartkopmeeuw - <i>Ichthyaeus melanocephalus</i>	9	14	1,56
Blauwe Reiger - <i>Ardea cinerea</i>	142	225	1,58	Witte Kwikstaart - <i>Motacilla alba</i>	26	39	1,50
Koekoek - <i>Cuculus canorus</i>	20	30	1,50	Steltkluut - <i>Himantopus himantopus</i>	4	6	1,50
Gele Kwikstaart - <i>Motacilla flava</i>	10	15	1,50	Zilverplevier - <i>Pluvialis squatarola</i>	4	6	1,50
Bosruiter - <i>Tringa glareola</i>	8	12	1,50	Waterpieper - <i>Anthus spinoletta</i>	4	6	1,50
Grote Mantelmeeuw - <i>Larus marinus</i>	4	6	1,50	Zwarte Roodstaart - <i>Phoenicurus ochruros</i>	2	3	1,50
Brilduiker - <i>Bucephala clangula</i>	2	3	1,50	Grote Gele Kwikstaart - <i>Motacilla cinerea</i>	2	3	1,50
Velduil - <i>Asio flammeus</i>	2	3	1,50	Buizerd - <i>Buteo buteo</i>	71	102	1,44
Waterpieper - <i>Anthus spinoletta</i>	19	27	1,42	Blauwe Reiger - <i>Ardea cinerea</i>	60	83	1,38
Grote Zilverreiger - <i>Ardea alba</i>	22	31	1,41	Steenuil - <i>Athene noctua</i>	22	30	1,36
Kleine Plevier - <i>Charadrius dubius</i>	3	4	1,33	Waterral - <i>Rallus aquaticus</i>	26	35	1,35
Tijftjaf - <i>Phylloscopus collybita</i>	20	26	1,30	Koereiger - <i>Bubulcus ibis</i>	12	16	1,33
Rietgors - <i>Emberiza schoeniclus</i>	43	54	1,26	Kleine Plevier - <i>Charadrius dubius</i>	12	16	1,33
Graszanger - <i>Cisticola juncidis</i>	8	10	1,25	Krombekstrandloper - <i>Calidris ferruginea</i>	3	4	1,33
Bruine Kiekendief - <i>Circus aeruginosus</i>	49	58	1,18	Zwartkop - <i>Sylvia atricapilla</i>	3	4	1,33
Groene Specht - <i>Picus viridis</i>	53	62	1,17	Velduil - <i>Asio flammeus</i>	10	13	1,30
Grote Gele Kwikstaart - <i>Motacilla cinerea</i>	7	8	1,14	Torenvalk - <i>Falco tinnunculus</i>	81	105	1,30
Kleine Karekiet - <i>Acrocephalus scirpaceus</i>	73	83	1,14	Bokje - <i>Lymnocyrtus minimus</i>	18	23	1,28
Torenvalk - <i>Falco tinnunculus</i>	51	57	1,12	Poelruiter - <i>Tringa stagnatilis</i>	30	38	1,27
Cetti's Zanger - <i>Cettia cetti</i>	87	97	1,11	Ooievaar - <i>Ciconia ciconia</i>	4	5	1,25
Rietzanger - <i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	117	130	1,11	Porseleinhoen - <i>Porzana porzana</i>	4	5	1,25
Boomvalk - <i>Falco subbuteo</i>	9	10	1,11	Groene Specht - <i>Picus viridis</i>	19	23	1,21
Waterral - <i>Rallus aquaticus</i>	19	21	1,11	Bruine Kiekendief - <i>Circus aeruginosus</i>	78	94	1,21
IJsvogel - <i>Alcedo atthis</i>	32	35	1,09	IJsvogel - <i>Alcedo atthis</i>	10	12	1,20
Slechtvalk - <i>Falco peregrinus</i>	14	15	1,07	Cetti's Zanger - <i>Cettia cetti</i>	6	7	1,17
Blauwborst - <i>Luscinia svecica</i>	18	19	1,06	Sprinkhaanzanger - <i>Locustella naevia</i>	13	15	1,15
Bosrietzanger - <i>Acrocephalus palustris</i>	23	24	1,04	Grote Zilverreiger - <i>Ardea alba</i>	30	34	1,13
Zwarte Ibis - <i>Plegadis falcinellus</i>	90	90	1,00	Sperwer - <i>Accipiter nisus</i>	32	35	1,09
Sperwer - <i>Accipiter nisus</i>	22	22	1,00	Koekoek - <i>Cuculus canorus</i>	11	12	1,09
Grasmus - <i>Sylvia communis</i>	18	18	1,00	Blauwe Kiekendief - <i>Circus cyaneus</i>	19	20	1,05
Sprinkhaanzanger - <i>Locustella naevia</i>	17	17	1,00	Kleine Karekiet - <i>Acrocephalus scirpaceus</i>	19	20	1,05
Blauwe Kiekendief - <i>Circus cyaneus</i>	14	14	1,00	Slechtvalk - <i>Falco peregrinus</i>	20	20	1,00
Roodborst - <i>Erithacus rubecula</i>	11	11	1,00	Winterkoning - <i>Troglodytes troglodytes</i>	13	13	1,00
Grote Geelpootruiter - <i>Tringa melanoleuca</i>	10	10	1,00	Visarend - <i>Pandion haliaetus</i>	12	12	1,00
Winterkoning - <i>Troglodytes troglodytes</i>	9	9	1,00	Kwartel - <i>Coturnix coturnix</i>	6	6	1,00
Koereiger - <i>Bubulcus ibis</i>	8	8	1,00	Smelleken - <i>Falco columbarius</i>	6	6	1,00
Steltkluut - <i>Himantopus himantopus</i>	7	7	1,00	Roerdomp - <i>Botaurus stellaris</i>	4	4	1,00
Hop - <i>Upupa epops</i>	7	7	1,00	Wespendief - <i>Pernis apivorus</i>	4	4	1,00
Koolmees - <i>Parus major</i>	6	6	1,00	Rode Wouw - <i>Milvus milvus</i>	3	3	1,00

Zwartkop - <i>Sylvia atricapilla</i>	6	6	1,00	Kleine Strandloper - <i>Calidris minuta</i>	3	3	1,00
Bonte Kraai - <i>Corvus cornix</i>	5	5	1,00	Grote Bonte Specht - <i>Dendrocopos major</i>	3	3	1,00
Steenuil - <i>Athene noctua</i>	4	4	1,00	Koolmees - <i>Parus major</i>	3	3	1,00
Grote Bonte Specht - <i>Dendrocopos major</i>	4	4	1,00	Oeverwaluw - <i>Riparia riparia</i>	3	3	1,00
Pimpelmees - <i>Cyanistes caeruleus</i>	4	4	1,00	Graszanger - <i>Cisticola juncidis</i>	3	3	1,00
Kwartel - <i>Coturnix coturnix</i>	3	3	1,00	Havik - <i>Accipiter gentilis</i>	2	2	1,00
Huisemus - <i>Passer domesticus</i>	3	3	1,00	Kleine Mantelmeeuw - <i>Larus fuscus</i>	2	2	1,00
Heggenmus - <i>Prunella modularis</i>	3	3	1,00	Bosrietzanger - <i>Acrocephalus palustris</i>	2	2	1,00
Roerdomp - <i>Botaurus stellaris</i>	2	2	1,00	Merel - <i>Turdus merula</i>	2	2	1,00
Visarend - <i>Pandion haliaetus</i>	2	2	1,00	Roodborst - <i>Erithacus rubecula</i>	2	2	1,00
Tafeleend - <i>Aythya ferina</i>	1	1	1,00	Heggenmus - <i>Prunella modularis</i>	2	2	1,00
Grote Zaagbek - <i>Mergus merganser</i>	1	1	1,00	Vink - <i>Fringilla coelebs</i>	2	2	1,00
Middelste Zaagbek - <i>Mergus serrator</i>	1	1	1,00	Roodhalsgans - <i>Branta ruficollis</i>	1	1	1,00
IJsduiker - <i>Gavia immer</i>	1	1	1,00	Brilduiker - <i>Bucephala clangula</i>	1	1	1,00
Kuifduiker - <i>Podiceps auritus</i>	1	1	1,00	Zwarte Ibis - <i>Plegadis falcinellus</i>	1	1	1,00
Kwak - <i>Nycticorax nycticorax</i>	1	1	1,00	Steppekiekendief - <i>Circus macrourus</i>	1	1	1,00
Purperreiger - <i>Ardea purpurea</i>	1	1	1,00	Ruigpootbuiser - <i>Buteo lagopus</i>	1	1	1,00
Smelleken - <i>Falco columbarius</i>	1	1	1,00	Rosse Franjepoot - <i>Phalaropus fulicarius</i>	1	1	1,00
Witstaartkievit - <i>Vanellus leucurus</i>	1	1	1,00	Geelpootmeeuw - <i>Larus michahellis</i>	1	1	1,00
Bontbekplevier - <i>Charadrius hiaticula</i>	1	1	1,00	Ransuil - <i>Asio otus</i>	1	1	1,00
Rosse Grutto - <i>Limosa lapponica</i>	1	1	1,00	Wielewaal - <i>Oriolus oriolus</i>	1	1	1,00
Rosse Franjepoot - <i>Phalaropus fulicarius</i>	1	1	1,00	Bonte Kraai - <i>Corvus cornix</i>	1	1	1,00
Ransuil - <i>Asio otus</i>	1	1	1,00	Pimpelmees - <i>Cyanistes caeruleus</i>	1	1	1,00
Gierzwaluw - <i>Apus apus</i>	1	1	1,00	Tijftjaf - <i>Phylloscopus collybita</i>	1	1	1,00
Spotvogel - <i>Hippolais icterina</i>	1	1	1,00	Waterrietzanger - <i>Acrocephalus paludicola</i>	1	1	1,00
Snor - <i>Locustella luscinioides</i>	1	1	1,00	Snor - <i>Locustella luscinioides</i>	1	1	1,00
Tuinfluit - <i>Sylvia borin</i>	1	1	1,00	Zanglijster - <i>Turdus philomelos</i>	1	1	1,00
Braamsluiper - <i>Sylvia curruca</i>	1	1	1,00	Grote Lijster - <i>Turdus viscivorus</i>	1	1	1,00
Grote Lijster - <i>Turdus viscivorus</i>	1	1	1,00	Grote Pieper - <i>Anthus richardi</i>	1	1	1,00
Nachtegaal - <i>Luscinia megarhynchos</i>	1	1	1,00	Roodkeelpieper - <i>Anthus cervinus</i>	1	1	1,00
Zwarte Roodstaart - <i>Phoenicurus ochruros</i>	1	1	1,00	Keep - <i>Fringilla montifringilla</i>	1	1	1,00
Grote Pieper - <i>Anthus richardi</i>	1	1	1,00	Europese Kanarie - <i>Serinus serinus</i>	1	1	1,00
Groenling - <i>Chloris chloris</i>	1	1	1,00				

Vermeldenswaardig is het voorkomen van **oeverwaluwen** op de oostelijke oever van het Boudewijnkanaal ter hoogte van het projectgebied.



Figuur 5-39: aanduiding van het voorkomen van oeverwaluwen ter hoogte van het projectgebied

5.5.5 Geplande toestand en effecten

5.5.5.1 Ecotoop- en biotoopvernietiging en -wijziging

Rechtstreeks biotoopverlies en rechtstreeks verlies aan leefgebied voor fauna

Uitvoering van het geplande project zal een significant biotoopverlies met zich meebrengen en tevens een verlies aan biotopen die belangrijk zijn voor verschillende vogelsoorten. Binnen het projectgebied bevinden er zich ook een aantal vegetaties die op Vlaams niveau beschermd zijn (moerassen en waterrijke gebieden).

De **locatie voor de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal** (= locatie voor het tijdelijk bouwdok) bestaat hoofdzakelijk uit gras- en weiland, gelegen in vrij authentiek polderlandschap, waarin nog belangrijke natuurwaarden aanwezig zijn. Hoewel de floristische waarde van het gebied niet uitzonderlijk groot is (wat betreft het voorkomen van zeldzame plantensoorten) vormen dergelijke habitattypes een uitermate geschikt biotoop voor weide- en rietvogels. Het onomkeerbaar verdwijnen van deze biotopen wordt daarom in eerste instantie als aanzienlijk negatief beoordeeld (-3).

Het verlies van waardevolle biotopen ter hoogte van de **werfzone** is in principe tijdelijk van aard. In de exploitatiefase (zie §5.5.7) worden hier industriële activiteiten gepland, waardoor het biotoopverlies uiteindelijk permanent zal zijn in het grootste deel van de zoekzone voor werfzone. Het noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone bestaat uit (hoofdzakelijk) minder waardevolle graslanden (met waardevolle elementen), waardoor de inname hier als beperkt negatief wordt beoordeeld (-1). Inname van de biologisch zeer waardevolle plas wordt in principe aanzienlijk negatief beoordeeld (-3), gezien het (grote) belang van deze plas voor (zeldzame) (overwinterende) vogels. Echter, inname van deze plas werd reeds gecompenseerd in kader van de ontwikkeling van de haven van Zeebrugge. Het meest zuidwestelijke deel van de werfzone bestaat grotendeels uit waardevolle tot zeer waardevolle biotopen. Ook deze zone vormt een uitermate geschikt biotoop voor weide- en rietvogels. Het verdwijnen van deze biotopen wordt bijgevolg in eerste instantie als aanzienlijk negatief beoordeeld (-3). Echter, deze zuidwestelijke zone overlapt met bergingslocatie 1 waardoor kan gesteld worden dat deze zone sowieso zal ingenomen zijn na het beëindigen van de fase van het bouwdok. Daarnaast werden reeds compensaties voor de inname van deze biotopen uitgevoerd in de Dudzeelse polder.

Bergingslocatie 1 overlapt met het zuidwestelijke deel van de zoekzone voor werfzone en omvat ook hoofdzakelijk waardevolle tot zeer waardevolle biotopen welke een geschikt leefgebied vormen voor weide- en rietvogels. Het verdwijnen van deze biotopen wordt hier bijgevolg eveneens in eerste instantie als aanzienlijk negatief beoordeeld (-3). Echter, compensaties voor de inname van deze biotopen werden reeds uitgevoerd in de Dudzeelse polder.

Het verlies aan waardevolle biotopen ter hoogte van **bergingslocatie 2** blijft hoofdzakelijk beperkt tot de inname van een deel van de zeer waardevolle plas. Deze inname is in principe tijdelijk, in de exploitatiefase (zie §5.5.7) worden hier grotendeels industriële activiteiten gepland, waardoor het biotoopverlies uiteindelijk permanent zal zijn. Aangezien deze plas van (groot) belang is voor (zeldzame) (overwinterende) vogels, zal een (tijdelijke) inname ook in eerste instantie een aanzienlijk negatief effect veroorzaken (-3). De waardevolle plas is echter binnen het geschrapte deel van het Vogelrichtlijn gelegen. Dit betekent dat er voor de inname van deze biotopen reeds compensaties werden uitgevoerd. Hierdoor wordt de inname van deze waardevolle biotopen uiteindelijk als beperkt negatief beoordeeld (-1).

Ook voor de inname van de noordelijke strook van de Dudzeelse polder zijn reeds compensaties uitgevoerd (zie § 3.2). Deze compensaties kunnen bijgevolg als een (reeds uitgevoerde) milderende maatregel beschouwd worden. Het verlies aan waardevolle biotopen en leefgebied voor (avi)fauna binnen het te verbreden Boudewijnkanaal (fase 1), het meest zuidwestelijke deel van de zoekzone voor werfzone en bergingslocatie 1 kan bijgevolg uiteindelijk als beperkt negatief (-1) worden beoordeeld.

Ter hoogte van de **uitbreiding van bergingslocatie 1** zijn geen biologisch waardevolle biotopen aanwezig. Tijdelijke stockage van gronden zal bijgevolg geen significante effecten veroorzaken wat betreft biotoopverlies.

Onderstaand worden de voorkomende biotopen binnen het projectgebied weergegeven. Er dient opgemerkt te worden dat er een relatief grote overlap is tussen de zoekzone voor werfzone en bergingslocatie 1, de uitbreiding van bergingslocatie 1 en bergingslocatie 2. De werfzone zal in praktijk 'slechts' ca. 4 ha innemen binnen de zoekzone voor werfzone.

Tabel 5-24: Voorkomende habitattypes binnen het projectgebied (op basis van BWK 2016)

waardering	opp(ha)		waardering	opp(ha)
m	45,30		wz	17,12
app-	4,56		ah-	4,49
bs	0,94		kd	0,88
bu	0,27		mru	11,75
hp	1,92		z	33,72
kz	32,00		ah	3,54
ur	0,55		ah-	8,20
wat	5,05		da	15,99
mw	0,11		k(mr)	4,49
kz	0,11		mr	1,47
mwz	23,75		mz	0,04
hp	23,75		Eindtotaal	130,44
w	10,44			
hpr	2,80			
hpr+	6,49			
hr	0,32			
sz	0,83			

Tabel 5-25: indicatieve weergave van de oppervlakte voorkomende habitattypes binnen de verschillende zones van het projectgebied (op basis van BWK 2016)

bergingszone 1	12,06	uitbreiding bzone 1	5,96
m	1,22	m	5,96
hp	0,51	kz	5,96
kz	0,71	zoekzone werfzone	24,37
w	2,11	m	8,97
hpr	0,89	kz	8,97
hpr+	0,84	mwz	9,30
hr	0,16	hp	9,30
sz	0,22	w	0,44
wz	2,54	hpr+	0,22
ah-	0,47	sz	0,23
kd	0,44	wz	0,78
mru	1,62	ah-	0,33
z	6,19	mru	0,45
ah	1,22	z	4,88
da	3,44	ah	0,47
k(mr)	1,01	ah-	2,73
mr	0,51	da	1,26
mz	0,01	k(mr)	0,41
bouwdok	13,87	mz	0,01
m	0,88	bergingszone 2	10,00
hp	0,45	m	3,81
kz	0,14	kz	3,81
ur	0,27	mwz	3,51
wat	0,01	hp	3,51
mwz	0,65	z	2,68
hp	0,65	ah-	2,68
w	2,79		
hpr	0,51		
hpr+	2,28		
wz	4,37		
ah-	1,57		
mru	2,80		
z	5,18		
ah	0,31		
da	3,86		
k(mr)	1,01		
mr	0,00		

Bij het verleggen van de hoogspanningsleiding kan biotoopverlies verwacht worden ter hoogte van de werkzones in de omgeving van het in- en uittredepunt van de horizontaal gestuurde boring. Een indicatieve aanduiding van deze zones ten opzichte van de BWK 2016 is terug te vinden op onderstaande figuur. Hieruit blijkt dat de werkzone ten oosten van het Boudewijnkanaal zicht bevindt

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake rechtstreeks biotoopverlies indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

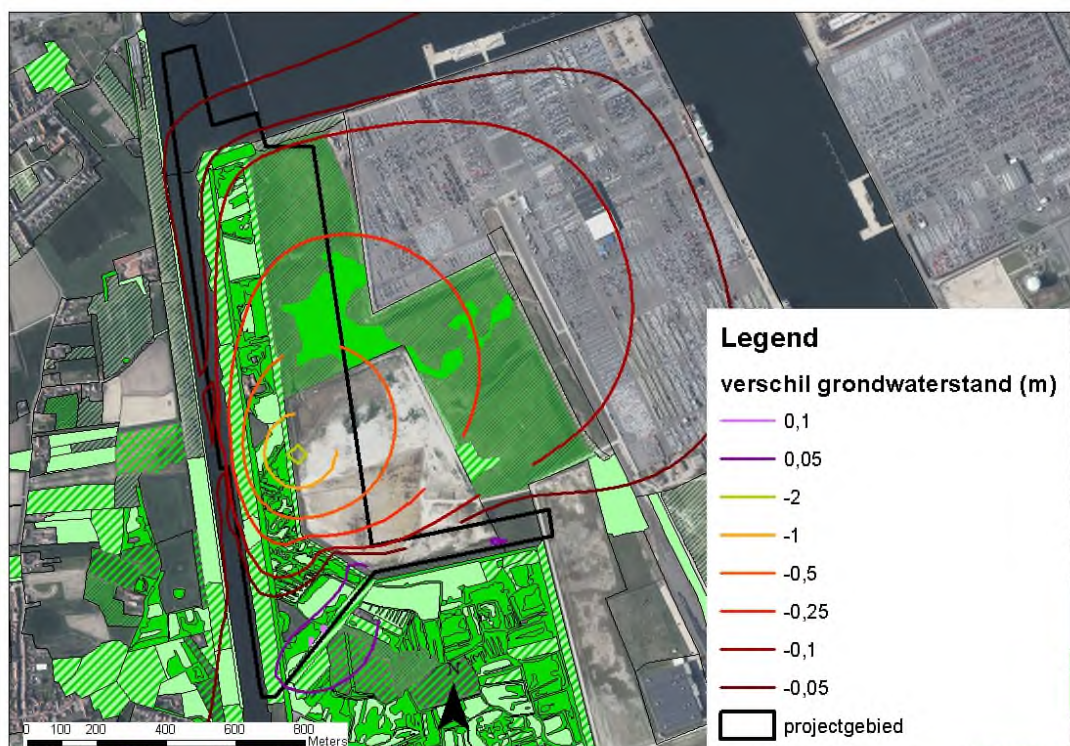
Biotoopwijziging door wijziging in de waterhuishouding of –kwaliteit

Volgens de ecosysteemkwetsbaarheidskaart voor verdroging zijn een aantal zones in de omgeving van het projectgebied aangeduid als kwetsbaar en kwetsbaar met zeer kwetsbare elementen. Het projectgebied en zijn omgeving omvat namelijk verschillende biotopen die gevoelig zijn voor verdroging zoals weilandcomplexen, schorren, bermen en perceelsranden met elementen van rietland, rietland, verruigd rietland en zilte graslanden.

Biotoopwijziging als gevolg van bemaling kan zich voordoen daar waar de bemalingskegel overlapt met grondwaterafhankelijke vegetatie buiten het projectgebied.

Ten gevolge van de dieptebemaling tijdens de aanleg van de diepwand

Uit § 2.3.2.2 blijkt dat een dieptebemaling tijdens de aanleg van de kaaimuur wellicht niet nodig zal zijn. Indien dit toch het geval zou zijn, blijkt uit § 5.1.5.4 dat, mits het toepassen van retourbemaling ten noorden van de Dudzeelse polder, er nagenoeg geen effecten optreden op de grondwaterstand ter hoogte van de Dudzeelse polder. Enkel naar aanleiding van de bemaling van het zuidelijk deel kan een beperkte grondwaterstijging optreden van ca. 0,05m in het noordwesten van de Dudzeelse polder. Uit bijlage 9 blijkt eveneens dat de kwelflux niet significant zal veranderen ten opzichte van de huidige situatie. Er kan bijgevolg gesteld worden dat er geen significante effecten verwacht worden voor de omliggende vegetatie naar aanleiding van deze mogelijke bemaling.



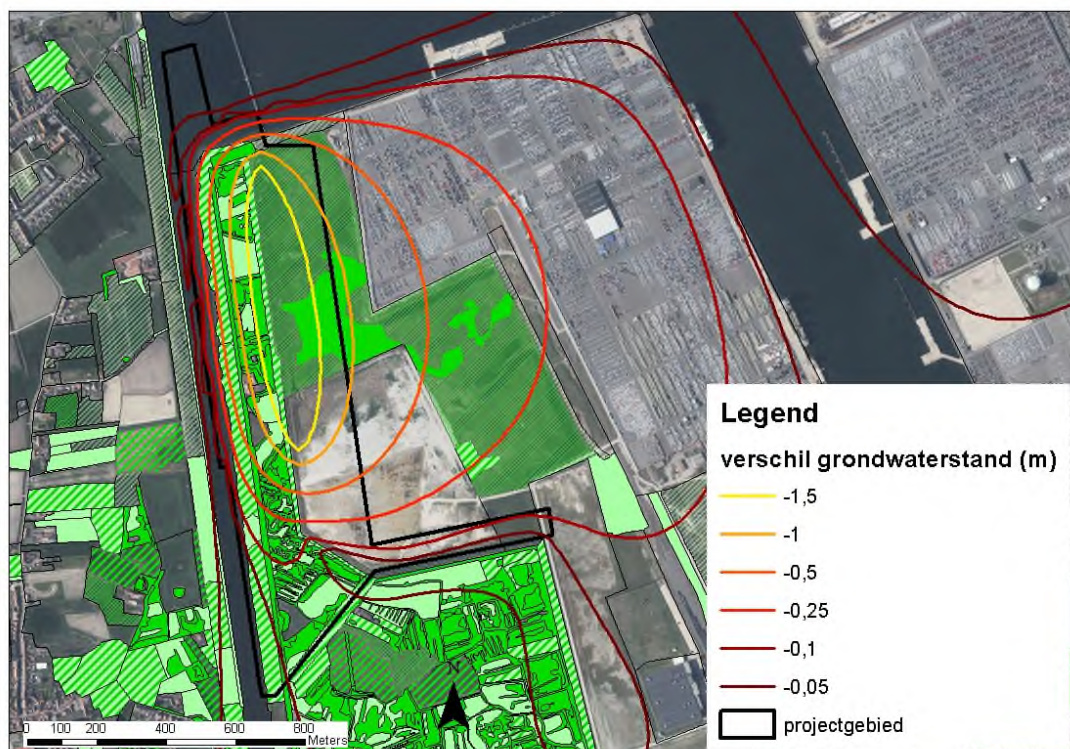
Figuur 5-41: berekende grondwaterstand bij bemaling van het zuidelijk deel van de diepwand

Ten gevolge van de bemaling tijdens de aanleg van de kesp

Uit bijlage 9 blijkt dat de bemalingsstraal van de bemaling voor de aanleg van de kesp net tot in de noordoostelijke rand van de Dudzeelse polder reikt. Er wordt daar een maximale grondwaterstandsaling van 0,05 m verwacht. Er wordt echter opgemerkt dat vanwege de ruwe invoer van het oppervlaktewatersysteem, de verlaging van de grondwaterstandsaling lager zal uitvallen dan in de berekening. Verder wordt ook aangegeven dat de zoute kwelsituatie in stand zal blijven. Er worden bijgevolg geen significante effecten verwacht op de voorkomende vegetatie in het noordoosten van de Dudzeelse polder tijdens de bemaling van de ontlastvloer.

Ten gevolge van de bemaling tijdens de aanleg van de ontlastvloer

Uit bijlage 9 blijkt dat de bemalingsstraal van de bemaling voor de aanleg van de ontlastvloer net tot in de noordoostelijke rand van de Dudzeelse polder reikt. Er wordt daar een maximale grondwaterstandsaling van 0,05 m verwacht. Er wordt echter opgemerkt dat vanwege de ruwe invoer van het oppervlaktewatersysteem, de verlaging van de grondwaterstandsaling lager zal uitvallen dan in de berekening. Verder wordt ook aangegeven dat de zoute kwelsituatie in stand zal blijven. Er worden bijgevolg geen significante effecten verwacht op de voorkomende vegetatie in het noordoosten van de Dudzeelse polder tijdens de bemaling van de ontlastvloer.



Figuur 5-42: berekende grondwaterstand bij bemaling van de ontlastvloer

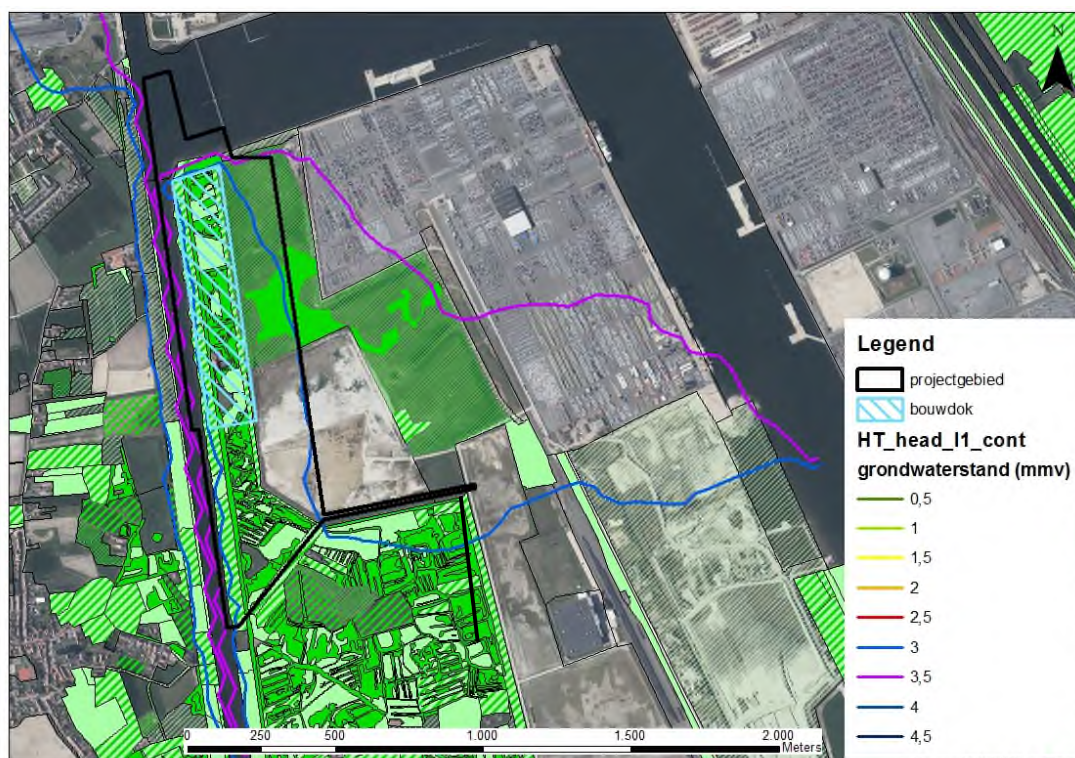
Ten gevolge van de bemaling tijdens de fase van het bouwdok

Voor de ontgraving en exploitatie van het tijdelijk bouwdok zal bemaling noodzakelijk zijn. Wanneer hier geen retourbemaling voorzien wordt, zal de bemaling een grondwaterdaling tot gevolg hebben die tot ver buiten de eigenlijke bouwdoklocatie (zie discipline grondwater) reikt.

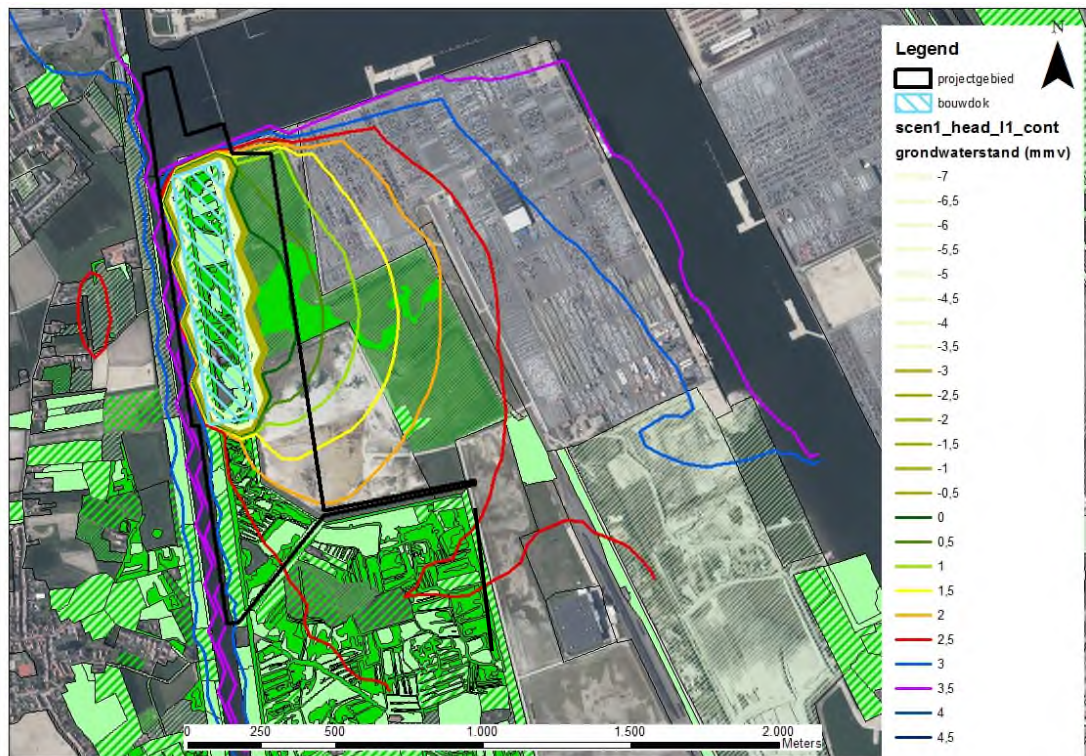
Uit de discipline grondwater blijkt dat de bemalingskegel bij **bemaling zonder retourbemaling** in oostelijke en zuidelijke richting tot ver buiten het bouwdok reikt. In oostelijke richting overlapt de bemalingskegel hoofdzakelijk met de autoterminal en met recent opgespoten percelen waarop momenteel geen waardevolle vegetatie aanwezig is. Enkel de brakke plas ter hoogte van en in de omgeving van bergingslocatie 2, zal een negatief effect ondervinden van de bemaling zonder

retourbemaling. In zuidoostelijke richting reikt de bemalingskegel tot in de noordelijke rand van de Dudzeelse polder. In deze zone komen hoofdzakelijk schorren, rietkragen, brakke plassen en reliëfrijke zilte graslanden voor. Recent werden hier in kader van de opgelegde natuurcompensaties nog maatregelen genomen om bijkomend zilte graslanden te ontwikkelen. Volgens de LSVI-tabellen is een gemiddelde laagwaterstand van 40 cm onder het maaiveld vereist voor dit habitatype. Uit de discipline grondwater blijkt dat er een daling van 0,25 tot 0,75 m berekend werd in het noordelijk deel van de Dudzeelse polder, indien een bemaling zonder retourbemaling toegepast wordt. In Figuur 5 12 is zichtbaar dat de hoeveelheid kwel afneemt bij aanwezigheid van het bouwdok en zonder retourbemaling ten opzichte van de huidige situatie. Voor de ontwikkeling / instandhouding van zilte graslanden is het belangrijk dat er een zilte kwelsituatie blijft bestaan.

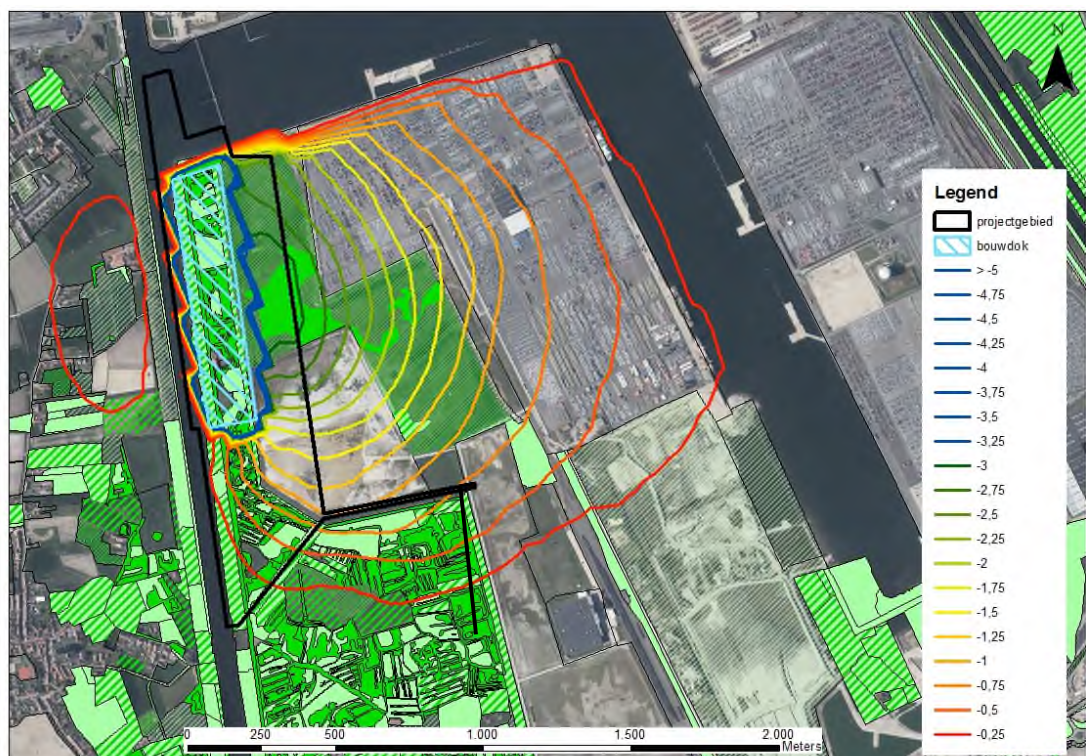
Rekening houdend met bovenstaande en het feit dat de bemaling van het bouwdok tijdens het project ca. 3,5 jaar zal duren, kan tijdens de werken een verschuiving in het voorkomend vegetatietype verwacht worden in het noordelijk deel van de Dudzeelse polder, wat aanzienlijk negatief (-3) beoordeeld wordt. Na het beëindigen van de werken (en het wegvallen van de bemaling) zal de situatie zich grotendeels herstellen, waardoor zich opnieuw zilte vegetaties kunnen ontwikkelen.



Figuur 5-43: berekende grondwaterstand in de huidige toestand



Figuur 5-44: berekende grondwaterstand na aanleg van het bouwdok en met bemaling zonder retourbemaling

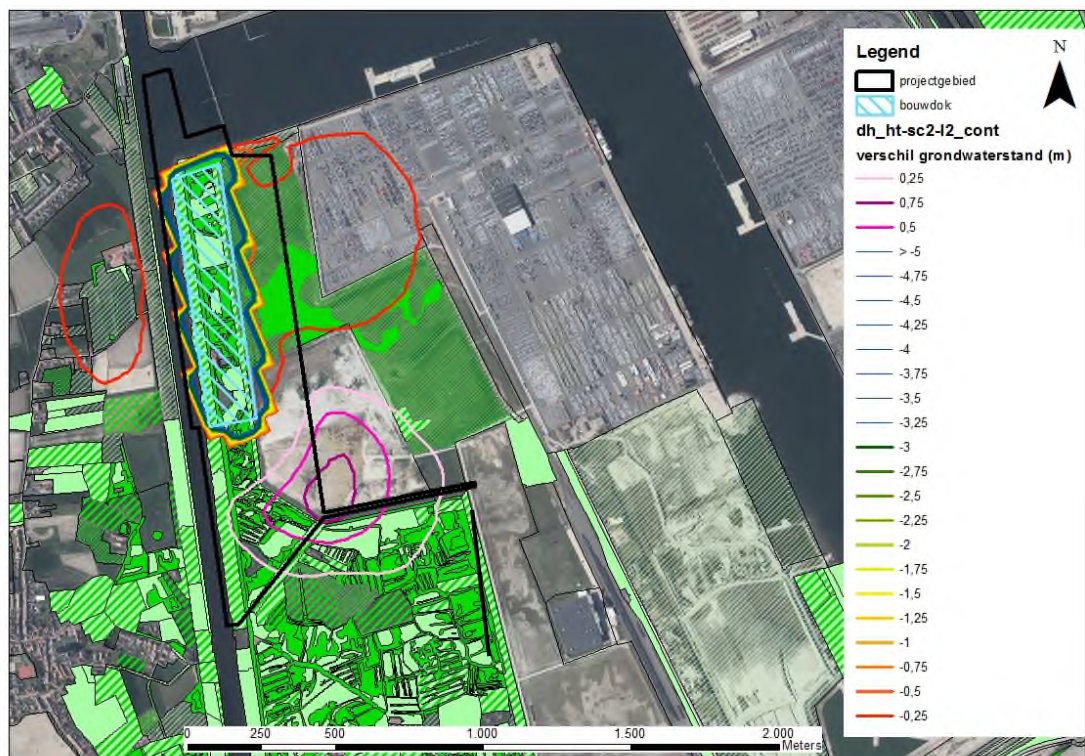


Figuur 5-45: verschil in grondwaterstand (m) tussen de huidige toestand en de toestand met aanleg van het bouwdok en bemaling zonder retourbemaling

Indien het bouwdok bemaald wordt **met retourbemaling rondom het bouwdok** (zoals omschreven in § 5.1.3.2), beperkt de daling van het grondwater zich tot 0,25 m ten oosten van het bouwdok. Ter hoogte van de noordelijke rand van de Dudzeelse polder wordt een verhoging van de grondwaterstand berekend. Door de stockage van natte grond kan zonder drainage een grondwaterstroming ontstaan vanuit de bergingslocatie 1 naar de Dudzeelse polder en kan mogelijk ook een beperkte stijging van het grondwater optreden. Verder blijkt uit de discipline grondwater dat de kwelsituatie dicht bij de huidige situatie blijft (in vergelijking met bemaling zonder retourbemaling). Voor de ontwikkeling / instandhouding van de zilte vegetaties is het vooral van belang dat de zilte kwel behouden blijft. Aangezien dit het geval is bij de situatie met retourbemaling, wordt geen aanzienlijke verschuiving van de voorkomende vegetaties verwacht tijdens de bemaling met retourbemaling.

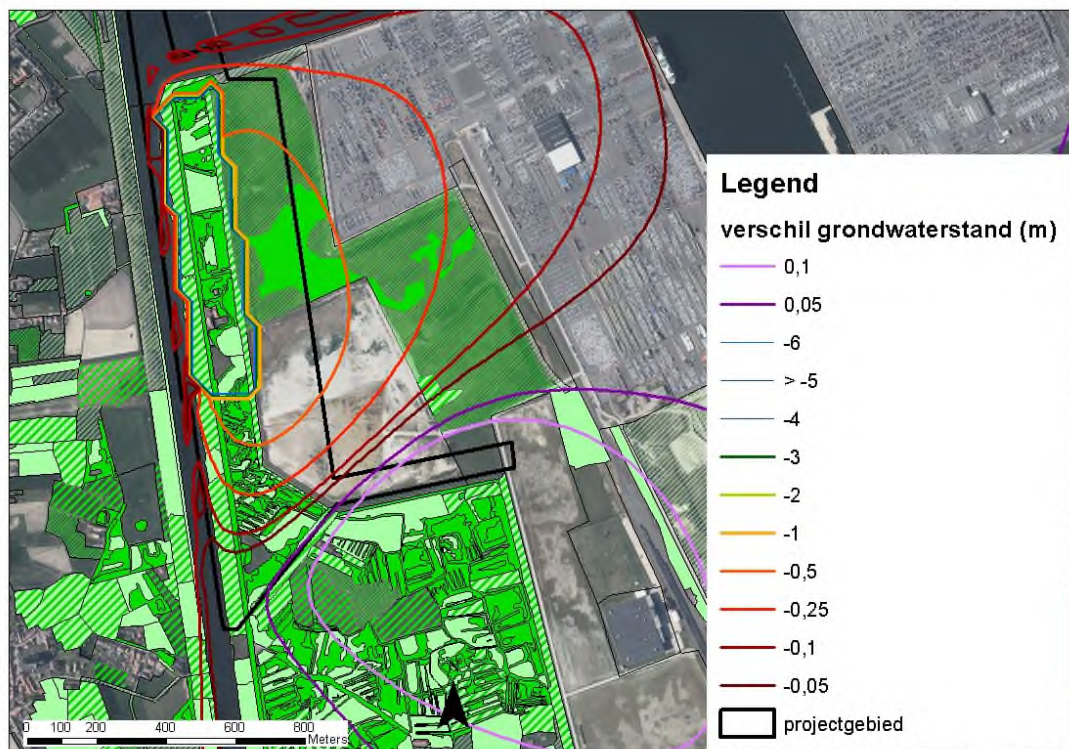


Figuur 5-46: berekende grondwaterstand na aanleg van het bouwdok en met bemaling met retourbemaling



Figuur 5-47: verschil in grondwaterstand (m) tussen de huidige toestand en de toestand met aanleg van het bouwdok en bemaling met retourbemaling

In het geval van de geoptimaliseerde bemaling blijkt uit bijlage 9 dat er een beperkte stijging (0,05 m tot 0,1 m) van de grondwaterstand wordt verwacht in het noordoosten van de Dudzeelse polder bij **retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en ter hoogte van de autoterminal**. De bestaande kwelsituatie wordt echter in stand gehouden, waardoor kan gesteld worden dat er geen aanzienlijke effecten verwacht worden voor de voorkomende vegetatie in de Dudzeelse polder.



Figuur 5-48: berekende grondwaterstand bij bemaling van het bouwdok bij retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en ter hoogte van de autoterminal

→ Gezien het van belang is dat de grondwaterstand in de Dudzeelse polder niet wordt beïnvloed en de zilte kwel wordt behouden tijdens de duur van het project, dient op zijn minst een retourbemaling toegepast worden ten noorden van de Dudzeelse polder tijdens de fase van het bouwdok. Uit bijlage 9 blijkt dat de bemaling dusdanig kan geoptimaliseerd worden, zodat er geen aanzienlijk negatieve effecten zouden optreden in de Dudzeelse polder.

→ Gezien de complexiteit zal het zeker van belang zijn de grondwaterstand op zijn minst tijdens de volledige duur van de bemaling te monitoren ter hoogte van de noordelijke zone van de Dudzeelse polder ter controle van de berekende waarden. Het best kan hier reeds mee gestart worden voor de aanvang van de werken. Indien, in tegenstelling tot de berekende en gemodelleerde resultaten, uit de monitoring zou blijken dat er toch te grote schommelingen in de grondwaterstand (of in de zoet-zoutverdeling, zie verder) optreden, dienen bijgevolg bijkomende maatregelen genomen te worden (vb. aanpassen van het aantal retourputten of het debiet ervan, graven van drainerende sloten naast bergingslocatie 1,...). In § 5.5.9 wordt de noodzakelijke monitoring meer in detail omschreven.

Als gevolg van verzilting/verzoeting tijdens de fase van het bouwdok

Globaal gezien blijft de invloed op de zoet-zoutverdeling ten gevolge van de geplande bemaling in kader van de aanleg en exploitatie van het bouwdok beperkt. Zonder retourbemaling wijzigt de verdeling van het zoet-zout evenwicht beperkt wat kan leiden tot negatieve effecten voor de voorkomende vegetaties (-2). De invloed is het kleinst indien retourbemaling wordt toegepast ten noorden van de Dudzeelse polder (zie § 5.1.5.6). Er dient opgemerkt te worden dat de berekeningen in bijlage 3 en 9 uitgaan van een bemaling van 1 jaar. In praktijk zal echter ca. 3,5 jaren dienen bemaald te worden, waardoor de berekende wijziging een onderschatting kan zijn. De mogelijke effecten voor een bemaling van 3,5 jaar worden weergegeven in bijlage 13. Hieruit blijkt dat er bij bemaling zonder retourbemaling een verzoeting zal optreden ter hoogte van de Dudzeelse polder en er bij een geoptimaliseerde bemaling een beperkte verzilting kan optreden. Er worden op basis van deze modelresultaten geen aanzienlijke effecten verwacht voor de voorkomende vegetatie bij de vooropgestelde geoptimaliseerde bemaling (scenario 2). Er dient opgemerkt te worden dat dit

resultaten zijn van een modellering waarbij rekening moet gehouden met een welbepaalde foutenmarge, eigen aan modelleringen. Hierdoor kunnen de uiteindelijke verschillen in zoet-zoutconcentratie beperkt hoger of lager uitvallen dan hetgeen berekend werd. Daarom dient de zoet-zoutconcentratie in het noorden van de Dudzeelse polder tijdens de bemaling gemonitord te worden en dienen bijkomende maatregelen genomen worden indien noodzakelijk, zie § 5.5.9.

Als gevolg van gewijzigde waterkwaliteit

De wijziging in waterkwaliteit ten gevolge van calamiteiten met vervuilende stoffen door uitvoering van het project wordt beperkt negatief ingeschat (zie §5.2.5.3).

Mogelijke effecten op flora en fauna in de omgeving van het projectgebied zouden zich kunnen voordoen indien het zilte grondwater geloosd wordt in waterlopen met zoet water. Er wordt daarom gesteld dat, indien er geen of gedeeltelijke retourbemaling wordt toegepast, het zilte grondwater niet mag geloosd worden in de waterlopen met zoet water.

Als gevolg van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal

Na het beëindigen van het project zal het noordelijk deel van het Boudewijnkanaal als een verbreed en verdiept kanaal aanwezig zijn waarbij de oostelijke oever zal bestaan uit een gerealiseerde kaaimuur. Het verhang tussen het oppervlaktewaterpeil en polderpeil zal hierdoor over een kortere afstand optreden. Uit de discipline bodem en grondwater blijkt dat er echter geen merkbare vernatting van de polder verwacht wordt in deze situatie. De huidige aanwezige vegetatie in het noorden van de Dudzeelse polder (hoofdzakelijk zilte graslanden) kan bijgevolg behouden blijven na het beëindigen van het project.

Gezien de betoncentrale geen gebruik zal maken van grondwater, worden ten gevolge van de betoncentrale geen biotoopwijzigingen verwacht ten gevolge van een wijziging in de waterhuishouding of -kwaliteit.

Alternatieven

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake rechtstreeks biotoopverlies indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.5.5.2 Rustverstoring

Het gebied is een belangrijk gebied voor avifauna. Verstoring zal dus een negatief effect hebben op de avifauna in het gebied.

Gezien de uitvoering van het project betekent dat de ingenomen zones tijdens de duur van het project niet meer geschikt zullen zijn als leefgebied, zal rustverstoring vooral belangrijk zijn in de omgeving van het projectgebied.

Minstens de eerste fase van de aanleg van de kaaimuur zal plaatsvinden voorafgaand aan het uitgraven van het bouwdok. Op dit moment zijn de waardevolle habitats (= leefgebieden van verstoringsgevoelige soorten) ten oosten, maar vooral ten westen van deze kaaimuur nog aanwezig. Rustverstoring voor de aanwezige fauna is bijgevolg niet uit te sluiten en wordt beperkt negatief tot negatief (-1/-2) beoordeeld. Er wordt aanbevolen de werken te starten voor het broedseizoen en door te werken tijdens het broedseizoen om de mogelijke effecten te beperken.

Rustverstoring zal zich tijdens het uitgraven van het bouwdok voordoen in de omgeving van het bouwdok, de werfzone en de bergingslocatie(s). Gezien bergingslocatie 1 gelegen is in aansluiting met de Dudzeelse polder, kan de grootste verstoring voor avifauna verwacht worden tijdens deze fase (uitgraven van het bouwdok en bergen van de uitgegraven grond). Gezien deze fase van tijdelijke duur is (ca. 13 maanden) en er enkel significante effecten zullen optreden in de Dudzeelse polder op het moment dat er grond geborgen wordt in het zuidelijk deel van bergingslocatie 1 (en dus niet over de

volle 13 maanden), worden de effecten ter hoogte van de Dudzeelse polder negatief (-2) beoordeeld. Ook hier kan aanbevolen worden de werken te starten voor het broedseizoen en door te werken tijdens het broedseizoen om de mogelijke effecten te beperken.

Rustverstoring kan eveneens optreden als gevolg van de bouw van de tunnelementen. De aanmaak van de tunnelementen zal voornamelijk bestaan uit betonwerken. Voor de aanmaak van beton wordt hoogst waarschijnlijk gebruik gemaakt van een betoncentrale welke opgesteld zal worden ter hoogte van de werfzone. In de omgeving van het noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone zullen (met uitzondering van de zuidelijk gelegen plas) weinig waardevolle biotopen gelegen zijn, gezien de waardevolle habitats bij het uitgraven van het bouwdok reeds zullen verdwenen zijn. In de omgeving van het zuidwestelijk deel van de zoekzone voor werfzone bevinden zich momenteel wel waardevolle biotopen. Deze zullen echter ook allen verdwenen zijn na het uitgraven van het bouwdok, gezien ze gelegen zijn binnen bergingslocatie 1. Het effect wordt tijdens de bouw van de tunnelementen gezien de tijdelijke duur van de werken en het ontbreken van leefgebieden van verstoringsgevoelige soorten in de omgeving van het bouwdok en de werfzone als beperkt negatief beoordeeld (-1).

Op het moment dat de dijk tussen het bouwdok en het Boudewijnkanaal verwijderd wordt en het verbrede kanaal verdiept wordt, bevinden zich geen geschikte leefgebieden voor avifauna in de directe omgeving. Berging van de te verwijderen grond ter hoogte van bergingslocatie 1 kan voor een tijdelijke verstoring van avifauna in het noorden van de Dudzeelse polder zorgen (-1). Berging ter hoogte van de bijkomende bergingslocatie ten noordoosten van bergingslocatie 1 zal geen verstoring van de Dudzeelse polder veroorzaken.

Er worden geen significant negatieve effecten verwacht ten gevolge van het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

Alternatieven

Indien beton extern wordt aangevoerd en er geen gebruik wordt gemaakt van een betoncentrale binnen de zoekzone voor werfzone, is er bijkomende rustverstoring te verwachten in het noordelijk deel van de Dudzeelse polder, gezien een groter aantal vrachtwagens gebruik zal maken van de toegangsweg. Er wordt hierbij echter geen significante rustverstoring voor de voorkomende fauna verwacht.

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake geluidsverstoring indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.5.5.3 Vernatting/verdroging

De effecten met betrekking tot verdroging en vernatting werden reeds behandeld onder de effectgroep 'Ecotoop- en biotoopvernietiging en -wijziging'.

5.5.5.4 Versnippering/barrièrewerking

De zone voor verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal – fase 1, bergingslocatie 1 en het zuidwestelijk deel van de zoekzone voor werfzone situeren zich in grasland en gedeeltelijk verruigd rietland, aansluitend aan een open polderlandschap dat gekenmerkt wordt door restanten van het authentiek landschap. Ten oosten en ten noorden van deze zones zijn in de nabije omgeving reeds uitgevoerde ontwikkelingen binnen de Achterhaven van Zeebrugge gesitueerd. De versnippering die optreedt in het polderlandschap door uitvoering van het geplande project is onomkeerbaar ter hoogte van het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal en kan een invloed hebben op de aanwezige amfibieën- en vogelpopulaties. Echter, gezien het projectgebied aansluitend aan het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok gelegen is en er ten (noord)oosten reeds industriële ontwikkelingen hebben plaatsgevonden, wordt het versnipperingseffect als beperkt negatief tot negatief (-1/-2) beoordeeld. Uitvoering van het project zal namelijk niet tot gevolg hebben dat naastliggende habitats onvoldoende met elkaar in verbinding staan. Door uitvoering van het project gaat wel een zekere oppervlakte waardevol habitat verloren, waardoor ruimtelijk aaneengesloten gehelen een oppervlaktereductie zullen kennen. Echter, voor de inname van deze oppervlakte werden reeds milderende maatregelen uitgevoerd in de Dudzeelse polder, waardoor het globale effect als beperkt negatief (-1) wordt beoordeeld.

Tijdens de duur van het project zullen ook de werkzaamheden in de werfzone en de grondopslag in de tijdelijke bergingslocatie 2 voor versnippering zorgen. Alhoewel de effecten tijdelijk van aard zijn, kunnen ze, hoofdzakelijk wat betreft de plas ter hoogte van bergingslocatie 2, toch voor een significante versnippering zorgen. Ook hier kan echter gesteld worden dat de inname van deze biotopen reeds gecompenseerd werd.

Door het stockeren van gronden ter hoogte van de uitbreiding van bergingslocatie 1 worden geen significante effecten inzake versnippering en barrièrewerking verwacht. Deze bijkomende bergingslocatie is namelijk gelegen ter hoogte van biologisch minder waardevolle recent opgehoogde percelen. Deze zone vormt dan ook momenteel niet het leefgebied van waardevolle of zeldzame soorten, noch dient deze zone als migratiecorridor tussen twee waardevolle gebieden.

Er worden geen significant negatieve effecten verwacht ten gevolge van het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

Alternatieven

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake versnippering / barrièrewerking indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

5.5.6 Passende Beoordeling

Zie bijlage 13.

5.5.7 Nabestemming en ontwikkelingsscenario's

Na de afwerking van de kaaimuur, het verwijderen van de werfzone en van de grondstock zal het deel van het projectgebied achter (ten oosten van) de kaaimuur worden ingenomen als haventerrein (ca. 15 ha). De exacte invulling van dit gebied is op heden nog niet gekend, maar logischerwijs zal het gaan om watergebonden op- en overslagactiviteiten.

- **Biotoopverlies:** de zone ten oosten van de kaaimuur wordt in de fase van het bouwdok en de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal grotendeels gebruikt als tijdelijke bergingslocatie. Er kan eveneens aangenomen worden dat in het noorden een tijdelijke betoncentrale zal aangelegd worden. Er zullen op het moment van het realiseren van de nabestemming bijgevolg geen waardevolle biotopen meer aanwezig zijn.
- **Verstoring:** tijdens de exploitatiefase van de terreinen langs de kaaimuur zullen bijkomende geluidsemissies optreden. De gestockeerde grond ter hoogte van bergingslocatie 1 en de uitbreiding van bergingslocatie 1 zal zorgen voor een buffer ten opzichte van de Dudzeelse polder. Het is echter de bedoeling dat de gestockeerde grond in deze zones mettertijd wordt gebruikt in andere projecten. Ook dan zullen mogelijke geluidsemissies ter hoogte van de Dudzeelse polder beperkt zijn, gezien er reeds een volumebuffer werd aangelegd op de noordelijke grens van de Dudzeelse polder die mogelijke geluidsemissies afkomstig van de noordelijke industriegebieden zal beperken.

Verwacht kan worden dat bij verdere invulling van het zeehavengebied en ook in een aantal natuurgebieden (t.g.v. inrichtingswerken) op termijn biotoopverlies, versnippering en rustverstoring zal optreden. Hierdoor zal de biotoopwaarde ter hoogte van de Achterhaven in Zeebrugge beperkt zijn.

Het effect van biotoopverlies, versnippering en rustverstoring als gevolg van de tweede fase van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal, gekoppeld aan de verdere ontwikkeling van het zeehavengebied, kan als beperkter worden beschouwd in vergelijking met de effecten van de eerste fase ten aanzien van de huidige toestand.

5.5.8 Conclusies

Door uitvoering van het project vindt rechtstreekse biotoopinname plaats van waardevolle percelen en inname van leefgebied voor weide- en rietvogels. Echter milderende maatregelen hiervoor zijn

reeds uitgevoerd ter hoogte van de Dudzeelse polder en/of in de poldergebieden aangewend voor de natuurcompensaties van de Zeebrugse achterhaven.

Indien het project aanvangt tijdens het broedseizoen is het mogelijk dat, zonder het nemen van maatregelen, broedsels zullen vernietigd worden ter hoogte van het bouwdok, de bergingslocatie(s) en de werfzone. De taluds van de stockagezones kunnen mogelijks tijdens de werken een geschikt broedhabitat vormen voor oeverwaluw. Het is verboden mogelijke broedsels te vernietigen. Door het inzaaien van de taluds voor het broedseizoen kunnen broedgevallen vermeden worden.

De bemalingsstraal van de mogelijke **bemaling** voor de aanleg van het zuidelijk deel van de **diepwand** reikt net tot in het noordwestelijk deel van de Dudzeelse polder. Er wordt daar een grondwaterstandstijging van ca. 0,05m verwacht. Gezien de kwel blijft bestaan, worden geen significante effecten op de voorkomende vegetatie verwacht.

De bemalingsstraal van de **bemaling** voor de aanleg van de **ontlastvloer en de kesp** reikt net tot in de noordoostelijke rand van de Dudzeelse polder. Er wordt daar een maximale grondwaterstands daling van 0,05 m verwacht. De zoute kwelsituatie zal in stand zal blijven. Er worden geen significante effecten verwacht op de voorkomende vegetatie in het noordoosten van de Dudzeelse polder.

In zuidoostelijke richting reikt de bemalingskegel voor de **bemaling van het bouwdok zonder retourbemaling** tot in de noordelijke rand van de Dudzeelse polder en zal de zilte kwel afnemen, waardoor een verschuiving in het voorkomend vegetatietype (zilte graslanden) kan verwacht worden. De voorkomende vegetaties in de noordrand van de Dudzeelse polder zijn afhankelijk van zilte kwel. De wijziging in zoet-zoutverdeling is beperkt bij bemaling zonder retourbemaling.

Indien tijdens de aanleg en exploitatie van het bouwdok bemaald wordt **met retourbemaling rondom het bouwdok** beperkt de daling van het grondwater zich tot 0,25 m ten oosten van het bouwdok. Ter hoogte van de noordelijke rand van de Dudzeelse polder wordt een verhoging van de grondwaterstand berekend. Verder blijkt uit de discipline grondwater dat de kwelsituatie dicht bij de huidige situatie blijft (in vergelijking met bemaling zonder retourbemaling). Voor de ontwikkeling / instandhouding van de zilte vegetaties is het vooral van belang dat de zilte kwel behouden blijft. Aangezien dit het geval is bij de situatie met retourbemaling, wordt geen aanzienlijke verschuiving van de voorkomende vegetaties verwacht tijdens de bemaling met retourbemaling.

In het geval er **enkel een retourbemaling** wordt toegepast **ten noorden van de Dudzeelse polder en ter hoogte van de terminal** wordt er slechts een stijging (0,05 m tot 0,1 m) van de grondwaterstand verwacht in het noordoosten van de Dudzeelse polder. De bestaande kwelsituatie wordt echter in stand gehouden, waardoor kan gesteld worden dat er geen significante effecten verwacht worden voor de voorkomende vegetatie in de Dudzeelse polder.

Er dient opgemerkt te worden dat de berekeningen in bijlage 3 uitgaan van een bemaling van 1 jaar. In praktijk zal echter ca. 3,5 jaren dienen bemaald te worden. De mogelijke effecten van een bemaling van 3,5 jaar worden weergegeven in bijlage 13. Er worden op basis van deze modelresultaten geen aanzienlijke effecten verwacht voor de voorkomende vegetatie bij de vooropgestelde geoptimaliseerde bemaling. Er wordt aanbevolen de verdeling van het zoet-zout evenwicht te monitoren tijdens de duur van het project en bijkomende maatregelen te nemen indien noodzakelijk, zie § 5.5.9.

Mogelijke effecten op flora en fauna in de omgeving van het projectgebied zouden zich kunnen voordoen indien het zilte grondwater geloosd wordt in waterlopen met zoet water. Er wordt daarom gesteld dat, indien er geen of gedeeltelijke retourbemaling wordt toegepast, het zilte grondwater niet mag geloosd worden in de waterlopen met zoet water.

Rustverstoring tijdens het aanleggen van de kaaimuur en het uitgraven van het bouwdok wordt beperkt negatief tot negatief beoordeeld, gezien er op dat moment in de onmiddellijke omgeving van de werken nog leefgebied van verstoringgevoelige soorten aanwezig is. Er wordt aanbevolen de werken te starten voor het broedseizoen en door te werken tijdens het broedseizoen om de mogelijke effecten te beperken.

Gezien bergingslocatie 1 gelegen is in aansluiting met de Dudzeelse polder, kan de grootste verstoring voor avifauna verwacht worden tijdens de fase van uitgraven van het bouwdok en bergen van de

uitgegraven grond. Gezien deze fase van tijdelijke duur is (ca. 13 maanden) en er enkel significante effecten zullen optreden in de Dudzeelse polder op het moment dat er grond geborgen wordt in het zuidelijk deel van bergingslocatie 1 (en dus niet over de volle 13 maanden), worden de effecten ter hoogte van de Dudzeelse polder negatief beoordeeld.

Wegens het ontbreken van leefgebieden van verstoringgevoelige soorten in de omgeving van het bouwdok en de werfzone tijdens het bouwen van de tunnelelementen, worden de effecten in deze fase als beperkt negatief beoordeeld. Berging van de grond tijdens het verdiepen en verbreden van het Boudewijnkanaal zal hoogstens voor beperkt negatieve effecten inzake rustverstoring zorgen.

Gezien het projectgebied aansluitend aan het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok gelegen is en er ten (noord)oosten reeds industriële ontwikkelingen hebben plaatsgevonden, zal er slechts een beperkt versnipperingseffect optreden. Er werden reeds milderende maatregelen uitgevoerd in de Dudzeelse polder.

Als laatste wordt opgemerkt dat er geen significante effecten worden verwacht voor de discipline fauna en flora door het verplaatsen van de hoogspanningsleiding via een horizontaal gestuurde boring onder het Boudewijnkanaal, tenzij de werkzone van de in- en uittredepunten zich ter hoogte van biologisch waardevolle percelen zouden bevinden.

5.5.9 Milderende maatregelen en aanbevelingen

Algemeen

- Door het starten van het project voor het broedseizoen en door te werken tijdens het broedseizoen of door de in te nemen gronden ongeschikt te maken als broedlocatie kan het vernietigen van broedsels en kan rustverstoring naar aanleiding van het aanleggen van de kaaimuur en het graven van het bouwdok vermeden worden.
- Tijdens het project dient aandacht te zijn voor mogelijke broedgevallen van oeverwaluw ter hoogte van de taluds van de stockagezones. Door het inzaaien van deze taluds voor het broedseizoen kunnen broedgevallen vermeden worden.
- Ter hoogte van de oostelijke oever van het Boudewijnkanaal zijn broedlocaties van oeverwaluw aanwezig. Het aanbrengen van het geotextiel dient bijgevolg voor de broedperiode te gebeuren om geen broedsels te vernietigen. Gezien oeverwallen vrij plaatstrouw zijn, dient vooraf aan het plaatsen van het geotextiel een nieuwe geschikte broedlocatie gecreëerd te worden langs de oostelijke oever van het Boudewijnkanaal, ten zuiden van het bouwdok. Dit kan door te maken dat deze oever vrij is van begroeiing en een steile wand heeft.
- Tijdens de aanleg en exploitatie van het bouwdok dient retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder toegepast worden om de verlaging van het grondwater in het noordelijk deel van de Dudzeelse polder tegen te gaan. Dit geldt eveneens voor de mogelijke bemaling bij de aanleg van de diepwand.
- toepassen van retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder in de fase van het bouwdok + afstellen en monitoring van de retourbemaling door de aannemer indien zich aanzienlijke effecten zouden voordoen, zie monitoringsprogramma
- Gezien de complexiteit zal het zeker van belang zijn de grondwaterstand op zijn minst tijdens de volledige duur van de tussenfase (aanleg en exploitatie van het bouwdok) te monitoren ter hoogte van de noordelijke zone van de Dudzeelse polder. Het best kan hier reeds mee gestart worden voor de aanvang van de werken. Indien er te grote schommelingen in de grondwaterstand of in de zoet-zoutverdeling zouden optreden dienen bijgevolg bijkomende maatregelen genomen te worden (vb. aanpassen van het aantal retourputten of het debiet ervan, graven van drainerende sloten naast bergingslocatie 1,...), zie onder.

- Indien bemalingswater geloosd wordt, dient dit, gezien het zilte karakter van het grondwater, geloosd te worden in de (zilte) dokken of in het Boudewijnkanaal ter hoogte van het bouwdok.

Voorgesteld monitoringsprogramma

Onderstaand wordt een eerste aanzet tot monitoringsprogramma weergegeven. Dit zal nog meer in detail uitgewerkt worden, samen met de betrokken partners. Er wordt bijgevolg opgemerkt dat de locaties, aantallen en exacte opzet van de monitoring zoals onderstaand beschreven nog verder te bepalen zijn in overleg met o.a. VLM en VMM.

In de Dudzeelse Polder is het van belang dat de brakke kwelsituatie in stand gehouden wordt. Dit betekent dat de stijghoogte op enige diepte hoger moet zijn dan de freatische grondwaterstand, ook gedurende de werkzaamheden.

Voor de flora in het gebied kan daarnaast ook een minimale grondwaterstand afgeleid worden. Zolang de grondwaterstand daar niet onder valt, is de schade aan de flora minimaal. De grondwaterstand moet boven deze waarde blijven in de ondiepe peilbuizen. De stijghoogte moet altijd hoger liggen dan de grondwaterstand.

De signalerings- en interventiewaarden¹⁴ gekoppeld aan het bovenstaande kunnen ten dele afgeleid worden uit de beschikbare monitoring van de VLM. Daarnaast wordt met de voorziene monitoring van de referentiesituatie in het kader van voorliggend project een bijkomend inzicht verkregen in de schommelingen van de grondwaterstand en stijghoogte gedurende het jaar. Omdat deze monitoring van de referentiesituatie slechts gedurende een relatief korte periode (een jaar) plaatsvindt, kan in principe niet geanalyseerd worden of die metingen representatief zijn (het kan bijvoorbeeld veel natter of droger zijn dan een gemiddeld jaar). Door de link te leggen met reeds uitgevoerde en lopende monitoring van de VLM kan dit evenwel in een ruimer kader worden geplaatst.

Op basis van het geheel van metingen kan een gemiddeld verschil tussen stijghoogte en grondwaterstand bepaald worden die ook gemiddeld in stand gehouden moet worden tijdens de uitvoering van de werkzaamheden. Ook wordt een absolute ondergrens van de grondwaterstand bepaald. Richtinggevend wordt hiertoe o.b.v. het monitoringsrapport INBO.R.2016_12285575 van de compensatie-inrichtingen voor de Achterhaven van Zeebrugge een grondwaterstand van 0,6 m-mv meegegeven (= laagste vastgestelde gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) over alle beschouwde peilbuizen in de Dudzeelse polder.

Aanvullend is een referentiebuisk gedefinieerd op een dusdanige afstand van het bouwdok dat er geen effecten worden verwacht van de bemaling gedurende de werkzaamheden, nl. peilbuis BAM03. Deze peilbuis kan als referentie dienen gedurende de uitvoeringsfase om inzicht te verkrijgen in andere effecten die de grondwaterstand of stijghoogte beïnvloeden, zoals neerslag of verdamping. Peilbuis ZEEP018X en ZEEP019X zijn mogelijke kandidaten voor ondiepe referentie peilbuizen.

Indien de signaleringswaarden worden overschreden (dus te 'droge' situatie t.h.v. de Dudzeelse polder en / of te sterke verzoeting), is aanpassing van de bemaling noodzakelijk. Dit kan bijvoorbeeld het bijkomend retourneren van (voldoende verzilt) bemalingswater inhouden, eventueel met het in gebruik nemen van bijkomende injectieputten.

In de noordelijke strook van de Dudzeelse polder dient bijgevolg voorafgaand aan de werken een lijnvormige peilbuizenreeks aanwezig te zijn (van west naar oost) om de grondwaterstand en het zoet-zout evenwicht op te volgen. Voor de opvolging zouden in totaal 6 peilbuizen kunnen volstaan. Vanuit de VLM zijn al diverse peilbuizen geïnstalleerd in de Dudzeelse Polder. Op onderstaande kaart zijn 3

¹⁴ De signaleringswaarde is een waarde die bij het bereiken ervan een reden vormt om het algehele functioneren van de bemaling en de omgevingseffecten ervan van dichtbij te bekijken en verder op te volgen wegens het eraan gekoppelde risico van afwijking t.o.v. het programma van eisen. Het overschrijden van de signaleringswaarde is dan ook een kantelpunt dat het nauwere betrekken van de essentiële betrokken actoren bij de exploitatie van de bemalingen vergt. Overschrijding van de interventiewaarde is de mogelijk daarop volgende stap dewelke het startsignaal betekent voor concrete acties om het respecteren van het programma van eisen te garanderen.

van de peilbuizen aangeduid die kunnen opgenomen worden in de monitoring. De 3 peilbuizen bestaan uit een doublet met een diepe filter (tussen -1 en -2 m TAW in de zandlaag onder de klei) en een ondiepe filter (in klei/veen laag). Momenteel zijn deze peilbuizen uitgerust met divers die continu het waterpeil meten en een aantal keer per jaar worden afgeladen. Saliniteit wordt manueel gemeten. Er is een continue meetreeks beschikbaar voor de 3 peilbuizen van VLM sinds 2011. Hieruit kan de variatie in stijghoogte en saliniteit tussen deze 3 peilbuizen in de referentiesituatie, d.i. vóór de bouw van het bouwdok, duidelijk worden vastgelegd en als referentiekader gebruikt worden.

Er wordt voorgesteld dat er ruim voor de start van de werken 2 bijkomende peilbuizen worden geplaatst. De voorgestelde locaties zijn weergegeven op onderstaande kaart (BAM 1 en 2). De plaatsing van één extra peilbuis (BAM 3) meer centraal in het gebied (tussen de peilbuizen van de VLM, iets verder op de retourlijn maar niet te ver zodat er nog mogelijke invloed is waar te nemen) is aangewezen. Er wordt voorgesteld om de filterdiepte op ongeveer -2,5 m TAW vast te leggen zodat het bovenste watervoerende pakket kan gemonitord worden. De exacte diepte van de filter is te bepalen op terrein in functie van de effectieve diepte van de bovenliggende kleilaag, zodat de filter zeker hieronder zit. Een nog diepere filter wordt niet als noodzakelijk geacht, tenzij dit nuttig kan zijn om het retourneren op te volgen en te anticiperen op mogelijke problemen.

De periode tussen plaatsing en operationele werking van deze peilbuizen enerzijds en start van de werken anderzijds dient zo groot mogelijk te zijn, ten einde de variatie in stijghoogte met de peilbuizen van VLM in de referentieperiode zo goed mogelijk vast te kunnen leggen, zodoende dit eveneens als referentiekader te kunnen hanteren. Minimaal moet één volledig meetjaar worden voorzien voorafgaand aan de werken. Het meetnet met de 6 peilbuizen dient dus operationeel te zijn en technisch op punt te staan minstens één jaar vóór het pompen begint.

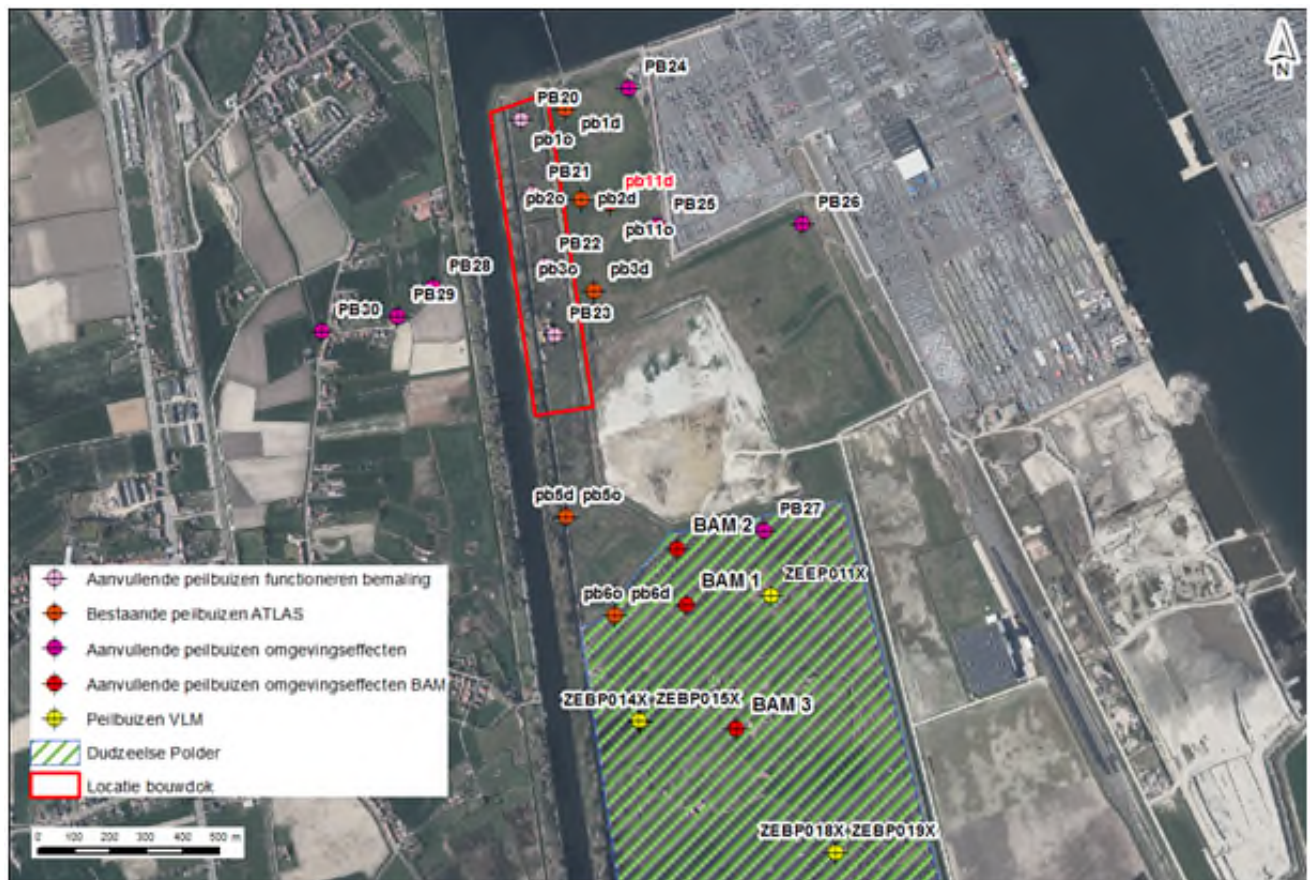
De 6 peilbuizen (3 nieuwe en 3 bestaande) zouden hiertoe allemaal moeten voorzien worden van divers met een gsm-module, zodat de meetgegevens kunnen worden doorgestuurd en continu kunnen worden geraadpleegd op een gezamenlijk te bereiken website. Naast het waterpeil zou ook de saliniteit moeten worden gemeten om de zoet/zout verdeling op te volgen.

Op deze manier kunnen de gegevens continue opgevolgd en geanalyseerd worden en kan meteen ingegrepen worden indien er onregelmatigheden worden vastgesteld. Indien de grondwaterstand of de saliniteit in de meest westelijke peilbuizen te sterk afwijkt van de tendens (vb. daling van het grondwater) in de meest oostelijke (referentie)peilbuizen, dienen bijkomende maatregelen genomen te worden (vb. verhoging of verlaging ingepompt debiet of bijkomende infiltratieputten).

Peilbuizen BAM01, BAM02 en BAM03 worden alle drie gedurende de uitvoering van alle beschouwde bemalingen minstens dagelijks bemeten d.m.v. divers met mogelijkheid tot (near) real time opvolging via internet. Hierbij liggen BAM01 en BAM02 in principe binnen de invloedssfeer van de meest ingrijpende bemaling (bemaling bouwdok), terwijl BAM03 buiten de invloedssfeer ligt. Indien de grondwaterstand en/of stijghoogte in deze peilbuizen buiten de door de VLM te definiëren bandbreedte komt te liggen, is aanpassing van de bemaling noodzakelijk. Dit kan bijvoorbeeld het bijkomend retourneren van (voldoende verzilt) bemalingswater inhouden, eventueel met het in gebruik nemen van bijkomende injectieputten. Een adequate opvolging van de werking van de retourbemaling en de kwaliteit van het bemalingswater is sowieso essentieel om de resulterende impact op de vegetatie binnen de Dudzeelse polder onder controle te houden. De kwantiteitsmetingen in de peilbuizen BAM01, BAM02 en BAM03 worden minimaal maandelijks geëvalueerd. Bij afwijking t.o.v. de vastgestelde bandbreedte wordt uiterlijk binnen 1 week in overleg met de betrokken partijen een beslissing genomen inzake de te treffen remediërende actie evenals de uitvoeringstermijn ervan.

Gezien de meest kritische periode het voorjaar (richtinggevend van midden maart tot eind juni) betreft bij uitvoering van de bemaling voor het bouwdok (=meest ingrijpende bemaling), wordt hiervoor standaard een hogere intensiteit van opvolging (nl. tweewekelijks) vooropgesteld. De overige peilbuizen uit het monitoringsnet voor grondwaterkwantiteit ter hoogte van de Dudzeelse polder worden enkel bemeten bij de bemaling voor het bouwdok (= bemaling met de grootste potentiële invloed in dit deelgebied). Deze metingen worden mee in beschouwing genomen indien er op basis van de metingen in de peilbuizen BAM01, BAM02 en BAM03 een indicatie van problemen wordt vastgesteld. Door uitbreiding van de minimaal te beschouwen BAM-peilbuizen met de overige

peilmetingen wordt immers een ruimere basis bekomen met het oog op de evaluatie van de noodzaak tot bijsturing.



Figuur 5-49: aanduiding van de aanwezige peilbuizen (geel) en voorstel van bijkomend te plaatsen peilbuizen (rood) in kader van de voorgestelde monitoring

Milderende maatregelen en suggesties vanuit de Passende Beoordeling

Door te voeren milderende maatregelen

- Tijdens het project dient retourbemaling toegepast worden ter hoogte van de Dudzeelse polder om de verlaging van het grondwater, groter dan de huidige variatie in het grondwaterpeil, in het noordelijk deel van de Dudzeelse polder tegen te gaan.
- Toepassen van retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder in de fase van het bouwdok + modelering van het zoet-zoutevenwicht voor een bemaling van meerdere jaren in het uitvoeringsontwerp van het bouwdok + afstellen en monitoring van de retourbemaling door de aannemer indien zich aanzienlijke effecten zouden voordoen, zie monitoringsprogramma.
- Gezien de complexiteit zal het zeker van belang zijn de grondwaterstand op zijn minst tijdens de volledige duur van het project te monitoren ter hoogte van de noordelijke zone van de Dudzeelse polder ter controle van de berekende waarden. Het best kan hier reeds mee gestart worden voor de aanvang van de werken. Indien er, in tegenstelling tot de berekende en gemodelleerde resultaten, uit de monitoring zou blijken dat er toch te grote schommelingen in de grondwaterstand of in de zoet-zoutverdeling optreden, dienen

bijgevolg bijkomende maatregelen genomen te worden (vb. aanpassen van het aantal retourputten of het debiet ervan, graven van drainerende sloten naast bergingslocatie 1,...).

- Door het starten van het project voor het broedseizoen of door de in te nemen gronden ongeschikt te maken als broedlocatie kan het vernietigen van broedsels vermeden worden.

Aanbevelingen om het project milieuvriendelijker te maken

- Indien er geen of gedeeltelijke retourbemaling wordt toegepast dient het zilte grondwater geloosd te worden in de (zilte) dokken of in het Boudewijnkanaal ter hoogte van het bouwdok.

5.6 Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie

5.6.1 Afbakening van het studiegebied

Het studiegebied omvat minimaal het projectgebied. De gebieden waar landschappelijke structuren, -elementen en -componenten gewijzigd worden, maken deel uit van het studiegebied, evenals de gebieden waar er invloed is op de landschappelijke, bouwkundige en/of archeologische erfgoedwaarde. De omvang van het studiegebied kan verruimd worden in functie van de visuele impact van de geplande ontwikkelingen (perceptieve kenmerken).

5.6.2 Juridische en beleidsmatige context

Op 1 januari 2015 is het nieuw Onroerenderfgoeddecreet in werking getreden. Sindsdien geldt één overkoepelende regelgeving voor monumenten, stads- en dorpsgezichten, landschappen en archeologie. Het nieuwe onroerend erfgoeddecreet vervangt drie voorgaande decreten (monumenten-decreet van 1976, archeologiedecreet van 1993 en landschapsdecreet van 1996) en een wet uit 1931 op het behoud van monumenten en landschappen.

Met de definitieve goedkeuring van het nieuw decreet onroerend erfgoed door de Vlaamse regering is ook de Conventie van Malta (ook wel het Verdrag van Valetta genoemd) in Vlaamse regelgeving omgezet. Om de Conventie van Malta verder te implementeren in de Vlaamse regelgeving is een volledig nieuw archeologisch traject nodig. Daarin spelen erkende archeologen een cruciale rol. Omdat zij de enigen zijn die een opgraving of een vooronderzoek met ingreep in de bodem mogen uitvoeren, is het hoofdstuk Archeologie van het Onroerenderfgoeddecreet pas in werking getreden wanneer er voldoende archeologen erkend waren, met name op 1 juni 2016.

In de nieuwe regelgeving bestaat er een zorgplicht voor erfgoedlandschappen én onroerende goederen die zijn opgenomen in een aan een openbaar onderzoek onderworpen vastgestelde inventaris. Het betreft dan:

1. De inventaris van het bouwkundig erfgoed.
2. De landschapsatlas.
3. De inventaris van de archeologische zones.
4. De inventaris van houtige beplantingen met erfgoedwaarde.
5. De inventaris van historische tuinen en parken.

5.6.3 Methodologie

5.6.3.1 Methodiek beschrijving bestaande situatie

Voor het beschrijven van de referentiesituatie baseert de deskundige zich in eerste instantie op volgende bronnen:

- Landschapsatlas, met aanduiding/afbakening van traditionele landschappen, ankerplaatsen, relictzones, lijn- en puntrelicten;
- Historische kaarten, i.f.v. de beschrijving van de cultuurhistorische ontwikkeling van het gebied;
- Databank van beschermde monumenten, landschappen, stads- en dorpsgezichten;
- Inventaris Bouwkundig Erfgoed (VIOE);
- Centrale Archeologische Inventaris (CAI);
- MER Bouwdokken (2007);
- Kennisgeving MER SHIP.

Deze desktopstudie wordt aangevuld met een beknopte terreinverkenning, vooral i.f.v. het aspect “perceptieve kenmerken”.

5.6.3.2 Aanpak geplande toestand

Bij de bespreking van de effecten wordt de impact van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal – fase 1, met inbegrip van de aanleg en exploitatie van het bouwdok, het gebruik van de werfzone en de bergingslocatie(s) op het landschap beschouwd.

De ingrepen die de landschappelijke situatie veranderen bestaan uit het wijzigen of verwijderen van bestaande elementen. Het wijzigen van elementen wordt onderverdeeld in wijzigingen met betrekking tot de toestand en functie enerzijds en het voorkomen of uitzicht anderzijds.

De verschillende mogelijke effecten worden gegroepeerd volgens de verschillende invalshoeken van de discipline (cultuurhistorie, landschapsstructuur en landschapsbeeld).

In hoofdzaak wordt hier uitgegaan van de perceptuele kenmerken omdat deze objectief kunnen beschreven worden. Belevingskwaliteiten hangen immers nauw samen met een waardering en interpretatie van de situatie en deze kunnen sterk verschillen afhankelijk van de invalshoek van waaruit men een gebied bekijkt (zie discipline Mens, beeld- en belevingswaarde).

Beoordelingscriteria met betrekking tot de discipline landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie kunnen echter nooit volledig uit kwantitatieve grootheden bestaan door de complexiteit en het holistisch karakter van het studieobject. De beoordeling in de verschillende effectengroepen zal daarom enerzijds steunen op objectieve criteriawaarden en anderzijds steunen op onderzoek met betrekking tot invloed op omgevingsfactoren, perceptie en gedrag. De cultuurhistorie, zowel natuurwetenschappelijk als cultuurhistorisch, hanteert het criterium van erfgoedwaarde. Dit heeft in essentie betrekking op het archeologisch patrimonium, het bouwkundig erfgoed, de historisch-geografische elementen en structuren. Daarnaast speelt de visueel ruimtelijke samenhang (dorps- en stadsgezichten) en het statuut van het relict (al dan niet beschermd) een belangrijke rol.

De beschrijving van de geplande situatie voor de discipline landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie gebeurt dan ook aan de hand van vier effectengroepen, namelijk:

- impact op perceptieve kenmerken, vb. door tijdelijke en/of permanente bodem- en vegetatieverstoringen, de aanwezigheid van nieuwe elementen in het landschap zoals het bouwdok;
- impact op erfgoedwaarde;
- impact op archeologie

Tabel 5-26 Beoordelingscriteria en significantiekader voor de discipline Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie

Effecten	Criterium	Methodiek	Significantiekader
Impact op perceptieve kenmerken	Wijziging in landschappelijke structuur (barrièrevorming,...)	Kwalitatieve beschrijving	Omvang van de wijzigingen
Impact op erfgoedwaarde	Verdwijning of aantasting cultuurhistorisch waardevolle relict(en) / bouwkundig erfgoed	Kwalitatieve beschrijving en lokalisering op kaart van de cultuurhistorisch waardevolle relict(en) die door het project kunnen aangetast worden of verdwijnen	Waarde van het te verdwijnen/aan te tasten erfgoed + mate van aantasting
Impact op archeologie	Mogelijke aantasting archeologisch patrimonium door graafwerken	Inschatting archeologische potentie gebied o.b.v. CAI, historisch kaartmateriaal en bodemkenmerken	Preventieve maatregelen: archeologisch vooronderzoek

5.6.4 Beschrijving van de referentiesituatie

5.6.4.1 Landschapsstructuur en –typologie

Tot ongeveer de 2^{de} eeuw voor Christus bestond het hier beschreven gebied uit veen, dat zich tijdens het laat-Atlanticum en het Subboreaal had gevormd. Tijdens het Subatlanticum gaven zeespiegelrijzingen aanleiding tot de zogenaamde Duinkerkeaanse transgressies. Deze transgressies zijn van groot belang voor het ontstaan van de Polderstreek, omdat toen tijdens eeuwenlange overstromingen marien materiaal werd afgezet, waarvan de totale dikte op vele plaatsen verscheidene meters bedraagt. In deze transgressie worden 3 fasen onderscheiden:

- In de Duinkerken I-transgressie (2^{de} eeuw voor Chr.) hadden de eerste overstromingen plaats. De veenvlakte werd gedeeltelijk overstroomd. In het overstromingsgebied kwam marien materiaal tot bezinking. Het grofkorrelig materiaal (zand) werd vooral in de kreken afgezet, die zich in het veengebied gevormd hadden. Buiten de kreken bezonk voornamelijk fijnkorrelig slib.
- In de Duinkerken II-transgressie (4^{de} eeuw na Chr.) kwam het gebied volledig onder water. Belangrijke inbraakpunten lagen ter hoogte van Zeebrugge en ter hoogte van Heist. Van hieruit werd een krekensysteem gevormd. Kreken werden ingesneden in het Duinkerken I-sediment en soms in het onderliggend veen. Na dit stadium van erosie had opnieuw aanslibbing plaats. In de kreken werd opnieuw zandig materiaal afgezet, terwijl erbuiten in hoofdzaak kleig materiaal werd aangevoerd en afgezet. Tijdens het laatste stadium van de sedimentatie werd ook in de meeste kreken klei afgezet. Dit is voornamelijk het geval voor de gedeelten die het langst met de zee in verbinding bleven, onder andere de inbraakgebieden. Meer in het binnenland worden echter belangrijke kreken aangetroffen die geen kleidek hebben, onder andere nabij Dudzele-dorp.
- De Duinkerken III-transgressie (10^{de} eeuw na Chr.) bestaat uit twee delen. Tijdens de Duinkerken III A-transgressie heeft zich een belangrijk inbraakpunt, het Zwin, gevormd. Met uitzondering hiervan was de erosie tijdens het eerste gedeelte van deze transgressie niet zeer belangrijk. Ook het sedimentstadium was in de Duinkerken III A-transgressie van korte duur; de afzettingen concentreren zich voornamelijk in de zone Heist-Ramskapelle en bestaan overwegend uit klei (dikte 30 à 40 cm). Tijdens de Duinkerken B-transgressie (11^{de} eeuw na Chr.) werd het Zwin aanzienlijk uitgebreid door nieuwe overstromingen.

Het studiegebied bevindt zich volledig in het West-Vlaamse Poldergebied. Het landschap evolueerde van een groot slikken- en schorregebied tot de huidige polders.

Tegen het einde van de 10^{de} eeuw begon de mens met de bescherming van het gebied tegen de overstroming door de zee. Door de aanleg van dijken ontstond het polderlandschap. Momenteel worden in het gebied nog veel sporen teruggevonden van de ontstaansgeschiedenis van dit landschap. De reliëfrijke weilanden, de vele waterlopen en grachten, de dijken en enkele kreekresten tonen zowel natuurlijke als antropogene invloeden aan. Het studiegebied bevindt zich volledig in het “Middelland”, het gebied dat in de 16^{de} en 17^{de} eeuw werd afgeschermd van de zee. Tot het midden van de 20^{ste} eeuw kende het landschap slechts weinig veranderingen. Na de 2^{de} wereldoorlog deden zich echter ontwikkelingen voor met een sterk ingrijpend karakter op het landschap.

De landschapsstructuur wordt bepaald door de schaal, het patroon, de transparantie en de zichtwijdte. In de omgeving van de haven zorgen oude en nieuwe lijninfrastructuren voor een sterke compartimentering van het landschap. Vooral de door bomen begeleide kanalen in de wijde omgeving van het projectgebied zorgen voor een sterke lineaire structurering. De jongste decennia werden over aanzienlijke oppervlakten van de polders andere functies uitgebouwd: de haventerreinen en –infrastructuren, openbare nutzones en woonuitbreidingen in de polderdorpen. Het gebied tussen de Achterhaven en de binnenhaven met het Boudewijnkanaal als tussenas, vormt momenteel een ruimtelijk scharnierpunt tussen de oostelijke en westelijke polder. Naast niet opgehoogde poldergebieden bevinden zich hier eveneens reeds opgehoogde terreinen.

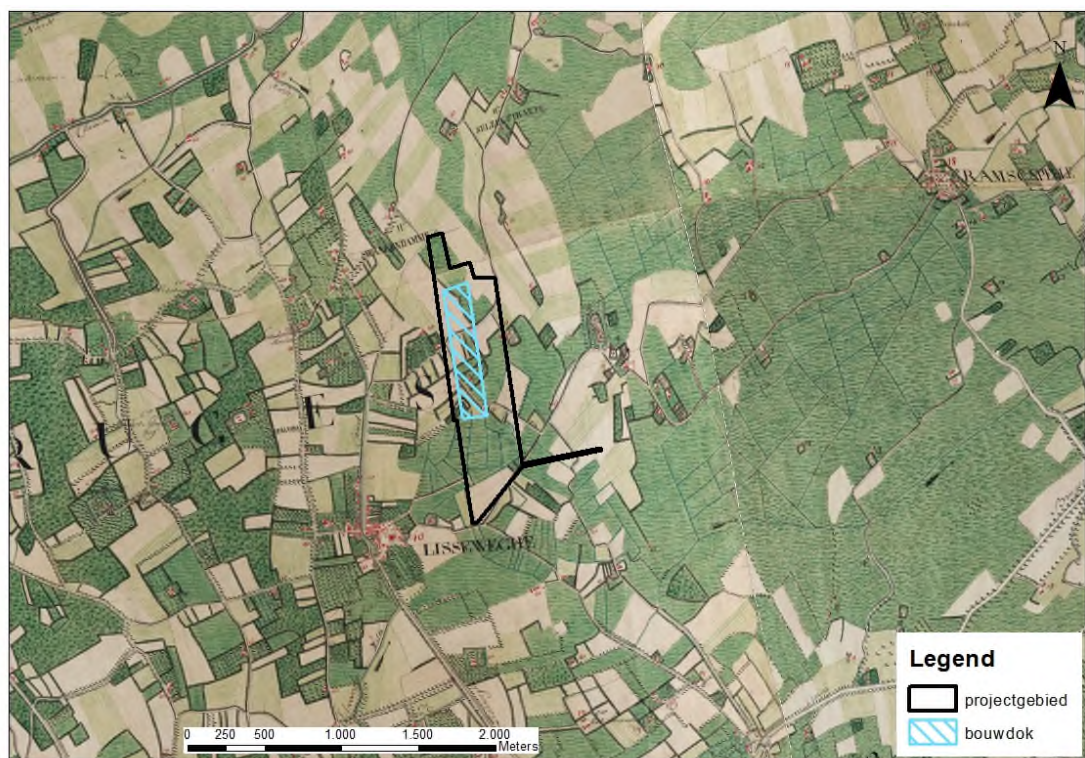
De contouren van de Achterhaven kregen de laatste decennia duidelijk hun plaats in het landschap. Ze pasten zich enerzijds in tussen bestaande landschapsstructurende elementen, zoals het Boudewijnkanaal aan de westelijke zijde en het Schipdonk- en Leopoldkanaal aan de oostelijke zijde. Anderzijds werden aan het landschap nieuwe contouren toegevoegd: het opgaand volume van de opgespoten terreinen, nieuwe zichtbare lijninfrastructuren en kunstwerken. De haven ontwikkelde zich tot op heden in de Achterhaven op een open en visueel-transparante wijze. Niettemin is de intrede van de haven in de polders manifest (mede door opgaande elementen in de Achterhaven zelf).

5.6.4.2 Cultuurhistorische ontwikkeling

De **Ferrariskaart** (1771-1778) geeft een polderlandschap weer met weinig en vooral verspreide bebouwing. Ten westen en ten zuiden van het projectgebied liggen de kleine kernen van Dudzele en Lissewege. Verder zijn er nog enkele kleine gehuchtjes, niet meer dan een verzameling van enkele woningen, o.a. Ramscapelle, Swancendamme (Zwankendamme) en Selzelstraete.

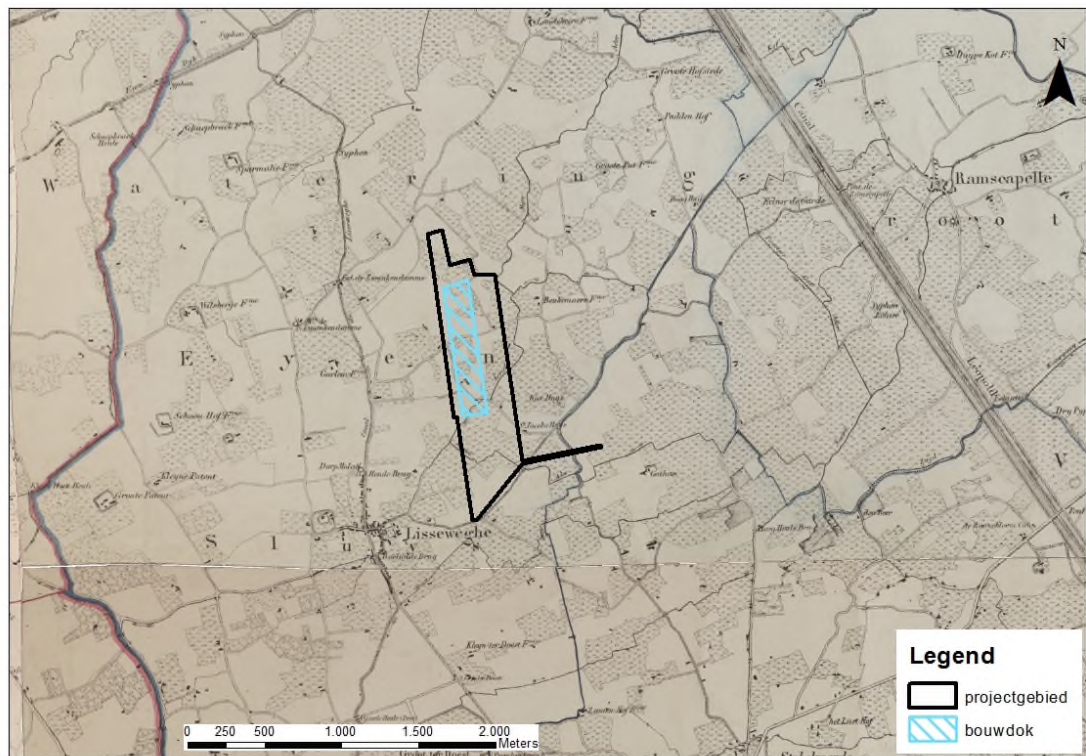
Het merendeel van de gronden ter hoogte van het studiegebied is ingekleurd als akkerland. De overige gronden waren in gebruik als (wei)land of boomgaard. Een deel van de akkers is omgeven door hagen of bomerijen. Dit komt voornamelijk voor rond de kernen.

In het noorden loopt evenwijdig aan de zee de Blankenberghe Vaart afgezoomd door een dijk aan zeezijde en de Noordvaart eveneens met dijk. De polders zelf worden doorsneden door sloten en watergangen.

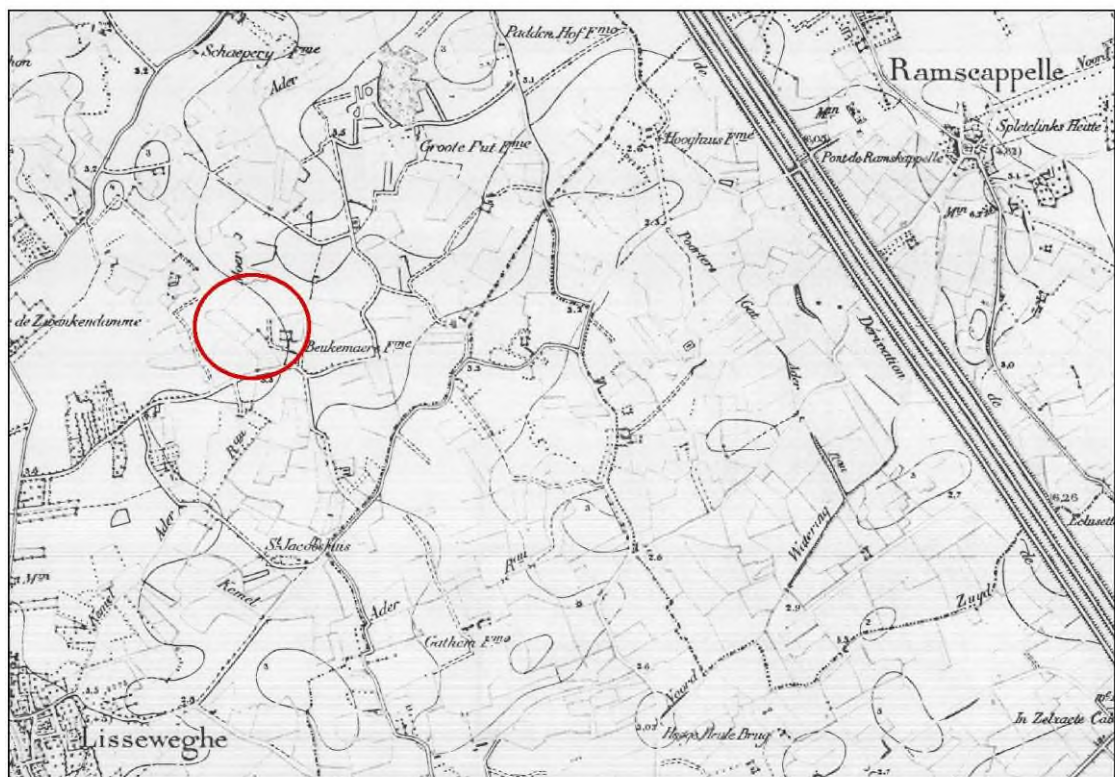


Figuur 5-50: aanduiding van het projectgebied op de Ferrariskaart (1777)

De meest ingrijpende verandering op de de **Vandermaelenkaart** is de realisatie van de het Leopoldkanaal en het Afleidingskanaal van de Leie. Het graven van het Leopoldkanaal liep van 1843 tot 1850. Het gehucht Selzelstraete is hierbij verdwenen en de Isabellavaart (vroeger Blankenbergevaart) met aanliggende dijken is doorsneden.



Figuur 5-51: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de Vandermaelenkaart (1850-1854)



Figuur 5-52: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de kaart van Dépôt de la Guerre (1861 – 1875)

De kernen zijn ongeveer gelijk gebleven in grootte. De verspreide bebouwing is toegenomen. Langs de kust is een spoorweg aangelegd op de vroegere dijk. Rond Lissewege en Dudzele is een merkbaar grotere concentratie aan opgaand groen, in de vorm van bomenrijen en boomgaarden. De polders worden doorsneden door talrijke sloten en watergangen die afvloeien langs de recent aangelegde kanalen en plaatselijk, via sifons onder deze kanalen heen geleid worden.

Ten opzichte van de Vandermaelenkaart zijn er op de kaart van **Dépôt de la Guerre** (1861-1875) zijn geen grootschalige wijzigingen opgetreden. Wel is duidelijk dat de kernen Lissewege en Ramscappelle gegroeid zijn. De structuur in de onmiddellijke omgeving van het studiegebied is echter ongewijzigd gebleven.

De kaart van het Dépôt de la Guerre werd door het **MCI** bijgewerkt (1932). De grote wijzigingen in de omgeving van het projectgebied zijn de realisatie van het Boudewijnkanaal en de eerste fase van de zeehaven. Het Boudewijnkanaal werd gegraven tussen 1896 en 1905. Deze aanleg is dwars door het polderlandschap heen gerealiseerd. Evenwijdig aan het nieuwe kanaal is een spoorweg aangelegd ter ontsluiting van de haven. De rechtstreekse verbinding tussen Lissewege en Dudzele is onderbroken, maar vervangen door een veerpont. Er is een eerste aanzet van bewoning te Zeebrugge.

De belangrijkste ontwikkelingen tussen 1932 en 1964 zijn de uitbouw van de kern Zeebrugge en de voorhaven (eerste havendam), de eerste ontwikkeling rond de Prins Filipsdokken en de ontwikkeling van de woonkern Zwankendamme. In de zone waar zich nu de achterhaven uitstrekt, was nauwelijks enige ruimtelijke evolutie. Ook de dorpskernen Lissewege, Dudzele en Ramscappelle kenden een zeer beperkte ontwikkeling.



Figuur 5-53: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de kaart van het MCI (1932)



Figuur 5-54: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de MGI kaart van 1964



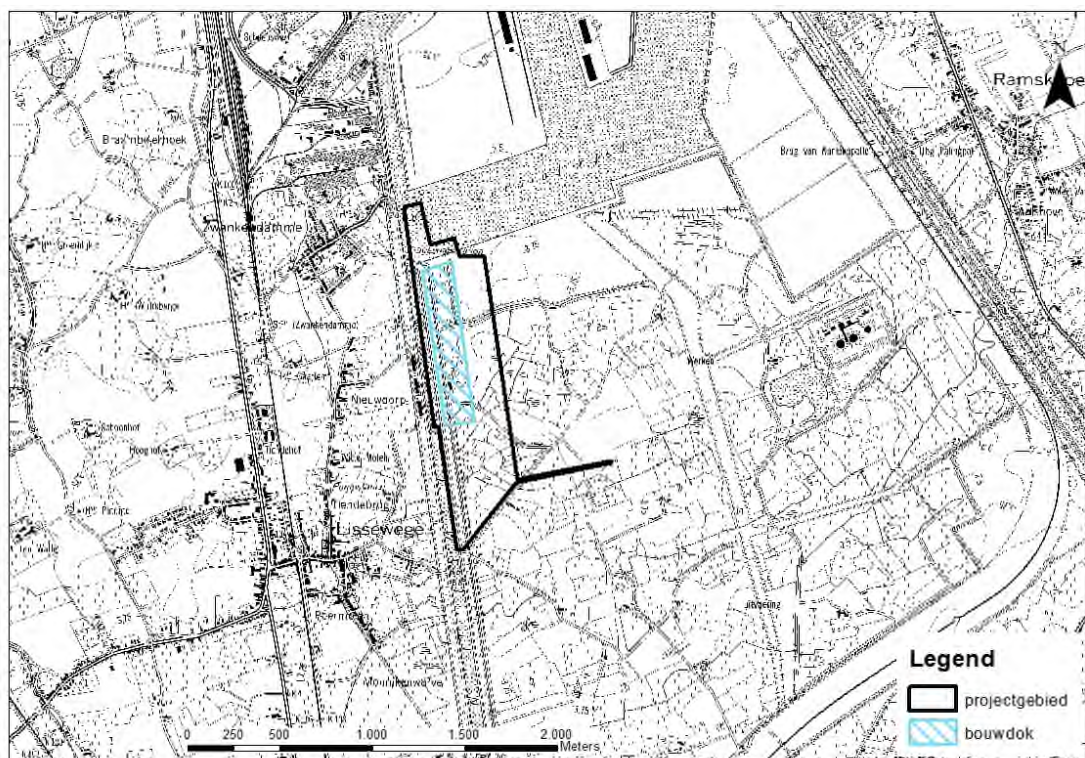
Figuur 5-55: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de NGI kaart van 1971

Uit de topografische kaart van het **NGI** uit 1971 blijkt dat de ontwikkelingen in de voorhaven van Zeebrugge, ter hoogte van de Frins Filipsdokken en ten noorden van de woonkern te Zwankendamme zich hebben verder gezet. Ter hoogte van het studiegebied zijn er echter maar weinig ontwikkelingen.

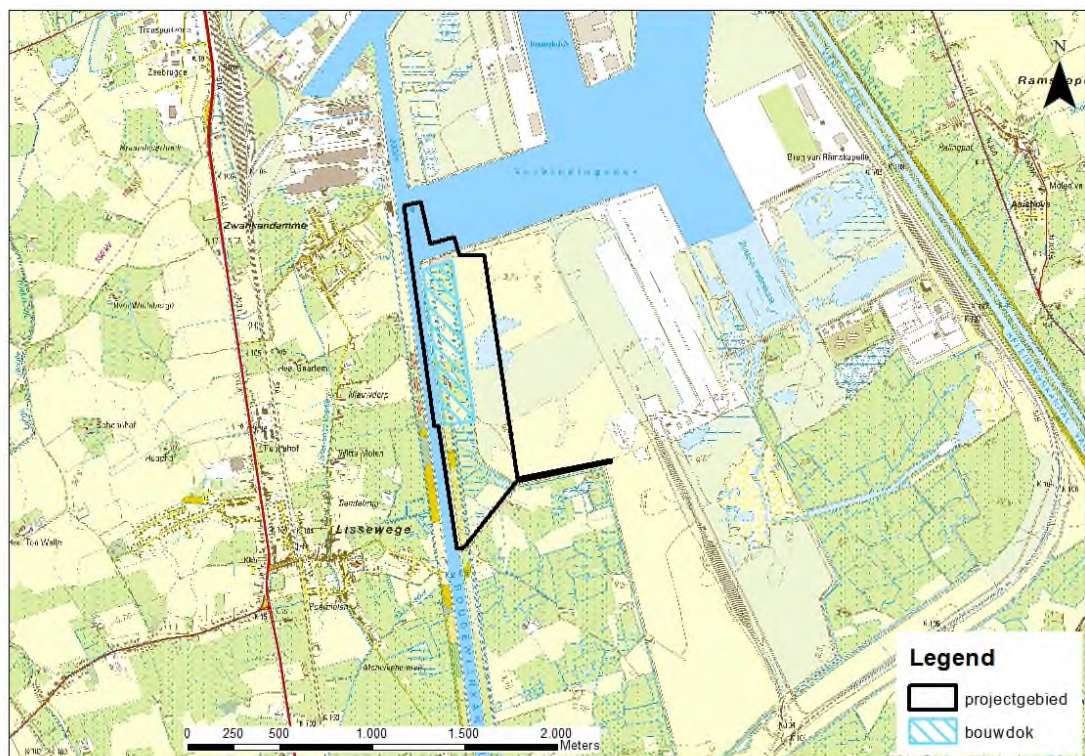
Tussen 1971 en 1993 heeft zich een enorme cultuurlandschappelijke evolutie door-gezet. De haven heeft een enorme expansie ondergaan en is meer dan verdubbeld in omvang, met de bouw van het Verbindingsdok en het Noordelijk Insteekdok. Naast de dokken is ook de kern van Zeebrugge en de strandwijk volledig ontwikkeld tussen de haveninfrastructuur. Ook Zwankendamme, Lissewege en Dudzele zijn beperkt uitgetroefd.

Ter hoogte van het projectgebied zijn de oude landschapsstructuren nog steeds herkenbaar. Ten noorden worden ze wel begrensd door het verbindingsdok.

De meest recente topografische kaart van het NGI uit 2009 laat de nog steeds snelle evoluties in de voor- en achterhaven zien. De omvang van de haven is opnieuw sterk in oppervlakte toegenomen en heeft zich nagenoeg volledig in het oostelijke deel van de achterhaven afgespeeld. Van het oorspronkelijke polderlandschap tussen Lissewege en Ramskapelle blijft enkel nog een westelijke uitloper (de Dudzeelse Polder), waaronder de locatie van het bouwdok en de bergings-locatie 1 over.



Figuur 5-56: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de NGI kaart van 1993



Figuur 5-57: indicatieve aanduiding van het projectgebied op de NGI kaart van 2009

5.6.4.3 Landschappelijk erfgoed

Bij de beschrijving van het landschappelijk erfgoed wordt vertrokken van de Landschapsatlas. Hierin worden de zgn. traditionele landschappen afgebakend. De locatie voor het bouwdok en het grootste deel van de zoekzone voor werfzone zijn echter niet gelegen binnen een traditioneel landschap, maar binnen havengebied. Het meest zuidelijke deel van de bergingslocatie 1 en het meest zuidoostelijke deel van de zoekzone voor werfzone, bevinden zich ter hoogte van het traditioneel landschap 'kustpolders'.

In de Landschapsatlas worden ook zgn. Ankerplaatsen, Relictzones, Lijnrelicten en Puntrelicten aangeduid. Deze zijn resp. vlak-, lijn- en puntvormige dragers van de landschapsstructuur. De belangrijkste eenheden daarbij zijn de Ankerplaatsen, zones die uitzonderlijk zijn inzake gaafheid, representativiteit en /of uniciteit van hun landschappelijke kenmerken. Het projectgebied bevindt zich echter niet binnen een aanduiding van de Landschapsatlas. De meest nabijgelegen elementen zijn de relictzone "Poldergebied achterland haven Zeebrugge" in aansluiting met bergingslocatie 1 en de puntrelicten "Wittemolen" en "Zwankendamme" ten westen van de locatie van het bouwdok. Op ca. 3,5 km ten westen van het toekomstig bouwdok bevindt zich de aangeduide ankerplaats "Uitkerkse Polder". Ten zuidwesten, op ca. 225m bevindt zich de ankerplaats "Ter Doest".

5.6.4.4 Beschermd erfgoed

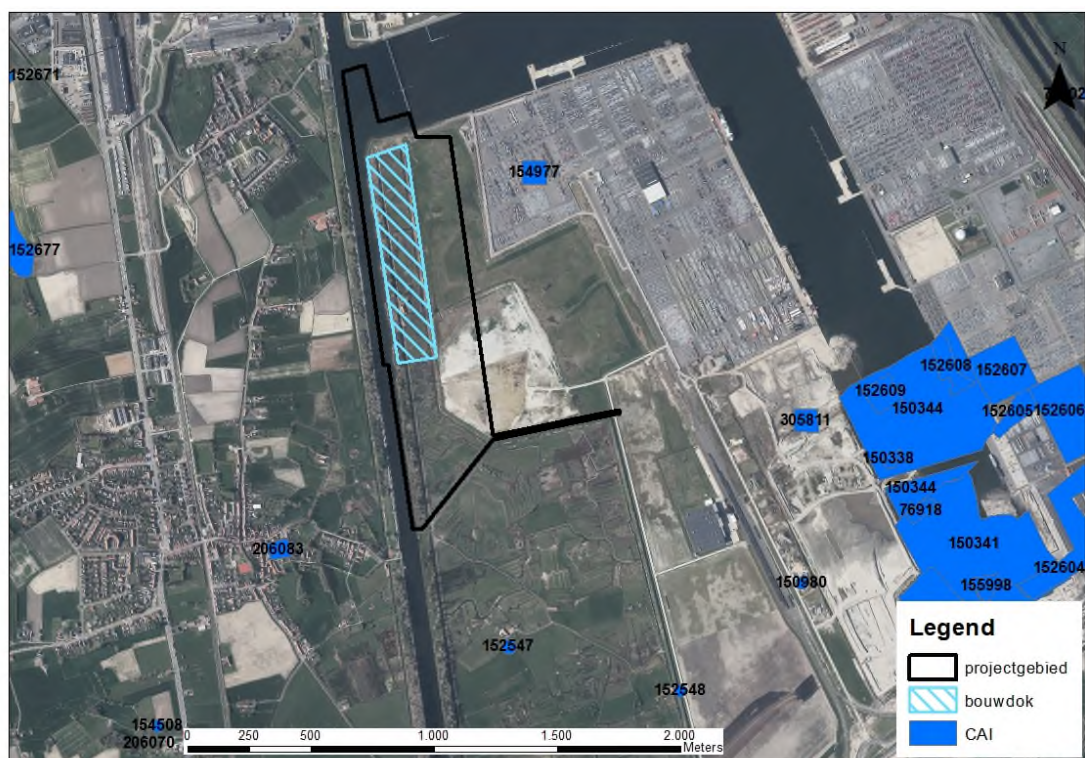
In de omgeving van het projectgebied is ten zuidwesten het beschermd landschap "Groot ter Doest" gelegen.

Het niet beschermd maar desalniettemin waardevol bouwkundig erfgoed dat relevant is voor het projectgebied wordt in kaart gebracht a.h.v. de Inventaris van het Bouwkundig Erfgoed (IOE). Uit Kaart 6 blijkt dat er een groot aantal aanduidingen zijn in de IOE ten westen van het toekomstig bouwdok, aan de overkant van het Boudewijnkanaal. Het meest nabij gelegen bouwkundig erfgoed betreft een hoeve met losstaande bestanddelen in de Beukemarestraat.

Op ca. 540 m ten zuidwesten van het projectgebied zijn de beschermde monumenten OLVkerk + de bijhorende toren en een wachterswoning gelegen.

5.6.4.5 Archeologisch erfgoed

Voor de discipline archeologie werd de Centraal Archeologische Inventaris geraadpleegd. De Centrale Archeologische Inventaris is een inventaris van tot nog toe gekende archeologische vindplaatsen. Vanwege het specifieke karakter van het archeologisch erfgoed dat voor ons verborgen zit in de ondergrond, is het onmogelijk om op basis van de Centrale Archeologische Inventaris uitspraken te doen over de aan- of afwezigheid van archeologische sporen. De aan- of afwezigheid van archeologische sporen dient met verder onderzoek vastgesteld te worden.



Figuur 5-58 Situering projectgebied binnen de CAI (toestand juli 2015), Bron: Agiv

Binnen het projectgebied zijn er geen archeologische vondsten gekend in de CAI. In de ruimere omgeving van het projectgebied zijn er verschillende archeologische vondsten. De meest nabije betreft:

- 154977: De Breukemaerehoeve, grondsporen van een site met walgracht, Volle Middeleeuwen¹⁵.

5.6.4.6 Landschapsbeeld – perceptieve kenmerken

In de haven van Zeebrugge spelen kanalen, dijken en spoorwegbeddingen een ruimtelijk opvallende rol. Daarnaast fungeren bakens, zoals kerken of monumenten, als verticale beeldragers en hebben ze een belangrijke oriënteringsfunctie. In nabijheid van de haven zelf treden elementen van haveninfrastructuur op als verticale beeldragers, met een belangrijke visuele impact op het resterende polderlandschap.

¹⁵ Deze bevindt zich nu onder opgespoten terrein

Negatieve beeldragers in het landschap rond het projectgebied zijn:

- Hoogspanningslijnen;
- Industriële gebouwen;
- Haveninfrastructuur (verlichtingspilonen, kranen, containers,...).

Positieve beeldragers in het landschap rond het projectgebied zijn:

- Door bomen begeleide kanalen;
- Spoor- en wegbermen;
- Polderlandschap doorkuist door grachtjes, poelen,...
- Begroeide dijken.

Tabel 5-27: Fotoreportage projectgebied



5.6.5 Geplande toestand en effecten

5.6.5.1 Impact op landschapsstructuur

De huidige structuur in en in de omgeving van het projectgebied toont slechts in beperkte mate nog overeenkomsten met de 18^{de} eeuwse landschapsstructuur. De terreinen zijn namelijk grotendeels opgehoogd en ten oosten van het projectgebied hebben reeds havenontwikkelingen plaatsgevonden. Door de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal – fase 1 zal echter wel een deel van de oorspronkelijke resterende landschappelijke structuur verdwijnen, wat negatief wordt beoordeeld (-2).

Er worden geen significant negatieve effecten verwacht ten gevolge van het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

Er worden geen significant andere effecten verwacht inzake landschapsstructuur indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

De structuurwijzigingen ter hoogte van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal zijn eigen aan het project en kunnen bijgevolg niet gemilderd worden.

5.6.5.2 Impact op perceptieve kenmerken

In de nabije omgeving van het projectgebied hebben havenontwikkelingen plaatsgevonden. De omgeving is echter ook een groene ruimte in de haven met weiland, struiken en waterpartijen. De verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal zal dit polderlandschap doen verdwijnen en veranderen in een dok. Dit dok zal echter beperkt zijn in omvang, gezien momenteel enkel in het noorden de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal voorzien wordt. Het effect wordt daarom als beperkt negatief tot negatief beoordeeld (-1/-2).

De bergingslocaties worden momenteel gekenmerkt door een open landschap zonder opgaande elementen. Hierdoor zal berging van de uitgegraven grond duidelijk visueel waarneembaar zijn, zeker wat betreft bergingslocatie 1 (+ uitbreiding) gezien het hier een berging betreft waarbij tot ca. 22m TAW (of 26m TAW in het geval dat een werfzone wordt aangelegd thv het Boudewijnkanaal) zal gestapeld worden ten opzichte van het omliggende maaiveld. De gestockeerde grond blijft hier tijdelijk aanwezig totdat deze kan afgevoerd worden voor gebruik binnen andere projecten of totdat van start gegaan wordt met de verdere verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal. De impact op het landschapsbeeld en de perceptieve kenmerken wordt negatief tot aanzienlijk negatief beoordeeld (-2 / -3). Indien in bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestapeld worden geldt dezelfde beoordeling.

Ter hoogte van bergingslocatie 2 zal gedurende het project maximaal ca. 5 m boven het huidige maaiveld gestapeld worden. Het betreft bovendien slechts een tijdelijke bergingslocatie die zal gebruikt worden in de tussenfase van het bouwdok en tijdens het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal. Na het beëindigen van het project zal hier geen grond meer aanwezig zijn. Gezien bergingslocatie 2 zich in de nabije omgeving van de autoterminal bevindt, is het landschapsbeeld hier sowieso al minder waardevol. Daarbij komt dat bergingszone 2 vanuit de dichtst bijzijnde bewoning niet zichtbaar zal zijn, gezien er ter hoogte van bergingszone 1 tot 22m TAW (of 26m TAW) zal gestapeld worden en ter hoogte van bergingslocatie 2 slechts tot 11m TAW. Door de tijdelijke berging ter hoogte van bergingslocatie 2 wordt daarom slechts een beperkt negatieve impact op het landschapsbeeld en de perceptie verwacht (-1).

Ter hoogte van de uitbreiding van bergingslocatie 1 zal de grond geborgen worden afkomstig van het verwijderen van de tussendijk tussen het bouwdok en het Boudewijnkanaal en het verdiepen van het verbrede Boudewijnkanaal, voor zover deze grond niet kan geborgen worden ter hoogte van bergingslocatie 1 of kan afgevoerd worden voor gebruik binnen andere projecten. Binnen de uitbreiding van bergingslocatie 1 kan de grond maximaal gestapeld worden tot ca. 22m TAW (of 26m TAW ingeval een werfzone wordt aangelegd ter hoogte van het Boudewijnkanaal). Gezien de grond hier pas zal gestapeld worden nadat bergingslocatie 1 reeds ingenomen is, en de grond hier niet hoger gestapeld

wordt dan in bergingslocatie 1, zal de gestockeerde grond ter hoogte van de uitbreiding van bergingslocatie 1 weinig visueel waarneembaar zijn vanaf de dichtst bij gelegen woningen (die zich ten westen van bergingslocatie 1 bevinden). Het cumulatief effect van bergingslocatie 1 met uitbreiding wordt daarom net als bergingslocatie 1 op zich als negatief tot aanzienlijk negatief beoordeeld (-2/-3).

Ook het meest noordelijke deel van de zoekzone voor werfzone is in de nabije omgeving van de auto-terminal gelegen en grenst aan het Verbindingsdok vanwaar men uitkijkt op de haven. Opnieuw zal open ruimte verdwijnen, maar gezien de huidige verstoorde en industriële aard van het landschap wordt het effect als beperkt negatief beoordeeld (-1). De waarneembaarheid van de betoncentrale gaat immers op in het industriële landschap. Voor het inrichten van de werfzone in een zone die overlapt met bergingslocatie 1 wordt geen significante bijkomende impact verwacht. Op het moment dat een mogelijke werfzone hier zou ingericht worden met een betoncentrale, zal het landschap al dusdanig verstoord zijn door de berging van uitgegraven grond ter hoogte van bergingslocatie 1. De totale impact afkomstig van bergingslocatie 1 en werfzone in overlap met bergingslocatie 1 wordt bijgevolg als negatief tot aanzienlijk negatief beoordeeld (-2 / -3). Indien beton extern wordt aangevoerd, komen de negatieve effecten van de werfzone te vervallen. Echter de negatieve effecten afkomstig van bergingszone 1 blijven wel bestaan.

Tijdens de bouw van de tunnelelementen en de aanleg van de kaaimuur kan echter wel nog een bijkomende impact op het landschapsbeeld verwacht worden door de aan- en afvoer van materialen, verkeer,.... Gezien deze trafieken zich zullen voordoen binnen bestaand havengebied en gelijkaardig zijn aan reeds bestaande trafieken, wordt dit als niet significant beoordeeld.

De aan te leggen kaaimuur bevindt zich grotendeels ondergronds en zal van op afstand niet te zien zijn, waardoor geen significante impact op de perceptieve kenmerken worden verwacht (0).

Er worden geen significant negatieve effecten verwacht ten gevolge van het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

5.6.5.3 Impact op erfgoedwaarde

Gezien de ligging van het projectgebied in havengebied en de relatief grote afstand tot de erfgoedwaarden wordt het effect als niet significant beoordeeld (0). Er worden geen significant andere effecten verwacht op de erfgoedwaarden in de omgeving indien geen betoncentrale wordt ingericht binnen het projectgebied en het beton in de tussenfase van het bouwdok extern wordt aangevoerd. Dit geldt eveneens indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

Er worden geen significant negatieve effecten verwacht ten gevolge van het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

5.6.5.4 Impact op archeologie

Ter hoogte van de geplande verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal (de zone binnen het projectgebied die grootschalig zal vergraven worden) komen grotendeels niet opgehoogde terreinen voor. Er werd een archeologienota opgemaakt voor het uitgraven van het bouwdok en de diepwand van de kaaimuur (AardeWerk, Raakvlak Cel Onderzoek, november 2016), die op 22/11/2016 bekrachtigd werd door het Agentschap Onroerend Erfgoed.

I.k.v. de opmaak van de archeologienota werd volgend onderzoeksprogramma uitgevoerd:

- Bureaustudie op basis van historische en cartografische informatie
- Verkennend booronderzoek >> Tussen 12 en 27 juli 2016 werden 83 boringen uitgevoerd. Het studiegebied blijkt vnl. uit diep uitgeveende gronden te bestaan, afgewisseld met vnl. zandige geulgronden en enkele zones met veen in situ. Het pleistocene dekzand onder het (voormalig) veen ligt minstens 2,5m en meestal meer dan 3m onder maaiveld, en kent geen bodemontwikkeling, wat wijst op een snelle vervening na het begin van het Holoceen.
- Waarderend booronderzoek >> In drie zones met relatief ondiep dekzand, waar de kans op prehistorische sites het grootst is, werden tussen 9 en 16 september 2016 52 bijkomende

boringen uitgevoerd. Geen enkele boring leverde een positief resultaat op. De afwezigheid van prehistorische relictten is te verklaren doordat het pleistoceen milieu steeds nat geweest is.

- Proefsleuvenonderzoek >> In de zones met hoger gelegen zandige geulgronden werden tussen 31 augustus en 14 september 2016 in 46 proefsleuven aangelegd. Daarbij werden 7 archeologische sporen ontdekt met in totaal 129 vondsten, vnl. aardewerkscherven. De sporen betreffen één Romeinse gracht en 6 middeleeuwse grachten, allen gekoppeld aan veenontginning. De sporen zijn geïsoleerde offsite fenomenen. Het projectgebied is zeker al sinds het begin van de 11^{de} eeuw in gebruik als landbouwgebied.

De archeologienota concludeert dat bovenstaand onderzoek voldoende informatie heeft opgeleverd over het projectgebied, wijzend op de hoogstwaarschijnlijke afwezigheid van een archeologische site. Vervolgonderzoek met andere onderzoeksmethodes biedt geen kans op kennisvermeerdering en is dus niet wenselijk.

Gezien de beperkte diameter van de boorkop (ca. 650 mm) en gezien de horizontale boring hoofdzakelijk op een diepte van meer dan 30 m onder het maaiveld gelegen is, wordt het risico op het verstoren van archeologische relictten eerder beperkt ingeschat. Ter hoogte van de in- en uittredepunten dient een beperkte zone vergraven te worden. Deze zones zijn ter hoogte van opgehoogde terreinen gelegen, waardoor het risico op aantasting van archeologische sporen ook hier beperkt wordt ingeschat. Er worden met andere woorden geen significante effecten verwacht inzake archeologie door het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

Het effect van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal op de archeologische erfgoedwaarde wordt op basis van de archeologienota als niet significant tot beperkt negatief beoordeeld (0/-1).

De ontlastvloer van de kade bevindt zich 2m-mv in opgespoten gronden, dus boven het oorspronkelijk maaiveldpeil van de polder. De kans op impact op archeologisch erfgoed is dus klein. Niettemin zal archeologisch onderzoek worden uitgevoerd tijdens de aanleg van de ontlastvloer, na afgraving van de bovenliggende grond.

In de andere deelzones van het projectgebied (werfzones, bergingszones), worden geen vergravingen voorzien, waardoor er geen effecten op archeologisch erfgoed te verwachten zijn, ongeacht of het om opgespoten gronden of oorspronkelijke poldergronden gaat, en ongeacht de hoogte van de grondstockage.

5.6.6 Nabestemming en ontwikkelingsscenario's

Na de afwerking van de kaaimuur, het verwijderen van de werfzone en van de eventuele grondstock t.h.v. de kaaimuur zal het deel van het projectgebied achter (ten oosten van) de kaaimuur worden ingenomen als haventerrein (ca. 15 ha). De exacte invulling van dit gebied is op heden nog niet gekend, maar logischerwijs zal het gaan om watergebonden op- en overslagactiviteiten.

Deze invulling is compatibel met die van de rest van het havengebied, dus zijn er geen relevante effecten qua landschapsstructuur. Op perceptief vlak is de impact groter door de visuele impact van b.v. havenkranen, stapels containers, aangemeerde schepen,... maar evenmin verschillend van de rest van het havengebied. Het perceptief effect van de nabestemming zal niet wezenlijk negatiever zijn dan die van de tijdelijke situatie als werfzone en/of eventuele grondstock.

De nabestemming als haventerrein heeft geen effecten op bouwkundig erfgoed. Voor zover de inname niet gepaard gaat met vergravingen die dieper gaan dan de dikte van de opgespoten grondlaag (dus boven het oorspronkelijk polderniveau), zijn er evenmin effecten op het archeologisch patrimonium. Indien wel dient de regelgeving van het Onroerend Erfgoeddecreet te worden gerespecteerd.

Dezelfde effectbeoordeling is van toepassing op de invulling als haven- of industriegebied van de rest van de Achterhaven conform het GRUP Zeehavengebied Zeebrugge.

5.6.7 Conclusies

Door de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal zal een deel van de oorspronkelijke resterende landschappelijke structuur verdwijnen. De structuurwijzigingen ter hoogte van het te verbreden en verdiepen deel van het Boudewijnkanaal zijn eigen aan het project en kunnen bijgevolg niet gemilderd worden.

De verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal zal het polderlandschap doen verdwijnen en veranderen in een dok. Dit dok zal echter beperkt zijn in omvang, waardoor de impact op perceptieve kenmerken als beperkt negatief tot negatief wordt beoordeeld (-1 / -2). De bergingslocaties worden momenteel gekenmerkt door een open landschap zonder opgaande elementen. Ter hoogte van bergingslocatie 1, de uitbreiding van bergingslocatie 1 en het meest zuidwestelijke deel van de zoekzone voor werfzone wordt de totale gezamenlijke impact op perceptieve kenmerken daardoor negatief tot aanzienlijk negatief beoordeeld (-2 / -3).

Gezien bergingslocatie 2 zich in de nabije omgeving van de autoterminal bevindt, is het landschapsbeeld hier sowieso al minder waardevol. Daarnaast wordt hier maar gestapeld tot 11m TAW terwijl er binnen bergingslocatie 1 (+ uitbreiding) gestapeld wordt tot 22m TAW (of 26m TAW) waardoor de grondstock ter hoogte van bergingslocatie 2 niet zichtbaar zal zijn vanaf de dichtst bij gelegen woonkern. De tijdelijke berging ter hoogte van bergingslocatie 2 wordt beperkt negatief beoordeeld.

Het meest noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone is in de nabije omgeving van de autoterminal gelegen en grenst aan het Verbindingsdok vanwaar men uitkijkt op de haven. Opnieuw zal groene, open ruimte verdwijnen, maar gezien de huidige verstoorde en industriële aard van het landschap wordt het effect als beperkt negatief beoordeeld.

Gezien de ligging van het projectgebied in havengebied en de relatief grote afstand tot de erfgoedwaarden wordt het effect op erfgoedwaarden als niet significant beoordeeld.

De kans op het aantreffen van archeologische vondsten ter hoogte van het bouwdok is volgens de opgemaakte archeologienota eerder beperkt. Gezien voor de ontlastvloer niet dieper moet gegraven worden dan het oorspronkelijke maaiveld en de oppervlakte van de kaaimuur relatief beperkt is, wordt de kans op verstoren van archeologische relictten beperkt ingeschat. Het effect van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal op de archeologische erfgoedwaarde wordt op basis van de archeologienota als niet significant tot beperkt negatief beoordeeld.

Als laatste wordt opgemerkt dat er geen significante effecten worden verwacht voor de discipline landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie door het verplaatsen van de hoogspanningsleiding van een horizontaal gestuurde boring onder het Boudewijnkanaal.

5.6.8 Milderende maatregelen en aanbevelingen

- De bergingslocatie(s) inzaaien met een grasmengsel, zodat de openheid van het landschap in de mate van het mogelijke behouden blijft, cfr. het uitzicht van een (hoge) berm. Het resterend effect wordt dan als beperkt negatief tot negatief beoordeeld (-1/-2).
- De bergingslocatie(s) niet beplanten met bomen of struiken.
- De tijdelijke bergingslocatie 2 en de werfzone (indien gebruik gemaakt wordt van werfzone welke niet overlapt met bergingslocatie 1) dienen na de werken opnieuw geïntegreerd te worden in het landschap, door deze in te zaaien met een grasmengsel.

5.7 Mens – ruimtelijke aspecten, mobiliteit en gezondheid

5.7.1 Afbakening van het studiegebied

Bij de afbakening van het studiegebied zijn voor de discipline Mens drie schaalniveaus te onderscheiden:

1. microgebied: de zone die bij uitvoering van het project daadwerkelijk wordt ingenomen (het projectgebied dus);
2. mesogebied: zone binnen de directe invloedssfeer van het projectgebied (visuele impact, hinder);
3. macrogebied: zone binnen de indirecte invloedssfeer van het projectgebied, meer bepaald t.g.v. het gegenereerde verkeer.

Globaal kan gesteld worden dat het studiegebied de bouwdoklocatie, de werfzone, de bergingslocatie en de werfwegen omvat. Echter ook de woonkernen van Lissewege en Zwankendamme behoren tot het studiegebied.

5.7.2 Juridische en beleidsmatige context

Voor de discipline Mens – ruimtelijke en sociale aspecten is als beleidsmatige context vooral het gemeentelijke ruimtelijke structuurplan (GRS) van Brugge van belang. Qua juridische bestemmingen is uiteraard vooral het PRUP Afbakening zeehavengebied Zeebrugge bepalend.

5.7.3 Methodologie

5.7.3.1 Methodiek beschrijving bestaande situatie

In deze discipline worden m.b.t. de bestaande toestand volgende aspecten beschouwd:

- bestemming: compatibiliteit van de bestaande functies met de geldende juridische bestemmingen en de beleidsvisie(s);
- gebruikswaarde: aanwezige functies; het functioneren van de activiteiten in en rond het projectgebied;
- leefbaarheid en woonkwaliteit: bewoning; tewerkstelling en voorzieningen; actuele omgevingskwaliteit (geluidskwaliteit, luchtkwaliteit, visuele verblijfskwaliteit, veiligheid voor overstromen), deels af te leiden uit de hoofdstukken geluid, lucht en water.

De beschrijving is gebaseerd op informatie verkregen uit andere disciplines in het MER (onder meer Geluid en Trillingen en Lucht) en op basis van een terreinverkenning.

Verder werd aandacht besteed aan de bewoning, weg- en waterinfrastructuur, recreatief gebruik van de omgeving en andere menselijke activiteiten in het gebied en de omgeving.

Voor een beschrijving van de belevingskwaliteit wordt verwezen naar de discipline Landschap, Bouwkundig erfgoed en Archeologie.

5.7.3.2 Aanpak geplande toestand

Voor de beschrijving van de effecten van het project op de discipline Mens wordt in een eerste fase getoetst of het project compatibel is met de bestemming volgens de beleidsplannen. Daarnaast zullen ook de effecten op de gebruikswaarde en functies, verkeer en mobiliteit, beeld- en belevingswaarde en woonkwaliteit worden nagegaan. Verder wordt er ook onderzocht of er een mogelijke impact kan zijn op de havenactiviteiten en de havenontwikkeling.

Tijdens de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal en de tussenfase van het bouwdok bestaat de belangrijkste impact op de ruimtelijke structuur en de functie uit het ruimtebeslag ten gevolge van de werfwerkzaamheden. In de eindsituatie, waarbij het noordelijk deel van het Boudewijnkanaal zal verbreed en verdiept zijn en de bergingslocatie(s) voor uitgegraven grond aanwezig zijn,

blijft de belangrijkste impact het bijhorend ruimtebeslag. Naast ruimtebeslag kan nieuwe infrastructuur ook leiden tot barrièrevorming en het verbreken van ruimtelijke en/of functionele verbindingen.

Voor het berekenen van de impact op de mobiliteit worden volgende stappen onderscheiden: het bepalen van de verkeersgeneratie, de vervoerswijzekeuze en de toedeling aan de netwerken.

De realisatie van het project zal verder ook nog voor een wijziging van perceptieve kenmerken zorgen. Hiervoor zal in belangrijke mate gesteund worden op de discipline landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie.

De leefbaarheid en woonkwaliteit voor de omwonenden zal als laatste belangrijk effect eveneens wijzigen. Hierbij worden o.m. gegevens uit de discipline geluid en lucht gehaald om hindereffecten bij de omwonenden te kunnen nagaan. Verder zal ook onderzocht worden in welke mate er stofhinder kan optreden voor de omliggende bedrijven.

Beoordelingscriteria met betrekking tot de discipline Mens kunnen nooit volledig uit kwantitatieve grootheden bestaan door de complexiteit en het holistisch karakter van het studieobject. De beoordeling in de verschillende effectengroepen zal daarom enerzijds steunen op objectieve criteria-waarden en anderzijds steunen op onderzoek met betrekking tot invloed op omgevingsfactoren, perceptie en gedrag.

Tabel 5-28 Beoordelingscriteria en significantiekader discipline mens, ruimtelijke en sociale aspecten

Effecten	Criterium	Methodiek	Significantiekader
Bestemming	Compatibiliteit functies met bestemming volgens bestemmingsplan en beleidsvisie(s)	Kwalitatieve aftoetsing	Compatibel met bestemming (ja/nee) Graad van eventuele zonevreemdheid
Gebruikswaarde	Winst / verlies aan economische functies Functioneren activiteiten rond projectgebied Aantal en/of oppervlakte verwijderde/ beïnvloede woningen, bedrijfsoppervlakte.	Kwalitatieve beschrijving	Toename / afname aan economische waarde Hoeveelheid woningen/ oppervlakte die verdwijnen/ beïnvloed worden
Verstoren van het functioneel weefsel	Doorsnijden, verstoren, versterken of creëren van ruimtelijke samenhang	Kwantitatieve/kwalitatieve beschrijving Aantal (wandel, fiets, andere) wegen die onderbroken worden of hinder kunnen ondervinden	Significantie van het effect wordt bepaald door categorie van de weg die onderbroken wordt
Verkeersgeneratie en wijziging in verkeersdoorstroming	Aantal verkeersbewegingen en verzadigingsgraad / afwikkelcapaciteit wegennet	Kwantitatieve berekening van de verkeersgeneratie op basis van de hoeveelheid goederen die dient aan- en afgevoerd te worden.	Significantie op basis van het verwachte aantal bijkomende verkeersbewegingen en de verzadigingsgraad en afwikkelingscapaciteit van het wegennet.
Beeld- en belevingswaarde	Wijziging van de perceptieve kenmerken door de realisatie van	Kwalitatieve beschrijving van de wijzigingen in de omgeving die leiden tot een	Mate van visuele impact, mate waarin de waarnemings- en

Effecten	Criterium	Methodiek	Significantiekader
	het project en bijgevolg wijziging van de belevingswaarde	visuele impact + beschrijving hoe hierdoor de belevingswaarden kunnen wijzigen	waarderingskenmerken worden beïnvloed
Leefbaarheid en woonkwaliteit	Effect op woningaanbod, tewerkstelling en voorzieningenniveau Hinderbeleving door geluids-/luchtemissies	Kwalitatieve beschrijving Kwantitatieve afweging van immissieniveaus (aan te leveren vanuit disciplines geluid en lucht)	Omvang van sociale en economische effecten

Gezien er geen verkeerstoenames van meer dan 5% verwacht wordt, wordt het toepassen van het significantiekader voor verkeersafwikkeling conform het richtlijnenboek als niet relevant beschouwd.

5.7.4 Beschrijving referentiesituatie

5.7.4.1 Bodemgebruik

Het studiegebied is gelegen in de Polderstreek aan de Kust. Oorspronkelijk werd het landschap bepaald door hoger gelegen kreekkruggen en laaggelegen poelgronden. Door de uitbreiding van de haven van Zeebrugge werd dit gebied echter sterk gewijzigd door onder andere de aanleg van nieuwe haveninfrastructuur en door ophoging met zand uit de uitgegraven dokken.

De bodem ter hoogte van het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal bestaat uit weiland. Ter hoogte van het deel van de zoekzone voor werfzone ten oosten van het bouwdok, bergingslocatie 2 en de uitbreiding van bergingslocatie 1 komen momenteel opgespoten bouwrijpe en in precair onderhoudsgebruik verleende terreinen voor. Het meest zuidwestelijke deel van de zoekzone voor werfzone overlapt gedeeltelijk met bergingslocatie 1. De bergingslocatie 1 bevindt zich ten zuiden van het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal, ter hoogte van niet opgehoogde gronden die hoofdzakelijk in gebruik zijn als weiland.

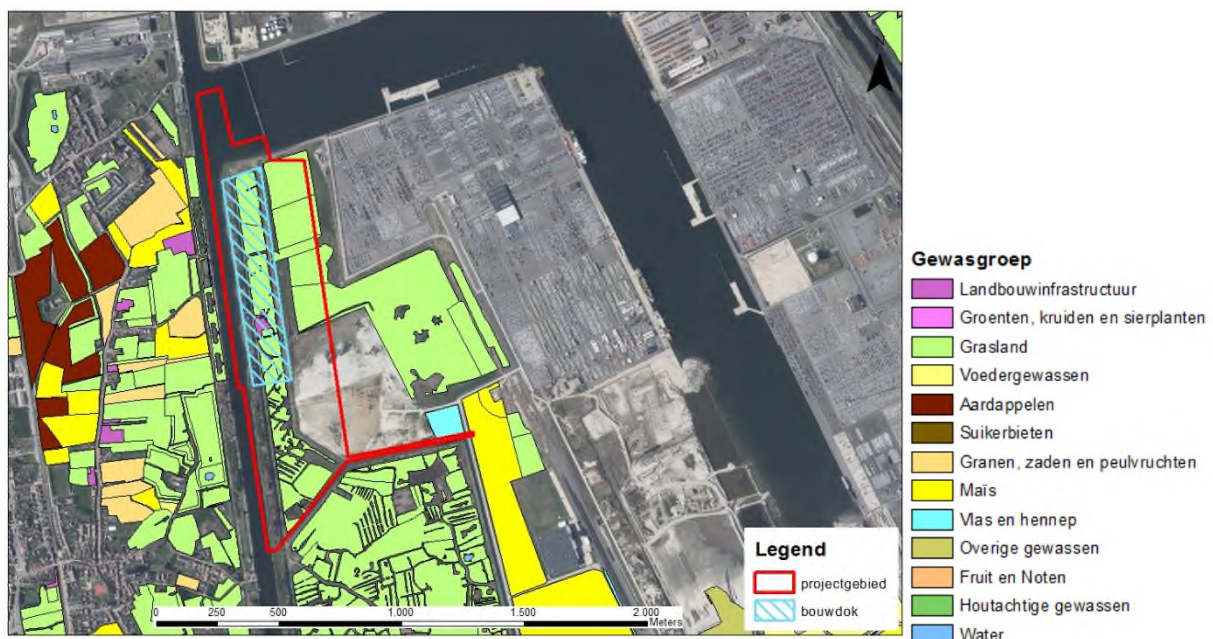
Ten zuiden van het projectgebied (meer bepaald ten zuiden van bergingslocatie 1) bevindt zich de Dudzeelse polder, die volgens het geldende RUP wordt aangeduid als gebied voor de instandhouding van bestaande natuurwaarden in het zeehavengebied.

Wat de bodemgeschiktheid voor landbouw betreft zijn de bodemtypes m.Fk1, m.Dk5 en m.DI5 zeer geschikt voor weiland en geschikt voor akkerland. Voor overige landbouwactiviteiten zijn deze bodemtypes minder geschikt. Bodemtype m.D1 is weinig geschikt voor intensieve groententeelt, maar is wel geschikt voor andere teelten. Bodemtype m.D2 is geschikt voor grasland, akkerbouw, extensieve groententeelt, glasteelten en fruitteelt, maar weinig geschikt voor intensieve groententeelt en boomkwekerijen. De matig lage OU2-gronden geven goede weilanden, maar de zeer lage depressies hebben een zeer lage bodemgeschiktheid voor grasland en akkerbouw (Bron: Databank Ondergrond Vlaanderen).

5.7.4.2 Landbouw, wonen, recreatie en bedrijvigheid

Landbouw

De zone ten oosten van het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal is al opgespoten. Ter hoogte van het projectgebied worden nog gedeeltelijk landbouwactiviteiten uitgevoerd. In 2014 waren verschillende percelen ingekleurd op de landbouwgebruikspcelenkaart. De percelen waren voornamelijk in gebruik als grasland. Een perceel is in gebruik als landbouwinfrastructuur, het betreft een (bewoonde) hoeve met een woonhuis (zie Figuur 5-60). Ook in 2015 worden dezelfde percelen binnen het projectgebied aangegeven als grasland (bron: Agentschap voor Landbouw en Visserij).



Figuur 5-59: aanduiding van het projectgebied op de landbouwgebruikspcelenkaart 2014 (bron: Agentschap voor Landbouw en Visserij)

Tijdens de jaren zeventig werden alle gronden en woningen in de Achterhaven van Zeebrugge reeds onteigend. De gronden en woningen zijn momenteel eigendom van het Vlaams Gewest. Er werd echter een concessie verleend aan MBZ. De huidige landbouwuitbating gebeurt aan de hand van een onderhoudscontract tussen de landbouwers en MBZ, waarbij de landbouwers de gronden onderhouden en gebruiken via jaarlijks te vernieuwen contracten.

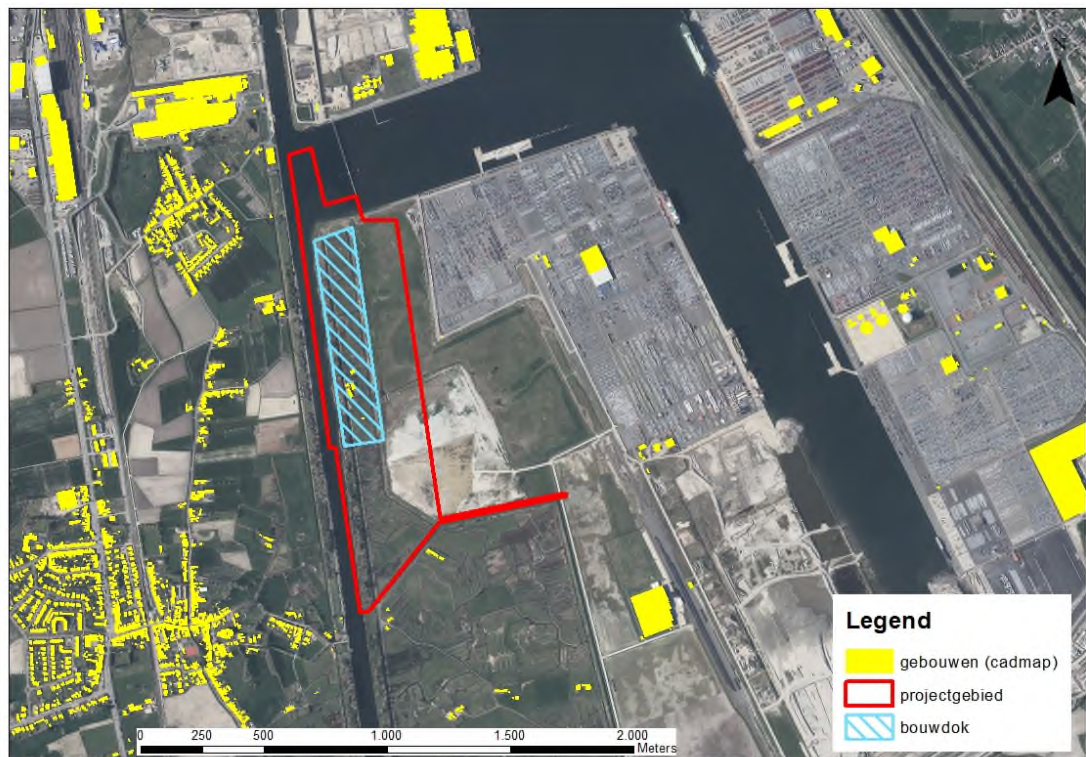


Figuur 5-60: Bewoonde hoeve in de Zeevaartstraat (Bron: Google Streetview)

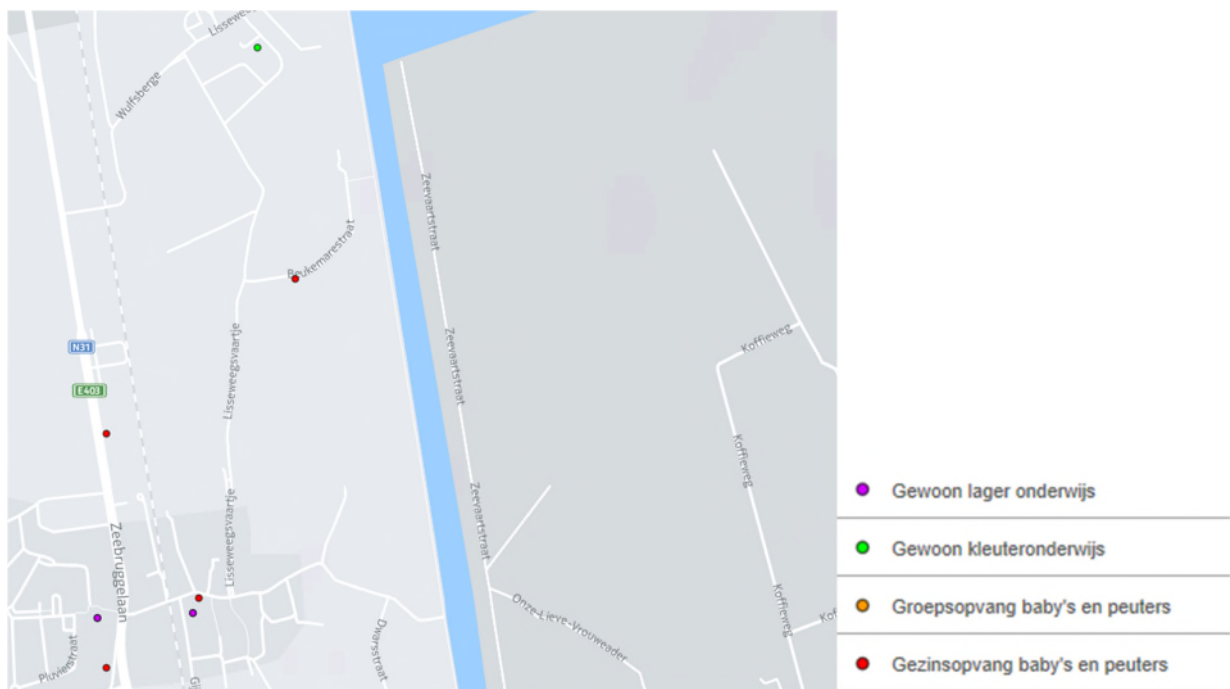
Wonen

In de omgeving van het projectgebied zijn twee woonkernen gelegen: Lissewege en Zwankendamme. Naast één bewoonde hoeve in het projectgebied, bevindt de dichtstbijzijnde woning zich op minstens 100 m van het projectgebied, ten westen aan de overkant van het Boudewijnkanaal. Het betreft een alleenstaande hoeve. De dichtst bijzijnde woning t.o.v. het bouwdoek bevindt zich aan de rand van de woonkern Zwankendamme, op ca. 320 m van het projectgebied. In de Dudzeelse Polder net ten zuiden van het projectgebied (bergingslocatie 1) liggen enkele woningen. De meest nabije woning van

Lissewege, aan de overzijde van het Boudewijnkanaal ligt op ca. 160m van het projectgebied, de eigenlijke dorpskern met de kerk op ruim 500m.



Figuur 5-61: Bewoning in de nabije omgeving van het plangebied



Figuur 5-62: ligging van de voorkomende kinderdagverblijven en scholen in de buurt van het projectgebied (bron: geopunt)

Zowel in het centrum van Lissewege (Stationstraat en Zeebruggelaan) als Zwankerdamme (Beuke-marestraat en Baron de Maerelaan) zijn kinderopvanglocaties gelegen (bron: geopunt).

Verder komen volgende scholen voor (kleuter en lager onderwijs, bron: geopunt):

- Vrije Basisschool – De Lisblomme (Zeebruggelaan 41 te Lissewege)
- Vrije Basisschool – De lisblomme (Lissewegse Steenweg 73 te Zwankerdamme)
- Gemeentelijke Basisschool – Brugge-Noord (Stationsstraat 25 te Lissewege)

Binnen het studiegebied zijn geen ziekenhuizen gelegen.

Recreatie

In de directe omgeving van het projectgebied zijn geen officiële recreatieroutes of –gebieden gelegen. Het jaagpad aan de westelijke zijde van het Boudewijnkanaal wordt wel frequent door fietsers en wandelaars gebruikt.

Het projectgebied en zijn nabije omgeving wordt ook wel bezocht door natuurliefhebbers.

Bedrijvigheid

Het projectgebied is gelegen in de Achterhaven van Zeebrugge. In de nabije omgeving van het projectgebied zijn havenactiviteiten aanwezig, met name de autoterminal van ICO ten oosten van het projectgebied. De bestaande havenactiviteiten maken gebruik van het Verbindingsdok, de brug over het Verbindingsdok en de laad- en loszone in het Verbindingsdok net ten noorden van de zoekzone voor werfzone. Verder wordt door de schepen van alle bedrijven gelegen in de Achterhaven van Zeebrugge gebruik gemaakt van de Vandammesluis voor het bereiken van de Noordzee.

Er komt ook bedrijvigheid voor ten westen van het Boudewijnkanaal en ten noorden van de dorpskern van Zwankendamme, o.a. de glasfabriek Seapane.

5.7.4.3 Verkeer

Op onderstaande figuur wordt de ontsluiting van het projectgebied weergegeven. Er dient echter opgemerkt te worden dat deze figuur niet meer volledig overeenstemt met de referentiesituatie voor het project. Immers, momenteel is de A11 (verbinding N31 – N49/E34) in aanbouw, en de voltooiing van deze weg is voorzien voor het najaar van 2017, vóór de start van onderhavig project¹⁶.

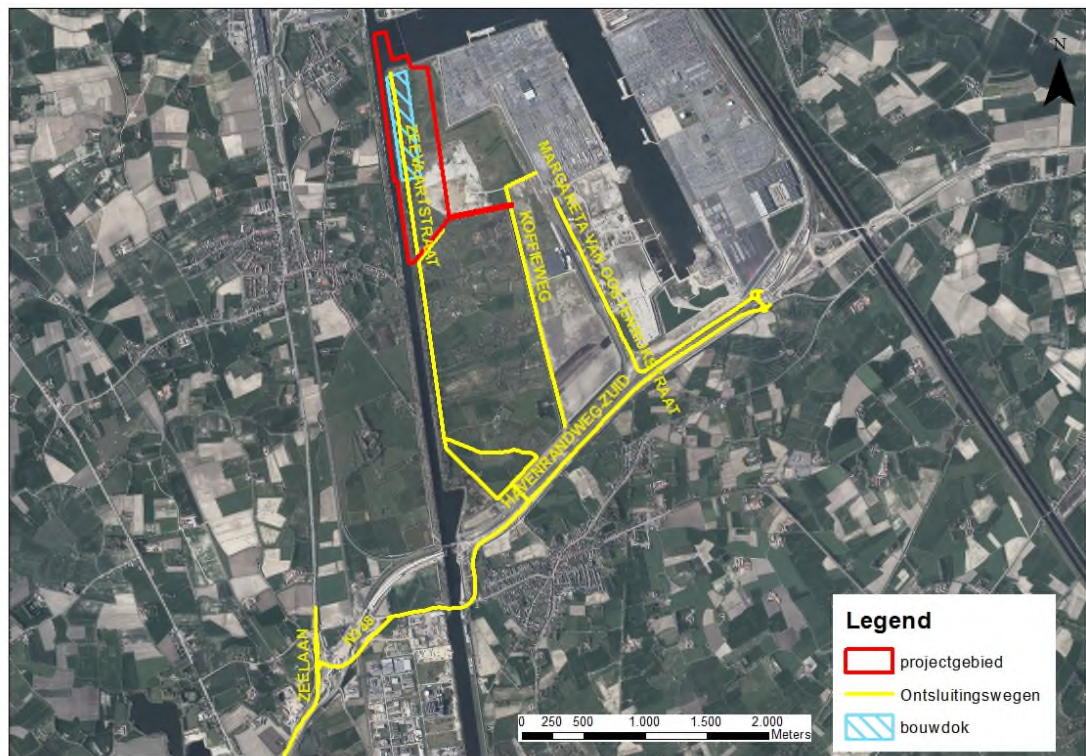
Het projectgebied is op heden vrij moeilijk toegankelijk over land. Het deel van het projectgebied gelegen in de Dudzeelse Polder is enkel toegankelijk vanuit het zuiden (huidige N348 / toekomstige A11) via de Zeevaartstraat (smalle polderweg naast de dijk van het Boudewijnkanaal). Het oostelijk (opgespoten) gedeelte van het projectgebied kan bereikt worden vanaf de N348/A11 via de interne havenwegen Margareta van Oostenrijkstraat en Koffieweg en de private ontsluitingsweg van de ICO-terminal (zie onderstaande figuur).

Het projectgebied is gelegen langs het Verbindingsdok en het Boudewijnkanaal, wat betekent dat materialen kunnen aan- en afgevoerd worden per schip. De laad- en loszone gekoppeld aan de mogelijke werfzone in het noorden van de zoekzone is gelegen langs het Verbindingsdok, terwijl de laad- en loszone gekoppeld aan de mogelijke werfzone in het zuidwesten van de zoekzone zich langs het Boudewijnkanaal situeert. Het Boudewijnkanaal is (op heden) veel smaller en ondieper dan het Verbindingsdok en dus slechts voor kleinere schepen toegankelijk.

Het projectgebied omvat geen functionele fietsroutes, noch hoofd fietsroutes.

Het projectgebied is – net als de hele Achterhaven – niet ontsloten door openbaar vervoer.

¹⁶ Het is bijgevolg enkel de luchtfoto die niet meer actueel is, de A11 maakt deel uit van de referentiesituatie



Figuur 5-63: Huidige ontsluiting van het projectgebied (voor voltooiing van de A11)



Figuur 5-64: Plan van de A11 in aanbouw (bron: www.a11verbindt.be)

Volgens de Atlas der Buurtwegen (1841) lopen enkele buurtwegen (Chemin 43, 6, 29, 52 en 117) doorheen het projectgebied, overeenkomend met de wegen op de kaart van Vandermaelen (zie discipline landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie). Deze wegen zijn allemaal verdwenen bij de aanleg van het Boudewijnkanaal en de ontwikkeling van de haven van Zeebrugge (het merendeel ligt onder enkele meter opgespoten gronden). Bij de stad Brugge is de procedure in gang gezet om deze buurtwegen ook formeel af te schaffen.

5.7.4.4 Beeld- en belevingswaarde

Het projectgebied bestaat inzake beeld- en belevingswaarde uit twee duidelijk onderscheiden delen:

- Het westelijk deel omvat de noordelijke “spie” van de Dudzeelse Polder, het restant van het oorspronkelijk polderlandschap;
- Het oostelijk deel bestaat uit opgespoten, maar nog braakliggende haventerrein, aansluitend op de bestaande Achterhaven.

De Dudzeelse Polder heeft intrinsiek een hoge beeld- en belevingswaarde, maar vanwege zijn lagere ligging is deze enkel waarneembaar vanuit de polder zelf of vanaf de dijk van het Boudewijnkanaal en de rand van het opgespoten gebied. Vanuit de ruimere omgeving, o.a. vanuit Lissewege of Zwankendamme is het projectgebied – met name het poldergedeelte – niet zichtbaar omdat het visueel afgeschermd wordt door de dijken van het Boudewijnkanaal.

Onderstaande foto's (bron: Google Streetview) geven een beeld op het projectgebied en omgeving vanuit verschillende (externe) gezichtspunten:



Zicht vanuit Zwankendamme (Lisseweegsesteenweg) op projectgebied (rechts achter schip op Boudewijnkanaal) en bestaande industrie (Seapane)



Zicht vanuit Lissewege (Jacob Reyvaertstraat) op projectgebied (verscholen achter dijk Boudewijnkanaal)



Zicht op projectgebied en bestaand havengebied vanaf westelijke dijk Boudewijnkanaal



Zicht op projectgebied (links) en zone rond Verbindingsdok vanuit de Achterhaven (Koffieweg)

5.7.4.5 Leefbaarheid en woonkwaliteit

Hinder

Uit de discipline Lucht (zie § 5.4.4) blijkt dat de luchtkwaliteit in het projectgebied gewoon tot vrij goed is. De grenswaarden worden voor geen enkele parameter overschreden.

In de discipline Geluid werd besloten dat de gemiddelde geluidsdrukniveaus in het continue meetpunt 1 ten westen van het Boudewijnkanaal, ter hoogte van bestaande woningen van Zwankendamme steeds conform de milieukwaliteitsnormen voor woongebied op minder dan 500 meter van industriegebied is voor alle beoordelingsperioden van het etmaal. Zelfs de hoogst gemeten waarden zijn steeds conform, met uitzondering van 1 maximale waarde tijdens de avondperiode.

Veiligheid

Het dichtst bijzijnde Sevesobedrijf bevindt zich op ca. 4 km ten noorden van het projectgebied.

Langs de Ramskapellestraat bevinden zich ondergrondse leidingen van Elia onder het openbaar domein. Ten westen van het Boudewijnkanaal zijn installaties van Fluxys gelegen.

5.7.5 Geplande toestand en effecten

5.7.5.1 Ruimtebeslag en wijziging van het bodemgebruik

Het project neemt een aanzienlijke oppervlakte in: het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal zelf neemt ca. 17 ha in, de tijdelijke werfzone voor het bouwen van de tunnelelementen beslaat 4 ha en er wordt 18 ha voorzien voor de berging van de uitgegraven grond. Gezien er ook rekening moet gehouden worden met tijdelijke stockage ter hoogte van bergingslocatie 2, vergroot het projectgebied met ca. 10ha. Daarbij komen ook de toegangswegen, de interne werfwegen en de werfzone voor de aanleg van de kaaimuur nog.

Het huidige bodemgebruik bestaat ter hoogte van het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal, bergingslocatie 1 en het zuidwestelijke en noordelijke deel van de zoekzone voor werfzone hoofdzakelijk uit weiland. Ter hoogte van de zoekzone voor werfzone ten oosten van het bouwdok en

bergingslocatie 2 komen momenteel opgespoten agrarische percelen en braakliggende gronden voor. De ingebruikname van deze weilanden wordt als beperkt negatief tot negatief beoordeeld (-1/-2).

Het ruimtebeslag van de werfzones is tijdelijk van aard. Het effect op het ruimtebeslag afkomstig van de werfzones wordt als beperkt negatief beoordeeld (-1).

Bestemming

Het project is compatibel met de bestemming op het gewestplan en het PRUP Afbakening zeehaven-gebied Zeebrugge. Het project is bovendien ook in overeenstemming met de structuurplannen op zowel Vlaams, provinciaal en gemeentelijk niveau (zie juridisch en beleidsmatig kader in § 3.1).

5.7.5.2 Gebruikswaarde en functionele aspecten

Wonen, landbouw en recreatie

De landbouwfunctie binnen het projectgebied zal verloren gaan. Dit verlies is permanent binnen de zone van het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal, en tijdelijk van aard voor de werfzones en bergingszones. De bewoonde hoeve binnen het projectgebied werd in het verleden reeds onteigend. Het gebruikscontract zal op korte termijn moeten beëindigd worden.

Na het beëindigen van het project zal alle uitgegraven grond gestockeerd zijn ter hoogte van bergingslocatie 1 en de uitbreiding van bergingslocatie 1. Deze stockage is tijdelijk totdat ze kan afgevoerd worden naar andere projecten of totdat er van start gegaan wordt met de 2^{de} fase van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal. Zoals aangehaald in de beschrijving van de referentiesituatie werden alle gronden reeds onteigend in de jaren '70, en zijn er geen langdurige pachtcontracten afgesloten op de betrokken percelen.

Het effect inzake woonfunctieverlies kan als beperkt negatief (-1) beoordeeld worden. Het verlies aan landbouwgrond is weergegeven per zone in onderstaande tabel. De toekomstige kaaimuur en de uitbreiding van bergingslocatie 1 overlappen niet met grond die momenteel in landbouwgebruik is. Het verlies van de landbouwfunctie wordt voor het volledige project als beperkt negatief tot negatief (-1/-2) beschouwd. Eventuele bepalingen uit overeenkomsten met gebruikers van het landbouwbedrijf en de landbouwpercelen binnen het projectgebied zullen gerespecteerd worden.

Tabel 5-29: Verlies aan landbouwgrond (in ha) per deelzone

Zone	Oppervlakte landbouwverlies (ha)
verbreding Boudewijnkanaal	Ca. 17 ha
Werkzone voor bouw tunnelementen	Ca 4 ha
Bergingslocatie 1	Ca. 14 ha
Bergingslocatie 2	Ca. 10 ha
Uitbreiding bergingslocatie 1	/

Uit bijlage 3 blijkt dat tijdens de bemaling van het bouwdok er zowel bij bemaling met als zonder retourbemaling er een zone van ca. 17ha ten westen van het Boudewijnkanaal een grondwaterstandsaling van max. 0,25m kan plaatsvinden. Hier zijn volgens de gegevens van ALV (2014) ca. 4 akkerpercelen en een aantal graslanden gelegen. Mogelijke droogteschade en bijhorend opbrengstverlies zou bijgevolg kunnen optreden op de voorkomende landbouwpercelen in deze omgeving.

Ter hoogte van het bodemoppervlak zijn de processen van infiltratie, evaporatie en transpiratie van belang voor het bepalen van de bodemvochtigheid. De eigenschappen van de bodem in de onverzadigde zone en met name in de wortelzone, hebben een effect op de bodemvochtigheid van deze zones. Het gaat hier om bodemstructuur, doorlatendheid, bergend vermogen, luchtfractie en

dergelijke. De bodemvochttoestand van de onverzadigde zone (en wortelzone) is echter door middel van capillaire opstijging en percolatie herleidbaar tot de grondwaterstand van het ondiep grondwater. Deze benadering is gangbaar binnen de landbouwsector. Als de grondwaterstand de optimale stand onderschrijdt treedt droogteschade op. De ondiepe grondwaterstand wordt onder andere bepaald door de bodemvochtflux van en naar de onverzadigde zone. Bij een te lage grondwaterstand kan de onverzadigde zone minder water bergen: neerslagwater dat infiltreert zakt weg gezien het ondiep grondwater dieper gelegen is, waardoor de onverzadigde zone verdroogt. Algemeen wordt aangenomen dat droogteschade (en dus een dalend opbrengstverlies) optreedt vanaf een daling van de grondwaterstand van 0,5 m¹⁷. Gezien ten westen van het Boudewijnkanaal een grondwaterstands daling van max. 0,25m wordt verwacht, worden geen significante effecten van verdroging verwacht ten westen van het Boudewijnkanaal. Bij de geoptimaliseerde bemaling tijdens de fase van het bouwdoek (zie bijlage 9) wordt er voor een indicatie van de freatische effecten aan de westzijde verwezen naar de berekeningen uit bijlage 3. Er wordt verwacht dat bij deze geoptimaliseerde bemaling de effecten op deze locatie van dezelfde orde grootte zullen zijn.

Er dient echter niet enkel gekeken te worden naar een mogelijke grondwaterstands daling ten westen van het Boudewijnkanaal. Voor de landbouw is het eveneens van belang dat er geen bijkomende verzilting optreedt in deze zone. Er zullen daarom extra peilbuizen geplaatst worden in deze zone met filters op verschillende dieptes, nl. 1 boven en 1 onder de aanwezige oppervlakkige kleilaag. De exacte diepte van de filters zal op het terrein geverifieerd worden.

Verder is het ook van belang dat de aanwezige waterlopen in de omgeving van het projectgebied die momenteel gekenmerkt worden door zoet water niet gaan verzilten. Deze waterlopen worden op sommige plaatsen namelijk gebruikt als veedrinkplaats. Zoals reeds gesteld in de discipline oppervlaktewater dient lozing van verzilt grondwater in waterlopen die momenteel bestaan uit zoet water vermeden te worden.

In § 5.7.4.2 is aangegeven dat het jaagpad ten westen van het Boudewijnkanaal gebruikt wordt door fietsers. Uitvoering van het voorgenomen project zorgt niet voor een onderbreking van dit fietspad. Er wordt bijgevolg geen significante invloed op het recreatief fiets- en wandelverkeer ter hoogte van het Boudewijnkanaal verwacht.

Bedrijvigheid

Door uitvoering van onderhavig project is er op een aantal vlakken een mogelijke impact op bestaande en mogelijk toekomstige bedrijvigheid te verwachten.

Stofhinder

In de nabije omgeving van het projectgebied is momenteel enkel de autoterminal gelegen, welke mogelijks stofhinder kan ondervinden. Stofhinder is hierbij mogelijk door uitgraving en berging van grond, stofhinder van reeds geborgen grond, stofhinder afkomstig van de betoncentrale/werfzone(s) en stofhinder afkomstig van de toegangswegen, welke mogelijks gelegen zijn op relatieve korte afstand van de terminal.

Gezien de ligging van het projectgebied ten opzichte van de autoterminal, en gezien de maximale hoogte van de te stockeren grond binnen bergingslocatie 2 (op korte afstand van de autoterminal) beperkt is, wordt verwacht dat de impact gedurende de grootste tijd van het jaar beperkt zal zijn. Echter, de terminal is gelegen ten noordoosten van de bergingslocaties, en dat terwijl de dominante windrichting in Vlaanderen zuidwesten is. Om mogelijke stofhinder bijgevolg nog verder te beperken dient de bovenzijde van de geborgen grond vlak afgewerkt te worden en dient de volledige grondstapel te voorzien zijn van een stabilisatiemiddel of dient de grondstapel zo vlug mogelijk ingezaaid te worden. Een bedekte grond is namelijk veel minder stuifgevoelig.

Stofemissies kunnen ook afkomstig zijn van de tijdelijke betoncentrale binnen de werfzone. Om stofhinder ter hoogte van de weg ten noorden van de zoekzone voor werfzone te beperken, zal de

¹⁷ Bron: http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/sn_bijlagen/bep/70-Opslagprojecten/Gasopslag-Bergermeer/Fase1/5_OB/OB30-343002.pdf

laad- en loszone bij een mogelijke werfzone in het noorden van de zoekzone aangelegd worden ten noordwesten van de zoekzone, zodat deze weg niet dient gebruikt of gekruist te worden. Er wordt verder aan de aannemer van de Scheldetunnel opgelegd dat hij dient te werken volgens de BBT voor betoncentrales, waardoor mogelijke stofemissies zo veel mogelijk beperkt worden.

Gezien de gevoeligheid van de autoterminal wordt aanbevolen de mogelijke stofhinder voor dit bedrijf te monitoren tijdens de werken. Indien de stofhinder afkomstig van de betoncentrale toch te ernstig zou zijn, dient een afscherming van de betoncentrale te gebeuren. Algemeen wordt opgemerkt dat alle nodige maatregelen om stofhinder ter hoogte van de autoterminal te beperken dienen genomen te worden. Verder kan ook nog gesteld worden dat hoe verder de werfzone zich van de autoterminal bevindt, hoe kleiner het risico op stofhinder ter hoogte van de autoterminal zal zijn (bij het nemen van dezelfde voorzorgsmaatregelen). Door het extern aanvoeren van beton wordt de aanleg van een betoncentrale binnen het projectgebied vermeden, waardoor er ook geen stofemissies zullen optreden afkomstig van een betoncentrale. In dit geval zal er echter wel veel meer vrachtverkeer zijn van en naar het projectgebied, waarbij de kans op stofhinder afkomstig van de toegangswegen toeneemt.

Zoals reeds aangehaald in § 5.4.5.1 zijn stofemissies ter hoogte van (onverharde) toegangswegen bij droog weer niet uit te sluiten. Alle toegangswegen zullen daarom verhard aangelegd worden, zodat stofhinder van stuifgevoelige onverharde wegen reeds vermeden wordt. Daarnaast zullen de wegen zo veel als nodig besproeid worden bij droog weer en zal een wielwasinstallatie aanwezig zijn op de werf. Door de interne werfweg aan te leggen tussen de te realiseren kaaimuur en bergingslocatie 2, kan de geborgen grond ter hoogte van bergingslocatie 2 zorgen voor een buffer ten opzichte van de terminal, waardoor mogelijke stofhinder afkomstig van de werfweg beperkt wordt (effect 0/-1).

Impact van het transport van de tunnelementen op de havenactiviteiten.

In § 2.3.2.9 en 2.3.2.10 wordt het uitvaren van de tunnelementen uit het bouwdok tot aan de Noordzee beschreven. Hieruit blijkt dat voor de optie “lieren zonder een brugdeel te verwijderen” een stremming van het scheepsverkeer van ca. 4 à 5 uur per tunnelonderdeel zal optreden. Bij de optie “met sleepboot waarbij brugdeel wordt verwijderd” bedraagt de stremming van het scheepsverkeer 3 à 4 uur per tunnelonderdeel. Bij het draaien van het element middels lieren binnen deze laatste optie bedraagt de stremming 4 à 5 uur per tunnelonderdeel. De stremming van het scheepsverkeer ter hoogte van het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok wordt voor de bestaande bedrijven beperkt negatief beoordeeld en dit wegens het kortstondige karakter van de mogelijke hinder.

De stremming voor het schutten van een tunnelkonvooi in de Vandammesluis zal niet significant langer zijn dan het schutten van reguliere schepen, waardoor de impact van het schutten van de 8 tunnelementen geen significante impact zal hebben op de functie “bedrijvigheid” in de omgeving van het projectgebied, voor zover in de planning voorrang gegeven wordt aan het reguliere scheepvaartverkeer.

Specifiek voor de autoterminal is er nog een bijkomende impact te verwachten, gezien er aanpassingen nodig zijn aan de brug ten noorden van het projectgebied en deze brug mogelijks voor een bepaalde tijd niet toegankelijk zal zijn. Wat betreft de optie “met lieren zonder een brugdeel te verwijderen” betreft het een gefaseerde stremming tijdens de passage van sleepboten via een beweegbaar deel. In geval van de optie “met sleepboot waarbij brugdeel wordt verwijderd” betreft het een permanente stremming gedurende 8 uur per tunnelonderdeel. De technisch meest haalbare oplossing is het vijzelen van een brugdeel en het lieren van de elementen. Tijdens het vijzelen van het brugdeel zal er ook stremming van de brug zijn. Om negatieve effecten voor de bestaande autoterminal te vermijden, zal overleg noodzakelijk zijn en dienen afspraken gemaakt te worden in verband met het tijdstip van uitvaren van de tunnelementen die het minste hinder oplevert voor het bedrijf. Wellicht zal dit betekenen dat de nodige onderbrekingen van de brug in het weekend dienen te vallen.

Laad- en loszones

Gezien de opgelegde voorwaarden naar de aannemer van de Scheldetunnel toe, met name dat bij gebruik van een werfzone in het noorden van de zoekzone het kruisen van de weg die leidt naar de autoterminal dient vermeden te worden en er bij gebruik van een werfzone in het zuidwesten van de zoekzone een voldoende brede doorgang moet verzekerd blijven in het Boudewijnkanaal voor het

doorgaand scheepstransport en gezien de tijdelijkheid van de werken, wordt er geen significante stremming van de huidige bedrijfsactiviteiten en het scheepsverkeer verwacht en bijgevolg ook geen significant effect op de bestaande bedrijven.

Verbreiding en verdieping Boudewijnkanaal en aanleg kaaimuur

Door uitvoering van het project zal het noordelijk deel van het Boudewijnkanaal verbreed en verdiept worden en zal er aan de oostelijke oever een kaaimuur aanwezig zijn over een lengte van ca. 900 m. Gezien er in de toekomst nog bijkomende havenontwikkelingen gepland zijn in de achterhaven van Zeebrugge, zal uitvoering van het geplande project in de eindfase bijgevolg een positief effect hebben op de havenontwikkeling in de achterhaven van Zeebrugge (+2).

Grondinname en havenactiviteiten, havenontwikkeling voor nieuwe havenactiviteiten niet verstoren

In de toekomst zijn nog bijkomende havenontwikkelingen gepland in de achterhaven van Zeebrugge. Deze zijn momenteel echter nog niet concreet gekend. Daar waar het Boudewijnkanaal zal verbreed worden (nu of in een 2^{de} fase) zijn geen havenactiviteiten gepland in de toekomst. Voor deze zones valt bijgevolg geen negatief effect te verwachten door ruimte-inname, zowel tijdens de duur van het project als na uitvoering van het project. Tijdens de duur van het project is het mogelijk dat er ter hoogte van de zones van het projectgebied die niet gelegen zijn ter hoogte van de gewenste verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal (met name het volledige oostelijk deel van de zoekzone voor werfzone, bergingslocatie 1, de uitbreiding van bergingslocatie 1 en het westelijke deel van bergingslocatie 1) bijkomende havenactiviteiten gewenst zijn.

In de eindfase overlappen enkel een beperkt deel van bergingslocatie 1 en de volledige uitbreiding van bergingslocatie 1 niet met de toekomstige gewenste verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal. Ook hier kunnen **na het beëindigen van het project** havenontwikkelingen gewenst zijn. Echter op dat moment zal het Boudewijnkanaal ten noorden van bergingslocatie 1 verbreed en verdiept zijn met aanwezigheid van een kaaimuur. Nieuwe havenontwikkelingen zullen zich bijgevolg situeren in aansluiting met deze kaaimuur. Daarenboven is de stockage van grond ter hoogte van bergingslocatie 1 en de uitbreiding van bergingslocatie 1 slechts tijdelijk totdat deze kan afgevoerd worden voor gebruik in andere projecten (of totdat van start gegaan wordt met de 2^{de} fase van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal). In de eindfase worden dan ook slechts beperkt negatieve effecten verwacht door grondinname op de toekomstige havenontwikkeling.

Het is echter ook mogelijk dat er **tijdens de duur van het project** reeds nood is aan bijkomende havenontwikkeling. Gezien er gesteld wordt dat er nood is aan terreinen met aanmeerfaciliteiten en achterliggend 30 tot 40 ha diepwatergebonden haventerreinen, is binnen het projectgebied de zone ter hoogte van het noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone mogelijk meer geschikt dan het zuid(west)elijke deel van de zoekzone voor werfzone en de zone ter hoogte van bergingslocatie 2, gezien er ter hoogte van het noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone aanmeer mogelijkheden kunnen voorzien worden (ter hoogte van het Verbindingsdok). Door de ligging van het noordelijk deel van de zoekzone nabij de brug over het Verbindingsdok is er echter op die locatie weinig ruimte voor schepen om aan te meren langs het Verbindingsdok. Havenontwikkeling op deze locatie wordt hierdoor toch minder waarschijnlijk geacht, waardoor het uiteindelijk effect als beperkt negatief tot negatief wordt ingeschat (-1/-2). Tijdelijke inname van bergingslocatie 2 bedraagt 10 ha. Deze zone dient zowel voor tijdelijke stockage van gronden tijdens de tussenfase als voor tijdelijke stockage van grond tijdens het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal. De tijdelijke inname van bergingslocatie 2 wordt als beperkt negatief tot negatief beoordeeld (-1/-2).

Alle gestockeerde grond in de eindfase van het project wordt beschouwd als een tijdelijke berging. Bij de verdere verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal (2^{de} fase) zal het grootste deel van bergingslocatie 1 opnieuw afgegraven worden. In kader van toekomstig hergebruik van de gronden, zal de uitgegraven grond gescheiden gestockeerd worden. Een beperkte zone van bergingslocatie 1 en de volledige uitbreiding van bergingslocatie 1 overlappen niet met die toekomstige uitbreiding van het Boudewijnkanaal. Er wordt daarom aanbevolen om ter hoogte van deze zone herbruikbare gronden te stockeren van goede kwaliteit (zandgronden).

5.7.5.3 Verkeersgeneratie en wijziging doorstroming

Verkeer over het land

De aanvoer van beton voor de aanleg van de kaaimuur (diepwand + kesp + ontlastvloer) kan voor verhoogde verkeersbewegingen zorgen. Uitgaande van een benodigd volume beton van 51.000 m³ en een duurtijd van 12 maanden (=ca. 220 werkdagen) en ca. 10 m³ per betonwagen, betekent dit dat tijdelijk ca. 23 betonwagens per dag worden aangevoerd of ca. 46 vrachtbewegingen per dag.

In het bestek voor de Scheldetunnel wordt de mogelijkheid opengelaten om te werken met een externe betoncentrale. Alhoewel dit minder realistisch wordt beschouwd, dient opgemerkt te worden dat het aanvoeren van beton afkomstig van een externe betoncentrale voor bijkomende verkeersbewegingen zal zorgen. Uitgaande van een betonproductie van 182.500 m³ beton voor het bouwen van de tunnelelementen en een duurtijd van 21 maanden (= ca. 385 werkdagen) en ca. 10m³ per betonwagen, betekent dit dat ca. 47 betonwagens per werkdag worden aangevoerd of ca. 94 vrachtbewegingen.

Voor zowel de aanleg van de kaaimuur als voor de bouw van de tunnelelementen is een mogelijke betonleverancier gesitueerd ten zuiden van het projectgebied. De wegen tussen deze leverancier en het projectgebied zijn momenteel niet verzadigd en kruisen geen woonkernen. Er wordt geoordeeld dat de impact van de mogelijk bijkomende verkeersbewegingen tijdens de bouw van de kaaimuur en eventueel ook de bouw van de tunnelelementen in dit geval te verwaarlozen zijn.



Figuur 5-65: mogelijke route van en naar een betonleverancier

Gezien de bergingslocatie(s) voor zowel de aanleg van het tijdelijk bouwdok als het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal in aansluiting met het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal gelegen zijn, zijn geen negatieve effecten inzake verkeersbelasting te verwachten tijdens de uitgravingsactiviteiten, noch zal er een verslechtering van de verkeersleefbaarheid voor de omringende woonkernen optreden. Er dient namelijk geen gebruik gemaakt te worden van openbare wegen om de uitgegraven grond naar de bergingslocatie(s) te voeren.

Vanuit de discipline bodem wordt er wel aanbevolen in het bestek voor de aannemer van de Scheldetunnel op te nemen dat deze het herbruikbare deel van de uitgegraven grond mag / kan hergebruiken / afvoeren ten behoeve van andere projecten, indien hij dit wenst. Hierdoor is de afvoer per vrachtwagen van een beperkt deel van de uit te graven grond wel mogelijk. Er wordt echter verwacht dat slechts een beperkt deel “herbruikbaar” zal zijn.

Ook de mogelijke locaties voor de werfzone (waarin de betoncentrale zal geplaatst worden) bevinden zich in aansluiting met het bouwdok. Dit betekent dat er ook vanwege het transport tussen de werfzone en het bouwdok geen negatieve effecten inzake verkeersbelasting van de omliggende wegen te verwachten zijn, noch zal er een verslechtering van de verkeersleefbaarheid voor de omringende woonkernen optreden.

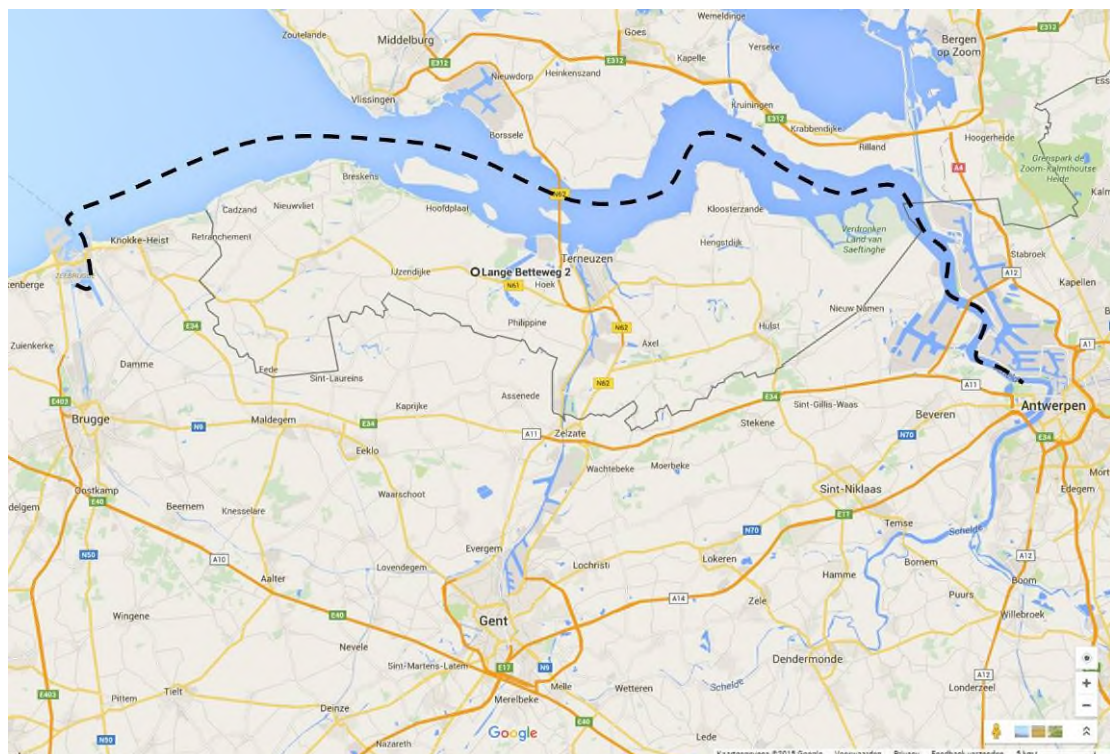
Het totaal aantal verkeersbewegingen afkomstig van personeelsverplaatsingen en de beperkte aan- en afvoer via vrachtwagens zal beperkt blijven (mogelijks meerdere tientallen bewegingen per dag), wat, rekening houdende met de capaciteit van de aanvoerwegen, als niet significant beoordeeld wordt.

Verkeer over het water

Voor een gedetailleerde omschrijving van de laad- en loszone ter hoogte van de mogelijke werfzone voor de bouw van de tunnelementen wordt verwezen naar § 2.3.2.8. Wat betreft een mogelijke werfzone in het noorden van de zoekzone voor werfzone kan een laad- en loszone voor aan- en afvoer via het water voorzien worden ten noordwesten van deze werfzone, ter hoogte van het Verbindingsdok. Ter hoogte van het zuidwestelijke deel van de zoekzone voor werfzone kan een laad- en loszone voorzien worden in het Boudewijnkanaal zelf. Als voorwaarde voor de aannemer van de Scheldetunnel wordt dan opgelegd dat er een voldoende brede doorgang verzekerd moet blijven in het Boudewijnkanaal voor het doorgaand scheepstransport. Gezien de opgelegde voorwaarden, wordt ter hoogte van de laad- en loszones geen significante stremming van het scheepsverkeer verwacht.

In § 2.3.2.9 en 2.3.2.10 wordt het uitvaren van de tunnelementen uit het bouwdok tot aan de Noordzee beschreven. Hieruit blijkt dat voor de optie “lieren zonder een brugdeel te verwijderen” een stremming van het scheepsverkeer van ca. 4 à 5 uur per tunnelonderdeel zal optreden. Bij de optie “met sleepboot waarbij brugdeel wordt verwijderd” bedraagt de stremming van het scheepsverkeer 3 à 4 uur per tunnelonderdeel. Bij het draaien van het element middels lieren binnen deze laatste optie bedraagt de stremming 4 à 5 uur per tunnelonderdeel.

De stremming van het scheepsverkeer, wordt vanwege het tijdelijke karakter en de relatief beperkte duur als beperkt negatief beoordeeld.



Figuur 5-66: Transportroute van de tunnelonderdelen (Bron: Google Maps)

5.7.5.4 Beeld- en belevingswaarde

Uit de beschrijving van de referentiesituatie blijkt dat er in de omgeving van het projectgebied verschillende woonkernen gelegen zijn. Daarvan kunnen enkel Zwankendamme en Lissewege visuele impact ondervinden van het project; de kernen van Dudzele, Zeebrugge en Ramskapelle liggen op meerdere km van het projectgebied en worden ervan gescheiden door de rest van het havengebied.

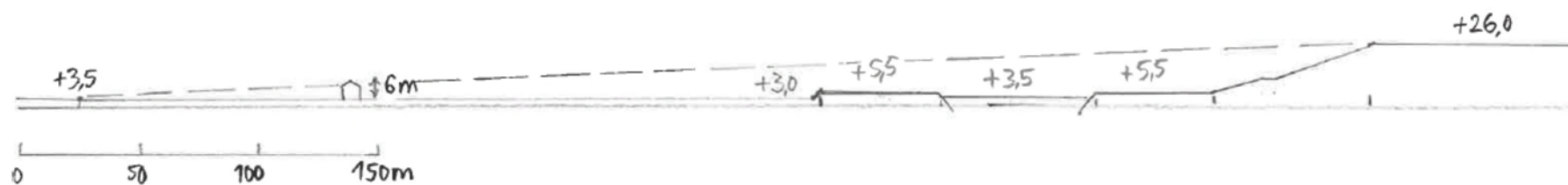
De kern van Zwankendamme bevindt zich ten westen van de zone voor het bouwdok, maar wordt ervan gescheiden door het Boudewijnkanaal. Bovendien is deze woonkern reeds visueel verstoord door de aanwezigheid van spoorinfrastructuur en de N31 en vooral de industrie ten noorden van de kern (o.a. Seapane). De woonkern Lissewege bevindt zich ten westen van bergingslocatie 1. Ook deze kern is gelegen aan de andere kant van het kanaal en reeds in zekere mate verstoord door de weg- en spoorinfrastructuur.

Gezien enerzijds de onderlinge afstanden en de bestaande visuele barrières en verstoringen, en anderzijds het feit dat de meeste projectonderdelen (uitgraven bouwdok, bouw tunnelelementen, verdere verdieping en verbreding van het kanaal) onder maaiveldniveau zullen plaatsvinden, zal de visuele impact van het project ter hoogte van de woonkernen en het omliggend poldergebied zeer beperkt zijn. De eventuele betoncentrale zal mogelijks zichtbaar zijn vanaf de linkeroever van het kanaal maar bevindt zich al op ruime afstand van bewoning en zal visueel opgaan in de achterliggende bestaande haveninfrastructuur (autoterminal) (effectscore 0/-1).

Eén projectonderdeel zal daarentegen wel een aanzienlijke impact hebben inzake beeld- en belevingswaarde, nl. de grondberging. De grondstock(s) zullen, met een hoogte tot maximaal 26m TAW immers duidelijk zichtbaar zal zijn vanuit de woonkernen, in het bijzonder vanuit Lissewege. In onderstaande figuur wordt een indicatieve impressie gegeven van de zichtbaarheid van de grondstock in bergingslocatie 1 aan de rand van Lissewege. Hoewel er een niet belangrijke afscherming zal zijn van de bestaande dijk en haar opgaande begroeiing, steek de grondstock duidelijk boven zijn omgeving uit. Het effect van de grondberging op beeld- en belevingswaarde wat als negatief (-2) beoordeeld.

De bijkomende grondstockage in de fase van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal zal t.o.v. de kern van Lissewege gebeuren aan de achterzijde van de grondstock van het bouwdok in bergingslocatie 1 en niet hoger gestapeld worden. Derhalve zal de visuele impact van de gecumuleerde grondstock op bewoning niet groter worden in deze fase.

Passanten langs de Ter Doeststraat (op de westelijke dijk van het Boudewijnkanaal) en de (t.h.v. het projectgebied doodlopende) Zeevaartstraat zullen de werkzaamheden ter hoogte van het bouwdok en de gronddepots visueel duidelijk kunnen waarnemen. Vermits passanten slechts tijdelijk geconfronteerd worden met deze werkzaamheden wordt het effect inzake visuele hinder beperkt negatief beoordeeld (-1).



Figuur 5-67 Visuele impressie van de grondstock vanaf de Jacob Reyvaertstraat (Lissewege)

Referentiehoogte = nok hoogste woning Jacob Reyvaertstraat (rechts op de foto, 110m van zichtpunt)

5.7.5.5 Bepaling van de blootstelling en de belasting en identificatie van relevante gezondheidseffecten bij omwonenden

Uit de discipline ‘**Geluid**’ blijkt dat op 200 meter van de terreingrens van de bouwzone het geluidsdruk-niveau geregeld boven 45 dB(A) kan gelegen zijn, maar steeds (ruim) beneden de geluidseis van 60 dB(A) voor incidenteel of sterk fluctuerend geluid zal gelegen zijn. Het niveau in de woonzones zal tijdens de eerste fase (uitgraven en bergen van grond) ondergeschikt zijn aan het omgevingsgeluid (verkeersgeluid).

Indien geen rekening gehouden wordt met eventuele afscherming bedraagt het geluidsdruk-niveau tijdens het bouwen van de tunnelelementen op 250 meter minder dan 40 dB(A). Ter hoogte van de dichtstbijzijnde woning (op meer dan 320 meter) zal het geluidsdruk-niveau bijgevolg beneden 40 dB(A) gelegen zijn (want grotere afstand en bovendien is er steeds een geluidsreductie door afscherming). Ter vergelijking: het actuele geluidsdruk-niveau in het meetpunt in de Doornweg bedroeg ca. 44 dB(A) tijdens de dagperiode in de weekperiode (in het weekend lag dit ca. 6 dB(A) lager). De milieukwaliteits-doelstelling voor de dagperiode bedraagt 50 dB(A) en de geluidseis voor een nieuwe inrichting bedraagt 45 dB(A). Gesteld kan worden dat de bijdrage van de betoncentrale conform de geluidseisen zal zijn en gedurende korte tijd een beperkte verhoging van het actuele geluidsklimaat kan veroorzaken.

Gezien er niet gewerkt zal worden tijdens de nacht, zal de L_{night} 40 dB(A) ter hoogte van de woningen in de omgeving van het projectgebied niet overschreden worden ten gevolge van de uitvoering van het project.

Uit de discipline ‘**Lucht**’ blijkt dat de emissies t.g.v. het uitvoeren van het voorgenomen project beperkt zullen zijn t.o.v. de omgevingskwaliteit. Er worden dan ook voor de discipline mens geen significant negatieve effecten verwacht.

Mogelijke hinder kan afkomstig zijn van uitlaatgassen van machines en werfverkeer en wegwaaiend stof bij grondwerken, grondafvoer en grondberging en van de betoncentrale. Gezien de bouwdoklocatie in aansluiting met de werfzone en bergingslocatie(s) gelegen is en anderzijds de afstand tot de meest nabijgelegen bewoning vrij ruim is (zie hoger), wordt er geen hinder ten gevolge van luchtmissies verwacht voor de bevolking (neutraal effect).

Het project voorziet verder reeds in een aantal maatregelen welke een gunstige invloed op de emissies zullen veroorzaken en waardoor het project een minder grote impact op de luchtkwaliteit ter hoogte van de bewoning langs aanvoerwegen (zie §.5.4.5.1) zal hebben.

Inzake lucht geven de WHO-richtlijnen richtwaarden voor oa. volgende relevante parameters: fijn stof (“particulate matter” of PM) en stikstofdioxide (NO₂). Er wordt benadrukt dat er inzake deze polluenten geen 100% veilige immissieniveaus bestaan, dus zelfs indien aan de richtwaarden voldaan wordt, bestaat er enig risico op gezondheidseffecten. Omdat de immissieniveaus – en met name de achtergrondwaarden – niet op korte termijn spectaculair kunnen dalen, geeft de WHO per stof, naast de AQG (Air Quality Guideline), ook een aantal “interim” doelstellingen:

- Fijn stof (in µg/m³; AQG = Air Quality Guideline)

	Jaargemiddelde		Etmalaalwaarde	
	Interim 1	AQG	Interim 1	AQG
PM ₁₀	70	20	150	50
PM _{2,5}	35	10	75	25

- NO₂: jaargemiddelde 40 µg/m³, uurgemiddelde 200 µg/m³ (idem als Vlaremnormen); geen interim doelstellingen

Er kan vastgesteld worden dat de AQG-waarden van de WHO beduidend strenger dan de overeenkomstige Vlaremnormen, behalve voor NO₂.

Uit de discipline Lucht blijkt dat het NO₂-jaargemiddelde in 2013 t.h.v. het projectgebied gemiddeld 21-25 µg/m³ bedroeg. De PM₁₀-jaargemiddelde concentratie lag in 2013 ter hoogte van het projectgebied gemiddeld tussen 21 en 25 µg/m³. Inzake PM_{2,5} bedraagt de gemiddelde waarde voor 2013 ter hoogte van het studiegebied 16-20 µg/m³. Voor NO₂ werd de vooropgestelde norm in 2013 bijgevolg niet overschreden. Wat betreft PM₁₀ en PM_{2,5} wordt de vooropgestelde norm (respectievelijk 20 en 10 µg/m³) reeds overschreden in de referentiesituatie. Gezien er verwacht wordt dat het project geen significante bijdrage zal leveren aan de bestaande luchtkwaliteit, worden geen (bijkomende) negatieve effecten op de gezondheid van de mens verwacht door uitvoering van het project.

Uit de disciplines 'Bodem' en 'Grondwater' blijkt dat er in de omgeving geen verontreinigingen van bodem of grondwater te verwachten zijn door uitvoering van het project. Er is geen duidelijke aanwijzing tot ernstige bedreiging vastgesteld in de uitgevoerde bodemonderzoeken. In ieder geval kan aangenomen worden dat er geen ernstige bedreiging of blootstelling voor omwonenden te verwachten is. Dit aspect wordt dan ook niet verder bestudeerd in de discipline 'Mens'.

Mogelijke psychosomatische effecten

Gezien het geen bestaande inrichting betreft, maar een nieuw project, zijn er uiteraard nog geen klachten bekend inzake het betreffende project.

Op basis van de gegevens van de andere disciplines blijkt verder dat het beschouwde project geen rechtstreekse aanzienlijke hinder (geluid, visuele impact, andere) met zich meebrengt voor omwonenden. Psychosomatische effecten door rechtstreekse hinder worden dan ook niet verwacht.

In hoeverre de inwoners het beschouwde project als een mogelijke bron van hinder, eventueel gerelateerd aan bepaalde psychosomatische effecten, beschouwen is niet gekend.

Om mogelijke eventuele ongerustheden en gerelateerde psychosomatische effecten maximaal te beperken is de uitwerking van een goede communicatiestrategie met de omgeving belangrijk om de bezorgdheden van de omwonenden m.b.t. gezondheid te kanaliseren.

5.7.5.6 Veiligheid

Tijdens de vergunningsfase van het project zal er contact opgenomen worden met Fluxys en Elia om mogelijke interferenties met hun ondergrondse leidingen en/of installaties na te gaan. De concrete projectrealisatie zal hierop aangepast worden, indien noodzakelijk.

5.7.6 Nabestemming en ontwikkelingsscenario's

Na de afwerking van de kaaimuur, het verwijderen van de werfzone en van de grondstock zal het deel van het projectgebied achter (ten oosten van) de kaaimuur worden ingenomen als haventerrein (ca. 15 ha). De exacte invulling van dit gebied is op heden nog niet gekend, maar logischerwijs zal het gaan om watergebonden op- en overslagactiviteiten.

De nabestemming als haventerrein kan als volgt beoordeeld worden t.a.v. de discipline mens:

- Gebruikswaarde: Het gebruik als watergebonden bedrijventerrein is conform de bestemming in het GRUP Zeehavengebied Zeebrugge en betekent een sterke verhoging van de gebruikswaarde, aangezien het momenteel om een braakliggend terrein gaat (+1/+2);
- Beeld- en belevingswaarde: er zal een aanzienlijke visuele impact zijn van b.v. havenkranen, stapels containers, aangemeerde schepen,... waardoor het havengebied visueel dichterbij de woonkernen (in het bijzonder die van Zwankendamme komt, maar de aard van de visuele impact zal niet wezenlijk verschillen van die van de bestaande industrie ten noorden van Zwankendamme (Seapane,...) en van het bestaand achterhavengebied ten noorden van het Verbindingsdok (-1).
- Mobiliteit: De nieuwe haventerreinen zullen bijkomend verkeer genereren, zowel over de weg als over het water, maar omdat het slechts over ca. 15 ha haventerrein gaat, blijft het

bijkomend verkeersvolume beperkt. Voorts verloopt het wegverkeer van de nieuwe terreinen via de interne havenwegen (Margaretha van Oostenrijkstraat,...) en wegen van hoog niveau (A11, N31 richting E40), zodat de verkeersleefbaarheid in de dorpskernen niet significant zal beïnvloed worden (0/-1).

- Gezondheid: Het gebruik als haventerrein zal bijkomende geluids-, lucht- en stofemissies genereren, zowel door de (overslag)activiteiten op het terrein zelf als door het gegenereerd verkeer:
 - Geluid: Uit de geludismodellering i.k.v. het MER Achterhaven Zeebrugge (2007) bleek dat de te verwachten overslagactiviteiten een geluidsproductie hebben van max. 65 dB(A)/m², waarmee t.h.v. de woonkern Zwankendamme (en derhalve ook van Lissewege) voldaan wordt aan de Vlaremnormen. Dit geldt ook voor het geluid van scheepsmotoren (0/-1).
 - Lucht (polluenten): Aangezien op deze terreinen normaliter geen (industriële) activiteiten met belangrijke luchtmissies zullen komen, zal de impact op de lokale luchtkwaliteit (t.h.v. de woonkernen) zeer beperkt zijn; idem voor de verkeersemisies (0);
 - Lucht (stofhinder): Bepaalde overslagactiviteiten (b.v. overslag van erts en of granen) kunnen aanzienlijke stofhinder veroorzaken. Maar gezien de nabijheid van de autoterminal, een activiteit die zeer gevoelig is voor stofhinder, kan er vanuit gegaan worden dat havenactiviteiten die veel stof emitteren door beheerder MBZ niet zullen toegelaten worden, aangezien stofhinder t.h.v. de autoterminal niet of nauwelijks kan vermeden of gemilderd worden (0/-1).

In de toekomst zijn nog bijkomende, momenteel nog niet concreet gekende havenontwikkelingen gepland in de Achterhaven. Volgens MBZ moeten er in de zuidelijke Achterhaven in de komende 5 jaar minstens twee diepwatergebonden haventerreinen kunnen opgestart en uitgevoerd worden met gezamenlijk minstens 600 m bijkomende aanmeerfaciliteiten met een waterdiepte > 13 m en achterliggend 30 tot 40 ha diepwatergebonden haventerreinen, en dit met een minimale hoeveelheid aan bijhorende baggerwerken / grondwerken. Bij deze havenontwikkeling zal er ook nood zijn aan minstens 25 ha bijkomende terreinoppervlakte voor grondbergingslocaties (actueel voorzien in de zuidwestelijke hoek van de Achterhaven). Verder zullen er ook ontwikkeling van havenactiviteiten plaatsvinden in de Maritiem Logistieke Zone.

5.7.7 Conclusies

Wat ruimtebeslag en wijziging van het bodemgebruik betreft, is de beoordeling beperkt negatief tot negatief ter hoogte van het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal en de bergingslocaties. Ter hoogte van de mogelijke werfzone(s) is het effect beperkt negatief. Waar uitgraving en berging ter hoogte van natuurlijke bodems voorzien zijn, zal het bodemgebruik wijzigen, mildering is er niet mogelijk.

Het effect inzake woonfunctieverlies wordt als beperkt negatief beoordeeld, het verlies aan landbouwgrond als beperkt negatief tot negatief.

Er wordt geen significante invloed op het recreatief fiets- en wandelverkeer ter hoogte van het Boudewijnkanaal verwacht.

Stofhinder afkomstig van de bergingslocatie(s) voor de omliggende bedrijven wordt beperkt negatief tot negatief beoordeeld. Gezien de aannemer van de Scheldetunnel verplicht volgens de BBT dient te werken wat betreft de werking van de mogelijke tijdelijke betoncentrale, zal stofhinder voor de omliggende bedrijven reeds zo veel mogelijk beperkt worden. De autoterminal is echter zeer gevoelig voor stofhinder. Stofemissies van de omliggende (onverharde) wegen kunnen eveneens hinder opleveren voor de omliggende bedrijven.

De stremming van het scheepsverkeer ter hoogte van het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok wordt voor de bestaande bedrijven beperkt negatief beoordeeld en dit wegens het kortstondige karakter van de mogelijke hinder.

De stremming voor het schutten van een tunnelkonvooi in de Vandammesluis zal niet significant langer zijn dan het schutten van reguliere schepen, waardoor de impact van het schutten van de 8 tunnelementen geen significante impact zal hebben op de functie “bedrijvigheid” in de omgeving van het projectgebied.

De nodige aanpassingen aan de brug ten noorden van het projectgebied voor het uitvaren van de tunnelementen, kan hinder veroorzaken voor de autoterminal. Overleg met de verantwoordelijken van de terminal zal noodzakelijk zijn.

Gezien de opgelegde voorwaarden ter hoogte van de laad- en loszones wordt er geen significante stremming van de huidige bedrijfsactiviteiten en het scheepsverkeer verwacht en bijgevolg ook geen significant effect op de bestaande bedrijven. De stremming van het scheepsverkeer bij het uitvaren van de tunnelementen, wordt vanwege het tijdelijke karakter en de relatief beperkte duur als beperkt negatief beoordeeld.

Inname van de zone voor het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal en bergingslocatie 1 / het zuidwestelijk deel van de zoekzone voor werfzone zullen geen significante invloed hebben op toekomstige havenontwikkelingen tijdens en na het beëindigen van het project. Tijdelijke inname van een werfzone van ca. 4ha binnen de zoekzone en bergingslocatie 2 heeft als gevolg dat toekomstige havenactiviteiten hier tijdelijk niet mogelijk zijn. Gezien er momenteel geen aanmeermogelijkheden zijn binnen de zoekzone ten oosten van het bouwdok en ter hoogte van bergingslocatie 2 en de aanmeermogelijkheden in het noordelijk deel van de zoekzone beperkt zijn door de aanwezigheid van de brug, wordt de inname van een werfzone binnen de zoekzone en de mogelijke inname van bergingslocatie 2 als beperkt negatief tot negatief beoordeeld ten opzichte van toekomstige havenontwikkelingen. Verder wordt opgemerkt dat de zoekzone voor werfzone afgebakend is in samenspraak met MBZ, waarbij MBZ akkoord is met het aanleggen van een werfzone van ca. 4ha (eventueel mits het nemen van bijkomende maatregelen) binnen deze volledige zoekzone.

Gezien de bergingslocatie(s) en mogelijke werfzones in aansluiting met het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal gelegen zijn, worden geen negatieve effecten inzake verkeersbelasting en verkeersleefbaarheid voor de omliggende woonkernen verwacht, gezien er geen gebruik moet gemaakt worden van openbare wegen voor intern verkeer.

Het totaal aantal verkeersbewegingen afkomstig van personeelsverplaatsingen en de aan- en afvoer via vrachtwagens zal beperkt zijn en wordt als niet significant beoordeeld. Indien beton wordt aangevoerd van een externe betoncentrale worden geen significante effecten verwacht op de capaciteit van de wegen.

Gezien de onderlinge afstand, de fysieke barrières en de reeds verstoorde omgeving van de woonkernen, zal noch de geplande verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal, noch het gebruik van de werfzones in de aanlegfase visuele hinder veroorzaken ter hoogte van de woonkernen. De grondberging zal echter wel duidelijk zichtbaar zijn vanuit de naastliggende woonkernen, wat als beperkt negatief tot negatief wordt beoordeeld.

Op basis van de gegevens van de andere disciplines blijkt dat het voorgenomen project geen rechtstreekse aanzienlijke hinder (geluid, lucht, bodem, visuele impact, andere) met zich meebrengt voor omwonenden. Psychosomatische effecten door rechtstreekse hinder worden dan ook niet verwacht.

De nabestemming van het projectgebied als verbreed en verdiept Boudewijnkanaal en nieuw haven-terrein (met haveninstallaties, aangemeerde schepen,...) wordt positief beoordeeld inzake gebruikswaarde, beperkt negatief inzake beeld- en belevingswaarde en niet significant tot beperkt negatief inzake mobiliteit en gezondheids- en hinderaspecten.

Als laatste wordt opgemerkt dat er geen significante effecten worden verwacht voor de discipline landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie door het verplaatsen van de hoogspanningsleiding van een horizontaal gestuurde boring onder het Boudewijnkanaal.

Er worden geen significant negatieve effecten verwacht ten gevolge van het verleggen van de hoogspanningsleiding door middel van een horizontaal gestuurde boring.

5.7.8 Milderende maatregelen en aanbevelingen

Milderende maatregelen

Vanuit de discipline Mens worden geen specifieke milderende maatregelen voorgesteld.

Aanbevelingen

- Om mogelijke stofhinder te beperken dient de bovenzijde van de geborgen grond vlak afgewerkt te worden en dient de grondstapel voorzien te zijn van een stabilisatiemiddel of dient de grondstapel zo snel mogelijk ingezaaid te worden met een fixerend grasmengsel.
- Stofemissies afkomstig van toegangswegen dienen beperkt worden door het verharderen van werfwegen en het zo veel als nodig reinigen / nat sproeien van verharde wegen als bronmaatregel.
- Door de interne werfweg aan te leggen tussen de te realiseren kaaimuur en bergingslocatie 2, kan de geborgen grond ter hoogte van bergingslocatie 2 zorgen voor een buffer ten opzichte van de autoterminal, waardoor mogelijke stofhinder afkomstig van de werfweg beperkt wordt.
- Monitoren van de stofhinder ter hoogte van de autoterminal en het nemen van maatregelen indien nodig, vb. het afschermen van de betoncentrale.
- Postmonitoring indien tijdens de werken nieuwe kaaien in gebruik zouden genomen worden.
- Afspraken maken met de verantwoordelijken van de autoterminal in verband met het tijdstip van uitvaren van de tunnelelementen. In onderling overleg dient telkens het tijdstip bepaald te worden die het minste hinder oplevert voor de autoterminal.
- De grondstock(s) op de bergingslocatie(s) inzaaien met een grasmengsel, zodat de openheid van het landschap in de mate van het mogelijke behouden blijft, cfr. het uitzicht van een (hoge) berm.
- De grondstock(s) op de bergingslocatie(s) niet beplanten met bomen of struiken.

6 *Synthese van de milieueffecten en milderende maatregelen*

Hieronder zullen de verschillende effecten en voorgestelde maatregelen tabelmatig samengevat worden (zie voorbeeldtabel hieronder).

Zoals reeds eerder aangehaald werd, gebeurt de beoordeling van de effecten en van de resterende effecten voor elk van de aspecten a.h.v. volgende indeling:

aanzienlijk negatief (-3)	aanzienlijk positief (+3)
negatief (-2)	positief (+2)
beperkt negatief (-1)	beperkt positief (+1)
geen significant effect (0)	

De effecten worden opgesplitst in tijdelijke (T) en permanente (P) effecten.

Tabel 6-1: overzichts- en synthesetabel milieueffecten en milderende maatregelen

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
Bodem en grondwater	Verstoring van de aanwezige profielen ter hoogte van het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal wordt in principe als aanzienlijk negatief beoordeeld. Echter, gezien er nog voldoende resterende bodems in de omgeving aanwezig zijn met gelijkaardige profielen, wordt het globale effect als negatief tot aanzienlijk negatief beoordeeld.	-2 /-3 (P)	Uitgraving (en bijgevolg verstoring van het aanwezige profiel) is eigen aan het project en kan niet gemilderd worden.	/	-2 /-3 (P)
	Uitvoering van het project gaat gepaard met een aanzienlijk grondverzet. Alle uitgegraven grond zal na uitvoering van het project gestockeerd zijn binnen het projectgebied (totdat van start gegaan wordt met de verdere verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal) of afgevoerd zijn voor gebruik binnen projecten.	-1	<u>Aanbeveling:</u> Gezien de grote hoeveelheid grondverzet, is het belangrijk na te gaan of er opportuniteiten zijn om de uitgegraven bodem te herbruiken als primaire oppervlaktedelfstoffen. Er wordt aanbevolen in het bestek voor de aannemer(s) op te nemen dat deze het herbruikbare deel van de uitgegraven grond mag / kan herbruiken / afvoeren ten behoeve van andere projecten, indien hij dit wenst.	VG	0/-1
	Bemaling kan zorgen voor een risico op verspreiding van de mogelijke grondwaterverontreiniging met arseen. De kwaliteit van de uit te graven grond voor de fase van het bouwdok werd onderzocht. De vigerende wetgeving dient gevolgd te worden, waardoor er geen significante effecten verwacht worden.	-2 (P) 0	<u>maatregel:</u> toepassen van retourbemaling <u>Aanbeveling:</u> bij calamiteiten met verontreinigende stoffen dient er overgegaan te worden tot een snelle interventie	VG	0/-1 (P)

¹⁸ VG = vergunningenniveau (maatregel wordt door initiatiefnemer opgenomen/uitgevoerd); FB = flankerend beleid (maatregel dient door bevoegde instantie(s) opgenomen/uitgevoerd te worden)

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	Bij het optreden van calamiteiten bij de bouw van de kaaimuur, de aanleg van het bouwdok, de bouw van de tunnelementen en de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal kan de bodem verontreinigd worden.	-1 (P)		VG	0 / -1 (P)
	De bemaling zonder retourbemaling voor de aanleg en exploitatie van het bouwdok zorgt voor een aanzienlijke daling van de grondwaterstand ten oosten van het bouwdok (tot 2,75m) en in de noordrand van de Dudzeelse polder worden verlagingen tot 0,75 m voorspeld. De bemaling is wel van lange duur, maar is toch tijdelijk, gezien ze na het bouwen van de tunnelementen zal worden stopgezet. Verder zal de bemaling (met en zonder retourbemaling) geen aanzienlijke impact veroorzaken op bestaande grondwaterwinningen in de buurt van het projectgebied. Ook de eventuele bemaling voor de aanleg van de diepwand kan voor significante grondwaterstands dalingen in de omgeving van het projectgebied zorgen.	-1 (T)	<u>Aanbeveling</u> : toepassen van retourbemaling	VG	0/-1 (T)
	Zonder meer gedetailleerde berekeningen (en sonderingen) valt het niet uit te sluiten dat grondwaterstands dalingen van meer dan 0,5m ter hoogte van de terminal tot zettingen en schade aan de terminal kunnen leiden. Bij grondwaterstand dalingen < 0,5m wordt de kans op schade ter hoogte van de autoterminal te wijten aan eventuele zettingen eerder beperkt ingeschat.	-3 (P)	<u>Maatregel</u> : Voor alle geplande bemalingen dient in het uitvoeringsontwerp de bemaling dusdanig opgesteld te worden (retourbemaling indien nodig + locaties en debieten injectieputten, etc.) dat schade door zettingen ter hoogte van de autoterminal vermeden wordt. Verder dienen mogelijke zettingsverschijnselen ter hoogte van de autoterminal gemonitord te worden tijdens de geplande bemalingen.	VG	0 /-1 (P)

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
			Indien zettingsverschijnselen worden waargenomen dienen de nodige maatregelen getroffen te worden om verdere verzakking van het terrein te voorkomen, bijvoorbeeld het aanpassen van de (retour)bemaling (locaties en debieten injectieputten, etc.).		
	In het ontwerp zijn voldoende maatregelen voorzien om de stabiliteit van de taluds tijdens het project te verzekeren. Na het uitvaren van de tunnelelementen worden de aangebrachte taludverstevingen aan de kant van het Boudewijnkanaal en aan de binnenzijde van het bouwdok terug verwijderd.	-1 (P)	<u>Aanbeveling:</u> monitoring van de stabiliteit van de taluds tijdens de aanleg en exploitatie van het bouwdok en het aanbrengen van extra verstevingen indien noodzakelijk	VG	0 /-1 (P)
	Door de geplande bemaling voor de aanleg en exploitatie van het bouwdok berekent het grondwatermodel na 3 jaar een (beperkte) wijziging van het zoet-zoutevenwicht. Er wordt verwacht dat het evenwicht zich nagenoeg zal herstellen na het stopzetten van de bemaling.	-1 (T)	<u>aanbeveling:</u> toepassen van retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder in de fase van het bouwdok + afstellen en monitoring van de retourbemaling door de aannemer indien zich aanzienlijke effecten zouden voordoen, zie monitoring fauna en flora..	VG	0 / -1 (T)
	Bij realisatie van de nabestemming wordt verondersteld dat de geldende wetgeving gevolgd wordt en worden bijgevolg geen significante effecten verwacht voor de discipline bodem en grondwater.	0	/	/	0
Oppervlaktewater	Door het project zal de Eivoordebeek worden afgesneden. Binnen het project wordt een nieuwe verbinding voorzien. Na het beëindigen van het project zal het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal deel uitmaken van het dokkensysteem. De wijziging in	0	/	/	0

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	afwateringsstructuur wordt niet significant beoordeeld.				
	Door de tijdelijke inname van bergingslocatie 2, zal de hier aanwezige waterplas verdwijnen. Alhoewel een nieuwe verbinding voorzien wordt, zal het verdwijnen van een deel van de de Eivoordebeek en de Bandelenhuisbeek voor een verlies aan buffercapaciteit zorgen waardoor de Dudzeelse polder iets frequenter kan overstromen.	-2 (P)	/	/	-2 (P)
	<p>Bij een bemaling voor de bouw van de kaaimuur en van het bouwdok (zonder retourbemaling) kan het lozen van het bemalingswater in de omliggende beken leiden tot wateroverlast en structuurkwaliteit</p> <p>Bij een bemaling van het bouwdok (zonder retourbemaling) zal het lozen van het bemalingswater in de dokken geen significante effecten veroorzaken inzake waterkwantiteit.</p>	<p>-1 / -2 (T + P)</p> <p>0</p>	<p><u>maatregel</u>: bemalingswater mag niet geloosd worden op de omliggende beken, maar dient geloosd te worden in de dokken of in het Boudewijnkanaal ter hoogte van het bouwdok.</p>	<p>VG</p> <p>0</p>	<p>0</p>
	<p>Als gevolg van de inzet van zware machines in de aanlegfase zijn calamiteiten zoals het accidenteel lozen van olie mogelijk.</p> <p>Een mogelijk verontreiniging die aanwezig is in het bouwdok kan verspreid worden bij het onder water zetten van de bouwput</p> <p>Tijdens het verdiepen van het kanaal en het Verbindingsdok, wordt het risico dat het oppervlaktewater negatief beïnvloed wordt door</p>	<p>-1 /-2 (T)</p> <p>-1 (P)</p>	<p><u>aanbeveling</u>: indien calamiteiten met verontreinigende stoffen voorkomen moet er snel geïntervenieerd worden om effecten op oppervlaktewaterkwaliteit te beperken</p> <p><u>aanbeveling</u>: Vóór het onder water zetten van het bouwdok moet de bouwput opgeruimd worden (met potentieel vervuilende stoffen) zodat geen vervuiling wordt verspreid</p>	<p>VG</p> <p>VG</p>	<p>0 / -1 (T)</p> <p>0</p>

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	een mogelijk aanwezige diepere waterbodempluiming klein ingeschat.				
	Het lozen van verzilt grondwater in de Eivoordebeek of andere beken met zoet water kan voor een wijziging van de waterkwaliteit zorgen. Lozing van afvalwater van de betoncentrale in het oppervlaktewater kan voor een wijziging van de waterkwaliteit zorgen	1 /-2 (T)	<u>maatregel</u> : retourbemaling of bemalingswater lozen in de verzilte dokken of in het Boudewijnkanaal ter hoogte van het bouwdok. Maatregel: om negatieve effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit te voorkomen, wordt echter opgelegd dat afvalwater van de betoncentrale hergebruikt dient te worden	VG	0
	Door het stabiliseren van de huidige oostelijke oever van het Boudewijnkanaal, zal de structuurkwaliteit hier plaatselijk verminderen. In een latere fase wordt deze huidige oever verwijderd. De nieuwe oostelijke oever van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal bestaat uit een kaaimuur. Het afgraven van de noordelijke dijk van het bouwdok is inzake structuurkwaliteit verwaarloosbaar. De huidige structuurkwaliteit van de in te nemen Eivoordebeek is laag. Door het aanleggen van de nieuwe verbinding worden bijgevolg geen significant negatieve effecten verwacht	0 / -1 (T) 0	/	/	0/-1 (T)
	Bij realisatie van de nabestemming wordt verondersteld dat de geldende wetgeving gevolgd wordt en worden bijgevolg geen significante effecten verwacht op de waterhuishouding en de oppervlaktewaterkwaliteit en –kwaliteit.	0	/	/	0
			<u>Aanbeveling</u> : voor de nieuw aan te leggen verbinding tussen de twee delen van de Eivoordebeek ten zuiden van het projectgebied wordt aanbevolen de technieken van de natuurtechnische milieubouw toe te passen	VG	0 / +1 (P)

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	Rekening houdende met de huidige structuurkwaliteit van het Verbindingsdok ter hoogte van het projectgebied, worden de mogelijke effecten ter hoogte van deze oever in de exploitatiefase hoogstens als beperkt negatief beoordeeld	-1 (P)			-1 (P)
Geluid en trillingen	<p>Het voldoen aan de geluidseisen voor continue geluid op 200 meter van de terreingrens van de bouwzone is moeilijk realiseerbaar. Globaal kan gesteld worden dat equivalente geluidsdrukniveaus van 50 à 55 dB(A) op een afstand van 200 meter frequent zullen voorkomen of overschreden worden. Deze waarden voldoen wel aan de geluidseisen voor incidenteel/sterk fluctuerend geluid.</p> <p>Ter hoogte van de dichtstbijgelegen woningen zal voldaan worden aan de geluidseisen voor niet-continue geluid.</p>		<p><u>Aanbeveling:</u> in § 5.3.7 worden een aantal algemene regels opgenomen welke kunnen gehanteerd worden om de hinder tijdens de werken verder te minimaliseren. Deze worden hieronder samengevat:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Machines goed onderhouden, • vermijden van impacten bij het sluiten van de laadklep of het neerlaten van de kipbak bij het lossen van materiaal, • vermijden van impacten op grote stalen oppervlakken, • gebruik maken van aanwezige objecten om afschermingen te krijgen, • tijdelijke werfinrichtingen (bouwketen) zo ver mogelijk van de terreingrens en niet vlakbij machines (zodat zo weinig mogelijk reflecties optreden), • gebruik van geluidsarme machines <p>Verder wordt nog gewezen op volgende specifieke aanbeveling bij de uitvoering van</p>		

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
			het project: het is aangewezen om lawaaiënde werkzaamheden maximaal te beperken tot de dagperiode op werkdagen. Indien er activiteiten (bijvoorbeeld laden en lossen of andere activiteiten) tijdens de avond- en/of nachtperiode dienen uitgevoerd te worden (omwille van welke redenen dan ook), dient de initiatiefnemer dit voorafgaandelijk te melden en dient een geluidsnota opgesteld te worden waaruit blijkt welke geluidsdruk niveaus kunnen veroorzaakt worden. Het is ook steeds aangewezen dat er een (groen) telefoonnummer wordt voorzien waar de burens naartoe kunnen bellen bij eventuele hinder.		
	De bijdrage van de betoncentrale zal conform de geluidseisen zijn en kan gedurende een korte tijd een beperkte verhoging van het actuele geluidsklimaat veroorzaken.	-1 (T)		/	-1 (T-)
	Het geluid afkomstig van het werfverkeer wordt beperkt negatief beoordeeld.	-1 (T)		/	-1 (T-)
	Het geluid ten gevolge van het doorbreken van de noordelijke dijk en het transporteren van de tunnelelementen wordt beperkt negatief beoordeeld.	-1 (T)	/	/	-1 (T-)
	Het trillen van de damplanken zal geen trillingshinder veroorzaken ter hoogte van	0	/	/	0

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	woningen. Ook naar aanleiding van het het transport wordt geen trillingshinder verwacht.				
	Bij de realisatie van de nabestemming wordt verondersteld dat de geluidsemissies conform de milieukwaliteitsdoelstellingen zullen zijn.	0	/	/	0
Lucht	Uit het handboek BBT voor betoncentrales blijkt dat de stofemissie voor het vullen van silo's voor een gemiddelde betoncentrale de drempelwaarde volgens VLAREM niet zal overschrijden. De aannemer van de Scheldetunnel dient verplicht de BBT toe te passen.	0 / -1 (T)	/	/	0 / -1 (T)
	Bij droog weer zijn stofemissies ter hoogte van de toegangswegen en interne circulatiewegen niet uit te sluiten.	-1 / -2 (T)	<u>aanbeveling:</u> het reinigen en zo veel als nodig nat sproeien van verharde wegen als bronmaatregel	VG	0 / -1 (T)
	Tijdens het uitgraven en bergen van de uitgegraven grond kunnen eveneens stofemissies ontstaan. Ook nadat de grond geborgen is, kunnen vanaf de bergingslocatie(s) nog stofemissies ontstaan	-1 / -2 (T)	<u>aanbeveling:</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Besproeien van stockages totdat ze voldoende begroeid zijn ○ De bovenzijde van de geborgen grond vlak afwerken ○ Inzaaien van stockages met een speciaal fixerend (en vochthoudend) grasmengsel OF <ul style="list-style-type: none"> ○ Afdekken met laag grond met relatief weinig fijn zand of juist cohesief materiaal (kleihoudend) OF <ul style="list-style-type: none"> ○ Beplanting rondom stockage 	VG	0 / -1 (T)

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
			Voorts wordt aanbevolen om steeds de minst vervuilende machines en technieken in te zetten bij de uitvoering van het project.		
	De veroorzaakte verkeersemisies worden beoordeeld als niet significant, gezien het transport hoofdzakelijk via schepen zal gebeuren, en de werfzone en bergingslocatie(s) in aansluiting met het bouwdok gelegen zijn. Ook als de nodige hoeveelheid beton aangevoerd wordt, zullen de bijkomende verkeersemisies te verwaarlozen zijn.	0	/	/	0
	Bij de realisatie van de nabestemming kan de bijdrage van het verkeer aan de lokale luchtkwaliteit t.h.v. kritische locaties als verwaarloosbaar beschouwd worden. Havenactiviteiten die veel stof emitteren zullen door de beheerder MBZ niet toegelaten worden t.h.v. de nieuwe kaaimuur, gezien de ligging nabij de autoterminal. Hiermee rekening houdend worden geen significante effecten verwacht.	0	/	/	0
Fauna en flora	Door uitvoering van het project vindt rechtstreekse biotooppinname van waardevolle percelen en inname van leefgebied voor weide- en rietvogels plaats. Echter milderende maatregelen hiervoor zijn reeds uitgevoerd ter hoogte van de Dudzeelse polder.	-1 (P)	/	/	-1 (P)
	Indien het project aanvangt tijdens het broedseizoen is het mogelijk dat broedsels zullen vernietigd worden ter hoogte van het bouwdok,	-2 (T)	<u>maatregel</u> : het project dient gestart te worden voor het broedseizoen en er dient doorgewerkt te worden tijdens het	VG	0 / -1 (T)

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	het Boudewijnkanaal, de bergingslocatie(s) en de werfzone.		<p>broedseizoen of de in te nemen gronden dienen ongeschikt gemaakt te worden als broedlocatie om het vernietigen van broedsels te vermijden.</p> <p>Het aanbrengen van het geotextiel ter hoogte van de oostelijke oever van het Boudewijnkanaal dient voor de broedperiode te gebeuren. Er dient vooraf een nieuwe geschikte broedlocatie gecreëerd te worden voor oeverwaluven langs de oostelijke oever van het Boudewijnkanaal, ten zuiden van het bouwdok. Dit kan door te maken dat deze oever vrij is van begroeiing en een steile wand heeft.</p> <p>Om broedsels van oeverwaluw op de taluds van de stockagezones te voorkomen, dienen deze voor het broedseizoen begroeid te zijn.</p>		
	Het lozen van het zilte grondwater in waterlopen met zoet water kan een effect hebben op de voorkomende fauna en flora in deze waterlopen.	-2 (T)	<u>Maatregel:</u> indien er geen of gedeeltelijke retourbemaling wordt toegepast, mag het zilte grondwater niet geloosd worden in de waterlopen met zoet water.		
	In zuidoostelijke richting reikt de bemalingskegel voor de aanleg en exploitatie van het bouwdok zonder retourbemaling tot in de noordelijke rand van de Dudzeelse polder en zal de zilte kwel afnemen, waardoor een verschuiving in het voorkomend vegetatietype (zilte graslanden) kan verwacht worden.	-2 / -3 (T)	<u>Maatregel:</u> toepassen van retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder + monitoring van de grondwaterstand ter hoogte van de noordrand van de Dudzeelse polder gedurende het volledige project en indien het grondwaterpeil een te grote variatie vertoont: bijkomende maatregelen nemen.	VG	-1 (T)
	Indien bemaling wordt toegepast voor de aanleg van de diepwand van de kaaimuur, zal dit een	0 (T)	<u>Aanbeveling:</u> monitoring van de grondwaterstand ter hoogte van de		

[illegible]

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	van de uitgegraven grond. Gezien deze fase van tijdelijke duur is (ca. 18 maanden) en er enkel significante effecten zullen optreden in de Dudzeelse polder op het moment dat er grond geborgen wordt in het zuidelijk deel van bergingslocatie 1 (en dus niet over de volle 18 maanden), worden de effecten ter hoogte van de Dudzeelse polder negatief beoordeeld.				
	Gezien het projectgebied aansluitend aan het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok gelegen is en er ten (noord)oosten reeds industriële ontwikkelingen hebben plaatsgevonden, zal er een versnipperingseffect optreden. Er werden reeds milderende maatregelen uitgevoerd in de Dudzeelse polder.	-1 (P + T)		/	-1 (P)
	Bij de realisatie van de nabestemming worden geen effecten van biotooppinname, versnippering en barrièrewerking verwacht. Deze hebben zich reeds voorgedaan in de aanlegfase. Mogelijke geluidsverstoring wordt beperkt ter hoogte van de Dudzeelse polder door de aanwezigheid van de volumebuffer (en tijdelijk ook de gestockeerde grond in de bergingslocatie(s)).	0	/	/	0
Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie	Door de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal zal een deel van de oorspronkelijke resterende landschappelijke structuur verdwijnen.	-2 (P)	De structuurwijzigingen ter hoogte van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal zijn eigen aan het project en kunnen bijgevolg niet gemilderd worden.	/	-2 (P)
	<u>Perceptieve kenmerken</u> De verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal zal dit polderlandschap doen	-1 / -2 (P)	/	/	-1 / -2 (P)

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	<p>verdwijnen en veranderen in een dok. Dit dok zal echter beperkt zijn in omvang en ingesloten gelegen zijn.</p> <p>De bergingslocaties worden momenteel gekenmerkt door een open landschap zonder opgaande elementen.</p> <p>Gezien bergingslocatie 2 zich in de nabije omgeving van de autoterminal bevindt, is het landschapsbeeld hier sowieso al minder waardevol, waardoor de mogelijke tijdelijke berging hier beperkt negatief wordt beoordeeld.</p> <p>Ook het noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone is in de nabije omgeving van de autoterminal gelegen en grenst aan het Verbindingsdok vanwaar men uitkijkt op de haven. Groene, open ruimte zal tijdelijk verdwijnen, maar gezien de huidige verstoorde en industriële aard van het landschap wordt het effect als beperkt negatief beoordeeld</p>	<p>-2 / -3 (P + T)</p> <p>-1 (T)</p> <p>-1 (T)</p>	<p><u>Maatregel</u>: de bergingslocatie(s) inzaaien met een grasmengsel, zodat de openheid van het landschap in de mate van het mogelijke behouden blijft, cfr. het uitzicht van een (hoge) berm en de bergingslocatie(s) niet beplanten met bomen of struiken.</p> <p><u>aanbeveling</u>: deze zone na de werken opnieuw integreren in het landschap door inzaaien met gras</p> <p><u>aanbeveling</u>: deze zone na de werken opnieuw integreren in het landschap door inzaaien met gras</p>	<p>VG</p> <p>VG</p> <p>VG</p>	<p>-1 / -2 (P)</p> <p>0 / -1 (T)</p> <p>0 / -1 (T)</p>
	Gezien de ligging van het projectgebied in havengebied en de relatief grote afstand tot de erfgoedwaarden wordt het effect op erfgoedwaarden als niet significant beoordeeld	0	/	/	0
	De kans op het aantreffen van archeologische vondsten ter hoogte van het bouwdok is conform de archeologienota beperkt. Voor de aanleg van de kaaimuur en de ontlastvloer is de opmaak van een archeologienota nog lopende.	-1 (P)	⌊	/	-1 (P)

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	De realisatie van de nabestemming is compatibel met die van de rest van het havengebied, dus zijn er geen relevante effecten qua landschapsstructuur. Op perceptief vlak is de impact groter maar evenmin verschillend van de rest van het havengebied.	0 -2	/	/	0 -2
Mens – ruimtelijke en sociale aspecten	Het huidige bodemgebruik bestaat ter hoogte van het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal, bergingslocatie 1 en het zuidwestelijk en noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone bestaat hoofdzakelijk uit weiland. Ter hoogte van het deel van de zoekzone voor werfzone ten oosten van het bouwdok en bergingslocatie 2 komen momenteel opgespoten agrarische percelen en braakliggende gronden voor. Door uitvoering van het project zullen deze zones (tijdelijk) ingenomen worden. Het ruimtebeslag van de werfzones is tijdelijk van aard.	-1 / -2 (P + T) -1 (T)	/	/	-1 / -2 (P + T) -1 (T)
	Het effect inzake woonfunctieverlies wordt als beperkt negatief beoordeeld. Het verlies aan landbouwgrond als beperkt negatief tot negatief. Er wordt geen significante invloed op het recreatief fiets- en wandelverkeer ter hoogte van het Boudewijnkanaal verwacht.	-1 / -2 (T + P) 0	/	/	-1 / -2 (T + P) 0
	Stofhinder afkomstig van de bergingslocatie(s) voor de omliggende bedrijven wordt beperkt negatief tot negatief beoordeeld.	-1 / -2 (T)	<u>aanbeveling</u> : de bovenzijde van de geborgen grond vlak afwerken en de grondstapel voorzien van een stabilisatiemiddel of zo snel	VG	0 / -1 (T)

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	<p>Gezien de aannemer verplicht volgens de BBT dient te werken wat betreft de werking van de tijdelijke betoncentrale, zal stofhinder voor de omliggende bedrijven reeds zo veel mogelijk beperkt worden.</p> <p>De autoterminal is zeer gevoelig voor stofhinder. Stofemissies van wegen kunnen hinder opleveren voor de omliggende bedrijven.</p>	<p>-1 (T)</p> <p>-1 / -2 (T)</p>	<p>mogelijk inzaaien met een fixerend grasmengsel.</p> <p><u>aanbeveling</u>: monitoring van de stofhinder voor de autoterminal + maatregelen nemen indien nodig, vb. het afschermen van de betoncentrale.</p> <p><u>aanbeveling</u>: het reinigen en zo veel als nodig nat sproeien van verharde wegen als bronmaatregel.</p> <p><u>Aanbeveling</u>: door de interne werfweg aan te leggen tussen de te realiseren kaaimuur en bergingslocatie 2, kan de geborgen grond ter hoogte van bergingslocatie 2 zorgen voor een buffer ten opzichte van de autoterminal, waardoor mogelijke stofhinder afkomstig van de werfweg beperkt wordt.</p>	<p>VG</p> <p>VG</p>	<p>0/ -1 (T)</p> <p>0 / -1 (T)</p>
	<p>De stremming van het scheepsverkeer ter hoogte van het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok wordt voor de bestaande bedrijven beperkt negatief beoordeeld en dit wegens het kortstondige karakter van de mogelijke hinder.</p> <p>De stremming voor het schutten van een tunnelkonvooi in de Vandammesluis zal niet significant langer zijn dan het schutten van reguliere schepen, waardoor de impact van het schutten van de 8 tunnelementen geen significante impact zal hebben op de functie "bedrijvigheid" in de omgeving van het projectgebied.</p>	<p>-1 (T)</p> <p>0</p> <p>-1 (T)</p>	<p>/</p> <p>/</p> <p><u>aanbeveling</u>: overleg met de verantwoordelijken van de autoterminal</p>	<p>/</p> <p>/</p> <p>VG</p>	<p>-1 (T)</p> <p>0</p> <p>0 / -1 (T)</p> <p>0</p>

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	De nodige aanpassingen aan de brug ten noorden van het projectgebied voor het uitvaren van de tunnelementen, kan hinder veroorzaken voor de autoterminal. Gezien de opgelegde voorwaarden ter hoogte van de laad- en loszones wordt er geen significante stremming van de huidige bedrijfsactiviteiten en het scheepsverkeer verwacht en bijgevolg ook geen significant effect op de bestaande bedrijven.	0	/		
	Inname van de zone voor het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal en bergingslocatie 1 / het zuidwestelijk deel van de zoekzone voor werfzone zullen geen significante invloed hebben op toekomstige havenontwikkelingen. Tijdelijke inname van een werfzone van ca. 4ha binnen zoekzone voor werfzone en de mogelijk inname van bergingslocatie 2 heeft als gevolg dat toekomstige havenactiviteiten hier tijdelijk niet mogelijk zijn.	0 -1 / -2 (T)	/	/	0 -1 / -2 (T)
	De bergingslocatie(s) en mogelijke werfzones zijn in aansluiting met het te verbreden en te verdiepen Boudewijnkanaal gelegen, waardoor geen negatieve effecten inzake verkeersbelasting en verkeersleefbaarheid voor de omliggende woonkernen verwacht worden, gezien er geen gebruik moet gemaakt worden van openbare wegen voor intern verkeer (alle intern verkeer vindt plaats binnen het projectgebied). Het totaal aantal verkeersbewegingen afkomstig van personeelsverplaatsingen en de beperkte aan-	0	/	/	0

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	en afvoer via vrachtwagens zal in geval van aanvoer van materiaal en materieel per schip beperkt blijven en wordt als niet significant beoordeeld. Indien beton wordt aangevoerd van een externe betoncentrale worden geen significante effecten verwacht op de capaciteit van de wegen.				
	Gezien de opgelegde voorwaarden, wordt ter hoogte van de laad- en loszones geen significante stremming van het scheepsverkeer verwacht.	0	/	/	0
	De stremming van het scheepsverkeer bij het uitvaren van de tunnelelementen, wordt vanwege het tijdelijke karakter en de relatief beperkte duur als beperkt negatief beoordeeld	-1	/	/	-1
	Gezien de onderlinge afstand, de fysieke barrières en de reeds verstoorde omgeving van de woonkernen, zal noch het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal, noch het gebruik van het bouwdoek, noch het gebruik van de werfzones visuele hinder veroorzaken ter hoogte van de woonkernen. De grondberging zal echter wel duidelijk zichtbaar zijn vanuit de naastliggende woonkernen..	0 -1 / -2 (P)	/	/	-1 (P)
			<u>aanbeveling:</u> de bergingslocatie(s) inzaaien met een grasmengsel, zodat de openheid van het landschap in de mate van het mogelijke behouden blijft, cfr. het uitzicht van een (hoge) berm en de bergingslocaties niet beplanten met bomen.	VG	
Mens – gezondheid	Op basis van de gegevens van de andere disciplines blijkt dat het voorgenomen project geen rechtstreekse aanzienlijke hinder (geluid, lucht, bodem, visuele impact, andere) met zich meebrengt voor omwonenden. Psychosomatische effecten door rechtstreekse hinder worden dan ook niet verwacht.	0 (T)	/	/	0 (T)

Discipline	Effect	Beoordeling effect	Maatregelen en aanbevelingen	Niveau waarop maatregel doorwerkt ¹⁸	Beoordeling resterend effect
	Bij de realisatie van de nabestemming worden de mogelijke effecten voor de discipline Mens hoogstens als beperkt negatief beoordeeld.	0 tot -1 (P)	/	/	0 tot -1 (P)

7 **Aftoetsing van de milderende maatregelen uit het plan-MER ten opzichte van voorliggend project**

Alle voorgestelde milderende maatregelen uit het plan-MER op het strategisch plan voor de haven van Brugge – Zeebrugge werden bestudeerd in hun relevantie tot voorliggend project. Alle relevante milderende maatregelen (in de ruime zin) in relatie tot voorliggend project worden hieronder weergegeven. Er wordt telkens aangegeven op welke manier er met deze milderende maatregelen werd rekening gehouden in het voorliggend project.

7.1 **Mobiliteit**

Plan-MER	Project-MER
Maximale aanvoer/afvoer via het spoor, het water of pijpleidingen	Binnen de zoekzone voor werfzone is het op twee plaatsen mogelijk een laad- en loszone voor het bouwdok in te richten, zodat materiaal en materieel maximaal via schepen kan aan- en/of afgevoerd worden.
Overleg met relevante instanties met het oog op het beheersen van de verkeerssituatie tijdens de aanlegfase	Er worden geen significante effecten verwacht ten gevolge van het bijkomend verkeer.

7.2 **Geluid en trillingen**

Er worden diverse maatregelen tijdens werkzaamheden van projecten voorgesteld: de aanleg van industrieterreinen (ophoging, wegen, nutsleidingen, ed) en de bouw van de industriële gebouwen zal een zekere tijdelijke geluidsemissie met zich meebrengen, om de resulterende hinder hiervan te beperken kunnen een aantal milderende maatregelen genomen worden zoals:

Plan-MER	Project-MER
Beperken van de totale tijdsduur van de werken in de mate van het mogelijke	Er werd een fasering opgesteld waarbij de tijdsduur van de werken minimaal gehouden wordt.
Bedrijven die zich willen vestigen dienen hun activiteiten steeds volgens het principe van best beschikbare techniek uit te voeren (conform Vlare II). Dit geldt ook voor de installaties in de haven zoals geluidsarme kranen, carriers,...).	Gezien dit geldende wetgeving is, wordt in het project-MER verondersteld dat hieraan voldaan zal worden.
Uitvoeren van de werken enkel tijdens bepaalde perioden, eventueel aanpassen van de werktijden (verstoring nachtrust, avifauna,...);	Uit de discipline geluid blijkt dat er geen aanzienlijk negatieve effecten verwacht worden tijdens de aanlegfase, de impact wordt als beperkt negatief beoordeeld. Inzake rustverstoring van de voorkomende (avi)fauna wordt er aanbevolen de werken te starten voor het broedseizoen en door te werken tijdens het broedseizoen om de mogelijke effecten te beperken.

Opleggen van verplichte routes voor het vrachtverkeer;	Er worden geen significante effecten verwacht afkomstig van het vrachtverkeer.
Onderhoud van de werfwegen, minimaliseren van de vrachtbewegingen;	Door het inrichten van een werfzone voor het bouwdok in aansluiting met het Verbindingsdok of het Boudewijnkanaal kan materiaal en materieel zo veel mogelijk via schepen aan- en afgevoerd worden, wat het aantal vrachtbewegingen beperkt. Gezien de bergingslocaties in aansluiting met het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal gelegen zijn, is het aantal vrachtbewegingen eveneens beperkt. Verder worden voldoende maatregelen voorzien om de wegen stofvrij te houden (oa. verhard aanleggen van toegangswegen, nat sproeien bij droog weer indien nodig).
Inzet van geluidsarme machines. In de praktijk blijkt dat er een grote diversiteit in de geluidsemissie bestaat voor verschillende werktuigen. Het geluidsvermogensniveau kan variëren van 100 dB(A) tot 110 dB(A) voor eenzelfde werktuig;	Aanbeveling in het project-MER: gebruik van geluidsarme machines. Bouwmachines zijn de belangrijkste geluidsbronnen op de werf. Als de geluidsemissie van een bron de andere geluiden op de werf met meer dan 10 dB(A) overschrijdt, bepaalt deze enkele machine bijna het totale omgevingslawaaï; door hier gericht in te spelen op het gebruik van stille machines kan een belangrijke reductie bekomen worden; enkel machines die voldoen aan de desbetreffende Europese wetgeving mogen worden ingezet; deze wetgeving beperkt het maximaal toelaatbare geluidsvermogensniveau van een aantal machines (motorcompressoren, energieaggregaten, grondverzetmachines, betonmengers,... (machines met Europees certificaat).
De onderhoudstoestand van de machines is van zeer groot belang;	Aanbeveling in het project-MER: de onderhoudstoestand van de machines is van zeer groot belang (rammelende tandwielen, weinig speling in de lagers door slijtage, onvoldoende smering, materialen gebruiken met grote inwendige demping, onnodig geopende panelen van een omkasting, vervuilde filters, ...),
Lossen van materiaal: vermijden van impacten bij het sluiten van de laadklep of het neerlaten van de kipbak. Gebruik maken van een hydraulisch sluitende laadklep.	Aanbeveling in het project-MER: lossen van materiaal: vermijden van impacten bij het sluiten van de laadklep of het neerlaten van de kipbak,

Aandachtspunten bij project-MER's

Plan-MER	Project-MER
De impact van de verdere invulling van de Achterhaven met havenactiviteiten op de woonkernen van Zwankendamme, Lissewege en Dudzele	De modelleringen die gemaakt zijn in het project-MER (2008) zijn nog steeds geldig. Hierin werd bepaald dat de milieukwaliteitsnormen niet overschreden worden.

De impact van werkzaamheden bij de aanleg van belangrijke infrastructuurwerken alsook de impact van het functioneren ervan op de lokale bevolking (vb. de positieve impact van een tunnel onder de open getijzone)	Er worden geen aanzienlijke effecten verwacht tijdens de aanlegfase. Er worden bijkomende aanbevelingen gemaakt om de mogelijke geluidsimpact bijkomend te beperken.
Het zo nauwkeurig mogelijk aangeven van de randvoorwaarden waaraan geluidswerende maatregelen moeten voldoen opdat ze een maximale effectiviteit opleveren (vb. exacte locatie, hoogte, materiaal,...).	Er worden geen geluidswerende maatregelen opgelegd in het project-MER.

7.3 Lucht

Plan-MER	Project-MER
Een beleid gericht op een bevordering van de milieuvriendelijke transportmodi spoor en waterweg is vanuit het oogpunt van luchtkwaliteit aan te bevelen; een normering van de emissies van spoorwegvervoer en binnenvaart is zeer belangrijk om het milieuvriendelijk karakter van deze transportmodi te verhogen	Door het inrichten van een werfzone in aansluiting met het Verbindingsdok of het Boudewijnkanaal kan materiaal en materieel zo veel mogelijk via schepen aan- en afgevoerd worden, wat het aantal vrachtbewegingen beperkt.
Wanneer MER-plichtige ondernemingen aangehouden worden waar de deelopdracht lucht een onderdeel vormt dient bijzondere aandacht geschonken te worden aan maatregelen ter voorkoming of reductie van de emissies	De exacte invulling van het gebied is op heden nog niet gekend, maar logischerwijs zal het gaan om watergebonden op- en overslagactiviteiten en niet om industriële activiteiten met aanzienlijke lucht-emissies. Derhalve kan verondersteld worden dat de nabestemming als haventerrein geen significante impact zal hebben op de lokale luchtkwaliteit (o.a. t.h.v. de nabije woonkernen Zwankendamme en Lissewege).
Stofvorming tijdens de werkzaamheden kan vermeden worden door de werf en de gronddepots regelmatig te beregenen	Aanbeveling uit het project-MER: het besproeien van werfwegen zo veel als nodig + het besproeien van de grondstock totdat deze voldoende begroeid zijn.

Aandachtspunten voor project-MER's:

Plan-MER	Project-MER
Stofvorming tijdens de werken	Er zijn reeds meerdere maatregelen opgenomen in het project zelf (volgen van BBT, aanleg van verharde werfwegen,...) en er worden vanuit het project-MER bijkomend ook nog een aantal aanbevelingen gemaakt zoals: <ul style="list-style-type: none"> o Aanleggen van vaste verharde werfwegen, die regelmatig gereinigd en zonodig (bij overvloedig stofopwekking) besproeid worden

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Besproeien van stockages totdat ze voldoende begroeid zijn ○ De bovenzijde van de geborgen grond vlak afwerken ○ Inzaaien van stockages met een speciaal fixerend (en vochtabsorberend) grasmengsel <p>OF</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Afdekken met laag grond met relatief weinig fijn zand of juist cohesief materiaal (kleihoudend) <p>OF</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Beplanting rondom stockage
--	--

7.4 Bodem

Plan-MER	Project-MER
<p>Wordt er geopteerd voor een open getijzone dan dient er gedetailleerd onderzoek te gebeuren naar het mogelijk optreden van zettingen tijdens de uitvoering van de werken. Voldoende sonderingen en boringen dienen uitgevoerd te worden en de invloedssfeer van de bemaling dient gekwantificeerd te worden. Er moet gezocht worden naar uitvoeringswijzen die de invloed op het grondwater en onrechtstreeks de bodem minimaliseren. Tijdens de uitvoering van de werken moet het maaiveldpeil gemonitord worden. van zodra belangrijke zettingen worden waargenomen (meer dan 2 cm) moeten de werken onmiddellijk stopgezet worden en dienen de nodige maatregelen getroffen te worden om verdere verzakking van het terrein te voorkomen.</p>	<p>Maatregel in het project-MER: voor alle geplande bemalingen dient in het definitief ontwerp de bemaling dusdanig opgesteld te worden (locaties en debieten injectieputten, etc.) dat schade door zettingen ter hoogte van de autoterminal vermeden wordt. Verder dienen mogelijke zettingsverschijnselen ter hoogte van de autoterminal gemonitord te worden tijdens de geplande bemalingen. Indien zettingsverschijnselen worden waargenomen dienen de nodige maatregelen getroffen te worden om verdere verzakking van het terrein te voorkomen, bijvoorbeeld het aanpassen van de (retour)bemaling (locaties en debieten injectieputten, etc.).</p>
<p>Bodemverontreiniging moet zoveel mogelijk voorkomen worden. Dit kan door de wetgeving betreffende baggerspecie (Vlarea) en grondverzet (Vlarebo) correct na te leven, om op die manier verspreiding van verontreiniging te voorkomen. Ook de andere milieuwetgeving moet strikt nageleefd worden (regelgeving per inrichting in VLAREM). Daarnaast moet erop gelet worden dat er geen verontreiniging optreedt bij werken, van welke aard ook. Dit kan b.v. door het nemen van een aantal praktische maatregelen ter voorkomen van olie- of benzinelekken vanuit machines</p>	<p>Het volgen van de geldende wetgeving is altijd een verplichting en daarom niet opgenomen als maatregel.</p> <p>Er wordt wel aanbevolen dat bij calamiteiten met verontreinigende stoffen er dient overgegaan te worden tot een snelle interventie.</p>

7.5 Water

Plan-MER	Project-MER
Voorzien van de nodige buffer-, bergings- en infiltratiemogelijkheden	Er worden slechts heel beperkt en tijdelijk verharde oppervlakten gerealiseerd. Afwatering en infiltratie in de naastliggende terreinen is mogelijk. Bij de realisatie van de nabestemming wordt verondersteld dat de geldende wetgeving gevolgd wordt zodat er geen invloed te verwachten is op de grondwaterstand in de omgeving.
Kwelwater op grens van beide gebieden verzamelen in een gracht en afvoeren uit het gebied om versterking van het zilt watersysteem in de Dudzeelse polder te beperken	Er wordt opgelegd dat in de fase van het bouwdok retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder dient toegepast worden zodat de zilte kwel ter hoogte van de Dudzeelse polder kan behouden blijven.
Verontreiniging van het grondwater dient te allen tijde voorkomen te worden.	Er wordt verondersteld dat de geldende wetgeving gevolgd wordt. Er wordt bijkomend aanbevolen dat bij calamiteiten met verontreinigende stoffen er dient overgegaan te worden tot een snelle interventie.
Verontreiniging van het oppervlaktewater dient ten allen tijde voorkomen worden. Lozingen van verontreinigd water op het oppervlaktewater zijn niet aanvaardbaar. Water afstromend van verharde oppervlakken waarop veel verkeersbewegingen plaatsvinden, dient gezuiverd te worden door een koolwaterstofafscheider vooraleer het in het oppervlaktewater terecht komt.	Er wordt verondersteld dat de geldende wetgeving gevolgd wordt. Er worden volgende bijkomende aanbevelingen gemaakt: <ul style="list-style-type: none"> • Indien calamiteiten met verontreinigende stoffen voorkomen moet er snel geïntervenieerd worden om effecten op oppervlaktewaterkwaliteit te beperken. • Vóór het onder water zetten van het bouwdok moet de bouwput opgeruimd worden zodat geen vervuiling wordt verspreid.

7.6 Fauna en flora

Plan-MER	Project-MER
Compenserende maatregelen voor de inname van biologisch waardevolle tot zeer waardevolle terreinen	De compenserende maatregelen voor de inname van biologisch waardevolle en zeer waardevolle terreinen werd in het verleden reeds uitgevoerd.
Inname van het gebied Hoge Noen, deel SBZ-V Poldercomplex (smalle noordelijke strook Dudzeelse Polder en deel SBZ-H 'Polders' kan slechts na uitvoering compenserende maat-	De compenserende maatregelen voor de inname van biologisch waardevolle en zeer

regelen die in principe een gelijkwaardige kwaliteit moeten bieden	waardevolle terreinen werd in het verleden reeds uitgevoerd.
Volumebuffer van minstens 8m hoogte aan noordzijde Dudzeelse Polder noodzakelijk	Deze buffer werd reeds volledig aangelegd, met uitzondering van de strook tussen de Dudzeelse polder en de noordelijke strook van de Dudzeelse polder. Door het stockeren van grond ter hoogte van bergingslocatie 1 en de uitbreiding van bergingslocatie 1 zullen deze grondstocks ook dienen als volumebuffer ten aanzien van de Dudzeelse polder.

7.7 Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie

Plan-MER	Project-MER
Landschapsbeleving verhogen door uniformiteit en ordelijke werkwijze na te streven binnen de haven (vb. zelfde kleuren voor alle laad- en los-infrastructuur, ordelijke schikking van goederen)	De kaaimuur wordt aangelegd conform de reeds aanwezige kaaimuren.
aanleg visuele buffers aan havenranden	De volumebuffer uit het plan-MER werd reeds gerealiseerd.
voorafgaand grootschalig verkennend archeologisch onderzoek	Er werd reeds een archeologienota opgemaakt voor het uitgraven van het bouwdok waaruit blijkt dat de kans op het aantreffen van archeologische relictten klein is. De opmaak van de archeologienota voor de aanleg van de kaaimuur en de ontlastvloer is lopende.
berm niet beplanten met bomen of struiken, veeleer inzaaien met grasmengsel (streekeigen soorten)	In het project-MER wordt volgende maatregel opgelegd: de bergingslocatie(s) inzaaien met een grasmengsel, zodat de openheid van het landschap in de mate van het mogelijke behouden blijft, cfr. het uitzicht van een (hoge) berm.

7.8 Mens

Plan-MER	Project-MER
Zwankendamme: zoveel mogelijk beperken van de hinder (geluidshinder) afkomstig van de achterhaven door de verdere uitbouw van de lineaire groenbuffer langs het Boudewijnkanaal en door de ontwikkeling van een nieuwe buffer ten opzichte van het havengebied ten noorden van Zwankendamme. Voor Zwankendamme kunnen significant negatieve effecten optreden inzake geluidshinder bij de eventuele aansnijding van de terreinen ter hoogte van het Verbindingsdok en langsheen het Boudewijnkanaal. Onderzocht moet worden hoe in dit geval de overlast naar Zwankendamme kan gemilderd worden.	Het projectgebied is gelegen ten zuidoosten van Zwankendamme. Het realiseren van een groenbuffer ten noorden van Zwankendamme is bijgevolg niet relevant. De modelleringen die gemaakt zijn in het project-MER (2008) zijn nog steeds geldig. Hierin werd bepaald dat de milieukwaliteitsnormen niet overschreden worden.
Voor Lissewege kunnen significant negatieve effecten optreden inzake geluidshinder bij de eventuele aansnijding van de terreinen ten zuiden van het Verbindingsdok en langsheen het Boudewijnkanaal. Onderzocht moet worden hoe in dit geval de overlast naar Lissewege kan gemilderd worden. De inrichting van het gebied	De modelleringen die gemaakt zijn in het project-MER (2008) zijn nog steeds geldig. Hierin werd bepaald dat de milieukwaliteitsnormen niet overschreden worden.

en de type activiteiten zullen daarin bepalend zijn. Vraag bij deze afweging is of gelet op deze potentiële overlast het gebied zuiver voor opslag en overslag kan ingeschakeld worden. nader onderzoek moet dit uitwijzen.	
---	--

8 **Leemten in de kennis en monitoring**

De leemten in de kennis kunnen zich manifesteren op drie verschillende niveaus:

- leemten in de informatie, ontbrekende kennis
- leemten in de voorspellingsmethode
- leemten in het inzicht

Leemten in de informatie, ontbrekende kennis

Bij de beschrijving van de effecten is er van uitgegaan dat de ingrepen worden uitgevoerd zoals ze werden beschreven. Deze ingrepen zijn gebaseerd op het ontwerp zoals deze bij opmaak van het MER ter beschikking was. Indien bij verdere detailuitwerking van de plannen en/of uitvoering van de werken blijkt dat de actuele omstandigheden andere ingrepen noodzaakt, dan dienen deze in de mate van het mogelijke, geen nadeliger milieueffecten te veroorzaken dan de beschreven ingrepen.

Inzake mogelijke bodemzettingen in de nabije omgeving van het projectgebied wordt opgemerkt dat zonder meer gedetailleerde berekeningen (en sonderingen) het niet uit te sluiten valt dat een bemaling zonder retourbemaling zettingen tot gevolg hebben die kunnen leiden tot schade aan de autoterminal.

Leemten in de voorspellings- en beoordelingsmethode

De beoordeling van de effecten is vaak de minst objectieve stap in het hele effectbeoordelingsproces. Vele van de gebruikte methodes beschikken niet over objectieve waardeschalen. De afweging van het belang binnen een discipline en tussen de verschillende disciplines, is evenzeer subjectief en vaak belanggebonden.

- Er worden geen fundamentele leemten in de voorspellingsmethoden vastgesteld.
- Een aantal effecten in de discipline Landschap, Bouwkundig erfgoed en Archeologie zijn moeilijk meetbaar of voorspelbaar. Ook in het toekennen van criteria en het beoordelen van effecten zit een mate van subjectiviteit. Vele van de gebruikte methoden beschikken immers niet over objectieve waardeschalen.
- De voorspellingsmethodieken inzake water zijn deels gebaseerd op uitgevoerde modelleringen. Eigen aan modelleringen is dat bij de resultaten hiervan steeds een zeker voorbehoud dient gemaakt te worden ten aanzien van aannames, veronderstellingen en onzekerheidsmarges, waarbij steeds een interpretatiestap dient gemaakt te worden. Er worden in het kader van dit MER echter geen fundamentele tekortkomingen waargenomen.

Leemten in het inzicht

Er worden geen fundamentele leemten in het inzicht vastgesteld.

9 Gewestgrensoverschrijdende effecten

Het projectgebied is gelegen in het Vlaams Gewest.

Het projectgebied is gelegen op ca. 3 km van de gewestgrens (Noordzee). Gezien de afstand en de aard van het project worden echter geen significante grensoverschrijdende effecten verwacht.

10 Eindbespreking

De haven van Zeebrugge heeft plannen om de capaciteit voor de automotive sector in Zeebrugge met 156 hectare uit te breiden. Op middellange termijn (>2020) is een extra kaaimuur van ca. 900m en verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal nodig om de nieuw te ontwikkelen terreinen te ontsluiten. Deze verbreding en verdieping en bouw van kaaimuur kadert binnen het GRUP “afbakening Zeehavengebied Zeebrugge”.

De Vlaamse Regering heeft op 14 februari 2014 beslist om de Antwerpse ring te sluiten middels een Schelde-oeververbinding bestaande uit een afgezonken Scheldetunnel, een Oosterweelknooppunt en een cut&covertunnel tot aan de R1. Het GRUP “Oosterweelverbinding – wijziging” werd door de Vlaamse Regering definitief vastgesteld op 30 maart 2015.

De bouw van de tunnelementen voor de Scheldetunnel wordt gepland te Zeebrugge, waarna de tunnelementen naar hun definitieve plaats in Antwerpen zullen worden gebracht. Als tussenfase van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal, zal een tijdelijk bouwdok gerealiseerd worden voor de bouw van de tunnelementen. De oostelijke zijde van het bouwdok vormt hierbij de kaaimuur van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal. De diepwand en de kesp van de kaaimuur zal in een eerste fase voorafgaand aan de tussenfase van het bouwdok worden aangelegd. Na het uitvaren van de tunnelementen zal de tweede fase van de aanleg van de kaaimuur uitgevoerd worden.

In dit MER wordt het effect van het verbreden en verdiepen van de 1^{ste} fase van het Boudewijnkanaal beoordeeld, samen met de mogelijke effecten van de bouw van de tunnelementen voor de Scheldetunnel en het uitvaren uit de haven van Zeebrugge. Aansluitend wordt het realiseren van de nabestemming kwalitatief beoordeeld.

Het projectgebied omvat de zone van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal, de mogelijke locaties voor een werfzone, de mogelijke bergingslocaties en de toegangswegen en het terrein dat na de werken aansluitend aan de kaaimuur gelegen is en bijgevolg als industrieterrein kan geëxploiteerd worden. Deze laatste zone overlapt met bergingslocatie 2 en een deel van de zoekzone voor werfzone.

Met betrekking tot de werfzone wordt er een grote zoekzone aangeduid waarbinnen de aannemer van de Scheldetunnel een werfzone van ca. 4ha kan inrichten. Gezien het volume van het te produceren beton voor de tunnelementen en de gestelde kwaliteitseisen, is de kans groot dat de aannemer zal kiezen voor het oprichten van een eigen betoncentrale binnen de werfzone. Echter, de keuze wordt open gelaten, waardoor het ook mogelijk is dat de toekomstige aannemer kiest voor een externe betonproducent. Het noordelijk en zuidwestelijk deel van de afgebakende zoekzone voor werfzone grenzen respectievelijk aan het Verbindingsdok en Boudewijnkanaal, waardoor het mogelijk is indien één van deze locaties gekozen wordt, materiaal en materieel aan te voeren via het water.

De werfzone voor de aanleg van de kaaimuur grenst aan de kaaimuur zelf en overlapt met de afgebakende zoekzone voor werfzone in kader van het bouwdok.

De uitgegraven grond afkomstig van het bouwdok zal gestapeld worden ter hoogte van bergingslocatie 1 en 2. Nadat alle de tunnelementen zijn uitgevaren zal alle gestapelde grond ter hoogte van bergingslocatie 2 verwijderd worden en gestapeld worden ter hoogte van bergingslocatie 1. De grond afkomstig van het verbreden en verdiepen van het Boudewijnkanaal zal in eerste instantie in het laguneringsbekken ter hoogte van bergingslocatie 2 gestapeld worden. Eens de grond ontwaterd is, wordt hij naar de uitbreiding van bergingslocatie 1 gebracht. Na het beëindigen van het project zal alle grond ter hoogte van bergingslocatie 2 terug verwijderd zijn en gestapeld zijn ter hoogte van bergingslocatie 1 en de uitbreiding van bergingslocatie 1 of afgevoerd naar projecten in de omgeving. De gestockeerde grond ter hoogte van bergingslocatie 1 en de uitbreiding van bergingslocatie 1 blijft aanwezig tot van start gegaan wordt met de verdere verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal.

Wanneer de tunnelementen klaar zijn, wordt de bouwput onder water gezet zodat de tunnel-elementen gaan drijven. Na het openmaken van de noordelijke korte dijk kunnen de tunnelementen

één voor één naar hun definitieve plaats gebracht worden in Antwerpen om daar afgezonken te worden. Hierbij dienen aanpassingen te gebeuren aan de bestaande brug over het Verbindingsdok.

In onderstaande paragrafen wordt per discipline een synthese gegeven van de belangrijkste te verwachten milieueffecten.

Bodem en grondwater

De profielverstoring wordt ter hoogte van het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal als aanzienlijk negatief beschouwd ten gevolge van de aanwezigheid van poelgronden en kreekruggen met goede profielontwikkeling. Mildering van dit effect is echter niet mogelijk.

Uitvoering van het project gaat gepaard met een aanzienlijk grondverzet. Dit grondverzet is echter eigen aan het project en kan niet gemilderd worden. Alle grond wordt geborgen binnen het projectgebied of afgevoerd voor gebruik in projecten binnen en buiten de haven van Zeebrugge. Om de opportuniteiten om de uitgegraven bodem te hergebruiken als primaire oppervlaktedelfstof niet te hypothekeren, dient een oordeelkundige afgraving te gebeuren die rekening houdt met de verschillende aanwezige geologische lagen.

Wat de wijziging van de grondwaterstroming betreft, zal er zowel tijdens de fase van de aanleg van de ontlastvloer en de kesp als tijdens de fase van de aanleg en exploitatie van het bouwdok een tijdelijke wijziging optreden gezien er telkens een bemaling dient toegepast te worden. Zonder retourbemaling (in oostelijke richting) reiken de verlagingcontouren tijdens de fase van het bouwdok in oostelijke richting tot tegen het Zuidelijke insteeddok en in zuidelijke richting tot de noordrand van de Dudzeelse polder. Met retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder en ter hoogte van de terminal kan een significante grondwaterstandswijziging in de Dudzeelse polder en ter hoogte van de autoterminal vermeden worden. Er worden geen significante effecten verwacht op het grondwaterlichaam ten gevolge van de geplande bemaling voor de aanleg van de ontlastvloer en de kesp.

Mogelijks dient ook een bemaling toegepast te worden voor de aanleg van de diepwand. Indien dit het geval is, zal een retourbemaling uitgevoerd worden ter hoogte van de Dudzeelse polder, waardoor significante grondwaterstandswijzigingen hier vermeden worden. De berekende grondwaterstandsdalingen ter hoogte van de autoterminal blijven beperkt, waardoor het risico op zettingen ter hoogte van de autoterminal ook beperkt blijft.

Ter hoogte van de bergingslocatie(s) is de invloed op de grondwaterstand en –stroming verwaarloosbaar tot beperkt negatief. In de besteksvoorwaarden voor de aannemers zal opgenomen worden dat er geen schade door zettingen mag optreden ter hoogte van de autoterminal als gevolg van de grondwaterstandsverlaging. Tijdens de geplande bemalingen dient de grondwaterstand gemonitord te worden en indien noodzakelijk dient de (retour)bemaling bijgesteld te worden om aanzienlijke effecten te voorkomen.

Tijdens de tussenfase van het bouwdok zullen de taluds aan beide zijden van de dijk tussen het Boudewijnkanaal en het bouwdok voldoende verstevigd worden. Na afloop van het project zal deze dijk verwijderd zijn.

Wat bodem- en grondwaterverontreiniging betreft, wordt de invloed van het project op de bodemkwaliteit, omwille van de genomen preventieve maatregelen en de snelle interventie bij het optreden van calamiteiten als verwaarloosbaar tot beperkt negatief beschouwd. Bij de toepassing van retourbemaling is de kans op verspreiding van de mogelijke verontreiniging met Arseen ter hoogte van de noordelijke delen van de zoekzone voor werfzone en bergingslocatie 2 het kleinst.

De verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal en berging van de uitgegraven gronden zal het zoet-zoutevenwicht slechts in beperkte mate verstoren tijdens de tussenfase van het bouwdok volgens de uitgevoerde modelleringen. Bij het toepassen van retourbemaling zal de situatie volgens het gebruikte model weinig veranderen ten opzichte van de referentiesituatie. Daarnaast wordt aanbevolen dat retourbemaling wordt toegepast ter hoogte van de Dudzeelse polder, en dat de retourbemaling verder wordt afgesteld en gemonitord door de aannemer indien zich aanzienlijke effecten zouden voordoen, zie ook monitoring fauna en flora.

Oppervlaktewater

Door uitvoering van het project zal de Eivoordebeek worden afgesneden. Binnen het project wordt een nieuwe verbinding voorzien. Na het beëindigen van het project zal het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal deel uitmaken van het dokkensysteem. De wijziging in afwateringsstructuur wordt niet significant beoordeeld.

Door de inname van bergingslocatie 2, zal de hier aanwezige waterplas verdwijnen. Alhoewel een nieuwe verbinding voorzien wordt, zal het verdwijnen van de Eivoordebeek en de Bandelenhuisbeek voor een verlies aan buffercapaciteit zorgen, waardoor de kans bestaat dat de Dudzeelse polder, die momenteel ook al overstroomt bij hevige regenval, iets frequenter zal overstromen.

Bij een bemaling (zonder retourbemaling) kan het lozen van het bemalingswater in de omliggende beken leiden tot wateroverlast en structuurkwaliteit. Het lozen van het bemalingswater in de dokken zal geen significante effecten veroorzaken.

Als gevolg van de inzet van zware machines in de aanlegfase zijn calamiteiten zoals het accidenteel lozen van olie in het oppervlaktewater mogelijk. Het is eveneens mogelijk dat een mogelijke verontreiniging die aanwezig zou kunnen zijn in het bouwdok verspreid wordt bij het onder water zetten van de bouwput. Echter, indien alle potentiële verontreinigingen opgeruimd worden vooraleer het bouwdok onder water gezet wordt, wordt de kans op verontreiniging van het oppervlaktewater sterk beperkt.

Door het tijdelijk stabiliseren van de huidige oostelijke oever van het Boudewijnkanaal, zal de structuurkwaliteit hier plaatselijk verminderen. In de eindfase wordt deze oever verwijderd en zal een afgewerkte kaaimuur aanwezig zijn als oostelijke oever van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal. Het afgraven van de noordelijke dijk van het bouwdok is inzake structuurkwaliteit verwaarloosbaar.

Tijdens het verwijderen van de dijken en het verdiepen van het kanaal is het mogelijk dat het oppervlaktewater van het Boudewijnkanaal tijdelijk en plaatselijk iets troebeler zal zijn, met mogelijk een tijdelijk, plaatselijk en beperkt negatief effect op de ecologische kwaliteit van het Boudewijnkanaal. In de eindfase van het project zal de waterkwaliteit van het verbrede en verdiepte Boudewijnkanaal niet verschillen van de waterkwaliteit van de rest van het Boudewijnkanaal wat betreft de parameters temperatuur, zuurstofhuishouding, verzuringstoestand, stikstofgehalte en nutriëntengehalte. Gezien het Boudewijnkanaal verdiept wordt van -4,5m TAW naar -9m TAW, en gezien in de diepere bodemlagen voor geen enkele parameter de bodemsaneringsnorm overschreden wordt, wordt de kans klein geacht dat er na uitvoering van het project nog een restverontreiniging aanwezig zal zijn in de waterbodem. Een aanzienlijk negatieve impact op de waterkwaliteit van het Boudewijnkanaal en het Verbindingskanaal door uitvoering van het voorgenomen project wordt bijgevolg niet verwacht.

Geluid en trillingen

Het voldoen aan de geluidseisen voor continue geluid op 200 meter van de terreingrens van de bouwzone is moeilijk realiseerbaar. Globaal kan gesteld worden dat equivalente geluidsdrukniveaus van 50 à 55 dB(A) op een afstand van 200 meter frequent zullen voorkomen of overschreden worden. Deze waarden voldoen wel aan de geluidseisen voor incidenteel/sterk fluctuerend geluid.

Ter hoogte van de dichtstbijgelegen woningen zal voldaan worden aan de geluidseisen voor niet-continue geluid. Er wordt geen trillingshinder verwacht.

Lucht

In de besteksvoorwaarden voor de aannemer van de Scheldetunnel wordt opgelegd dat de BBT dienen gevolgd te worden. Uit het handboek BBT voor betoncentrales blijkt dat de stofemissie voor het vullen van silo's voor een gemiddelde betoncentrale de drempelwaarde volgens VLAREM niet zal overschrijden.

Bij droog weer zijn stofemissies ter hoogte van toegangswegen niet uit te sluiten. Daarom zullen de interne wegen en toegangswegen zo veel als nodig nat gesproeid worden en zal een wielwasinstallatie aanwezig zijn.

Tijdens het uitgraven en bergen van de uitgegraven grond kunnen eveneens stofemissies ontstaan. Ook nadat de grond geborgen is, kunnen vanaf de bergingslocatie(s) nog stofemissies ontstaan.

De veroorzaakte verkeersemisies worden beoordeeld als niet significant, gezien het transport hoofdzakelijk via schepen zal gebeuren, en de werfzone en bergingslocatie(s) in aansluiting met het bouwdok gelegen zijn. Ook als de nodige hoeveelheid beton aangevoerd wordt, zullen de bijkomende verkeersemisies te verwaarlozen zijn.

Fauna en flora

Door uitvoering van het project vindt rechtstreekse biotooppinname plaats van waardevolle percelen en inname van leefgebied voor weide- en rietvogels. Echter milderende maatregelen hiervoor zijn reeds uitgevoerd ter hoogte van de Dudzeelse polder en/of in de poldergebieden aangewend voor de natuurcompensaties van de Zeebrugse achterhaven.

Indien het project aanvangt tijdens het broedseizoen is het mogelijk dat, zonder het nemen van maatregelen, broedsels zullen vernietigd worden ter hoogte van het bouwdok, de bergingslocatie(s) en de werfzone. De taluds van de stockagezones kunnen mogelijks tijdens de werken een geschikt broedhabitat vormen voor oeverwaluw. Het is verboden mogelijke broedsels te vernietigen. Door het inzaaien van de taluds voor het broedseizoen kunnen broedgevallen vermeden worden.

De bemalingsstraal van de mogelijke **bemaling** voor de aanleg van het zuidelijk deel van de **diepwand** reikt net tot in het noordwestelijk deel van de Dudzeelse polder. Er wordt daar een grondwaterstandstijging van ca. 0,05m verwacht. Gezien de kwel blijft bestaan, worden geen significante effecten op de voorkomende vegetatie verwacht.

De bemalingsstraal van de **bemaling** voor de aanleg van de **ontlastvloer en de kesp** reikt net tot in de noord-oostelijke rand van de Dudzeelse polder. Er wordt daar een maximale grondwaterstands daling van 0,05 m verwacht. De zoute kwelsituatie zal in stand zal blijven. Er worden geen significante effecten verwacht op de voorkomende vegetatie in het noordoosten van de Dudzeelse polder.

In zuidoostelijke richting reikt de bemalingskegel voor de **bemaling van het bouwdok zonder retourbemaling** tot in de noordelijke rand van de Dudzeelse polder en zal de zilte kwel afnemen, waardoor een verschuiving in het voorkomend vegetatietype (zilte graslanden) kan verwacht worden. De voorkomende vegetaties in de noordrand van de Dudzeelse polder zijn afhankelijk van zilte kwel. De wijziging in zoet-zoutverdeling is beperkt bij bemaling zonder retourbemaling.

Indien tijdens de aanleg en exploitatie van het bouwdok bemaald wordt **met retourbemaling rondom het bouwdok** beperkt de daling van het grondwater zich tot 0,25 m ten oosten van het bouwdok. Ter hoogte van de noordelijke rand van de Dudzeelse polder wordt een verhoging van de grondwaterstand berekend. Verder blijkt uit de discipline grondwater dat de kwelsituatie dicht bij de huidige situatie blijft (in vergelijking met bemaling zonder retourbemaling). Voor de ontwikkeling / instandhouding van de zilte vegetaties is het vooral van belang dat de zilte kwel behouden blijft. Aangezien dit het geval is bij de situatie met retourbemaling ter hoogte van de Dudzeelse polder, wordt in dit geval geen aanzienlijke verschuiving van de voorkomende vegetaties verwacht.

In het geval er **enkel een retourbemaling** wordt toegepast **ten noorden van de Dudzeelse polder en ter hoogte van de terminal** wordt er slechts een stijging (0,05 m tot 0,1 m) van de grondwaterstand verwacht in het noordoosten van de Dudzeelse polder. De bestaande kwelsituatie wordt echter in stand gehouden, waardoor kan gesteld worden dat er geen significante effecten verwacht worden voor de voorkomende vegetatie in de Dudzeelse polder.

De voorkomende vegetaties in de noordrand van de Dudzeelse polder zijn afhankelijk van zilte kwel. Een beperkte wijziging van de zoet-zout verdeling in de fase van het bouwdok zonder retourbemaling is niet uit te sluiten, waardoor negatieve effecten op de voorkomende vegetaties kunnen verwacht worden. De wijziging in zoet-zoutverdeling is in de fase van het bouwdok beperkt bij bemaling zonder retourbemaling berekend voor een bemaling van 1 jaar. In praktijk zal echter meerdere jaren dienen

bemaald te worden. De mogelijke effecten van een bemaling van 3,5 jaar worden weergegeven in bijlage 13. Er worden op basis van deze modelresultaten geen aanzienlijke effecten verwacht voor de voorkomende vegetatie bij de vooropgestelde geoptimaliseerde bemaling. Er wordt aanbevolen de verdeling van het zoet-zout evenwicht te monitoren tijdens de duur van het project en bijkomende maatregelen te nemen indien noodzakelijk, zie § 5.5.9.

Tijdens de aanleg van de eerste fase van de kaaimuur is rustverstoring voor de aanwezige fauna niet uit te sluiten. Gezien bergingslocatie 1 gelegen is in aansluiting met de Dudzeelse polder, kan de grootste verstoring voor avifauna verwacht worden tijdens de fase van uitgraven van het bouwdok en bergen van de uitgegraven grond. Gezien deze fase van tijdelijke duur is (ca. 13 maanden) en er enkel significante effecten zullen optreden in de Dudzeelse polder op het moment dat er grond geborgen wordt in het zuidelijk deel van bergingslocatie 1 (en dus niet over de volle 13 maanden), worden de effecten ter hoogte van de Dudzeelse polder negatief beoordeeld.

Wegens het ontbreken van leefgebieden van verstoringsgevoelige soorten in de omgeving van het bouwdok en de werfzone tijdens het bouwen van de tunnelelementen, worden de effecten in deze fase als beperkt negatief beoordeeld. Berging van de grond tijdens het verdiepen en verbreden van het Boudewijnkanaal zal hoogstens voor beperkt negatieve effecten inzake rustverstoring zorgen.

Gezien het projectgebied aansluitend aan het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok gelegen is en er ten (noord)oosten reeds industriële ontwikkelingen hebben plaatsgevonden, zal er slechts een beperkt versnipperingseffect optreden. Er werden reeds milderende maatregelen uitgevoerd in de Dudzeelse polder. Bijkomende compensaties voor de ingenomen gronden zijn bijgevolg niet noodzakelijk.

Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie

Door de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal zal een deel van de oorspronkelijke resterende landschappelijke structuur verdwijnen. De structuurwijzigingen ter hoogte van het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal zijn eigen aan het project en kunnen bijgevolg niet gemilderd worden.

De verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal zal het polderlandschap doen verdwijnen en veranderen in een dok. Dit dok zal echter beperkt zijn in omvang, waardoor de impact op perceptieve kenmerken als beperkt negatief tot negatief wordt beoordeeld. De bergingslocaties worden momenteel gekenmerkt door een open landschap zonder opgaande elementen. Ter hoogte van bergingslocatie 1, de uitbreiding van bergingslocatie 1 en het meest zuidwestelijke deel van de zoekzone voor werfzone wordt de impact op perceptieve kenmerken daardoor negatief tot aanzienlijk negatief beoordeeld.

Gezien bergingslocatie 2 zich in de nabije omgeving van de autoterminal bevindt, is het landschapsbeeld hier sowieso al minder waardevol. Daarnaast wordt hier maar gestapeld tot 11m TAW terwijl er binnen bergingslocatie 1 (+ uitbreiding) gestapeld wordt tot 22m TAW waardoor de grondstock ter hoogte van bergingslocatie 2 niet zichtbaar zal zijn vanaf de dichtst bij gelegen woonkern. De tijdelijke berging ter hoogte van bergingslocatie 2 wordt beperkt negatief beoordeeld.

Het meest noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone is in de nabije omgeving van de autoterminal gelegen en grenst aan het Verbindingsdok vanwaar men uitkijkt op de haven. Opnieuw zal groene, open ruimte verdwijnen, maar gezien de huidige verstoorde en industriële aard van het landschap wordt het effect als beperkt negatief beoordeeld.

Gezien de ligging van het projectgebied in havengebied en de relatief grote afstand tot de erfgoedwaarden wordt het effect op erfgoedwaarden als niet significant beoordeeld.

De kans op het aantreffen van archeologische vondsten ter hoogte van het bouwdok is volgens de opgemaakte archeologienota eerder beperkt. Gezien voor de ontlastvloer niet dieper moet gegraven worden dan het oorspronkelijke maaiveld en de oppervlakte van de kaaimuur relatief beperkt is, wordt de kans op verstoren van archeologische relictten beperkt ingeschat. Het effect van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal op de archeologische erfgoedwaarde wordt op basis van de archeologienota als niet significant tot beperkt negatief beoordeeld.

Mens – ruimtelijke aspecten en gezondheid

Wat ruimtebeslag en wijziging van het bodemgebruik betreft, is de beoordeling beperkt negatief tot negatief ter hoogte van het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal en de bergingslocaties. Ter hoogte van de mogelijke werfzone(s) is het effect beperkt negatief. Waar uitgraving en berging ter hoogte van natuurlijke bodems voorzien zijn, zal het bodemgebruik wijzigen, mildering is er niet mogelijk.

Het effect inzake woonfunctieverlies wordt als beperkt negatief beoordeeld, het verlies aan landbouwgrond als beperkt negatief tot negatief.

Er wordt geen significante invloed op het recreatief fiets- en wandelverkeer ter hoogte van het Boudewijnkanaal verwacht.

Stofhinder afkomstig van de bergingslocatie(s) voor de omliggende bedrijven wordt beperkt negatief tot negatief beoordeeld. Gezien de aannemer van de Scheldetunnel verplicht volgens de BBT dient te werken wat betreft de werking van de tijdelijke betoncentrale, zal stofhinder voor de omliggende bedrijven reeds zo veel mogelijk beperkt worden. De autoterminal is echter zeer gevoelig voor stofhinder. Stofemissies van de omliggende (onverharde) wegen kunnen eveneens hinder opleveren voor de omliggende bedrijven.

De stremming van het scheepsverkeer ter hoogte van het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok wordt voor de bestaande bedrijven beperkt negatief beoordeeld en dit wegens het kortstondige karakter van de mogelijke hinder.

De stremming voor het schutten van een tunnelkonvooi in de Vandammesluis zal niet significant langer zijn dan het schutten van reguliere schepen, waardoor de impact van het schutten van de 8 tunnelementen geen significante impact zal hebben op de functie “bedrijvigheid” in de omgeving van het projectgebied, voor zover in de planning voorrang gegeven wordt aan het reguliere scheepvaartverkeer.

De nodige aanpassingen aan de brug ten noorden van het projectgebied voor het uitvaren van de tunnelementen, kan hinder veroorzaken voor de autoterminal. Overleg met de verantwoordelijken van de terminal zal noodzakelijk zijn.

Gezien de opgelegde voorwaarden ter hoogte van de laad- en loszones wordt er geen significante stremming van de huidige bedrijfsactiviteiten en het scheepsverkeer verwacht en bijgevolg ook geen significant effect op de bestaande bedrijven.

De stremming van het scheepsverkeer bij het uitvaren van de tunnelementen, wordt vanwege het tijdelijke karakter en de relatief beperkte duur als beperkt negatief beoordeeld.

Inname van de zone voor het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal en bergingslocatie 1 / het zuidwestelijk deel van de zoekzone voor werfzone zullen geen significante invloed hebben op toekomstige havenontwikkelingen tijdens en na het beëindigen van het project. Tijdelijke inname van een werfzone van ca. 4ha binnen de zoekzone en bergingslocatie 2 heeft als gevolg dat toekomstige havenactiviteiten hier tijdelijk niet mogelijk zijn. Gezien er momenteel geen aanmeermogelijkheden zijn binnen de zoekzone ten oosten van het bouwdok en ter hoogte van bergingslocatie 2 en de aanmeermogelijkheden in het noordelijk deel van de zoekzone beperkt zijn door de aanwezigheid van de brug, wordt de inname van een werfzone binnen de zoekzone en de mogelijke inname van bergingslocatie 2 als beperkt negatief tot negatief beoordeeld ten opzichte van toekomstige havenontwikkelingen. Verder wordt opgemerkt dat de zoekzone voor werfzone afgebakend is in samenspraak met MBZ, waarbij MBZ akkoord is met het aanleggen van een werfzone van ca. 4ha (eventueel mits het nemen van bijkomende maatregelen) binnen deze volledige zoekzone.

Gezien de bergingslocatie(s) en mogelijke werfzones in aansluiting met het te verbreden en verdiepen Boudewijnkanaal gelegen zijn, worden geen negatieve effecten inzake verkeersbelasting en verkeersleefbaarheid voor de omliggende woonkernen verwacht, gezien er geen gebruik moet gemaakt worden van openbare wegen voor intern verkeer.

Het totaal aantal verkeersbewegingen afkomstig van personeelsverplaatsingen en de aan- en afvoer via vrachtwagens zal beperkt zijn en wordt als niet significant beoordeeld. Indien beton wordt

aangevoerd van een externe betoncentrale worden geen significante effecten verwacht op de capaciteit van de wegen.

Gezien de onderlinge afstand, de fysieke barrières en de reeds verstoorde omgeving van de woonkernen, zal noch de uitgraving van het bouwdok, noch de aanmaak van de tunnelelementen, noch de aanleg van de kaaimuur en noch het gebruik van de werfzone visuele hinder veroorzaken ter hoogte van de woonkernen. De grondberging zal echter wel duidelijk zichtbaar zijn vanuit de naastliggende woonkernen, wat als beperkt negatief tot negatief wordt beoordeeld.

Op basis van de gegevens van de andere disciplines blijkt dat het voorgenomen project geen rechtstreekse aanzienlijke hinder (geluid, lucht, bodem, visuele impact, andere) met zich meebrengt voor omwonenden. Psychosomatische effecten door rechtstreekse hinder worden dan ook niet verwacht.

Conclusie zoekzone voor werfzone

Tijdens de tussenfase voor het bouwen van de tunnelelementen kan de aannemer een werfzone inrichten met een oppervlakte van ca. 4ha hoofdzakelijk voor het inrichten van een tijdelijke betoncentrale. Er wordt een ruime zoekzone afgebakend, waarin de ligging van een dergelijke werfzone van ca. 4 ha zal bepaald worden. De meest noordelijke en meest westelijke delen binnen deze zoekzone zijn het meest geschikt voor de aanvoer van materiaal per schip, wat hoofdzakelijk van belang is als een tijdelijke betoncentrale wordt ingericht binnen de werfzone. Indien ervoor gekozen wordt om de beton aan te voeren van een externe betoncentrale, is een werflocatie aan het water minder belangrijk.

In het MER werd de volledige zoekzone voor werfzone beoordeeld op mogelijke milieueffecten. Vanuit de verschillende disciplines worden binnen deze zoekzone geen zones uitgesloten voor de inrichting van een werfzone van ca. 4ha. Indien de werfzone in het noorden van deze zoekzone wordt aangelegd, dienen wel de nodige maatregelen getroffen te worden om stofhinder ter hoogte van de nabijgelegen autoterminal te voorkomen (incl. de weg ten noorden van de zoekzone die door hen gebruikt wordt). Indien de werfzone in het zuidwesten wordt aangelegd dienen de nodige maatregelen genomen te worden zodat het scheepsverkeer binnen het Boudewijnkanaal geen hinder ondervindt.

Nabestemming

Na de afwerking van de kaaimuur, het verwijderen van de werfzone en van de grondstock zal het deel van het projectgebied achter (ten oosten van) de kaaimuur worden ingenomen als haventerrein (ca. 15 ha). De exacte invulling van dit gebied is op heden nog niet gekend, maar logischerwijs zal het gaan om watergebonden op- en overslagactiviteiten. Normaliter zal hierbij (quasi) heel het terrein verhard worden. Door toepassing van de normen van het Hemelwaterbesluit dient ervoor gezorgd te worden dat deze verharding geen significante impact heeft op het grondwaterpeil in de omgeving. Tevens moeten bij de exploitatie de nodige maatregelen getroffen worden om verontreiniging van het grond- en oppervlaktewater in de omgeving (b.v. met gelekte olie van machines of voertuigen) te vermijden of desgevallend te remediëren. Er worden bij het exploiteren van het haventerrein geen significante effecten inzake profielverstoring verwacht. Er kan immers aangenomen worden dat er geen grootschalige ondergrondse volumes zullen gerealiseerd worden. De enige vergraving die er verwacht wordt is deze ten gevolge van funderingswerken. Aangezien het terrein momenteel al meer dan 3m opgehoogd is ten opzichte van het oorspronkelijke maaiveld, worden er geen significante effecten ten aanzien van het oorspronkelijk profiel verwacht.

Voor de uitbouw van de volledige zuidelijke Achterhaven van Zeebrugge werd reeds in 2007 een project-MER opgemaakt (Belconsulting, december 2007). Uit de modelberekeningen in het MER bleek dat de te verwachten geluidsdrumniveaus ter hoogte van de terreinen in exploitatie conform de milieukwaliteitsdoelstellingen zijn. De werking van scheepsmotoren ter hoogte van het laad- en lospontoon kan ook aanleiding geven tot verhoogde geluidsdrumniveaus. De vooropgestelde richtwaarden worden net gehaald ter hoogte van de dichtst bijzijnde woning. Het overschakelen voor scheepsmotoren (die op diesel draaien) naar walstroom lijkt (projecten in de haven van Antwerpen) niet evident.

Er worden geen industriële activiteiten met aanzienlijke lucht-emissies verwacht. Derhalve kan verondersteld worden dat de nabestemming als haventerrein geen significante impact zal hebben op de lokale luchtkwaliteit (o.a. t.h.v. de nabije woonkernen Zwankendamme en Lissewege). Overslagactiviteiten – met name containeroverslag en RoRo – kunnen wel een aanzienlijke verkeersgeneratie hebben, maar aangezien de aan- en afvoer binnen het havengebied en op wegen van hoog niveau (A11, N31 richting E40) zal afgewikkeld worden, kan de bijdrage van dit verkeer aan de lokale luchtkwaliteit t.h.v. kritische locaties als verwaarloosbaar beschouwd worden.

Gezien de zone ten oosten van de kaaimuur reeds in de fase van het bouwdok en de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal gebruikt wordt als tijdelijke bergingslocatie of werfzone, zal geen waardevol biotoop meer aanwezig zijn. De geluidsverstoring ter hoogte van de Dudzeelse polder blijft beperkt door de aanwezigheid van de volumebuffer. Ook de tijdelijke stockage ter hoogte van de bergingszones zorgt voor een bijkomende geluidsbarrière naar de Dudzeelse polder.

Er zijn geen relevante effecten qua landschapsstructuur. Op perceptief vlak is de impact groter door de visuele impact van b.v. havenkranen, stapels containers, aangemeerde schepen,... maar evenmin verschillend van de rest van het havengebied. De nabestemming als haventerrein heeft geen effecten op bouwkundig erfgoed. Voor zover de inname niet gepaard gaat met vergravingen die dieper gaan dan de dikte van de opgespoten grondlaag (dus boven het oorspronkelijk polderniveau), zijn er evenmin effecten op het archeologisch patrimonium. Indien wel dient de regelgeving van het Onroerend Erfgoeddecreet te worden gerespecteerd.

De nabestemming als haventerrein kan als volgt beoordeeld worden t.a.v. de discipline mens:

- Gebruikswaarde: Het gebruik als watergebonden bedrijventerrein is conform de bestemming in het GRUP Zeehavengebied Zeebrugge en betekent een sterke verhoging van de gebruikswaarde, aangezien het momenteel om een braakliggend terrein gaat;
- Beeld- en belevingswaarde: Er zal een aanzienlijke visuele impact zijn van b.v. havenkranen, stapels containers, aangemeerde schepen,... waardoor het havengebied visueel dichterbij de woonkernen (in het bijzonder die van Zwankendamme komt, maar de aard van de visuele impact zal niet wezenlijk verschillen van die van de bestaande industrie ten noorden van Zwankendamme (Seapane,...) en van het bestaand achterhavengebied ten noorden van het Verbindingsdok.
- Mobiliteit: De nieuwe haventerreinen zullen bijkomend verkeer genereren, zowel over de weg als over het water, maar omdat het slechts over ca. 15 ha haventerrein gaat, blijft het bijkomend verkeersvolume beperkt. Voorts verloopt het wegverkeer van de nieuwe terreinen via de interne havenwegen (Margaretha van Oostenrijkstraat,...) en wegen van hoog niveau (A11, N31 richting E40), zodat de verkeersleefbaarheid in de dorpskernen niet significant zal beïnvloed worden.
- Gezondheid: Het gebruik als haventerrein zal bijkomende geluids-, lucht- en stofemissies genereren, zowel door de (overslag)activiteiten op het terrein zelf als door het gegenereerd verkeer:
 - Geluid: Uit de geluidsmoedellering i.k.v. het MER Achterhaven Zeebrugge (2007) bleek dat de te verwachten overslagactiviteiten een geluidsproductie hebben van max. 65 dB(A)/m², waarmee t.h.v. de woonkern Zwankendamme (en derhalve ook van Lissewege) voldaan wordt aan de Vlaremnormen. Dit geldt ook voor het geluid van scheepsmotoren (0/-1)
 - Lucht (polluenten): Aangezien op deze terreinen normaliter geen (industriële) activiteiten met belangrijke luchtmissies zullen komen, zal de impact op de lokale luchtkwaliteit (t.h.v. de woonkernen) zeer beperkt zijn; idem voor de verkeersemisies;
 - Lucht (stofhinder): Bepaalde overslagactiviteiten (b.v. overslag van erts en granen) kunnen aanzienlijke stofhinder veroorzaken. Maar gezien de nabijheid van de auto-terminal, een activiteit die zeer gevoelig is voor stofhinder, kan er vanuit gegaan worden dat havenactiviteiten die veel stof emitteren door beheerder MBZ niet zullen

toegelaten worden, aangezien stofhinder t.h.v. de autoterminal niet of nauwelijks kan vermeden of gemilderd worden.

Alternatieven

Over het algemeen worden geen significant andere effecten verwacht indien geen betoncentrale wordt gerealiseerd binnen de werfzone en alle beton extern wordt aangevoerd. Er zullen in dit geval wel meer verkeersbewegingen zijn naar aanleiding van de aanvoer van beton, waardoor bijkomende lucht- en geluidsemissies in de omgeving van het projectgebied niet uit te sluiten zijn. Echter, deze zorgen niet voor een significant andere beoordeling van de mogelijke effecten dan het scenario met betoncentrale in de werkzone. Het risico op stofhinder ter hoogte van de autoterminal is ook kleiner bij externe aanvoer van beton, echter ook met een betoncentrale wordt aangenomen dat de nodige maatregelen kunnen genomen worden om stofhinder ter hoogte van de autoterminal te beperken, waardoor ook hier het scenario zonder betoncentrale niet significant anders wordt beoordeeld.

Er worden ook geen significant andere effecten verwacht indien er ter hoogte van bergingslocatie 1 tot 26m TAW zou gestockeerd worden in plaats van tot 22 m TAW.

Besluit

Besluitend kan gesteld worden dat het voorgenomen project algemeen niet zal leiden tot aanzienlijk negatieve effecten, indien rekening gehouden wordt met de voorgestelde milderende maatregelen. Enkel wat betreft profielverstoring worden ter hoogte van het te verbreden deel van het Boudewijnkanaal aanzienlijke effecten verwacht door uitvoering van het projectvoornemen, welke eigen zijn aan het project en niet kunnen gemilderd worden.

11 *Niet-technische samenvatting*

Zie bijlage 13.

12 Elementen voor het uitvoeren van de Watertoets

Dit MER levert de informatie aan die het de overheid mogelijk maakt om de watertoets uit te voeren.

Het decreet betreffende het Integraal Waterbeleid (IWB) voorziet via de “watertoets” dat waterbelangen inhoudelijk en procedureel een expliciete plaats wordt gegeven in de totstandkoming van plannen, programma’s en vergunningsbesluiten. Via de watertoets wordt aldus uitvoering gegeven aan het principe van de integratie van integraal waterbeleid bij de planvorming en vergunningverlening die plaats vindt in het kader van andere beleidsdomeinen.

Het decreet IWB voorziet dat alle genoodzaakte elementen en informatie ten behoeve van het uitvoeren van de watertoets in geval van MER-plichtige plannen/projecten in het MER dienen gesynthetiseerd te zijn. Dit MER moet met andere woorden alle gegevens vermelden die de watertoets mogelijk maken.

De watertoets op zich is een beoordeling die gebeurt door de vergunningverlenende overheid en niet door de MER-deskundige water of in het kader van de m.e.r.-procedure. Hierna zullen de “elementen ter beoordeling van effecten op het watersysteem ten behoeve van de watertoets” worden geïntegreerd en volgt er een synthese van de belangrijkste effecten die in het kader van het onderzoek op het watersysteem naar voren komen.

Ondertussen is een uitvoeringsbesluit watertoets goedgekeurd. Dit besluit geeft de lokale, provinciale en gewestelijke overheden, die een vergunning moeten afleveren, richtlijnen voor de toepassing van de watertoets. De bijlagen bij het besluit bevatten inhoudelijke richtlijnen voor vergunningverleners en bijhorende 'watertoetskaarten'.

De effecten waarnaar wordt gerefereerd in het kader van de watertoets hebben betrekking op:

- Grondwater (waterhuishouding, stroming, kwaliteit)
- Oppervlaktewater (huishouding, kwaliteit, structuur, waterberging- en buffering)
- Vegetatie en fauna – waterhuishouding
- Drinkwater

Wat de wijziging van de grondwaterstroming betreft, zal er een tijdelijke wijziging optreden door de geplande bemalingen. Zonder retourbemaling reiken de verlagingcontouren van de bemaling voor het bouwdok en de bemaling voor de diepwand in oostelijke richting tot tegen het Zuidelijke insteeddok en in zuidelijke richting tot de noordrand van de Dudzeelse polder. Met retourbemaling blijven de grondwaterstandswijzigingen beperkt. Na stopzetting van de bemalingen kan de impact als neutraal worden beschouwd. Ter hoogte van de bergingslocatie(s) is de invloed op de grondwaterstand en –stroming verwaarloosbaar tot beperkt negatief.

Wat bodem- en grondwaterverontreiniging betreft, wordt de invloed van het project op de bodemkwaliteit, omwille van de genomen preventieve maatregelen en de snelle interventie bij het optreden van calamiteiten als niet significant tot beperkt negatief beschouwd. Bij de toepassing van retourbemaling is de kans op verspreiding van de mogelijke verontreiniging met Arseen ter hoogte van het noordelijk deel van de zoekzone voor werfzone en bergingslocatie 2 het kleinst.

De aanleg van het bouwdok en berging van de uitgegraven gronden zal het zoet-zoutevenwicht slechts in beperkte mate verstoren. Bij het toepassen van retourbemaling zal de situatie weinig veranderen ten opzichte van de referentiesituatie.

Binnen het projectgebied is geen verharding voorzien, met uitzondering van plaatselijke verharding binnen de werfzone en de toegangs- en werfwegen. De verharde delen van de werfzone en de wegen kunnen afstromen naar de niet-verharde delen, waar het hemelwater kan infiltreren. Er wordt bijgevolg geen aanzienlijk effect op het overstromingsrisico en het grondwater inzake de bijkomende verharding verwacht.

Door uitvoering van het project zal de Eivoordebeek worden afgesneden. Binnen het project wordt een nieuwe verbinding voorzien. Na het beëindigen van het project zal het verbrede Boudewijnkanaal deel uitmaken van het dokkensysteem. De wijziging in afwateringsstructuur wordt beperkt negatief beoordeeld.

Door inname van bergingslocatie 2, zal de hier aanwezige waterplas verdwijnen. Alhoewel een nieuwe verbinding voorzien wordt, zal het verdwijnen van de Eivoordebeek en de Bandelenhuisbeek voor een verlies aan buffercapaciteit zorgen, waardoor de kans bestaat dat de Dudzeelse polder, die momenteel ook al overstroomt bij hevige regenval, iets frequenter zal overstromen.

Bij een bemaling (zonder retourbemaling) kan het lozen van het bemalingswater in de Eivoordebeek leiden tot wateroverlast en een afname van structuurkwaliteit. Het lozen van het bemalingswater in de dokken of het Boudewijnkanaal zal geen significante effecten veroorzaken.

Als gevolg van de inzet van zware machines in de aanlegfase zijn calamiteiten zoals het accidenteel lozen van olie in het oppervlaktewater mogelijk. Het is eveneens mogelijk dat verontreiniging die aanwezig is in het bouwdok verspreid wordt bij het onder water zetten van de bouwput.

Door het verharderen van de huidige oostelijke oever van het Boudewijnkanaal tijdens de tussenfase van het bouwdok, zal de structuurkwaliteit hier plaatselijk verminderen. Na het beëindigen van de werken wordt deze oostelijke oever verwijderd worden en de oostelijke oever van het verbrede Boudewijnkanaal bestaan uit een afgewerkte kaaimuur. Het afgraven van de noordelijke wand van het bouwdok is inzake structuurkwaliteit verwaarloosbaar.

In zuidoostelijke richting reikt de bemalingskegel zonder retourbemaling van de bemaling van het bouwdok tot in de noordelijke rand van de Dudzeelse polder en bestaat de kans dat de zilte kwel afneemt, waardoor een verschuiving in het voorkomend vegetatietype (zilte graslanden) kan verwacht worden. De voorkomende vegetaties in de noordrand van de Dudzeelse polder zijn afhankelijk van zilte kwel. Tijdens het bemalen van het bouwdok dient bijgevolg retourbemaling toegepast worden om de verlaging van het grondwater in het noordelijk deel van de Dudzeelse polder tegen te gaan.

Gezien de complexiteit zal het zeker van belang zijn de grondwaterstand op zijn minst tijdens de volledige duur van de tussenfase (aanleg en exploitatie van het bouwdok) te monitoren ter hoogte van de noordelijke zone van de Dudzeelse polder. Het best kan hier reeds mee gestart worden voor de aanvang van de werken. Indien er te grote schommelingen in de grondwaterstand of in de zoet-zoutverdeling zouden optreden dienen bijgevolg bijkomende maatregelen genomen te worden (vb. aanpassen van het aantal retourputten of het debiet ervan, graven van drainerende sloten naast bergingslocatie 1,...)

Er worden door uitvoering van het project geen significante effecten op het drinkwater verwacht.

13 Verklarende woordenlijst en afkortingen

Alternatief	Een andere keuzemogelijkheid, beantwoordend aan de doelstelling van het plan, omvattende: beleids-, locatie- en uitvoeringsalternatief
AWV	Agentschap Wegen en Verkeer
Bemaling	Afpomping van water om het grondwaterniveau plaatselijk te verlagen zodat werken in droge grond kunnen uitgevoerd worden
Bodemprofiel	Verticale bodemdoorsnede waarin de opbouw en de ontwikkeling van de bodem waarneembaar is
Bodemverdichting	Samenpersen en dichter maken van de bodem
BPA	Bijzonder Plan van Aanleg
BS	Belgisch Staatsblad
CO/CO₂	Koolstofmonoxide/koolstofdioxide
Discipline	Milieu-aspect dat in het kader van milieu-effectrapportage onderzocht wordt, door de regelgeving vastgelegd als de disciplines 'mens', 'fauna en flora', 'bodem', 'water', 'lucht', 'licht, warmte en straling', 'geluid en trillingen', 'klimaat', monumenten en landschappen en materiële goederen'
Emissie	Uitstoot van stoffen in de omgevingslucht
Geplande situatie	Toestand van het studiegebied tijdens en na de uitvoering van het plan
Grondwaterkwetsbaarheid	De grondwaterkwetsbaarheid van een gebied is een code die het risico op verontreiniging van het grondwater in de bovenste watervoerende laag aangeeft (bron: dov)
Immissie	De wijziging van de aanwezigheid van verontreinigingsfactoren in atmosfeer, bodem of water rond één of meer bronnen van verontreiniging ten gevolge van emissie uit deze bron(nen)
Integraal waterbeleid	Het beleid gericht op het gecoördineerd en geïntegreerd ontwikkelen, beheeren en herstellen van watersystemen met het oog op het bereiken van de randvoorwaarden die nodig zijn voor het behoud van dit watersysteem als zodanig, en met het oog op het multifunctionele gebruik, waarbij de behoeften van de huidige en komende generaties in rekening wordt gebracht
MB	Ministerieel besluit
MER	Milieueffectrapport (het rapport): milieueffectrapport over (in dit geval) een project: een openbaar document waarin, van een voorgenomen project en van de redelijkerwijze in beschouwing te nemen alternatieven, de te verwachten gevolgen voor mens en milieu in hun onderlinge samenhang op een systematische en wetenschappelijk verantwoorde wijze worden geanalyseerd en geëvalueerd, en aangegeven wordt op welke wijze de aanzienlijke milieueffecten vermeden, beperkt, verholpen of gecompenseerd kunnen worden (bron: mer-decreet van 18/12/2002)
m.e.r.	Milieueffectrapportage (het proces): de procedure die al dan niet leidt tot het opstellen en goedkeuren van een milieueffectrapport

	over een voorgenomen actie en in voorkomend geval tot het gebruik ervan als hulpmiddel bij de besluitvorming omtrent deze actie (bron: mer-decreet van 18/12/2002)
MER-deskundige	Natuurlijke of rechtspersonen door de Vlaamse minister bevoegd voor het leefmilieu als deskundige voor het opstellen van een milieu-effectrapport in een of meerdere disciplines 'mens', 'fauna en flora', 'bodem', 'water', 'lucht', 'licht, warmte en straling', 'geluid en trillingen', 'klimaat' en 'monumenten en landschappen en materiële goederen in het algemeen'
Milderende maatregel	Maatregelen die voorgesteld worden om nadelige milieueffecten van het plan te vermijden, te beperken en zoveel mogelijk te verhelpen
m-mv	Meter onder het maaiveld
Ontwikkelingsscenario	Beschrijft de evolutie van het studiegebied in de toekomst, rekening houdend met de autonome evolutie van het gebied en met de evolutie onder invloed van plannen en beleidsopties
NOx	Stikstofoxiden
Referentiesituatie	De toestand van het studiegebied, waarnaar gerefereerd wordt in functie van de effectvoorspelling, omvattende : de huidige, gewijzigde en de wenselijke situatie
Relict	Een relict is een overblijfsel uit vroegere tijd dat nog getuigt van de toestand die toenmaals was. Met betrekking tot landschappen kunnen relicten zeer divers in aard zijn en getuigen in vele gevallen van een wordingsgeschiedenis. In wezen zijn dit punt-, lijn- en vlakvormige relicten
Rooien	Het verwijderen van bomen en houtachtige gewassen met inbegrip van hun wortelstelsel
RSV	Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen
RUP	Ruimtelijk Uitvoeringsplan
Sondering	Een sondering is een proef waarbij een reeks sondeerbuizen, onderaan voorzien van een sondeerpunt, langzaam en gelijkmatig in de grond wordt gedrukt en waarbij met bepaalde diepte- of tijdsintervallen, de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en/of de totale indringingsweerstand worden gemeten. Met de elektrische conus kan ook de waterspanning in de grond rond de conus worden vastgesteld. De statische discontinue sondering wordt uitgevoerd met de mechanische conus (CPT-M) en de statische continue sondering wordt uitgevoerd met de elektrische conus (CPT-E of piëzoconus (CPT-U) (bron: dov)
Studiegebied	Het gebied dat bestudeerd wordt in functie van het vaststellen van de milieu-effecten en afhankelijk is van de invloedssfeer van de milieueffecten
TAW	Tweede Algemene Waterpassing (referentieniveau voor de hoogtebepaling)
VRI	VerkeersRegelInstallatie = lichtengeregeld kruispunt

Watertoets

Met de “watertoets” gaat de overheid na of een ingreep schade kan veroorzaken aan het watersysteem. Het watersysteem is het geheel van alle oppervlaktewater (gaande van water dat een helling afstroomt tot de rivieren), het grondwater en de natuur die daarbij hoort

DEEL 2 BIJLAGEN

bijlage 1: kaartenbundel

bijlage 2: inrichtingsplannen

bijlage 3: nota eindrapport geohydrologie

bijlage 4: nota riolering en afwatering bouwdok

bijlage 5: ontwerpnota bouwdok taluds

bijlage 6: nota opties passeren tijdelijke brug

bijlage 7: nota geohydrologische vragen tbv project-MER

bijlage 8: nota Oeverbescherming Bouwdok Zeebrugge

bijlage 9: bemalingsstudie

bijlage 10: natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge jaarrapport 2014 – 2015

bijlage 11: ontwerp kaaimuur

bijlage 12: langdurige bemaling

bijlage 13: Passende Beoordeling

bijlage 14: niet-technische samenvatting

Bijlage 1 Kaartenbundel

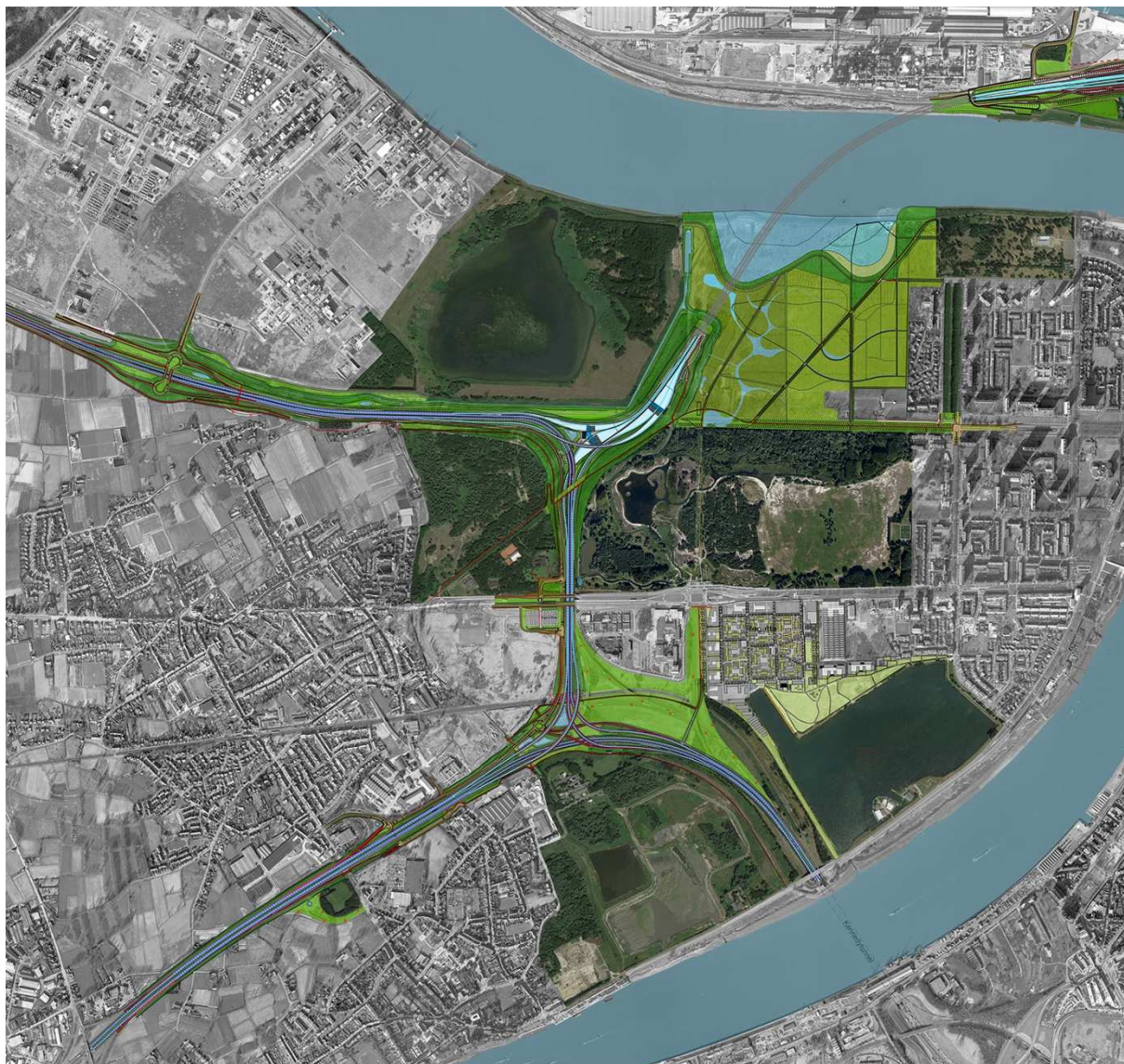
Kaart 1	Situering van het projectgebied
Kaart 2-1	Situering van het projectgebied op het gewestplan
Kaart 2-2	Situering van het projectgebied t.o.v. n RUP's
Kaart 3	Situering van het projectgebied op de bodemkaart
Kaart 4	Situering van het projectgebied t.o.v. waterlopen, VMM-meetpunten en overstromingsgevoelige gebieden
Kaart 5	Situering van het projectgebied op de BWK en t.o.v. beschermde natuurgebieden
Kaart 6	Situering van het projectgebied t.o.v. landschapsatlas, bouwkundig erfgoed, beschermd erfgoed


Bijlage 2 Inrichtingsplannen

Bijlage 3 Nota “eindrapport geohydrologie”

Eindrapport Geohydrologie

Bouwdok



Verificatie			
Auteur	Verificatie	Autorisatie ATLAS	Autorisatie BAM NV
D. Brakenhoff	C. Loeber	J. van de Velde 	G. Osselaer

Identificatie Document	
THV ATLAS	BAM NV
OWL3-ATL-RAP-006-VO-Eindrapport Geohydrologie-2-ECO	

Distributielijst

Aantal	Functie	Contactpersoon
1	Projectmanager	J. van de Velde
1	Contractmanager	M. Van Put
1	Procesmanager	J. Pieters
1	Disciplineleider Geohydrologie	T.H. van Wee
1	Documentbeheer	P. De Paep

Derden

Aantal	Bedrijf/functie	Contactpersoon
3	BAM - Projectmanager	G. Osselaer
1	BAM - Projectleider	P-C. De Cordier

Revisiebeheer

Versie	Datum	Belangrijkste wijzigingen
1-ECO	05-10-2015	1 ^e concept
2-ECO	26-11-2015	2 ^{de} concept

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Doel van dit document	5
1.2	Leeswijzer	5
1.3	Referenties	5
2	Gebiedsbeschrijving	7
2.1	Bodemopbouw	7
2.2	Maaiveldhoogte	9
2.3	Grondwaterstand en stijghoogte	10
2.4	Oppervlaktewater	11
2.5	Landgebruik	11
3	Uitgangspunten	13
3.1	Klanteisen	13
3.2	Ontwerp bouwdok	13
3.2.1	Diepteligging bouwdok en bemalingspeil	14
3.2.2	Diepteligging en kenmerken damwanden	15
3.2.3	Ontwerp van de bemaling	16
3.3	Modelinstrumentarium	17
4	Maatgevende grondwaterstanden	19
4.1	Uitgangspunten bouwputmodel	19
4.2	Bouwputmodel	20
4.3	Resultaten	22
4.3.1	Huidige situatie	22
4.3.2	Bouwdok	23
4.3.3	Bouwdok met retourbemaling	24
4.3.4	Grondwaterstanden en stijghoogtes langs damwanden	24
4.3.5	Milderende maatregelen	25
5	Effectmodel	26
5.1	Uitgangspunten	26
5.2	Resultaten	27
5.2.1	Huidige situatie	27
5.2.2	Bouwdok	28
5.2.3	Bouwdok met retourbemaling	31
5.3	Doorsnedes	34
6	Aanbevelingen voor DO-fase	37

BIJLAGE I	Peilbuisgegevens	38
-----------	------------------------	----

1 Inleiding

Voor de bouw van tunnelementen voor de Scheldetunnel is een tijdelijk bouwdok voorzien in de achterhaven van Zeebrugge. Langs het Boudewijnkanaal is een locatie gekozen die in de toekomst ruimte zal bieden aan de verbreding van het kanaal en de aanleg van nieuwe havenfaciliteiten. De tunnelementen voor de Scheldetunnel worden geconstrueerd in een tijdelijk bouwdok. Een bemaling is vereist om het werk in den droge te kunnen uitvoeren. De aanwezigheid van het bouwdok en de bemaling zal de grondwaterstanden en stijghoogtes lokaal beïnvloeden. Dit rapport gaat in op de geohydrologische effecten van het toekomstige bouwdok. Hier wordt gekeken naar de optredende grondwaterstanden en de effecten van de bemaling op de omgeving.

1.1 Doel van dit document

Dit document is het geohydrologische eindrapport voor het voorontwerp van het bouwdok te Zeebrugge. Hierin wordt de huidige geohydrologische situatie rondom het bouwdok beschouwd en worden de verwachte effecten tijdens de gebruiksfase van het bouwdok gepresenteerd. Bestaande gegevens zijn geanalyseerd om geohydrologisch inzicht te verkrijgen van de omgeving rondom de projectlocatie. De verwachte effecten op de omgeving met betrekking tot zowel grondwaterstanden en de zoet-zout verdeling zijn berekend met het model van de Universiteit van Gent, verder genoemd het 'effectmodel'. Ter ondersteuning van het geotechnische ontwerp van de damwanden van het bouwdok is een eenvoudig model gecreëerd om inzicht te verkrijgen in de maatgevende grondwaterstanden en stijghoogtes, verder genoemd het 'bouwputmodel'

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de omgeving rondom de toekomstige projectlocatie beschreven vanuit geohydrologisch oogpunt. In hoofdstuk 3 worden de algemene uitgangspunten, zoals het ontwerp van het bouwdok en de eisen met betrekking tot afgeleide effecten omschreven. In hoofdstuk 4 wordt een analyse gepresenteerd van de maatgevende grondwaterstanden ten behoeve van het ontwerp van de geotechnische constructies (damwanden en/of diepwanden). In hoofdstuk 5 worden de verwachte effecten van het bouwdok op de omgeving beschouwd en het effect van een mogelijk milderende maatregel gepresenteerd. In hoofdstuk 6 worden aanbevelingen en aandachtspunten voor de definitieve ontwerpfase (DO-fase) gegeven.

1.3 Referenties

Ref.nr	Doc.code	Doc.titel	Revisie & Status	Datum
Ref. 1		Verslag Bouwdok Boudewijnkanaal te Zeebrugge: grondwatermodel		augustus 2012
Ref. 2	OWL3-ATL-RAP-002	Plan van Aanpak aanvullende veldonderzoek bouwdok	ECO-1	14 augustus 2015
Ref. 3		Project-MER "Bouwdok Scheldetunnel Oosterweelverbinding" kennisgeving		april 2015
Ref. 4.	ST-12/015	Studienota betreffende de grondlagenopbouw van de rechteroever van het Boudewijnkanaal in Zeebrugge voor de mogelijke bouw van een bouwdok voor de tunnelementen van de		12 maart 2012

OWL3-ATL-RAP-006-VO-Eindrapport Geohydrologie-2-ECO

		Oosterweelverbinding		
Ref. 5	GEO-10/139	Verslag over de resultaten van de sonderingen uitgevoerd voor de aanleg van een nieuwe zeesluis te Brugge (Zeebrugge)		6 februari 2013
Ref. 6		Databank Ondergrond Vlaanderen		geraadpleegd op 14 augustus 2015
Ref. 7	OWL3-ATL-NOT-001	Ontwerp tijdelijke damwand en diepwand	ECO-1	3 augustus 2015
Ref. 8		AGIV, Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen I, raster, 5m		16 februari 2003
Ref. 9		Natura 2000 gebieden (kaart) European Environment Agency		2014-2015
Ref. 10	GEO-10/140	Verslag over de resultaten van de sonderingen uitgevoerd voor de aanleg van een nieuwe zeesluis te Brugge (Zeebrugge)		2014-2015
Ref. 11	OWL3-ATL-TEK-005	Bouwdok configuratie 2	1-ECO	30 september 2015
Ref. 12	OWL3-ATL-RAP-008	Riolering en afwatering	1-ECO	13 november 2015

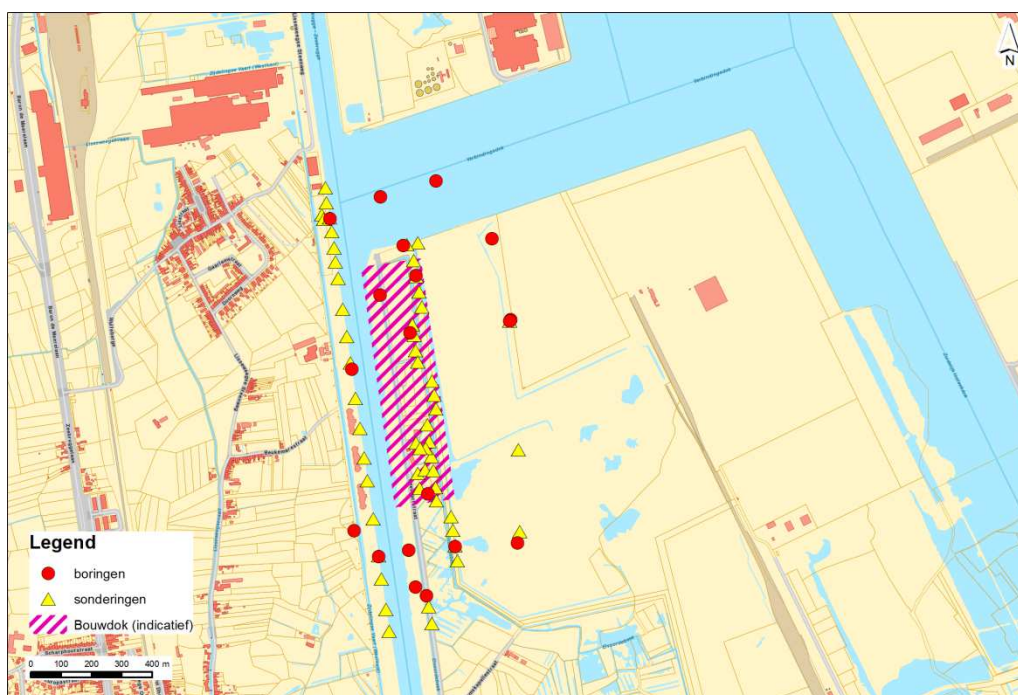
Tabel 1. Referenties

2 Gebiedsbeschrijving

In dit hoofdstuk wordt de huidige situatie bij de toekomstige projectlocatie beschouwd. Er wordt gekeken naar de bodemopbouw, de ligging van het maaiveld, beschikbare metingen van de grondwaterstand en stijghoogte, het oppervlaktewater en het landgebruik.

2.1 Bodemopbouw

De bodemopbouw is geschematiseerd op basis van data van de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) en uitgevoerde boringen en sonderingen [ref 4] en [ref 5].



Figuur 1 Beschouwde boringen en sonderingen [ref. 5][ref. 6]

Op basis van beschouwde boringen en sonderingen is de volgende schatting van de bodemopbouw gedefinieerd. De bodemopbouw is samen met een van de beschouwde sonderingen weergegeven.

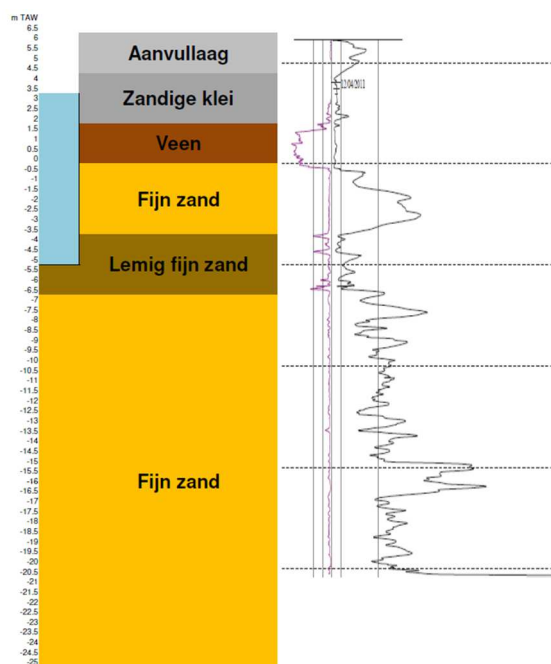
van (m TAW)	tot (m TAW)	lithologie	geohydrologische omschrijving	codering geotechniek**
6	4.5	aangevulde grondlaag	deklaag	A
4.5	2	zandige klei	deklaag	B
2	0	matig vast veen	deklaag	C
0	-4	fijn zand	1 ^{ste} watervoerende laag	D
-4	-6	lemig fijn zand	1 ^{ste} scheidende laag	E
-6	-6.5	leem (niet opgenomen in drsn)	1 ^{ste} scheidende laag	F
-6.5	-20	fijn zand	2 ^{de} watervoerende laag	G
-20	-20.5*	fijn zand	2 ^{de} watervoerende laag	H

Tabel 2 - Schatting bodemopbouw ter plaatse van bouwdok

* (einde sondering)

** codering gebruikt in geotechnische rapporten [ref. 7]

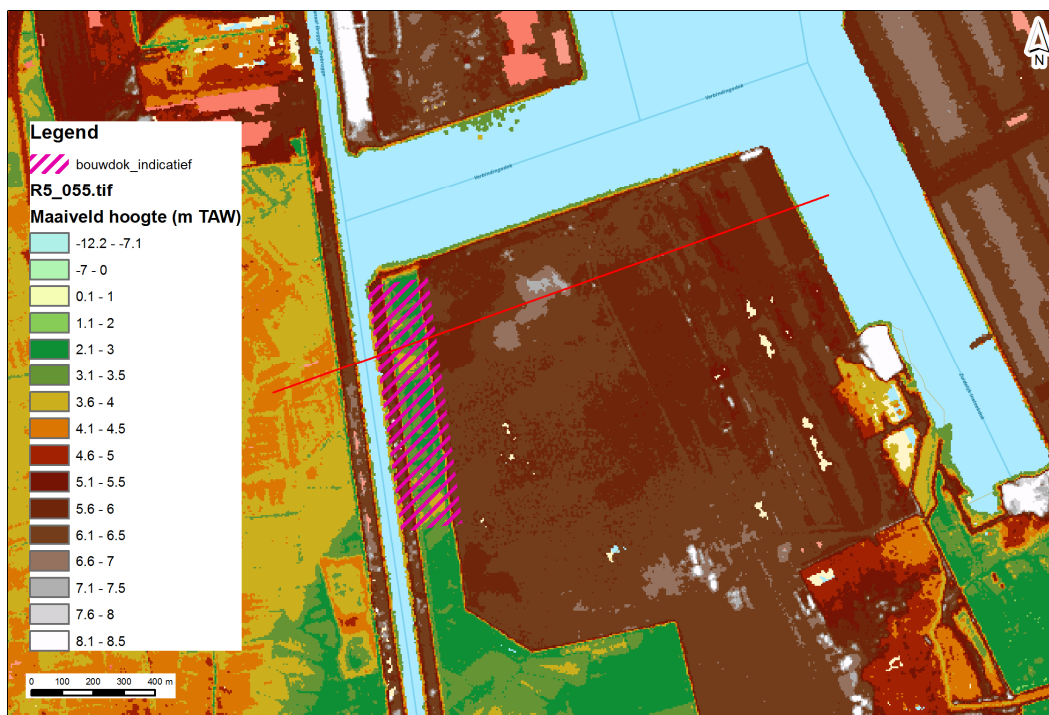
In Figuur 2 is deze bodemopbouw schematisch weergegeven.



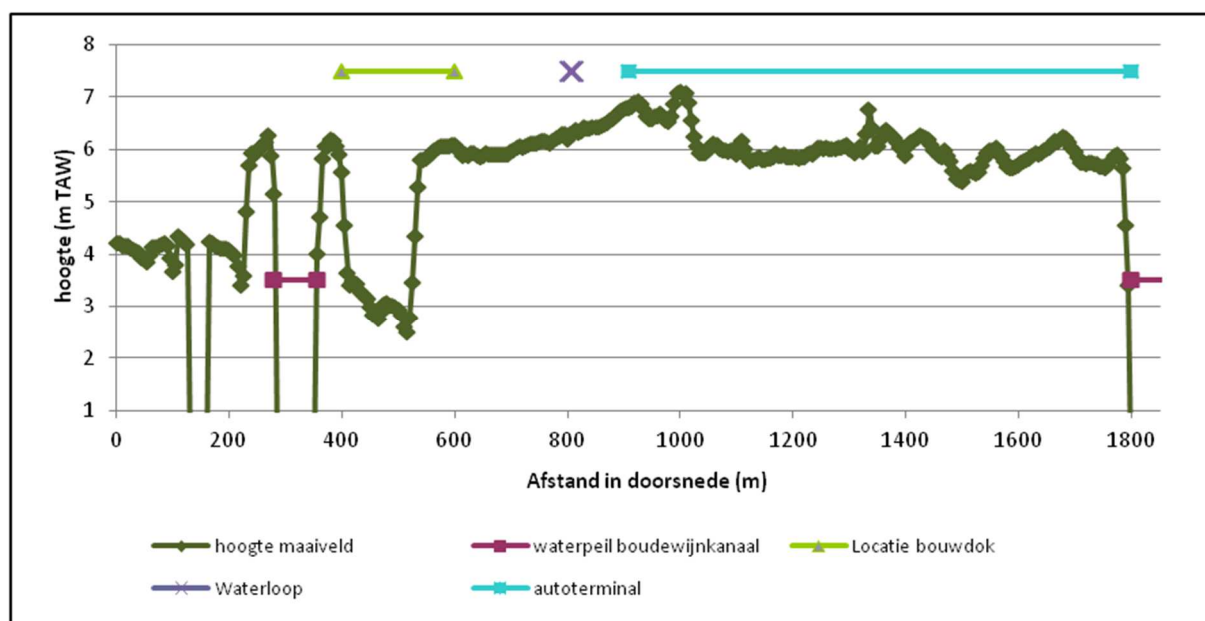
Figuur 2 Schematische bodemopbouw op locatie toekomstige bouwdok met sondering S48.

2.2 Maaiveldhoogte

In Figuur 3 is een hoogtekarte opgenomen en in Figuur 4 is een langspanprofiel van de maaiveldhoogte weergegeven. De ligging van het toekomstige bouwdok is indicatief weergegeven. Er is een laaggelegen deel aanwezig binnen het projectgebied.



Figuur 3 Hoogteligging maaiveld [ref 8]



Figuur 4 Langspanprofiel maaiveld [ref 8]

2.3 Grondwaterstand en stijghoogte

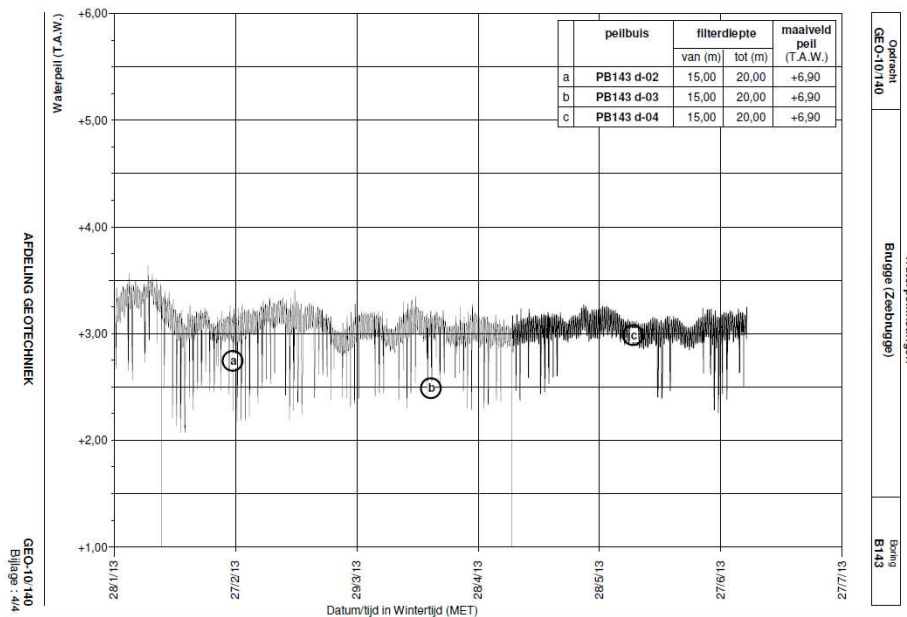
Om een inzicht te verkrijgen in de optredende grondwaterstanden en stijghoogtes zijn peilbuisgegevens beschouwd verkregen via de DOV [ref 6] en nabijgelegen geotechnisch onderzoek [ref 10]. De peilbuizen uit de DOV zijn weergegeven op Figuur 5.



Figuur 5 Locaties peilbuizen nabij het bouwdoek

In BIJLAGE I zijn alle meetreeksen van de beschouwde peilbuizen opgenomen. Het aantal metingen in de peilbuizen uit de DOV is ca. 2 per jaar. De hoogst gemeten waarde van de grondwaterstand is TAW +3.4 m op meer dan 1 km van de projectlocatie.

De peilbuizen uit het uit onderzoek voor de nabijgelegen zeesluis [ref 10] liggen vlak bij elkaar op ca. 2 km vanaf de projectlocatie. Op deze locatie is zowel de freatische grondwaterstand als de stijghoogte gemeten. De freatische grondwaterstand is beperkt relevant voor de projectlocatie vanwege lokale verschillen in bodemopbouw en de omgeving. De stijghoogte toont minder lokale verschillen en is wel beschouwd. De stijghoogte in peilbuis 143 is weergegeven in Figuur 6. De gemiddelde waarde ligt iets boven TAW +3 m.



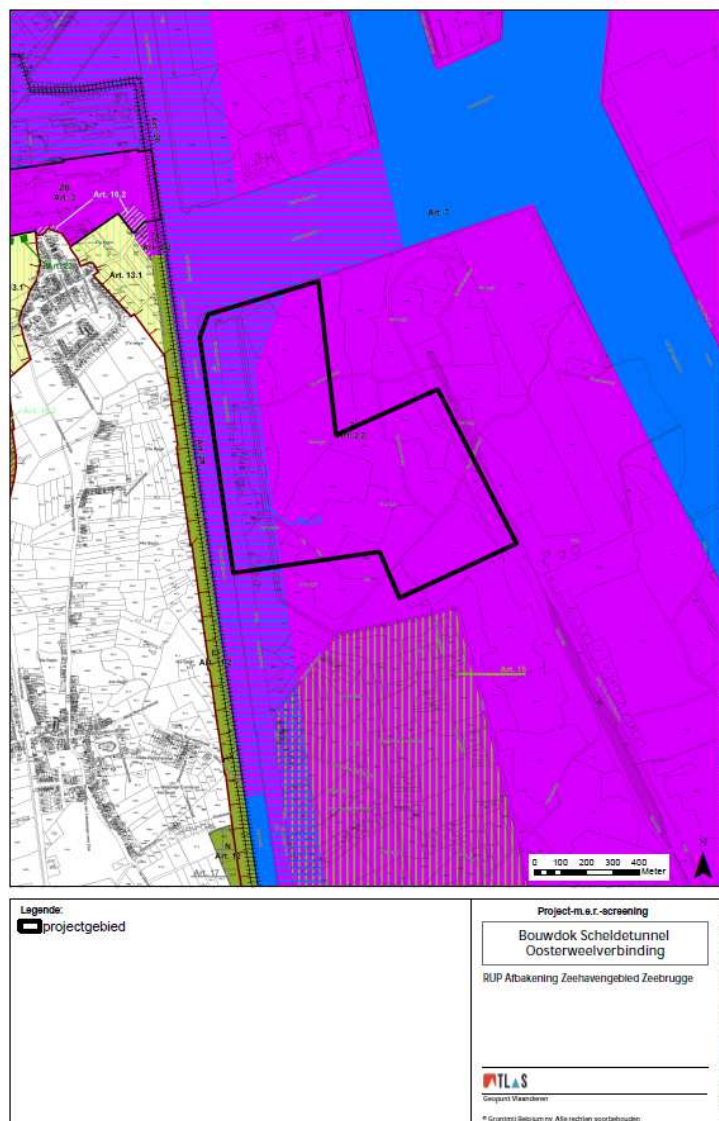
Figuur 6. Stijghoogte gemeten in peilbuis PB143 op 2 km ten noorden van de projectlocatie.

2.4 Oppervlaktewater

Het oppervlakte water in het gebied rondom het bouwdok is weergegeven in Figuur 5. Het normaal waterpeil in het Boudewijnkanaal ten westen van het bouwdok en het Verbindingsdok is TAW +3.5 m. De minimale en maximale waterstanden zijn TAW +3,3 m en TAW +3,7 m, respectievelijk.

2.5 Landgebruik

Ten zuiden van de projectlocatie bevindt zich de Dudzeelse polder, een beschermd natuurgebied. Het natuurgebied bevindt zich in een laaggelegen deel waarbij het maaiveld op ca. ca. TAW +3 m ligt. Er is sprake van een kwelsituatie vanuit het nabij gelegen oppervlaktewater. De grondwaterstanden en kwelsituatie mogen niet nadelig beïnvloed worden door aanwezigheid van het bouwdok.



Figuur 7. Locatie beschermd natuurgebied Dudzeelse Polder (weergegeven met groene arcering).

3 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten met betrekking tot de klanteisen, het ontwerp van het bouwdok, en de grondwatermodellering gepresenteerd.

3.1 Klanteisen

Er zijn geen vastgelegde klanteisen voor het bouwdok. Er is een klanteis mondeling gecommuniceerd die nog geen formele status heeft verkregen. Voorgesteld wordt om de omschreven klanteis op te splitsen in twee klanteisen. Een heeft betrekking op de grondwaterstanden en stijghoogtes en de ander op de grondwaterkwaliteit.

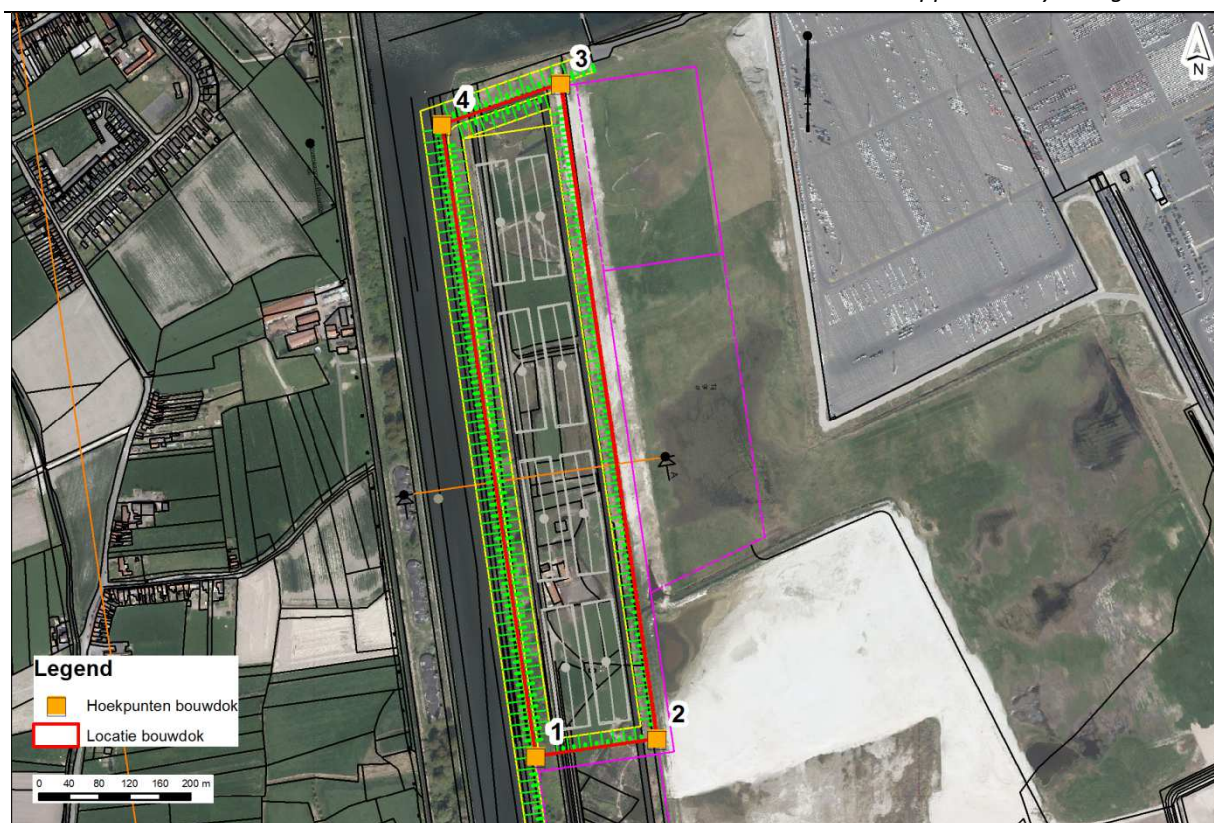
Omschrijving klanteis	Voorstel klanteis
Het natuurgebied in de Dudzeelsepolder mag niet nadelig beïnvloed worden door de aanwezigheid van het Bouwdok	De grondwaterstand en stijghoogte ter plaatse van de Dudzeelse polder mogen niet nadelig beïnvloed worden ten behoeve van de natuur functie in deze polder. ¹
	Er moet een zoute kwelsituatie blijven bestaan ter plaatse van het natuurgebied.

3.2 Ontwerp bouwdok

De ligging van het bouwdok is weergegeven in Figuur 8. Deze locatie is gekozen om in de toekomst ruimte te bieden voor de verbreding van het kanaal en de aanleg van nieuwe havenfaciliteiten. De afmetingen van het bouwdok zijn:

- Breedte: 163 m
- Lengte: 845 m

¹ Aan de hand van de aanwezige vegetatie moet bepaald worden wat de range is waartussen de grondwaterstand mag variëren zonder dat de flora in het natuurgebied daaronder lijdt. Dit bepaald wat er verstaan wordt onder een nadelige invloed en zal in overleg met een ecooloog nader bepaald worden in de DO-fase van het project.



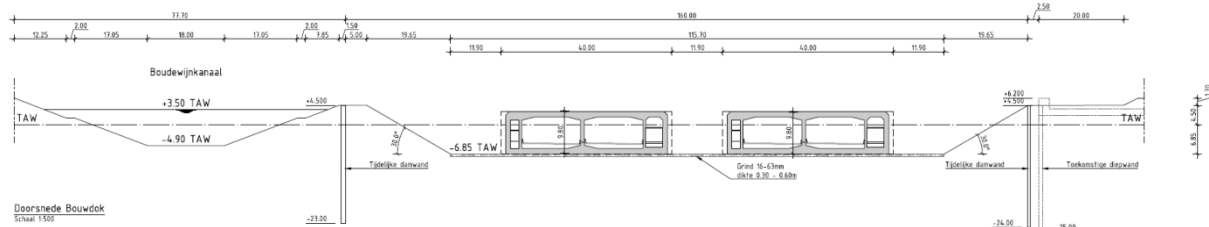
Figuur 8. Locatie bouwdoek

3.2.1 Diepteligging bouwdoek en bemalingspeil

Een doorsnede van het bouwdoek is weergegeven in Figuur 9. Ten opzichte van een eerder ontwerp is de werfvoet 0.1 m lager komen te liggen op TAW - 6.85 m. In dit rapport is uitgegaan van een eerder ontwerp met een werfvoet op TAW - 6.75 m. Voor de geohydrologische modellering is een dieper ontgraving niveau een ongunstigere situatie echter is de extra verlaging ten opzichte van de totale verlaging van de grondwaterstand beperkt. Er worden dus geen significante verschillen verwacht in het debiet van de bemaling of in de afgeleide effecten.

De werfvoet bestaat uit een laag grind van 0.3 tot 0.6 m dikte (om vastzuigen van de tunnelementen bij opdrijven te voorkomen). De bemalingputten zullen onder deze laag aangebracht worden. De gewenste grondwaterstand wordt aangenomen op ca. 0.15 m onder de onderzijde van de grindlaag. Uitgaande van een diepte van de werfvoet op TAW -6.75 m ligt het bemalingspeil op TAW - 7.5 m.

Door middel van bemalingputten onder de grindlaag in het bouwdoek wordt een verlaging gerealiseerd tot TAW - 7.5 m.



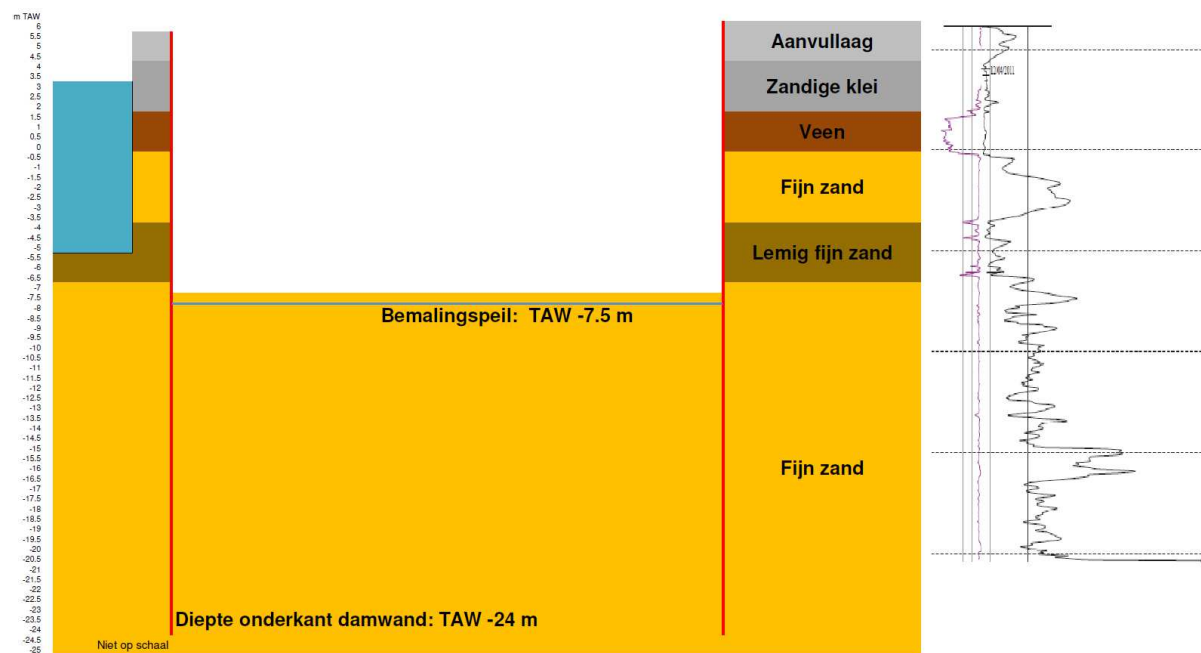
Figuur 9. Doorsnede bouwdok [ref 11]

3.2.2 Diepteligging en kenmerken damwanden

Er zijn twee mogelijke ontwerpen gedefinieerd voor het bouwdok. In het eerste ontwerp worden aan alle zijdes tijdelijke damwanden geplaatst terwijl in het andere ontwerp de oostelijke kerende constructie wordt uitgevoerd als diepwand. Vanuit geohydrologisch oogpunt verschillen de constructies niet en wordt uitgegaan van de minst gunstige situatie. Dit is de situatie waarbij damwanden worden toegepast (constructie tot een geringere diepte) aan alle zijden van het bouwdok.

Op basis van een eerder ontwerp van het Bouwdok is aangenomen dat aan alle zijdes van het bouwdok damwanden worden aangebracht met een diepte tot TAW - 24.0 m. Figuur 10 toont schematisch hoe het bouwdok inpast in de lokale bodemopbouw.

In een update van het ontwerp komen de damwanden aan de westzijde van het bouwdok nu tot TAW - 23 m. Er worden geen significante verschillen verwacht op de modelresultaten als gevolg van een geringere damwand diepte langs een zijde van het bouwdok.



Figuur 10 Schematische bodemopbouw bij het bouwdok met sondering S48 [ref. 5]

3.2.3 Ontwerp van de bemaling

Voor de bemaling van het bouwdok worden 12 verticale putten voorgesteld met een filterdiepte tussen de TAW -8 m en TAW -18 m. De putten zijn in twee 'kolommen' gerangschikt, met een onderlinge afstand van ca. 100 m, zodat er vanaf noord naar zuid om de 150 m een rij van twee putten ligt. De invloedstraal van een put is geschat op ca. 75 m. Hiermee kan het grondwaterpeil binnen het bouwdok onder de TAW -7.5 m gehouden worden. Optimalisatie van de bemaling wordt in de DO-fase verder uitgevoerd.

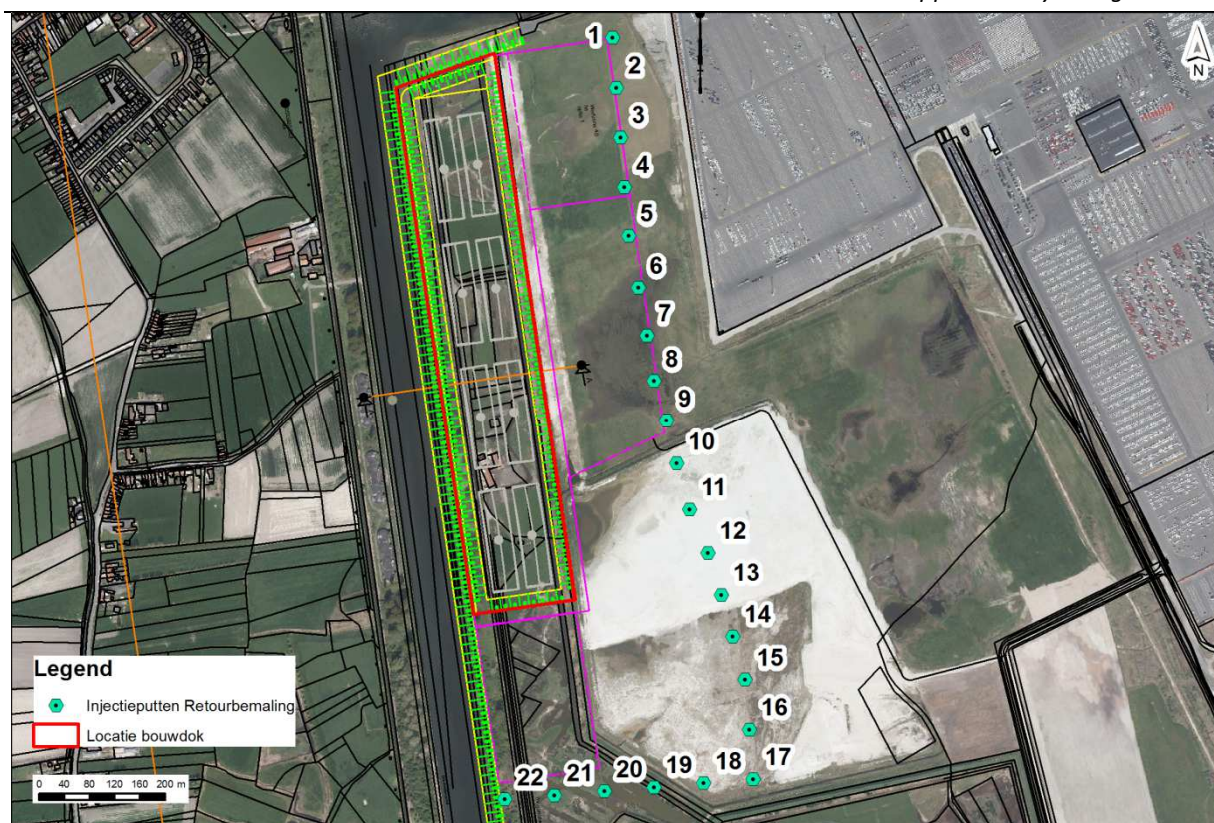
In het bouwdok wordt ook drainage voorzien voor de afvoer van hemelwater [ref 13]. De onderkant van de collectorleidingen en pompputten komen dieper te liggen dan het beoogde bemalingspeil van TAW -7.6 m. De aanleg van het hemelwater drainagesysteem moet in den droge uitgevoerd worden. In de Definitieve Ontwerpfase wordt de mogelijkheid onderzocht om de grondwaterbemaling in te zetten om de vereiste verlaging te bereiken voor deze werkzaamheden. Deze drainage staat los van grondwaterbemaling en is niet opgenomen in de toegepaste grondwatermodellen.

Retourbemaling

De grondwaterstand mag in het natuurgebied ten zuiden van het bouwdok niet nadelig beïnvloed worden. Om de effecten van de bemaling ter plaatse van het natuurgebied te verminderen wordt mogelijk retourbemaling toegepast. Ten oosten van het bouwdok ligt een autoterminal. Een grote verlaging van de grondwaterstand kan mogelijk ontoelaatbare zettingen tot gevolg hebben. De risico's op zettingen ter plaatse van de autoterminal zijn nog niet uitgebreid onderzocht en worden in de DO fase verder uitgewerkt. In dit rapport wordt uitgegaan dat de verlaging ter plaatse van de autoterminal ook beperkt moet worden met toepassing van retourbemaling.

De toepassing van retourbemaling veroorzaakt een toename in het onttrekkingdebiet. Deze toename wordt grotendeels bepaald door de afstand tussen de injectieputten en het bouwdok. Een grotere afstand (ordegrootte ca. 300 m) heeft daardoor de voorkeur. Door de aanwezigheid van de autoterminal ten oosten van het bouwdok is de ruimte voor het aanbrengen van injectieputten beperkt. Figuur 11 toont de locaties van de injectieputten. Er zijn in totaal 22 injectieputten. In Tabel 3 zijn de coördinaten van de putten opgenomen. Aan de oostzijde zijn de putten nu op de grens van de beoogde werfzone geplaatst. Ten zuiden van het bouwdok is een afstand van ca. 300 m aangehouden.

Het debiet van de retourbemaling wordt 50% van het onttrekkingsdebiet (het debiet dat gepompt moet worden om het bouwdok droog te houden). Dit debiet is iteratief bepaald. Het onttrokken grondwater wordt in dezelfde laag ingebracht als de laag waaruit het onttrokken wordt. De filterdieptes van de injectieputten liggen tussen de TAW -8 m en TAW - 18 m.



Figuur 11. Locatie injectieputten retourbemaling

Injectieput	X (m Lambert)	Y (m Lambert)	Injectieput	X (m Lambert)	Y (m Lambert)
1	69084	222786	12	69265	221976
2	69090	222708	13	69286	221910
3	69096	222629	14	69321	221842
4	69103	222550	15	69324	221775
5	69109	222471	16	69331	221696
6	69124	222391	17	69337	221617
7	69138	222315	18	69258	221611
8	69150	222243	19	69180	221604
9	69169	222180	20	69101	221598
10	69204	222122	21	69022	221592
11	69236	222045	22	68943	221585

Tabel 3. Coördinaten injectieputten

3.3 Modelinstrumentarium

Er zijn twee grondwatermodellen opgesteld. Een 'effectmodel' is opgesteld door de Universiteit van Gent [ref 1] en is eerder toegepast voor de Project-MER [ref 3]. Dit model is gebruikt om de effecten op de omgeving van het bouwdoek in kaart te brengen. Hierbij is gekeken naar zowel de grondwaterstanden en stijghoogtes als de zoet-zoutverdeling.

Een tweede 'bouwputmodel' is opgesteld om inzicht te krijgen in de maatgevende grondwaterstanden nabij het bouwdok. De uitgangspunten die zijn gehanteerd bij beide modellen zijn gepresenteerd in de bijbehorende hoofdstukken.

4 Maatgevende grondwaterstanden

Zowel de freatische grondwaterstand (hierna de grondwaterstand) als de grondwaterdruk in dieper gelegen watervoerende lagen (hierna de stijghoogte) is van belang voor het ontwerp van geotechnische constructies.

De maatgevende grondwaterstand voor het ontwerp van geotechnische constructies is gedefinieerd als de maximaal optredende grondwaterstand met een bepaalde herhalingstijd, bijvoorbeeld $T = 1, 10, 50$, of 100 jaar. De gekozen herhalingstijd wordt bepaald door de verwachte levensduur van constructies. In de bouwfase kan dit een korte periode betreffen, terwijl voor een permanente constructie deze periode veel langer gekozen moet worden. Voor herhalingstijd analyse van optredende extreme grondwaterstanden zijn lange reeksen gegevens benodigd met voldoende metingen per jaar.

Voor analyse van optredende grondwaterstanden, voor bijvoorbeeld effectstudies van nieuwe constructies op de lokale grondwaterstand worden de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) gebruikt (zie kader hieronder).

Bepalen GLG en GHG

De GLG is gedefinieerd als het gemiddelde van de laagst waargenomen 3 grondwaterstanden per jaar, gedurende minimaal 8 jaren. De GHG is dit voor het gemiddelde van de hoogst waargenomen 3 grondwaterstanden per jaar gedurende minimaal 8 jaren.

Maatgevende grondwaterstanden en stijghoogtes worden bepaald met behulp van beschikbare metingen. Om een goede inschatting van de maatgevende grondwaterstanden en stijghoogtes te doen zijn voldoende metingen nodig. Vanwege het geringe aantal metingen kan er geen statistische analyse uitgevoerd worden voor de bepaling van een maatgevende grondwaterstand.

Om tot een conservatieve schatting te komen van de maatgevende grondwaterstanden en stijghoogtes is een indicatief 'bouwputmodel' doorerekend en geanalyseerd om inzicht te verkrijgen in het systeem.

4.1 Uitgangspunten bouwputmodel

Het doel van het model is om inzicht te verkrijgen in het gedrag van grondwater nabij de projectlocatie en een bovengrens af te leiden voor de maatgevende grondwaterstand voor de afleiding van de belasting op de geotechnische constructies. Het model is niet gekalibreerd vanwege de afwezigheid van metingen binnen of in de buurt van het modelgebied. De grondwaterstanden berekend met het model zijn enkel indicatief en vormen een bovengrens voor de maatgevende grondwaterstand.

Bij de grondwatermodellering is uitgegaan van de volgende aspecten:

- Modellering uitgevoerd met eindige verschillen grondwaterstromingvergelijking (MODFLOW).
- Alleen zoutwater in de ondergrond. Met alleen zoutwater wordt de meest ongunstige situatie voor de belasting op de geotechnische constructies berekend. Derhalve zijn alle berekende stijghoogtes, zoutwater stijghoogtes.
- Er wordt uitgegaan van de ontwerpvariant waarbij aan alle zijdes van het bouwdok damwanden worden toegepast. Vanuit geohydrologisch oogpunt zijn beide ontwerpen (omschreven in subparagraaf 3.2.2) vrijwel hetzelfde maar is de variant met damwanden iets ongunstiger.

Voor de damwanden zonder slotafdichting wordt een doorlatendheid van 0.005 m/d aangehouden. Deze waarde is gebaseerd op een grove schatting van het verwachte lekdebiet door de sloten van de damwanden en is een worstcase benadering.

4.2 Bouwputmodel

In deze paragraaf wordt de opbouw van het grondwatermodel ten behoeve van de bepaling van maatgevende grondwaterstanden gepresenteerd. Een groot deel van de gegevens is gebaseerd op het 'effectmodel' van de Universiteit van Gent [ref 1] maar voor de waarden van bepaalde eigenschappen, bijvoorbeeld het oppervlaktewaterpeil, zijn conservatievere schattingen gemaakt om tot een maatgevende grondwaterstand te komen. Hieronder wordt kort omschreven hoe het model is opgebouwd en welke waarden zijn gehanteerd.

Modelgebied

Het modelgebied is bepaald op basis van geschikte natuurlijke randen. Er is besloten dat het nabijgelegen oppervlaktewater voor deze beschouwing als geohydrologische randvoorwaarde dient. In het zuiden is geen natuurlijke rand dus is de rand ver weg gelegd om de invloed van de rand op de berekeningen nabij het bouwdok te minimaliseren.



Figuur 12. Modelgrenzen en dichtstbijzijnde peilbuismetingen.

Modelranden

Het oppervlaktewater, waar aanwezig, is als rand gekozen van het model. Aan westzijde is kanaalpeil als 'constant head' rand opgelegd. Aan de oostzijde is een ondoorlatende rand ingesteld. Deze rand is afgeleid vanuit aanname van het model van de Universiteit van Gent dat grondwaterstroming globaal parallel loopt aan de modelrand. De modelrand in het model van de Universiteit van Gent is gekanteld, maar het effect van de rand is beperkt vanwege de aanwezige watergang dus kan worden volstaan met deze aanname.

Aan de noordzijde is een vast peil gelijk aan kanaalpeil opgegeven. Aan de zuidzijde is de rand dusdanig ver gekozen dat het effect op de verlaging nabij het bouwdok minimaal is. De waarde voor de constante

stijghoogte aan deze rand is gezet op TAW +3 m op basis van peilbuismetingen [ref 10] en de berekende stijghoogtes in het model van de Universiteit van Gent [ref 1].

Bodemopbouw

De bodemopbouw van het model is afgeleid uit de beschouwing van de bodem uit paragraaf 2.1. Tabel 4 geeft de opbouw en diepteligging van de verschillende lagen in het model weer.

modellaag	van (m TAW)	tot (m TAW)	materiaal	kh (m/dag)	kv (m/dag)
1	6	4.5	deklaag, zand, fijn tot matig fijn	5	0.5
2	4.5	2	zandige klei	0.1	0.01
3	2	0	veen	0.01	0.001
4	0	-3.5	matig fijn zand	7	0.7
5	-3.5	-6.5	lemig fijn zand	1	0.1
6	-6.5	-24	fijn zand	2	0.2
7	-24	-60	fijn zand	3	0.3
	-60	-	geohydrologische basis		

Tabel 4. Bodemopbouw grondwatermodel

De doorlatendheid van de verschillende lagen is gebaseerd op omschrijvingen van de grond uit boringen uit de DOV, het geotechnische rapport voor de nabijgelegen zeeluis [ref 10] en het rapport van het grondmodel voor de effectberekeningen voor de project-MER [ref 1]. Voor de verticale doorlatendheid is een factor 0.1 aangehouden.

Oppervlaktewater

Het oppervlaktewaterpeil wordt gecontroleerd en ligt gemiddeld rond TAW + 3.5 m maar kan tot TAW +3.7 m oplopen. Er wordt uitgegaan van een waarde van TAW +3.7 m. Uit het 'effectmodel' zijn alleen de grote waterlopen overgenomen, het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok. Deze snijden de bodem in tot en met modellaag 4, tot TAW -3.5 m. Voor de bodemweerstand is een waarde van 5 dagen aangenomen.

Grondwateraanvulling

De grondwateraanvulling is geschat op 2.5 mm/dag en is vlakdekkend toegepast behalve op het verharde gebied van de autoterminal waar de grondwateraanvulling op 0 mm/dag gezet.

Drainage

Er is drainage ingevoerd op maaiveldhoogte in het gehele modelgebied. De aanname hierbij is dat de aanwezige drainage in het gebied goed functioneert. Grondwaterstanden liggen in de praktijk door de werkelijk aanwezige drainage iets lager (waar geen informatie over bekend is) dus is dit een acceptabele bovengrens voor maatgevende grondwaterstanden. De drainageweerstand is als verwaarloosbaar aangenomen.

Kadeconstructies

De oevers van het Boudewijnkanaal en Verbindingsdok worden als relatief slecht doorlatend beschouwd en zijn ingevoerd door de horizontale doorlatendheid van de modelcellen waar de kade doorheen loopt een waarde van 0.1 m/dag te geven. De kadeconstructies lopen door tot de onderkant van het oppervlaktewater (TAW -3.5 m).

Invoer bouwdok

Het bouwdok is ingevoerd door de modelcellen in modellagen 1 t/m 5 inactief te maken. Daarmee wordt aangenomen dat de damwanden ondoorlatend zijn tot op de ontgravingsdiepte van het bouwdok. Dit een ongunstige situatie voor de stijghoogtes naast het bouwdok. Onder het ontgravingsniveau zijn de damwanden ingevoerd zoals in het effectmodel [ref. 1]. Aan de noord- en westzijde zijn de damwanden als ondoorlatend

beschouwd door toepassing van slotafdichting en aan de oost- en zuidzijde is de doorlatendheid op 0.005 m/d dag gesteld. De wanden lopen door tot in laag 6, of TAW -24 m.

Voor het doel van dit model is de toepassing van vlakdekkende drainage in het bouwdok equivalent aan de toepassing van verticale putten met als voordeel dat het debiet niet iteratief bepaald hoeft te worden. Er is in modellaag 6 binnen het bouwdok drainage met een drainagepeil van TAW -7.5 m ingevoerd.

Retourbemaling

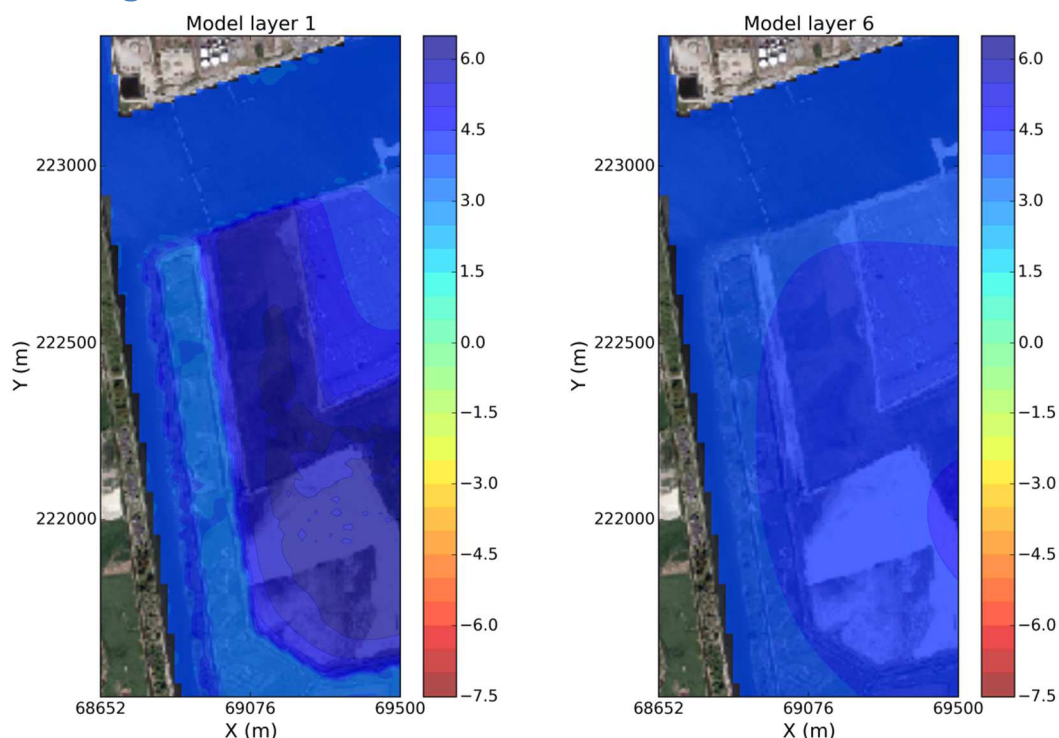
Retourbemalingsputten zijn ingevoerd op de locaties omschreven in paragraaf 3.3.

4.3 Resultaten

In deze paragraaf worden de resultaten van het model gepresenteerd. Het is belangrijk om te vermelden dat het model door de geringe hoeveelheid beschikbare metingen niet gekalibreerd is en enkel een indicatie geeft van het geohydrologische gedrag nabij het bouwdok. Wel is de invoer voor het model conservatief geschat, waardoor het een worstcase situatie betreft. Er wordt geadviseerd om een extra marge bovenop de berekende grondwaterstanden te rekenen ten behoeve van de veiligheid.

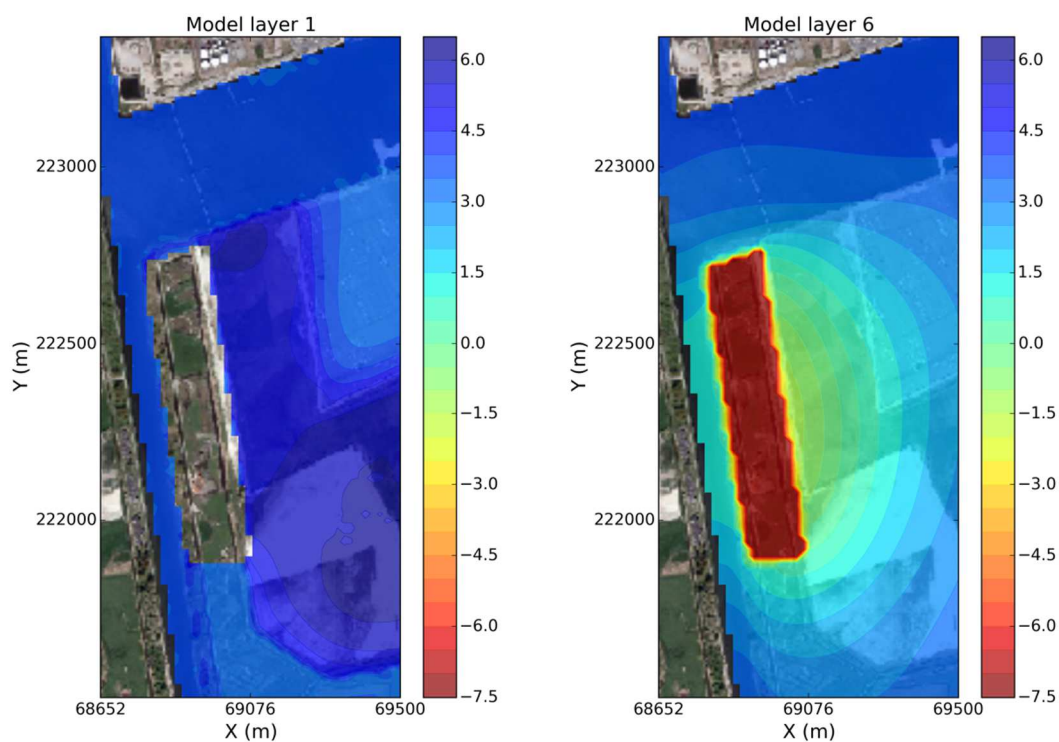
De resultaten zijn weergegeven met contourplaatjes van de grondwaterstand en de stijghoogte voor de verschillende situaties. Let op dat in het grondwatermodel al het grondwater als zout is aangenomen. Dus bij een vertaling van de grondwaterstand of stijghoogte naar een druk moet met de dichtheid van zout water gerekend worden. Voor het geotechnische ontwerp van de damwanden is het meest ongunstige verloop van de stijghoogte met de diepte weergegeven per scenario.

4.3.1 Huidige situatie



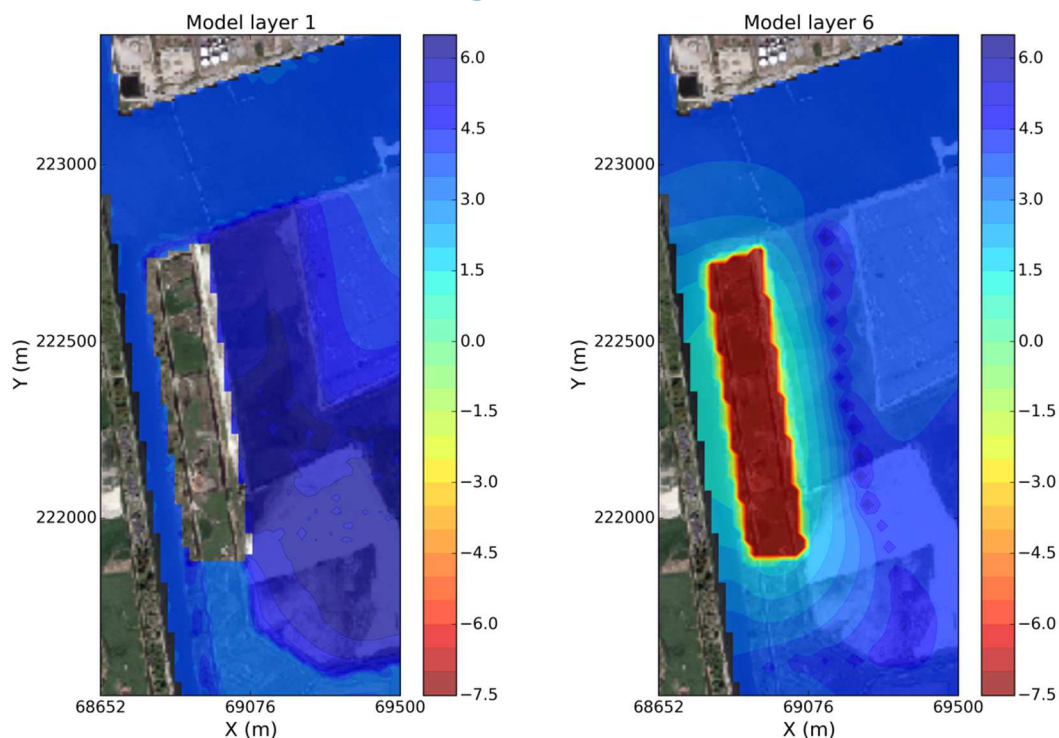
Figuur 13. Grondwaterstand en stijghoogte in de huidige situatie berekend met het 'bouwputmodel'.

4.3.2 Bouwdok



Figuur 14. Grondwaterstand en stijghoogte berekend met het 'bouwputmodel' met bouwdok.

4.3.3 Bouwdok met retourbemaling

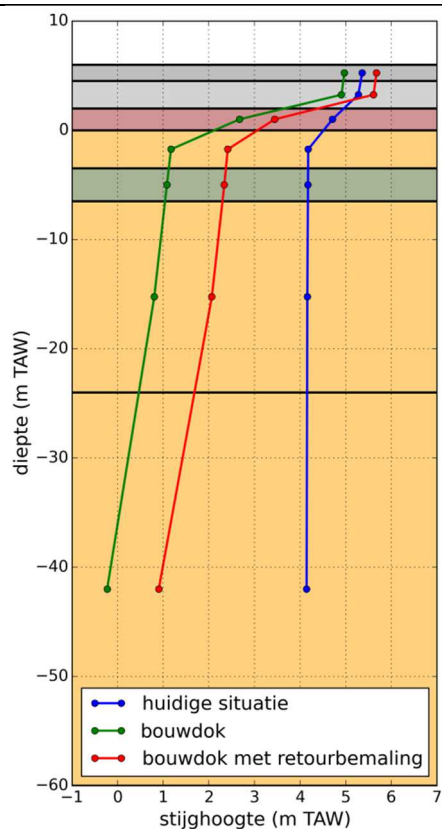


Figuur 15. Grondwaterstand en stijghoogte van de situatie met bouwdok en retourbemaling berekend met het 'bouwputmodel'.

4.3.4 Grondwaterstanden en stijghoogtes langs damwanden

In Figuur 16 staat de meest ongunstige stijghoogte direct naast het bouwdok uitgezet tegen de diepte. Voor de diepte is telkens het midden van de modellagen gebruikt. Voor de stijghoogte is rondom het bouwdok gekeken naar de aangrenzende modelcel met de hoogste waarde in elke laag. Op basis van die waardes is de volgende grafiek voor alle drie de situaties getekend. De stijghoogtes zijn zoutwater stijghoogtes, dus voor omrekenen naar belastingen moet de dichtheid van zout water, van ca. 1020 kg/m³ gebruikt worden.

Het is duidelijk te zien dat de toepassing van retourbemaling een verhoging van de stijghoogtes veroorzaakt in de eerste twee modellagen. De aanwezige bemaling van het bouwdok zorgt voor een verlaging van de stijghoogte in de dieper gelegen lagen (de laag waar ook de bemaling in plaatsvindt).



Figuur 16. Maatgevend verloop van de zoutwaterstijghoogte met de diepte voor de verschillende situaties

4.3.5 Milderende maatregelen

Indien de maatgevende grondwaterstand tot een zeer conservatief ontworpen damwand leidt, kan er gekozen worden om de freatische grondwaterstand lokaal te verlagen door toepassing van afwaterende middelen. Hiermee kan een gewenste grondwaterstand in stand gehouden worden en kunnen de damwanden efficiënter ontworpen worden. Een mogelijke oplossing is het toepassen van grindkoffers.

5 Effectmodel

Voor de milieueffectrapportage voor het bouwdok is een grondwatermodel opgesteld door de Universiteit van Gent [ref 1]. Dit model is opnieuw toegepast met aangepaste randvoorwaarden voor het berekenen van de effecten op de omgeving, met name de effecten op het natuurgebied ten zuiden van het geplande bouwdok, en een indicatie van het debiet van de bemaling.

Voor de opbouw van het model wordt verwezen naar de rapportage “Verslag Bouwdok Boudewijnkanaal te Zeebrugge: grondwatermodel” [ref 1].

5.1 Uitgangspunten

In Figuur 17 is de ligging van het model weergegeven.



Figuur 17 Ligging grondwatermodel Universiteit van Gent [ref.1]

Dit grondwatermodel heeft de volgende eigenschappen:

- Dichtheidsafhankelijke grondwaterstroming (MOCDENS3D, koppeling stoftransport met eindige verschillen grondwaterstromingvergelijking (MODFLOW))
- Gebruikt voor project-MER [ref 3]
- Modelgebied 5.2 x 4.15 km (hoogte x breedte) met een hoek van 67° t.o.v. het noorden over het oosten
- Celgrootte van 50 x 50 m
- 34 lagen met dikte van 1.5 m behalve bovenste laag met variabele dikte tot aan de watertafel
 - Basis bovenste laag = 0,80mTAW
 - Basis model = -48,7mTAW (ondoorlatend)

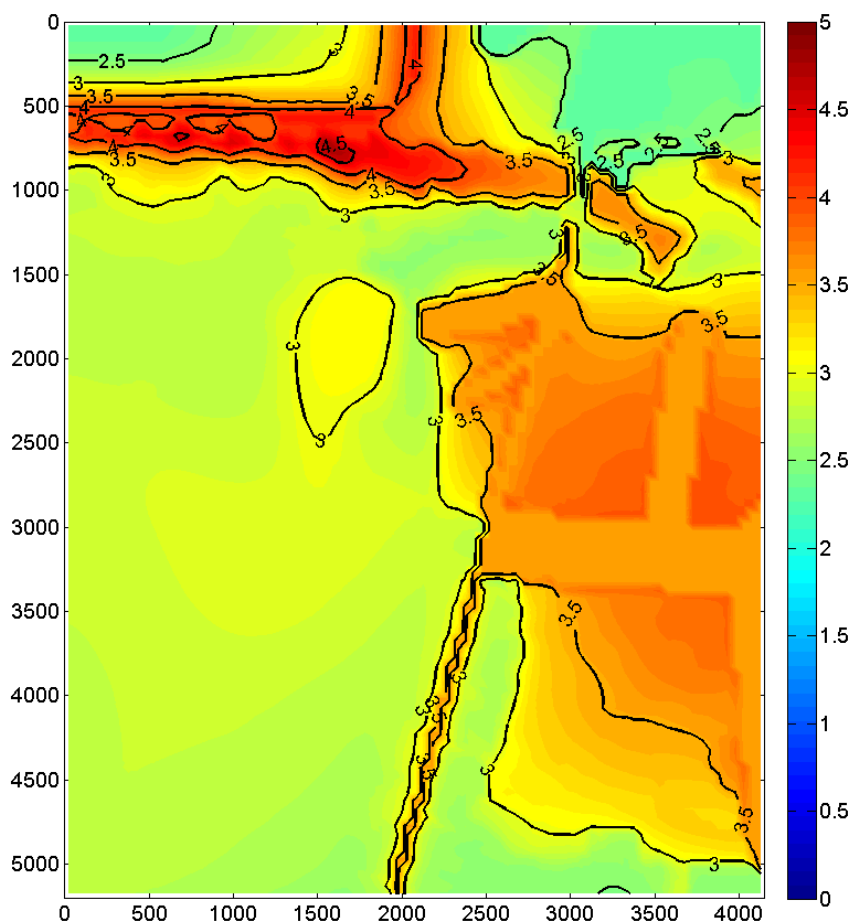
Er wordt uitgegaan van de gemiddelde situatie. Voor de grondwateraanvulling, de zeewaterspiegel en het oppervlaktewaterpeil zijn jaargemiddelde waarden toegepast. Voor het ontwerp van het bouwdok en de retourbemaling is uitgegaan van paragraaf 3.2 en 3.2.3. De doorlatendheid van de damwanden aan de oost- en zuidzijde is geschat op 0.005 m/dag en aan de west- en noordzijde zijn ze als ondoorlatend beschouwd om instroom van oppervlakte water te voorkomen. Er is telkens 1 jaar doorgerekend na aanvang van de randvoorwaarden.

5.2 Resultaten

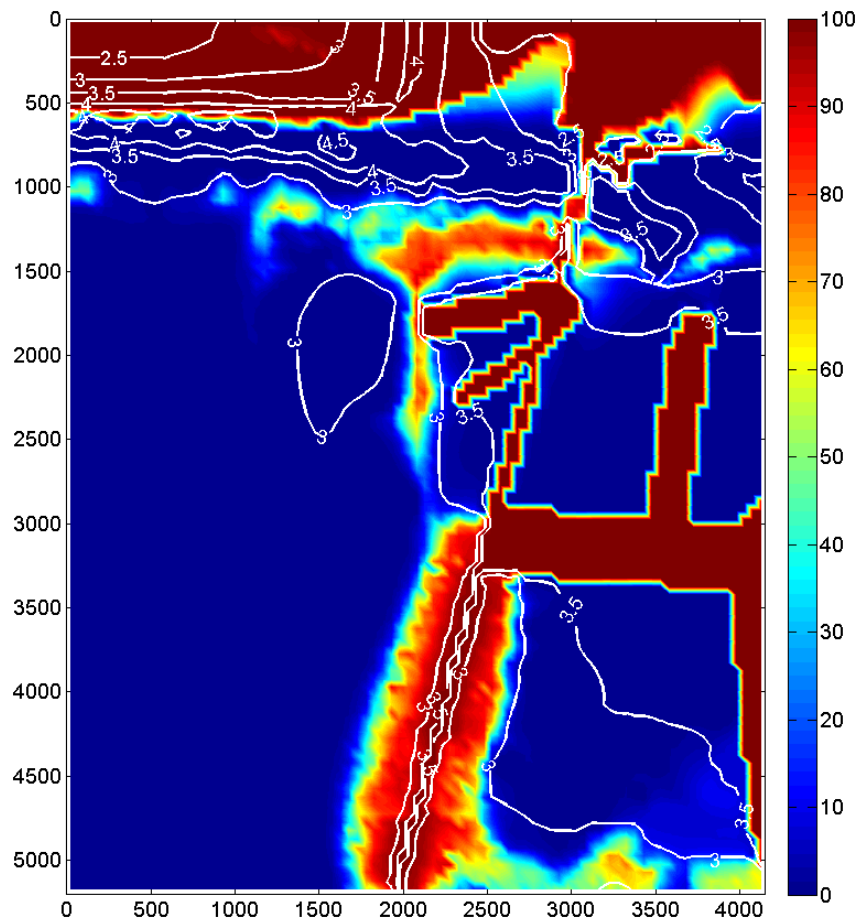
De resultaten van de modellering worden gepresenteerd per situatie. Eerst wordt de huidige situatie kort toegelicht. Deze situatie dient als de referentiesituatie. Vervolgens worden resultaten gepresenteerd met het bouwdok met en zonder retourbemaling ten opzichte van de referentie situatie. De figuren geven de situatie weer 1 jaar na aanvang van de randvoorwaarden.

5.2.1 Huidige situatie

In Figuur 18 is de freatische zoetwaterstijghoogte weergegeven. Hierin is zichtbaar dat er kwel plaatsvindt van het oppervlaktewater (o.a. Boudewijnkanaal en Verbindingsdok) naar het laaggelegen deel en de polder. De grondwaterstand ligt tussen de 3 en 3.5 m TAW bij de projectlocatie. In Figuur 19 is de zoet-zoutverdeling weergegeven in modellaag 1. Hierin is zichtbaar dat het oppervlaktewater zout is en dat om het Boudewijnkanaal ook zout grondwater wordt aangetroffen. De kadeconstructies bij het Verbindingsdok zijn relatief slechtdoorlatend waardoor een zoetwaterbel zich kan vormen.



Figuur 18. Zoetwaterstijghoogte laag 1 (kleurenschaal en zwarte contourlijnen in mTAW)



Figuur 19. Zoutwaterpercentages in modellaag 1 in de huidige situatie.

5.2.2 Bouwdok

Het effect van de bemaling om het bouwdok droog te houden is weergegeven in Figuur 20 en Figuur 21. Hierin worden de absolute freatische grondwaterstand en het verschil in stijghoogte in modellaag 2 ten opzichte van de huidige situatie weergegeven. De aanwezigheid van het bouwdok en de bemaling ter plaatse zorgen dat de stijghoogte in de 2^e watervoerende laag lokaal verlaagd wordt. Deze verlaging werkt beperkt door in de freatische grondwaterstand. Het verschilplaatje geeft een goede indicatie van de verwachte freatische effecten. Nabij het natuurgebied, in de hoek rechtsonder van het model, wordt een verlaging van ca. 0,25 m berekend. De maximaal toelaatbare verlaging van de grondwaterstand nabij het natuurgebied moet nog worden vastgesteld maar er zal mogelijk een milderende maatregel toegepast moeten worden. Deze maatregel, in de vorm van retourbemaling, wordt in de volgende paragraaf onderzocht.

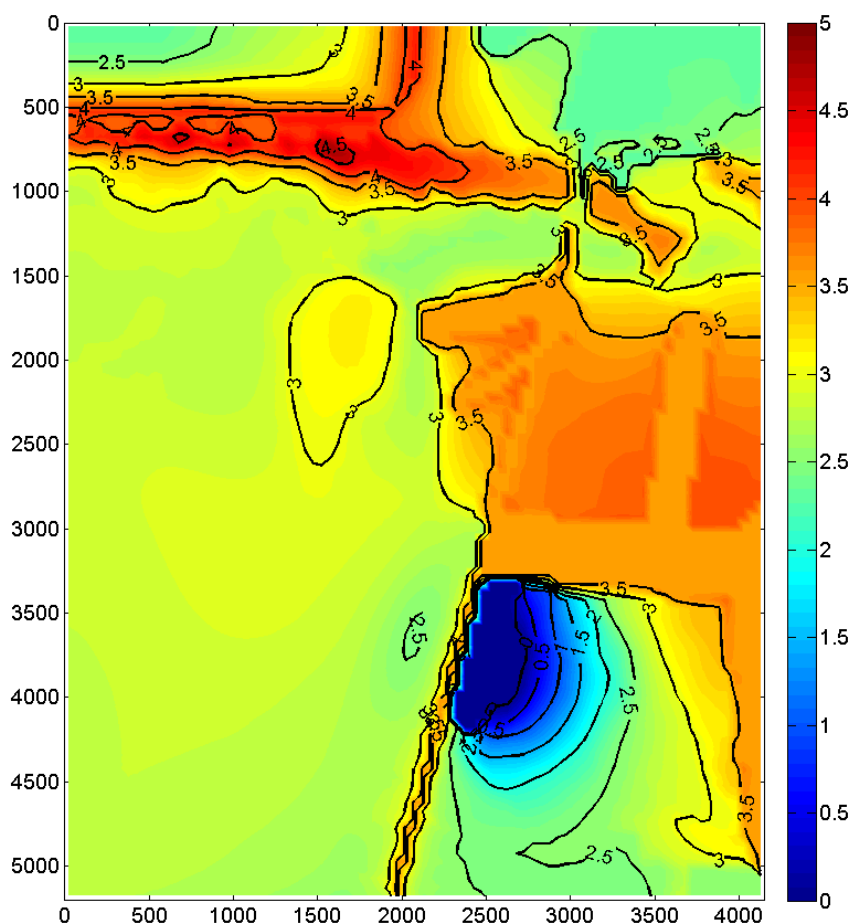
Er wordt een klein freatisch effect berekend aan de overzijde van het Boudewijnkanaal, orde grootte 0,25 m. In de DO-fase zal nader gekeken worden of deze verlaging nadelige effecten tot gevolg heeft.

Het debiet van de bemaling wordt geschat op ca. 5200 m³/dag om het bouwdok droog te houden. Het debiet kan onderverdeeld worden in een lekdebiet door de wanden en verticale stroming door de bodem:

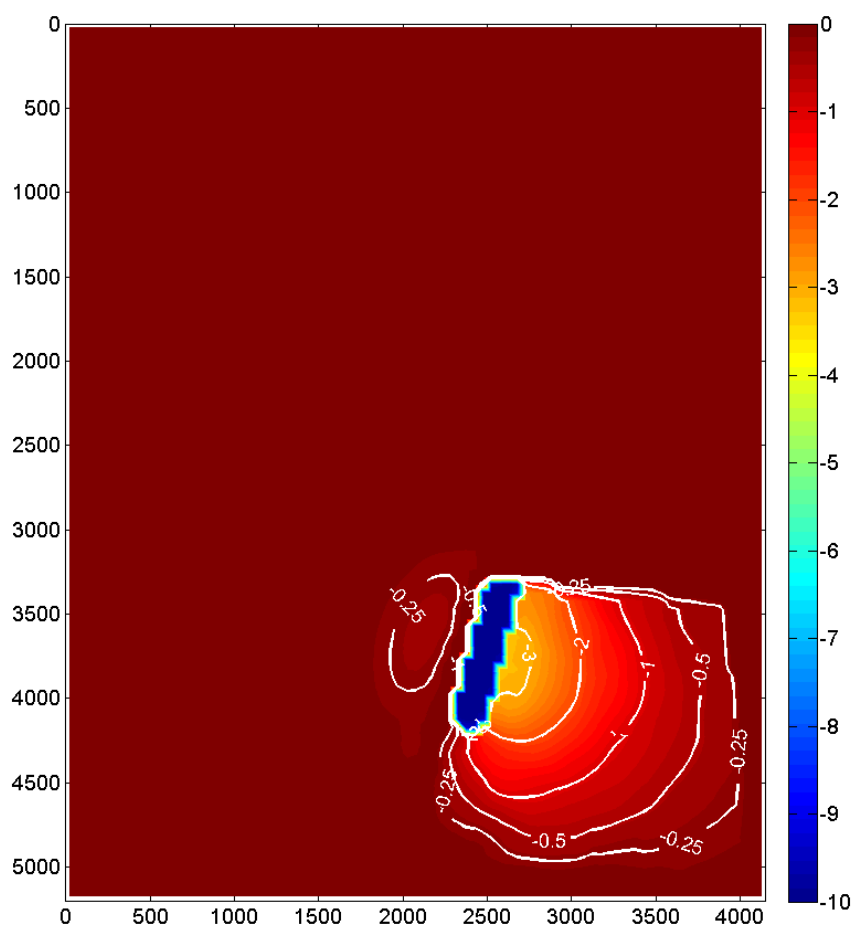
- Horizontaal lekdebiet: ca. 225 m³/dag
- Verticale stroming door de bodem: ca. 4975 m³/dag

Het berekende debiet is relatief laag en is omgerekend ca. 38 mm/dag over het gehele oppervlak van het bouwdok.

De kwelsituatie wordt beschouwd aan de hand van de doorsneden in paragraaf 5.3.

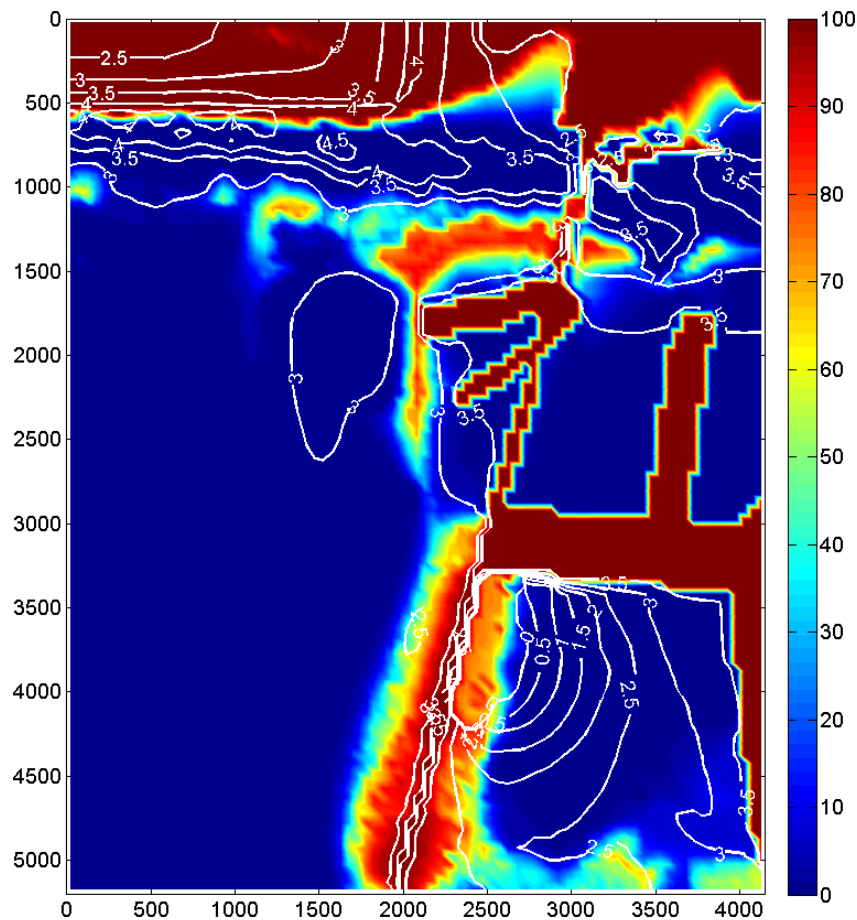


Figuur 20. Freatische grondwaterstand in mTAW (stijghoogte in bouwput is lager dan 0 mTAW maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden).



Figuur 21. Verschil stijghoogte in modellaag 2 t.o.v. referentiesituatie door aanwezigheid bouwdoek

De zoet-zoutverdeling van het grondwater in modellaag 1 is weergegeven in Figuur 22. De zoet-zout verdeling verandert beperkt ten opzichte van de huidige situatie. Nabij het natuurgebied wordt een iets lager percentage zout grondwater berekend.



Figuur 22. Zoutwaterpercentages in modellaag 1 in scenario.

5.2.3 Bouwdok met retourbemaling

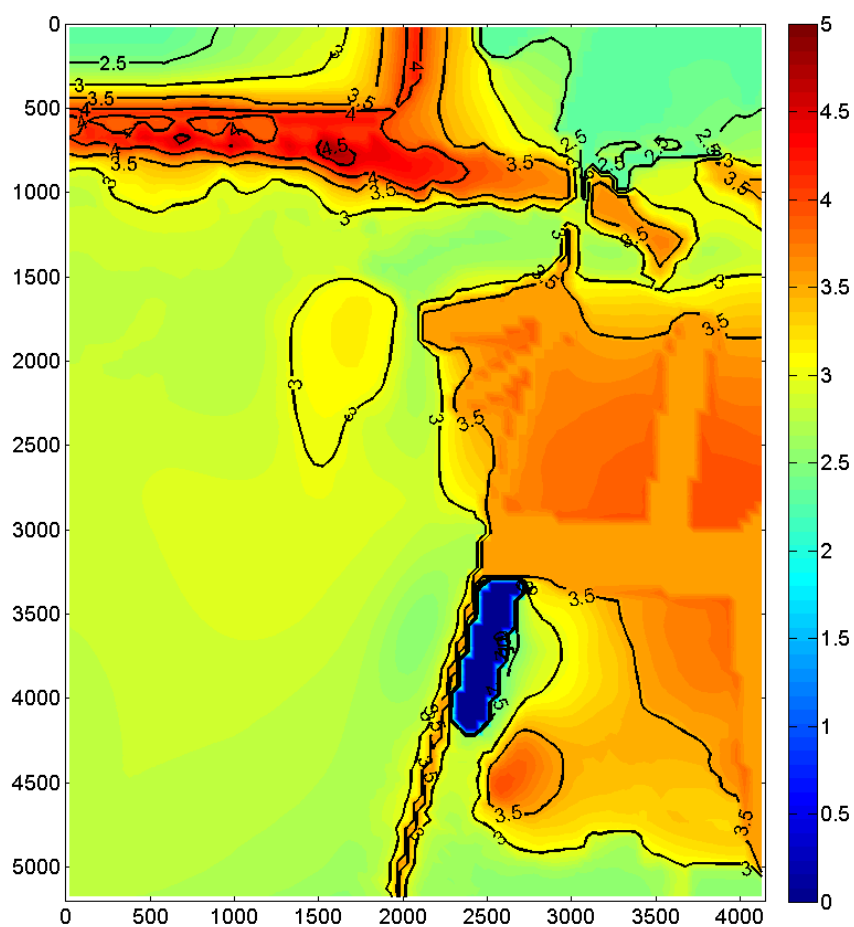
Het toepassen van retourbemaling zorgt voor een milderend effect op de omgeving. De verlaging rondom het bouwdok wordt sterk verminderd ten opzichte van de situatie zonder retourputten. Nabij het natuurgebied worden er geen effecten berekend. In de hoek van het voorgestelde retourputten veld wordt een verhoging van de grondwaterstand berekend. Indien deze verhoging onwenselijk is kunnen er verdere optimalisaties van de debieten of de locaties van de retourputten uitgevoerd worden.

Het debiet van de bemaling wordt geschat op ca. 5900 m³/dag om het bouwdok droog te houden. Het debiet kan onderverdeeld worden in een lekdebiet door de wanden en verticale stroming door de bodem:

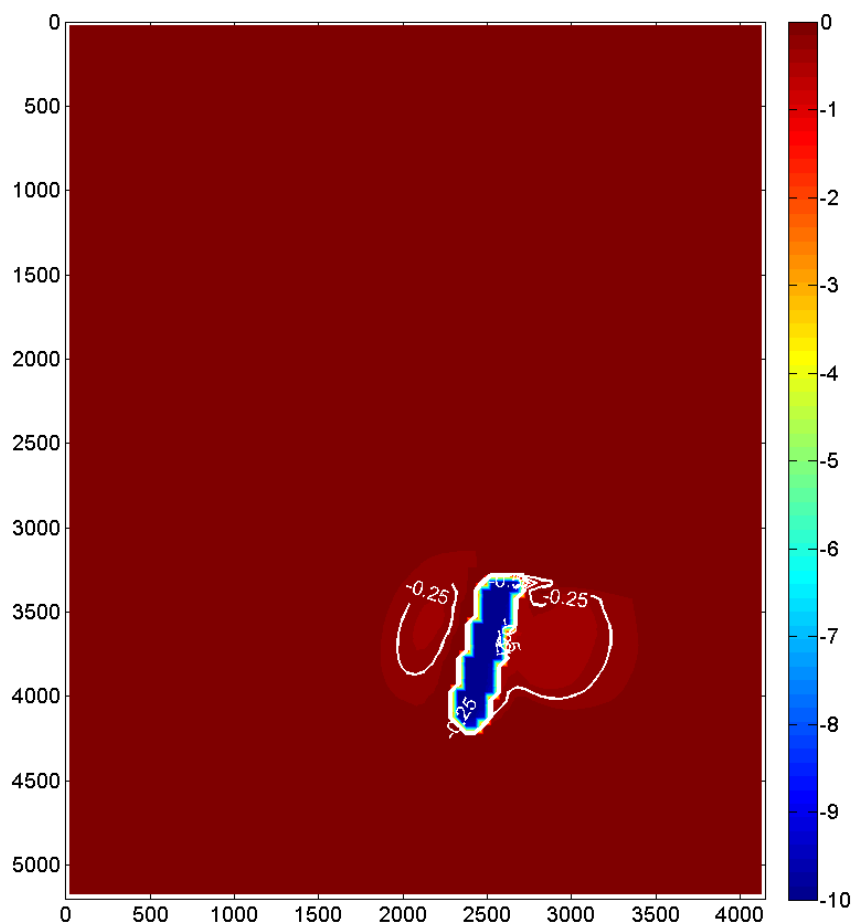
- Horizontaal lekdebiet: ca. 300 m³/dag
- Verticale stroming door de bodem: ca. 5600 m³/dag
- Retourdebiet is ca. 3000 m³/dag, of ca. 135 m³/dag per put

Het debiet is toegenomen ten opzicht van de situatie zonder retourbemaling, maar de toename is beperkt. Omgerekend moet er nu 43 mm/dag over het gehele oppervlak van het bouwdok weggepompt worden. Dit is een toename van ongeveer 13%.

De kwelsituatie wordt beschouwd aan de hand van de doorsneden in paragraaf 5.3.

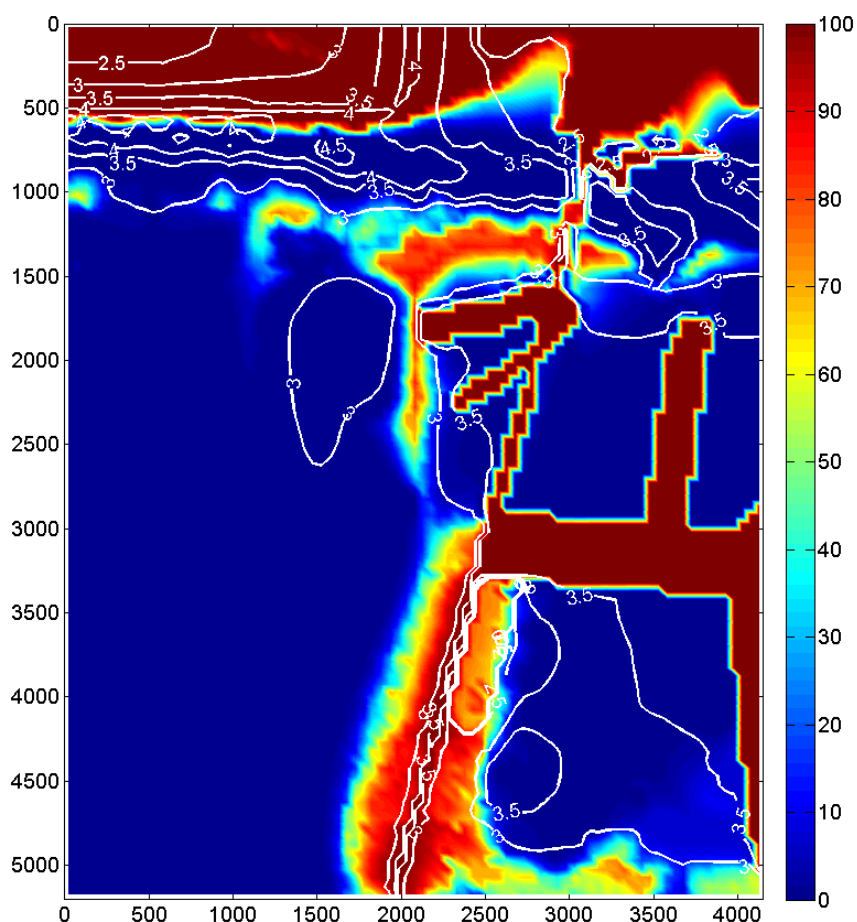


Figuur 23. Freatische grondwaterstand in mTAW (stijghoogte in bouwput is lager dan 0 mTAW maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden).



Figuur 24. Verschil stijghoogte in modellaag 2 t.o.v. referentiesituatie door aanwezigheid bouwdok met retourbemaling.

De zoet-zout verdeling van het grondwater is weergegeven in Figuur 25. Hierin is te zien dat de situatie weinig verandert ten opzichte van de referentie situatie. Nabij het natuurgebied worden iets hogere zoutwater concentraties berekend.

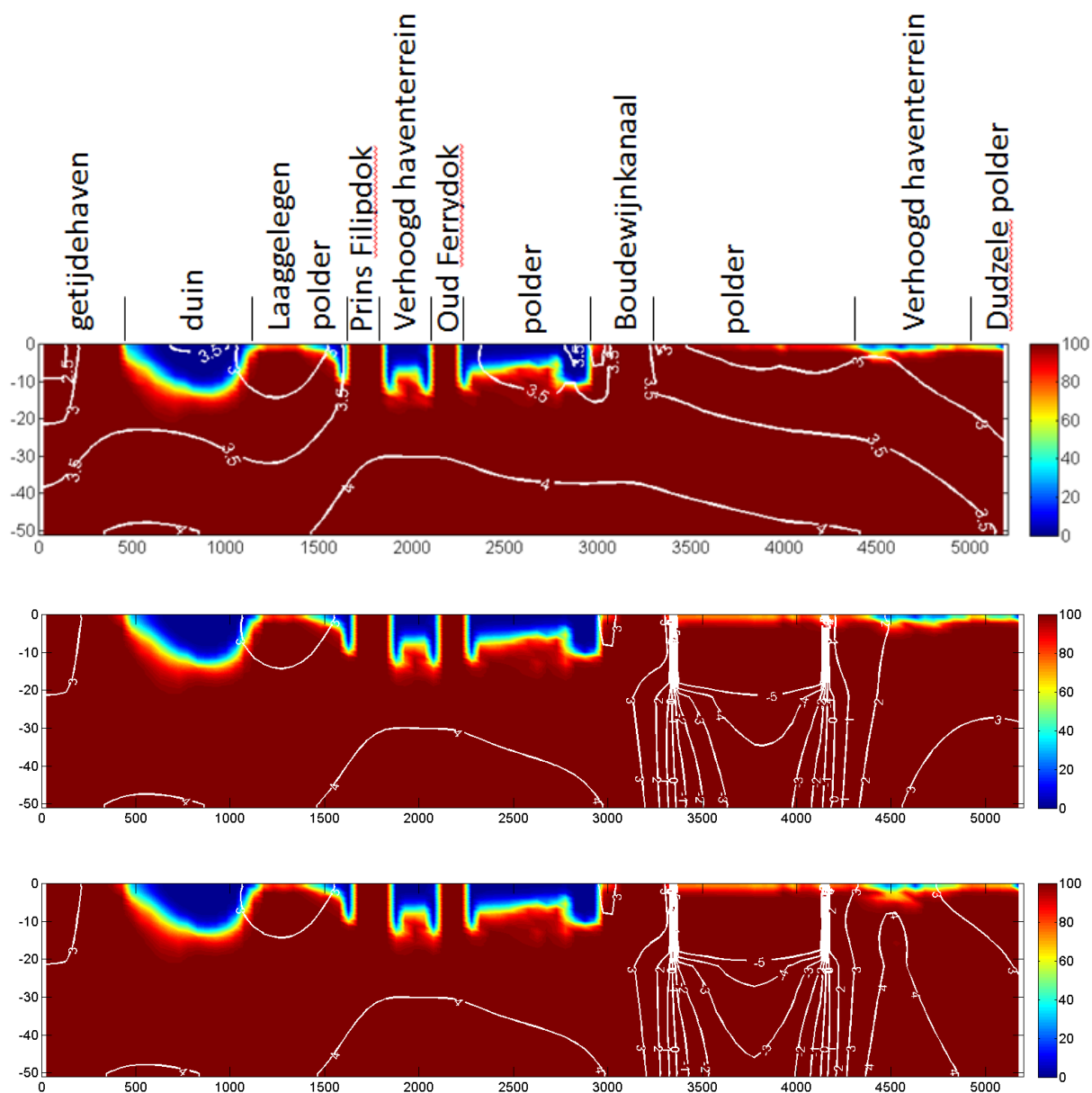


Figuur 25. Zoutwaterpercentages in modellaag 1 in scenario met retourbemaling.

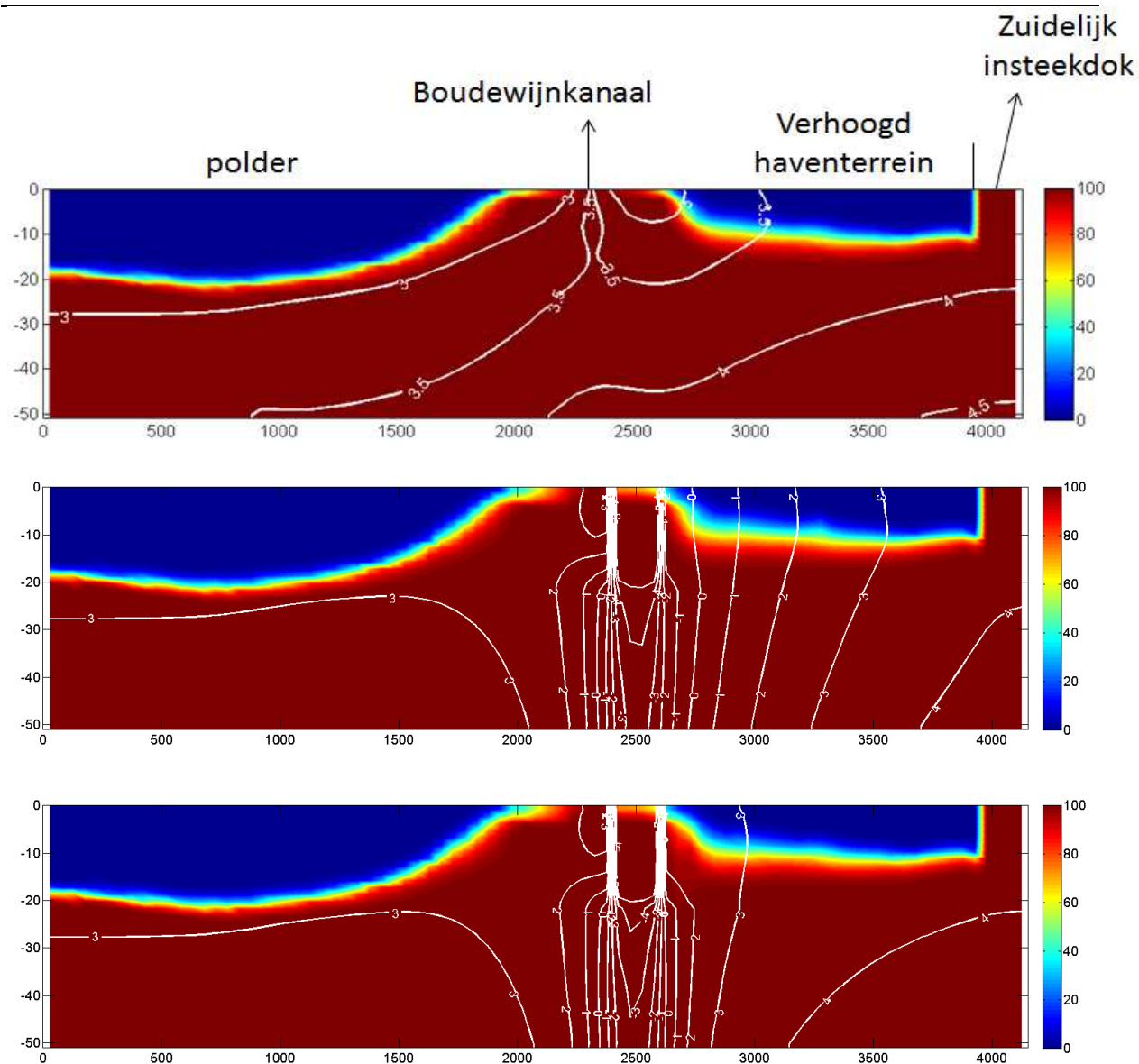
5.3 Doorsneden

De volgende figuren laten een doorsnede van het model zien in de huidige situatie, het scenario met het bouwdok, en het scenario met het bouwdok en retourbemaling. In Figuur 26 is zichtbaar dat de hoeveelheid kwel afneemt bij aanwezigheid van het bouwdok ten opzichte van de huidige situatie. Voor het natuurgebied is het belangrijk dat er een kwelsituatie blijft bestaan. Dit is voor beide scenario's met het bouwdok het geval echter is de kwelflux bij toepassing van retourbemaling groter.

In Figuur 27 is de werking van retourbemaling duidelijk zichtbaar. De stijghoogte onder het verhoogde haventerrein wordt minder verlaagd en de situatie blijft dichterbij de huidige situatie. Voor het minimaliseren van de effecten van de bemaling voor het bouwdok is de toepassing van retourbemaling een geschikte maatregel. Deze maatregel wordt in de DO-fase nader gedetailleerd.



Figuur 26. Doorsnedes met zoutwaterpercentages (kleurenschaal) en stijghoogtes (witte contourlijnen) langs kolom 50 (zie Figuur 17) voor (van boven naar onder) de huidige situatie, scenario met bouwdok en scenario met bouwdok en retourbemaling.



Figuur 27. Doorsnedes met zoutwaterpercentages (kleurenschaal) en stijghoogtes (witte contourlijnen) langs rij 75 (zie Figuur 17) voor (van boven naar onder) de huidige situatie, scenario met bouwdok en scenario met bouwdok en retourbemaling.

6 Aanbevelingen voor DO-fase

In dit hoofdstuk worden aandachtspunten en aanbevelingen gedaan voor de definitieve ontwerpfase op basis van het onderzoek dat is gepresenteerd in dit rapport.

Er zijn geen metingen van de grondwaterstand of de stijghoogte ter plaatse van het toekomstige bouwdok. Daardoor is het bepalen van het geohydrologische gedrag lastig en moeten er conservatieve aannames gedaan worden, voornamelijk voor de maatgevende grondwaterstanden ten behoeve van het ontwerp van de damwanden. Er is een plan voor aanvullend veldwerk opgesteld [ref 2] om metingen te doen van de grondwaterstand en stijghoogtes. Hiermee wordt meer inzicht verkregen in de lokale (geo-)hydrologie en kunnen de gebruikte modellen gekalibreerd worden.

Voor de maatgevende grondwaterstand is een conservatieve schatting gemaakt op basis van een systeemanalyse en een indicatief grondwatermodel. Daarmee is het maatgevende verloop van de zoutwater stijghoogte in de diepte langs het bouwdok berekend. Mogelijk leidt deze conservatieve schatting tot een erg zware damwand. Op basis van peilbuisgegevens kan deze schatting mogelijk iets worden aangescherpt, hoewel het aantal metingen nog niet voldoende is om grondwaterstanden met een bepaalde herhalingsstijd te berekenen. Het maatgevende stijghoogteverloop zal in de volgende fase nauwkeuriger afgestemd moeten worden met het geotechnische ontwerp van het bouwdok. Indien een lagere maatgevende grondwaterstand gewenst is kunnen er afwaterende maatregelen worden toegepast, bijvoorbeeld het toepassen van een grindkoffer. Het ontwerp van deze maatregelen zal in de DO-fase verder uitgewerkt moeten worden.

Voor het inschatten of de toepassing van retourbemaling noodzakelijk is moet een specifieke eis opgesteld worden voor de toegestane verlaging van de grondwaterstand bij het natuurgebied, ten zuiden van het toekomstige bouwdok. Deze eis moet bepaald worden aan de hand van de lokale ecologie. In dit rapport is voor het ontwerp van de retourbemaling aangenomen dat de verlagingen onder de autoterminal ook beperkt moet worden. Zonder retourbemaling wordt er een verlaging van ca. 0.25 m berekend nabij het natuurgebied. Dit heeft mogelijk een significant effect hebben op de natuur. Bij de autoterminal wordt een verlaging berekend van ca. 1m. Deze verlaging kan mogelijk zettingen tot gevolg hebben die mogelijk tot schade kunnen leiden. Met de toepassing van retourbemaling worden deze effecten sterk verminderd. In de volgende fase kan de bemaling van het bouwdok en de retourbemaling verder geoptimaliseerd worden (locaties en debieten putten, etc.) om de effecten op de omgeving te minimaliseren. Specifiek wordt uitgezocht of er een zettingsrisico bestaat bij de autoterminal, en of eventuele zettingen tot schade kunnen leiden. Indien er geen negatieve effecten optreden ten gevolge van een grondwaterstandsverlaging kan er mogelijk worden volstaan met retourbemaling om enkel de effecten op het natuurgebied te milderen.

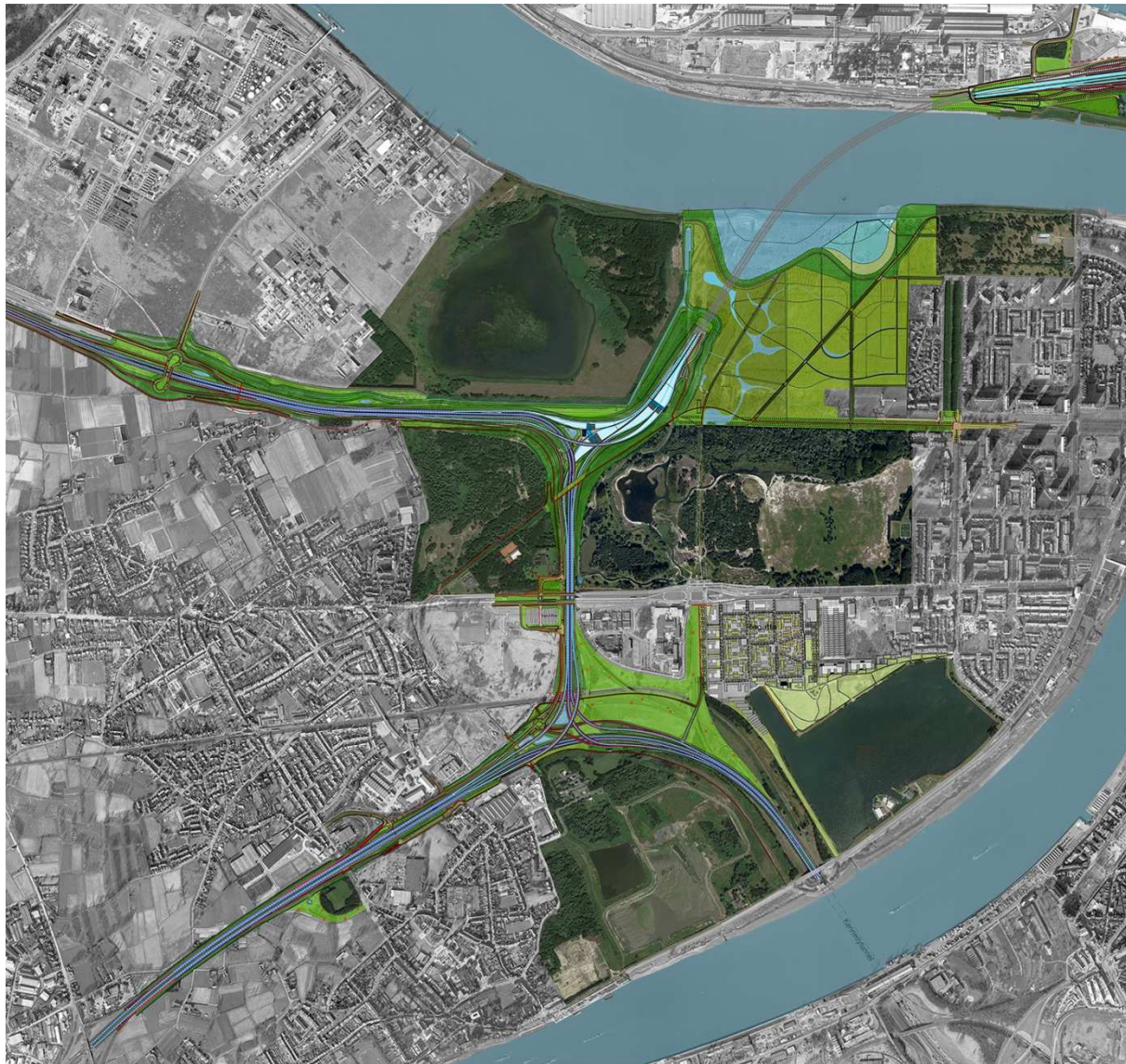
Aan de overzijde van het Boudewijnkanaal wordt een verlaging berekend van ca. 0.25 m. In de volgende fase zal onderzocht worden of deze verlaging mogelijke nadelige effecten tot gevolg heeft.


Het bouwdok wordt voorzien van een drainagesysteem voor hemelwaterafvoer. Dit drainagesysteem staat los van de bemaling voor grondwater die het bouwdok droog moet houden ten gevolge van het lek- en kweldebiet naar het bouwdok. Dit hemelwaterafvoersysteem moet in den droge worden aangebracht. Sommige onderdelen (de collectorbuizen en de pompputten) komen dieper te liggen dan het bemalingspeil. De grondwaterstand zal in de aanlegfase tijdelijk verder verlaagd moeten worden. In de DO-fase wordt onderzocht of het voorgestelde betalingssysteem voor grondwater toegepast kan worden om deze tijdelijke extra verlaging te realiseren. In de definitieve ontwerpfase zal het ontwerp van het bouwdok in de grondwatermodellen geactualiseerd worden indien dit tot significante veranderingen in de berekende effecten leidt.

Bijlage 4 Rapport “riolering en afwatering bouwdok”

OWL3-ATL-RAP-008-VO-riolering en afwatering – 1 – eco, Atlas

Riolering en afwatering bouwdoek



Verificatie			
Auteur	Verificatie	Autorisatie ATLAS	Autorisatie BAM NV
J. Teugels	D. Engelen C. Loeber L. Van Wee	J. van de Velde i.o. 	G. Osselaer

Identificatie Document	
THV ATLAS	BAM NV
OWL3-ATL-RAP-008-VO-Riolering en afwatering-1-ECO	

Distributielijst

Aantal	Functie	Contactpersoon
1	Projectmanager	J. van de Velde
1	Contractmanager	M. Van Put
1	Procesmanager	J. Pieters
1	Documentbeheer	P. De Paep

Derden		
Aantal	Bedrijf/functie	Contactpersoon
3	BAM - Projectmanager	G. Osselaer
	BAM - Projectleider	P-C. De Cordier

Revisiebeheer

Versie	Datum	Belangrijkste wijzigingen
01-ECO	15-11-2015	1 ^e concept

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Doel van dit document	4
1.2	Leeswijzer	4
1.3	Referenties	4
2	Afmetingen bouwdok, bemaling en oppervlaktewater	5
2.1	Afmetingen bouwdok	5
2.2	Bemaling bouwdok	5
2.3	Oppervlaktewater	5
3	Riolering en afwatering bouwdok	6
3.1	Configuratie afwateringssysteem bouwdok	6
3.2	Berekening afwateringssysteem bouwdok	6
4	Conclusie	11

1 Inleiding

1.1 Doel van dit document

Het doel van voorliggend document is het beschrijven van het riolerings- en afwateringssysteem van het bouwdok. In het bouwdok wordt zowel een riolerings- en afwateringssysteem voorzien als een bemalingssysteem. Dit document bespreekt enkel het riolerings- en afwateringssysteem in detail. Het bemalingssysteem wordt in detail besproken in nota 'Eindrapport Geohydrologie VO-fase' [1].

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de afmetingen van het bouwdok beschreven. Ook wordt het bemalingssysteem en het oppervlaktewater kort toegelicht.

Hoofdstuk 3 beschrijft het ontwerp van het riolerings- en afwateringssysteem voor afvoer van het hemelwater in het bouwdok. Ook worden de gemaakte berekeningen toegelicht.

1.3 Referenties

Ref.nr	Doc.code	Doc.titel	Revisie & Status	Datum
Ref. 1	OWL3-ATL-RAP-006	Eindrapport Geohydrologie VO-fase	ECO 1	05-10-2015
Ref. 2		Code van goede praktijk voor rioleringsystemen		augustus 2012

Tabel 1. Referenties

2 Afmetingen bouwdok, bemaling en oppervlaktewater

2.1 Afmetingen bouwdok

De configuratie van het bouwdok is beschreven onder punt 3.2 van de nota 'OWL3-ATL-RAP-006-VO-Eindrapport Geohydrologie-1-ECO' [ref. 1]. Het bouwdok heeft ter hoogte van het maaiveld een breedte van 163 m en een lengte van 845 m. De werfvloer op de bodem van het bouwdok, onderaan de taluds, heeft een breedte van 116 m en een lengte van 802 m. Voor de berekening van de riolering van het bouwdok worden de maximale afmetingen van het bouwdok (163 m en 845 m) in rekening gebracht aangezien het hemelwater dat op de talud van het bouwdok valt ook afgevoerd moet worden. De riolering zal echter enkel onder de werfvloer voorzien worden (116 m op 802 m) aangezien de riolering tot doel heeft om de werfvloer toegankelijk te houden bij neerslag. De grondwaterstand onder de taluds van het bouwdok wordt op een constant peil gehouden door de bemaling (zie verder punt 2.2).

Het maaiveld rondom het bouwdok is gelegen op 4,5 m TAW. De bovenkant van de ontworpen werfvloer is gelegen op – 6,75 m TAW. De werfvloer zelf bestaat uit een laag grind van 0,3 tot 0,6 m dikte (om vastzuigen van de tunnelelementen bij het opdrijven te voorkomen). Onder de grindlaag wordt een geotextiel voorzien.

2.2 Bemaling bouwdok

Onder punt 3.2.3 van de nota 'OWL3-ATL-RAP-006-VO-Eindrapport Geohydrologie-1-ECO' [ref. 1] is het ontwerp van het bemalingssysteem van het bouwdok beschreven.

Voor de bemaling van het bouwdok worden 12 verticale putten voorgesteld met een filterdiepte tussen de -8 m TAW en -18 m TAW. De bemalingputten zullen onder de grindlaag van de werfvloer aangebracht worden. De gewenste grondwaterstand wordt aangenomen op ca. 0,15 m onder de onderzijde van de grindlaag. Het bemalingspeil ligt daarmee op – 7,5 m TAW.

De grondwaterstand mag in het natuurgebied ten zuiden van het bouwdok niet nadelig beïnvloed worden. Om de effecten van de bemaling ter plaatse van het natuurgebied te verminderen wordt mogelijk retourbemaling toegepast.

Het bemalingssysteem, een systeem van verticale bemalingsputten dat als doel heeft om de grondwaterstand op een constante diepte te houden onder de werfvloer, en het afwateringssysteem van het bouwdok, een horizontaal drainagesysteem dat tot doel heeft om het hemelwater dat in het bouwdok terechtkomt op te vangen en af te voeren zodat de werfvloer bereikbaar blijft bij neerslag, dienen als twee afzonderlijke systemen beschouwd te worden. Voorliggende nota beschrijft enkel het riolerings- en afwateringssysteem voor afvoer van het hemelwater.

2.3 Oppervlaktewater

Het normaal waterpeil in het Boudewijnkanaal ten westen van het bouwdok en het Verbindingsdok is +3,5 m TAW. De minimale en maximale waterstanden zijn respectievelijk +3,3 m TAW en +3,7 m TAW.

3 Riolering en afwatering bouwdok

3.1 Configuratie afwateringssysteem bouwdok

Als riolerings- en afwateringssysteem voor het hemelwater in het bouwdok wordt een horizontaal stelsel van drainageleidingen voorgesteld, die het hemelwater afvoeren naar een collector. Het hemelwater komt via de collector terecht in een pompput. Van hieruit wordt het opgevangen hemelwater opgepompt naar het maaiveld.

Het riolerings- en afwateringssysteem in het bouwdok wordt voorzien onder de werfvloer van het bouwdok (lengte 802 m en breedte 116 m). Voor de afvoer van het hemelwater wordt de oppervlakte in twee gelijke delen verdeeld (lengte 401 m en breedte 116 m). In het midden van elk deel wordt in de richting van de langste zijde een collector voorzien. Deze collector betreft telkens een rioleringsbuis (gewapend beton) van diameter 400 mm met een helling van 0,5 mm/m. De collector heeft in beide delen een minimale dekking van 80 cm onder de bovenkant van de werfvloer. De collector helt in beide delen af naar de korte zijkant van het bouwdok, waar deze telkens uitmondt in een pompput. Er wordt voorgesteld om het opgepompte water op het maaiveld eerst door een zandvang en olie-afscheider te voeren alvorens te lozen in het Boudewijnkanaal. Andere maatregelen die mogelijk uit de project-MER voortkomen worden in het Definitief Ontwerp verwerkt. Dwars op de collector wordt in elk deel aan beide zijden van de collector om de 10 m een drainagebuis voorzien tot aan de lange zijde van het bouwdok. Het betreft drainagebuizen (hard PVC, omhuld met geotextiel) met een diameter 80 mm. Deze drainagebuizen worden onderaan in het grindpakket (werfvloer) aangelegd met een helling van 0,5 mm/m. Voorgaande wordt schematisch voorgesteld in Figuur 1. Er worden twee pompputten voorgesteld om de bedrijfszekerheid van de het afwateringssysteem te verzekeren. Wanneer 1 pompput uitvalt komt het regenwater van het andere deel na verloop van tijd in de andere pompput terecht. De bedrijfszekerheid van het afwateringssysteem is groter dan wanneer er slechts 1 pompput voorzien wordt.

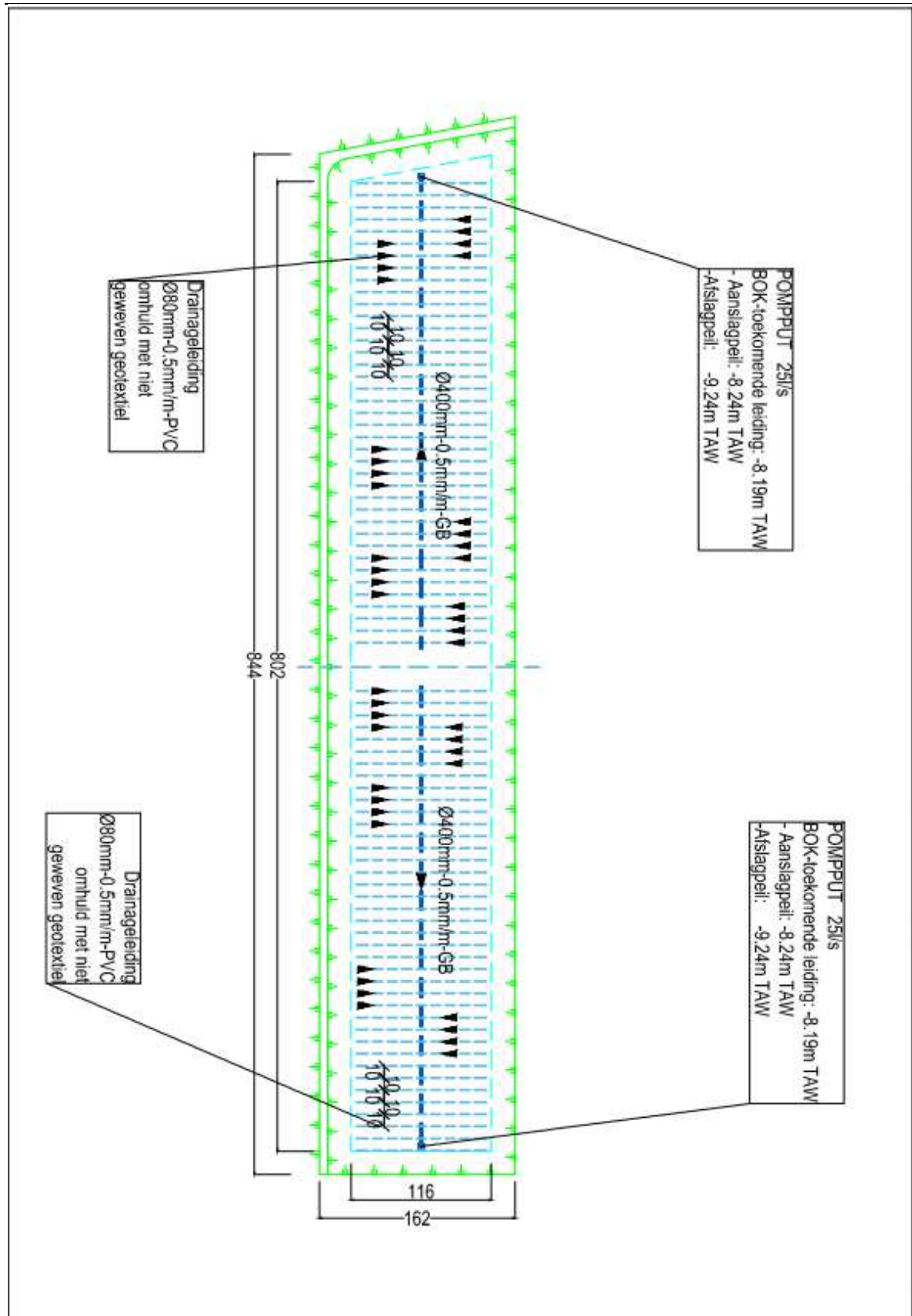
De werfvloer bestaat uit een laag grind (16/36 mm) van 0,3 tot 0,6 m dikte.. Deze werfvloer wordt eveneens gebruikt om het hemelwater dat in het bouwdok terecht komt te bufferen (zie verder punt 3.2).

Bij de aanleg van de collectorleidingen (diameter 400 mm) en de pompputten is het verticale bemalingssysteem als in gebruik. Dit bemalingssysteem houdt het grondwater op een constante diepte van -7,5 m TAW. De collectorleidingen en de pompputten dienen echter dieper aangelegd te worden dan -7,5 m TA. Er wordt geopteerd om het grondwaterpeil tijdelijk te verlagen tot het nodige peil om de collectorleidingen en pompputten uit te kunnen voeren in den droge. Voorgaande verkrijgt de voorkeur op het voorzien van een tijdelijke filterbemaling met tijdelijke pomp.

3.2 Berekening afwateringssysteem bouwdok

Voor de berekening van het riolerings- en afwateringssysteem wordt er gestart met de berekening van het pompdebiet van de 2 pompputten. Deze pompputten worden berekend op basis van hoofdstuk 6 van de 'Code van goede praktijk voor rioleringsystemen' [ref.2]. Hierin worden volgende voorwaarden opgelegd:

- De pompen mogen maximaal 10 keer per uur aanslaan.
- Het aanslagpeil moet minimaal 20 cm boven het afslagpeil voorzien worden.
- Het aanslagpeil moet minstens 5 cm onder het BOK-peil van de toekomstige leiding voorzien worden.
- In functie van de levensduur van de pomp wordt door Atlas een bijkomende voorwaarde opgenomen. De minimale werkingstijd van de pomp dient 120 seconden te bedragen. Dit bepaalt ook het minimaal nodige werkingvolume.



Figuur 1: schematische voorstelling van riolerings- en afwateringsysteem bouwdok

De collector komt in elke pompput toe op het BOK-peil van -8,19 m TAW. Het aanslagpeil wordt bijgevolg voorzien op -8,24 m TAW. Bij een pompput met inwendige breedte en lengte van 1,8 m en een afslagpeil 1 m onder het aanslagpeil is een werkingsvolume van 3240 l beschikbaar. Bij een pompdebiet van 25 l/s bedraagt de effectieve minimale pomptijd om dit werkingsvolume leeg te pompen 130 seconden en bedraagt het minimaal werkingsvolume 3000 l. Wanneer er uitgegaan wordt van een ontwerpbui met terugkeerperiode 2 jaar en een buiduur van 10 minuten (intensiteit 202 l/s.ha cfr. Hoofdstuk 5 van de 'Code van goede praktijk voor rioleringssystemen' [ref.2]) valt er een totaal volume neerslag van 563.774 l op elk van de 2 delen van het bouwdok. Nadat het werkingsvolume van de pompput gevuld is en de pomp is aangeslagen, zal gedurende geruime tijd een toekomstig debiet hemelwater in de pompput toestromen. De bijkomende pomptijd van dit debiet bedraagt 22.421 seconden (totale pomptijd 22.551 seconden of 6,26 uur). Bijgevolg is ruimschoots voldaan aan de voorwaarde dat de pomp maximaal 10 keer per uur mag aanslaan. Wegens de lange pomptijd wordt voorgesteld om per pompput een 1+1 opstelling te voorzien, zodat beide pompen per pompput altemnerend kunnen werken. Bij voorgaande berekening wordt de invloed van het bemalingssysteem niet in rekening gebracht.

Vervolgens wordt er nagegaan welke buien deels (tegelijk met pompen) gebufferd kunnen worden in de grindlaag. De werfvloer bestaat uit een laag grind (16/36 mm) van 0,3 tot 0,6 m dikte (om vastzuigen van de tunnelementen bij het opdrijven te voorkomen). Deze werfvloer wordt eveneens gebruikt om het hemelwater dat in het bouwdok terecht komt te bufferen. Er wordt een percentage holle ruimte van 38 % van het volume grind aangenomen. Wanneer er uit wordt gegaan van een gemiddelde dikte van de grindlaag van 0,45 m, is er een beschikbaar buffervolume van 15.908 m³ beschikbaar in de holle ruimte van de grindlaag (802 m x 116 m x 0,45 m x 38%). Dit komt overeen met 171 mm neerslag die gebufferd kan worden.

De intensiteiten van verschillende buien met verschillende buiduren en terugkeerperioden (IDF –relaties cfr. Hoofdstuk 5 van de 'Code van goede praktijk voor rioleringssystemen' [ref.2]) worden herrekend naar mm neerslag die tijdens de buiduur valt. Deze resultaten worden weergegeven in Tabel 2.

IDF-relaties [mm]		Terugkeerperiode [jaar]							
		2	5	10	20	25	50	100	200
buiduur [min]	10	12,13	14,75	16,72	18,70	19,33	21,32	23,28	25,27
	15	12,90	16,00	18,35	20,68	21,45	23,78	26,13	28,48
	20	13,47	16,97	19,60	22,27	23,10	25,73	28,40	31,03
	30	14,30	18,40	21,55	24,65	25,70	28,80	31,95	35,10
	40	14,93	19,47	23,00	26,53	27,67	31,20	34,73	38,27
	50	15,42	20,33	24,17	28,08	29,33	33,17	37,08	41,00
	60	15,90	21,10	25,20	29,40	30,70	34,90	39,10	43,30
	70	16,33	21,70	26,02	30,57	31,97	36,40	40,95	45,38
	80	16,67	22,27	26,80	31,60	33,07	37,73	42,53	47,33
	90	17,10	22,80	27,60	32,40	34,05	39,00	43,95	49,05
	100	17,50	23,17	28,17	33,33	35,00	40,17	45,33	50,50
	110	17,78	23,65	28,78	34,10	35,75	41,25	46,57	52,07
	120	18,20	24,00	29,20	34,80	36,60	42,20	47,80	53,40
	130	18,63	24,48	29,68	35,53	37,27	43,12	48,97	54,82
	140	18,90	24,73	30,33	36,17	38,03	44,10	49,93	56,00
	150	19,25	25,25	30,75	36,75	38,75	44,75	51,00	57,25
	160	19,47	25,60	31,20	37,33	39,20	45,60	52,00	58,13
	170	19,83	25,78	31,45	37,68	39,95	46,47	52,70	59,22
	180	20,10	26,10	31,80	38,40	40,50	47,10	53,70	60,30

Tabel 2: mm neerslag per bui met verschillende terugkeerperiode en buiduur

Vervolgens wordt per bui het debiet in mindering gebracht dat gedurende de buiduur weggepompt wordt (pompdebiet 25 l/s per pomp). Het resulterende debiet (zie resultaten in Tabel 3) dient gebufferd te worden in de grindlaag. De buien die aangeduid zijn in het groen in Tabel 3 kunnen gebufferd worden in de grindlaag (<171 mm). Wegens de grote oppervlakte van het bouwdok en de dikke grindlaag kunnen al minstens alle buien tot en met een terugkeerperiode van 200 jaar en een buiduur van 180 minuten gebufferd worden in de grindlaag. Er kan geconcludeerd worden dat dit meer dan voldoende is voor tijdelijke constructie. Het zeer groot beschikbaar buffervolume biedt ook ruimte om het mogelijks risico op vermindering van het percentage holle ruimte van de grindlaag ten gevolge van erosie van de taluds, inrijden van zand door werfverkeer,... op te vangen.

IDF-relaties [mm]		Terugkeerperiode [jaar]							
		2	5	10	20	25	50	100	200
buiduur [min]	10	11,92	14,53	16,50	18,48	19,12	21,10	23,07	25,05
	15	12,57	15,67	18,02	20,35	21,12	23,45	25,80	28,15
	20	13,03	16,53	19,16	21,83	22,66	25,30	27,96	30,60
	30	13,65	17,75	20,90	24,00	25,05	28,15	31,30	34,45
	40	14,06	18,60	22,13	25,66	26,80	30,33	33,86	37,40
	50	14,33	19,24	23,08	26,99	28,24	32,08	35,99	39,91
	60	14,59	19,79	23,89	28,09	29,39	33,59	37,79	41,99
	70	14,81	20,18	24,49	29,04	30,44	34,88	39,43	43,86
	80	14,92	20,52	25,06	29,86	31,32	35,99	40,79	45,59
	90	15,14	20,84	25,64	30,44	32,09	37,04	41,99	47,09
	100	15,32	20,99	25,99	31,16	32,82	37,99	43,16	48,32
	110	15,39	21,25	26,39	31,70	33,35	38,85	44,17	49,67
	120	15,59	21,39	26,59	32,19	33,99	39,59	45,19	50,79
	130	15,80	21,65	26,85	32,70	34,44	40,29	46,14	51,99
	140	15,85	21,68	27,28	33,12	34,98	41,05	46,88	52,95
	150	15,98	21,98	27,48	33,48	35,48	41,48	47,73	53,98
	160	15,98	22,12	27,72	33,85	35,72	42,12	48,52	54,65
	170	16,13	22,08	27,75	33,98	36,25	42,76	49,00	55,51
	180	16,18	22,18	27,88	34,48	36,58	43,18	49,78	56,38

Tabel 3: mm neerslag per bui met verschillende terugkeerperiode en buiduur die gebufferd moet worden (na aftrek van debiet dat weggepompt wordt)

4 Conclusie

Wegens het groot beschikbaar buffervolume in de grindlaag kunnen de beschouwde ontwerpbuizen volledig en met heel wat reserve gebufferd worden in de grindlaag. De pompduur van de pompstations is bijgevolg niet kritisch (zelfs al zou er op korte tijd twee zware buien vallen zonder afvoer via de pompen, kan dit volume volledig gebufferd worden in de grindlaag). De duurtijd van pompen is afhankelijk van het gekozen pompdebiet en toestromend debiet (max 46 l/s). Bij een pompdebiet van 25l/s is het ingenomen buffervolume na een bui met terugkeerperiode van 2 jaar en een intensiteit van 10 minuten leeggepompt na 6,26 uur.

Er wordt een goed evenwicht gevonden tussen pompdebiet (hoe groter het pompdebiet, hoe groter de afmetingen van de pompput (pompdebiet bepaalt minimaal werkingsvolume)), pomptijd (hoe groter pompdebiet, hoe korter de pomptijd) en de bijhorende kosten:

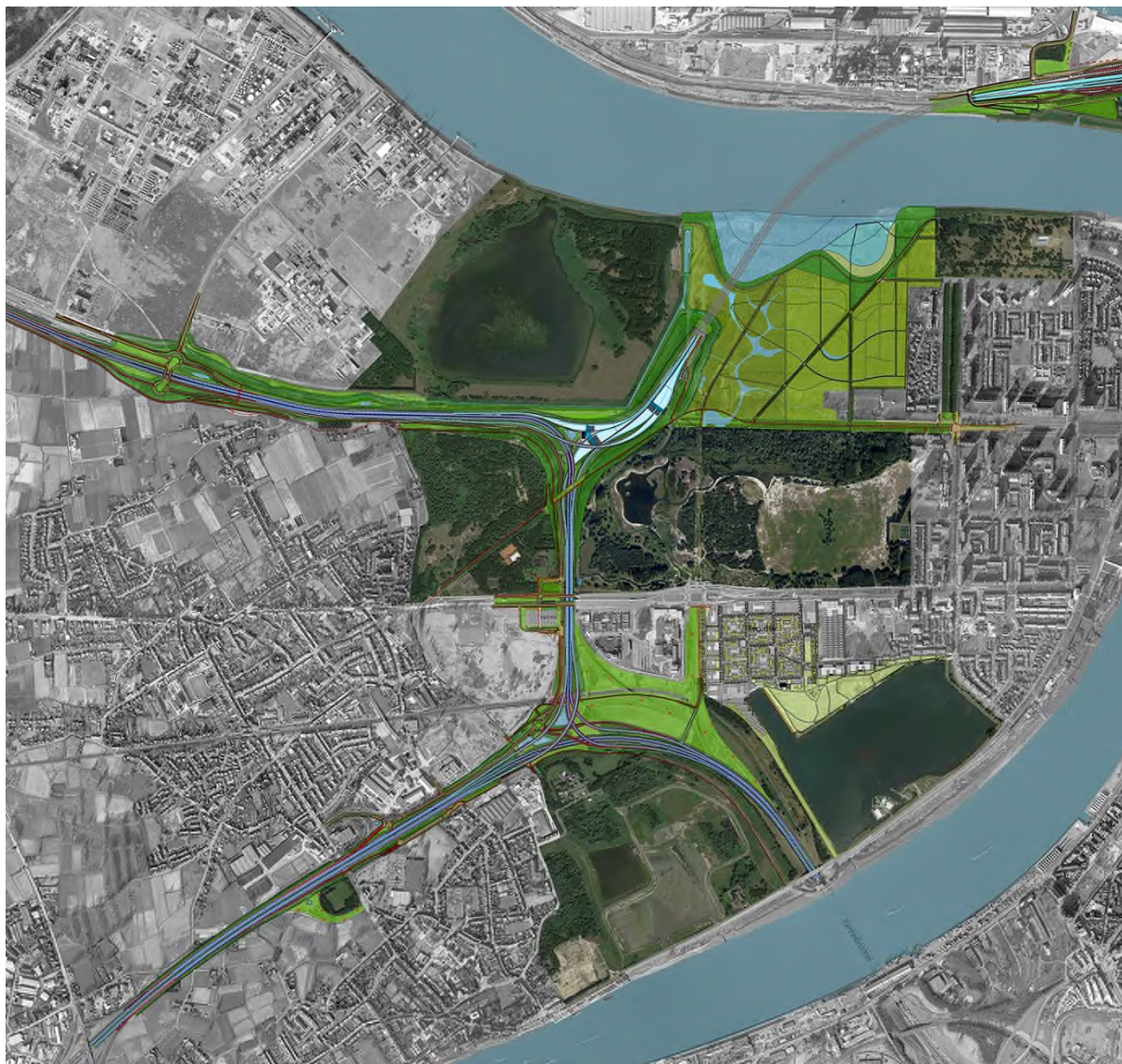
- Pompdebiet: 25l/s
- Werkingsvolume: 3,25 m³
- Pomptijd (bij T2, 10 min): 6u 15m
- Opstelling: 1+1

Doordat er veel reserve is op het buffervolume in de grindlaag wordt het risico op verlies aan holle ruimte ((bv erosie taluds, inzanden door werfactiviteiten, ...) opgevangen.

In DO-fase zal het afwateringssysteem nog meer in detail moeten uitgewerkt worden. Zo zal onder andere een ATV-berekening uitgevoerd moeten worden om na te gaan of de rioolbuizen diameter 400 mm de verkeersbuizen kunnen opnemen. Eventuele maatregelen uit de project-MER zullen ook behandeld moeten worden in DO-fase.

Bijlage 5 Nota “Ontwerpnota bouwdok taluds”

Geotechnisch ontwerp



Verificatie			
Auteur	Verificatie	Autorisatie ATLAS	Autorisatie BAM NV
S. Gkekas	C.E. Loeber R.E. P. de Nijs	J. van de Velde	G. Osselaer

Identificatie Document	
THV ATLAS	BAM NV
OWL3-ATL-RAP-014-DO-Geotechnisch ontwerp-3-ECO	

Distributielijst

Aantal	Functie	Contactpersoon
1	Projectmanager	J. van de Velde
1	Contractmanager	M. Van Put
1	Procesmanager	E. Holtrop
1	Deeltracé manager	C.E. Loeber
1	Disciplineleider geotechniek	R.E.P. de Nijs
1	Documentbeheer	P. De Paep

Derden		
Aantal	Bedrijf/functie	Contactpersoon
3	BAM - Projectmanager	G. Osselaer
1	BAM - Projectleider	P.-C. De Cordier
1	BAM	B. Janssens

Revisiebeheer

Versie	Datum	Belangrijkste wijzigingen
1-ECO	29-06-2016	1 ^e concept
2-ECO	31-10-2016	2 ^e concept
3-ECO	08-03-2017	3 ^e concept

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Doel van dit document	5
1.2	Leeswijzer	5
1.3	Referenties	6
1.4	Toevoegingen ten opzichte van VO	7
2	Scope analyse.....	8
2.1	Identificatie.....	8
2.2	Systeemoverzicht.....	8
2.3	Context / raakvlakbeschrijving	10
3	Ontwerp analyse	11
3.1	Aspect analyse	11
3.1.1	Omgevingshinder / bouwfaserings	11
3.1.2	Onderhoudbaarheid.....	11
3.1.3	Safety / veiligheid	11
3.1.4	Vormgeving	11
3.2	Risico analyse.....	11
4	Ontwerp eisen.....	12
4.1	Ontwerputgangspunten en randvoorwaarden.....	12
4.1.1	Geometrie	12
4.1.2	Faserings	14
4.1.3	Grondopbouw	15
4.1.4	Grondparameters	15
4.1.5	Grondwaterstanden	15
4.1.6	Veiligheidsfilosofie	16
4.1.7	Belastingen	16
4.2	Systeemeisen.....	16
4.3	Ontwerp vrijheid en randvoorwaarden.....	16
5	Geotechnisch ontwerp.....	17
5.1	Damwanden	17
5.1.1	Faserings	17
5.1.2	Specifieke uitgangspunten damwanden	17
5.1.3	Resultaten	20
5.2	Taluds	22

5.2.1	Fasering	22
5.2.2	Specifieke uitgangspunten	22
5.2.3	Stabilisatie maatregelen.....	26
5.2.4	Resultaten	31
5.3	Gronddepot	34
5.3.1	Zettingen	34
5.3.2	Stabiliteit	36
6	Samenvatting en overwegingen	39
6.1	Conclusie damwanden.....	39
6.2	Conclusie stabiliteit taluds.....	39
6.3	Conclusie gronddepot.....	40
	Bijlage I Boorprofielen bouwdok.....	41
	Bijlage II Damwand berekeningen	42
	Bijlage III Taluds Bouwdok- Stabiliteitsberekeningen	43
	Bijlage IV Consolidatie analyse.....	44
	Bijlage V Gronddepot – Zettingen en stabiliteits- berekeningen.....	45

1 Inleiding

De Oosterweelverbinding is het project om de Antwerpse ring (R1) in het noorden te sluiten. Voor de studiefase is het project opgedeeld in twee deelprojecten: OWV Rechteroever (verdieping R1, Ondergrondse aansluiting OKA en dubbellaags tunnel Kanaalzone) en OWV Linkeroever (de Scheldetunnel, het bijbehorende Bouwdok en Technische Installaties en de Infrastructuurwerken Linkeroever).

Dit rapport maakt onderdeel uit van de studieopdracht OWV Linkeroever. De studieopdracht omsluit de fases ontwerp, basisvergunning, aanbesteding en uitvoeringsbegeleiding. De opmaak van het ontwerp bestaat uit twee fases: het Voorontwerp en het Definitief Ontwerp. Deze rapportage maakt deel uit van de deelfase Definitief Ontwerp.

Voor de bouw van de Scheldetunnel is een tijdelijk bouwdok voorzien in de achterhaven van Zeebrugge, waar de tunnelementen zullen worden gebouwd. Langs het Boudewijnkanaal is een locatie gekozen die in de toekomst ruimte zal bieden aan de verbreding van het kanaal en de aanleg van nieuwe havenfaciliteiten.

Het bouwdok zal bestaan uit een bouwkuip, omring door damwanden (noord-, west- en zuidzijde) en een diepwand (oostzijde) om binnendringen van grondwater in de bouwkuip te minimaliseren. Aan de binnenzijde van de wanden worden taluds gerealiseerd. De west- en noordzijde van het bouwdok worden aan de buitenzijde gevormd door de bestaande taluds. Vrijgekomen grond wordt ten zuiden van het bouwdok gestockeerd.

1.1 Doel van dit document

Het doel van deze rekennota is het technisch onderbouwen van het Definitief Ontwerp (DO) van de volgende onderdelen:

- Damwanden aan de drie zijden van het bouwdok (noord, west en zuid).
- Bouwdok taluds: binnenzijde langs de vier zijden en buitenzijde noord en west
- Stabiliteit en zettingen van het gronddepot van de afgegraven grond ten zuiden van het bouwdok.

Hierbij wordt de haalbaarheid aangetoond en onderbouwd ter voorbereiding van het op te stellen Engineering & Construct (E&C) contract.

Het ontwerp van de diepwand is uitgewerkt in Ref. 20.

1.2 Leeswijzer

In deze nota vindt u in hoofdstuk 2 de analyse en afbakening van de scope en de locatie van dit object in het project OWV Linkeroever. In hoofdstuk 3 is de ontwerpanalyse opgenomen met een aspecten- en risicoanalyse. De eisenanalyse is opgenomen in hoofdstuk 4 met ontwerputgangspunten en randvoorwaarden, normen en richtlijnen, systeemeisen en wat zijn de ontwerpvrijheden van het betreffende kunstwerk. In hoofdstuk 5 en verder wordt het ontwerp verder beschreven en vastgelegd.

1.3 Referenties

De gehanteerde referenties in deze rapportage zijn uiteengezet in tabel 1.

Ref.nr	Doc.code	Doc.titel	Revisie & Status	Datum
Ref. 1		NBN EN 1997-1 ANB		2014
Ref. 2		NEN 9997-1		2012
Ref. 3	CUR 166	Damwandconstructies		
Ref. 4	GEO10-139	Verslag over de resultaten van de sonderingen uitgevoerd voor de aanleg van een nieuwe zeesluis te Brugge (Zeebrugge)		
Ref. 5	GEO-15/163	Verslag over de resultaten van de sonderingen uitgevoerd voor het ontwerp van de nieuwe kaaimuur in het kader van de toekomstige uitbreiding van het Boudewijnkanaal voor de haven van Zeebrugge		
Ref. 6	ST-12/015	Studienota betreffende de grondlagenopbouw van de rechteroever van het Boudewijnkanaal in Zeebrugge voor de mogelijke bouw van een bouwdok voor de tunnel elementen van de Oosterweelverbinding		
Ref. 7		Verslag Bouwdok Boudewijnkanaal te Zeebrugge: grondwatermodel		
Ref. 8		"Full scale field test (sheet)pile driveability in Antwerp (Belgium)", XVI ECSMGE 2015, Edinburgh (bijlage II)		2015
Ref. 9		'Het trillen van damplanken in granulaire bodem', R.E.P. de Nijs, Geotechniek okt. 2003, pagina 46 - 54		2003
Ref. 10	OWR-TF-RAP-1-GT-0001	Heiproef palen en damplanken	01.01-ECO	08-08-2014
Ref. 11	OWL3-ATL-RAP-006-VO	Eindrapport Geohydrologie	2-GGB	04-12-2015
Ref. 12		Verslag Bouwdok Boudewijnkanaal te Zeebrugge: grondwatermodel		
Ref. 13	OWL3-ATL-TEK-005-VO	Bouwdok - configuratie 2	2-GGB	23-11-2015
Ref. 14	OWL-ATL-TEK-007	Bouwdok grondverzet	3.9	27-02-2017
Ref. 15	OWL3-ATL-RAP-001	Uitgangspunten geohydrologie	2-GGB	04-12-2015
Ref. 16		Standaardbestek voor Kunstwerken en Waterbouw (SB260)		
Ref. 17	OWL3-ATL-NOT-001	Vergelijking tijdelijke damwand en definitieve diepwand	3-GGB	23-11-2015
Ref. 18	OWL3-ATL-NOT-003	Ontwerp taluds	3-GGB	16-12-2015
Ref. 19	OWL3-ATL-NOT-012	Uitgangspunten kaaimuur	4-GGB	24-01-2017
Ref. 20	OWL3-ATL-RAP-003	Ontwerpnota kaaimuur	4-ECO	09-08-2016

Ref.nr	Doc.code	Doc.titel	Revisie & Status	Datum
Ref. 21	OWL3-ATL-RAP-016	Bemalingsstudie	1-ECO	23-11-2016

Tabel 1. Referenties

1.4 Toevoegingen ten opzichte van VO

De doorgevoerde aanpassingen/toevoegingen ten opzichte van het VO zijn hieronder gegeven.

Type	Aanpassing/Toevoeging
Wand oostzijde	Geen onderdeel van deze DO rapportage. Definitieve diepwand geworden, behandelt apart in [Ref. 20]
Bouwdok Zuidzijde	Damwand Zuidzijde en talud Zuid toegevoegd t.o.v. VO
Gronddepot	Depot stabiliteit en zettingen toegevoegd t.o.v. VO
Grondopbouw	Grondopbouw per bouwdok onderdeel beschouwd. Aanwezigheid van harde lagen rond TAW-20m in analyse gebracht
Grondparameters	Parameterset aangepast op basis van [Ref.19]
Grondwaterstanden	Beperkte aanpassingen t.o.v. VO
Stijghoogtenverloop	Stijghoogtenverloop langs damwanden aangepast t.o.v. VO

Tabel 2. Toevoegingen/aanpassingen ten opzichte van het VO

2 Scope analyse

Het deelproject Bouwdok omvat de aanleg van een tijdelijke bouwdok inclusief definitieve kademuur voor de tunnelementen in de achterhaven van Zeebrugge, ter hoogte van de toegang tot het Boudewijnkanaal.

2.1 Identificatie

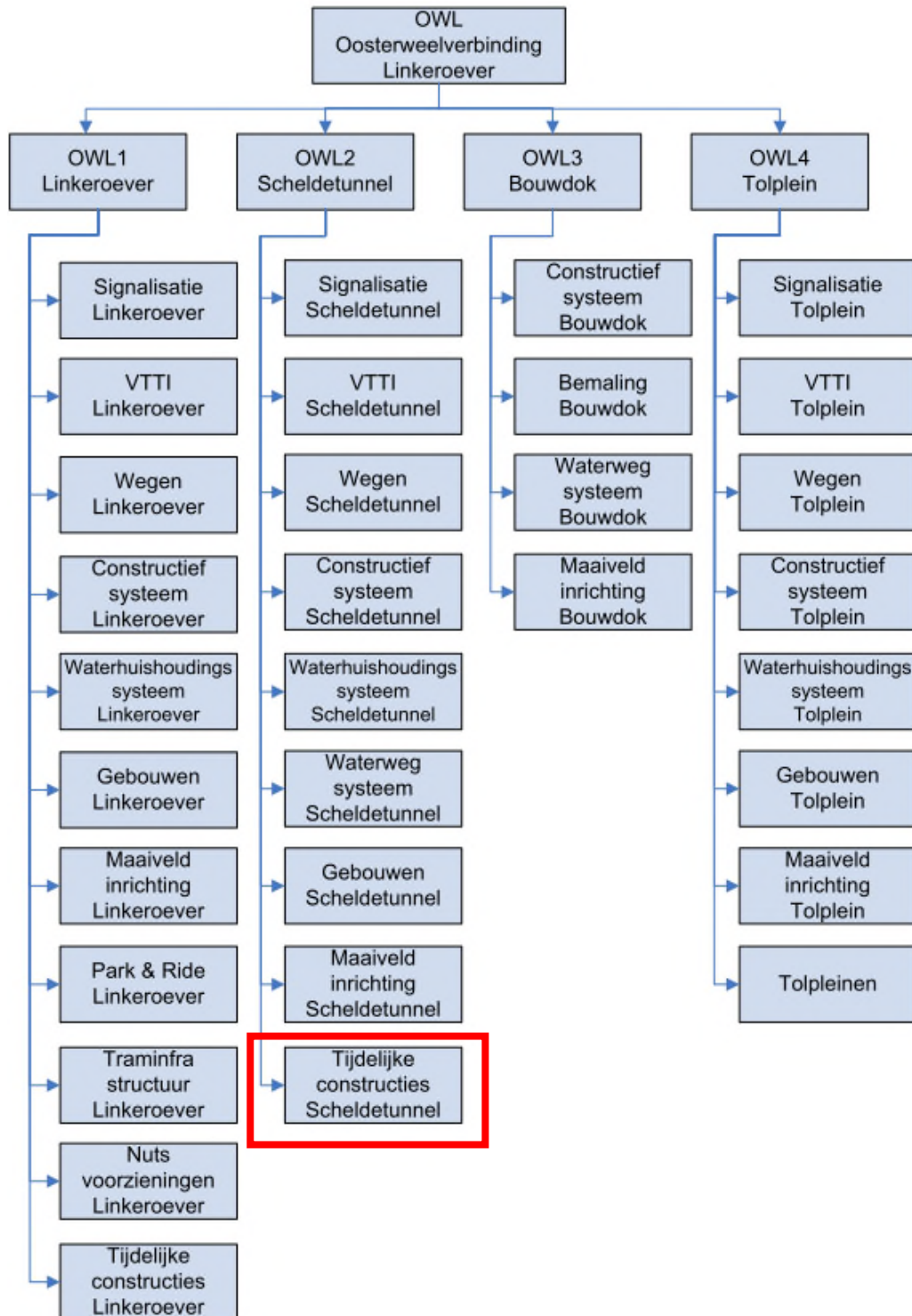
In figuur 1 is de locatie van het bouwdok met rood omkaderd.



Figuur 1. OWL Locatie van bouwdok rood omkaderd

2.2 Systeemoverzicht

In figuur 2 is de fysieke objectenboom gegeven van de Oosterweelverbinding Linkeroever. Binnen het object bouwdok maken de objecten tijdelijke damwand, taluds en gronddepot deel uit van het object Tijdelijke constructies Scheldetunnel. Deze objecten vallen in de structuur onder de Scheldetunnel, omdat uitvoering van deze objecten zal gebeuren door de Scheldetunnel-aannemer.



Figuur 2. OWL objectenboom

2.3 Context / raakvlakbeschrijving

In tabel 3 is de bijbehorende raakvlakomschrijving gegeven voor zowel de interne als externe raakvlakken. Voor de actuele raakvlak specificaties wordt verwezen naar de Relatics database.

Onderwerp raakvlak	Beschrijving	Aanpak ontwerp	Issue / raakvlak ID
Diepte bouwdok	Diepte bouwdok als gevolg van ontwerp tunnelementen dient te worden verwerkt in het ontwerp van de taluds, damwand en stockage	Diepte bouwdok vastgelegd op tekening OWL3-ATL-TEK-001. Afmetingen tunnelement vastgelegd op tekening OWL3-ATL-TEK-099.	IRv-00316

Tabel 3. Raakvlakbeschrijving

3 Ontwerp analyse

3.1 Aspect analyse

Aspecten beschrijven diverse eigenschappen of karakteristieken van een systeem. Met een aspectanalyse is onderzocht op welke wijze het systeem beschreven moet worden zodat de opdrachtgever krijgt wat hij verwacht. Niet alle aspecten zijn relevant om te beschrijven. Onderstaand is aangegeven welke aspecten in het ontwerp verder worden ontworpen of beschreven zodat een éénvoudig beeld van het systeem ontstaat. Het systeem wordt vervolgens verder vastgesteld met afgeleide eisen.

3.1.1 Omgevingshinder / bouwfaserings

De werkzaamheden ten aanzien van de aanleg van het bouwdok worden gefaseerd uitgevoerd. De beschouwde fases worden beschreven in hoofdstuk 5.

3.1.2 Onderhoudbaarheid

Onderhoudbaarheid wordt alleen beschouwd tijdens de gebruiksfase van het bouwdok. In de vormgeving van het gronddepot is rekening gehouden met twee onderhoudspaden (zie Figuur 6 t/m Figuur 8).

3.1.3 Safety / veiligheid

De volgende relevante veiligheidsaspecten zijn gedefinieerd:

- Constructieve veiligheid
- Veiligheid tegen overstrooming van het bouwdok

3.1.4 Vormgeving

Voor vormgeving wordt verwezen naar de relevante figuren in hoofdstuk 5.

3.2 Risico analyse

Het DO ontwerp is risico gestuurd vorm gegeven. In tabel 4 is een korte samenvatting gegeven van de risico's behandeld in deze rapportage. Voor de actuele risico-omschrijving en beheersmaatregelen wordt verwezen naar de Relatics database.

Korte Beschrijving risico	Behandeld in paragraaf	Risico ID
Ongewenste stofhinder ter plaatse van de ICO terminal	4.1.1	Ris-00652
Stabiliteit taluds permanente fase	5.2.3, 6.2	
Stabiliteit damwanden	5.1, 6.1	
Installatie damwanden tot einddiepte	5.1, 6.1	
Stabiliteit gronddepot	5.3.2	

Tabel 4. Risico analyse

4 Ontwerp eisen

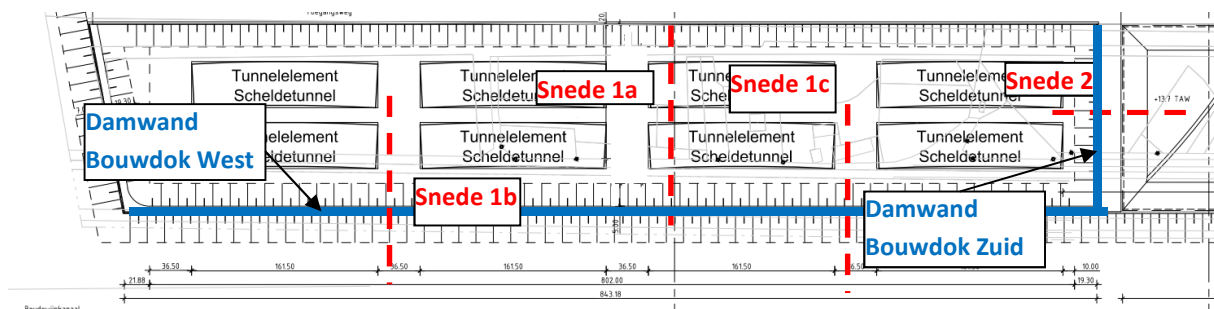
4.1 Ontwerputgangspunten en randvoorwaarden

In deze paragraaf zijn de uitgangspunten opgenomen die zijn gebruikt bij het ontwerp.

De algemene uitgangspunten gehanteerd in de analyses zijn gegeven in deze paragraaf. Daarnaast zijn de uitgangspunten die specifiek voor ieder van de analyse onderdelen gehanteerd zijn gegeven in de respectieve hoofdstuk/paragraaf.

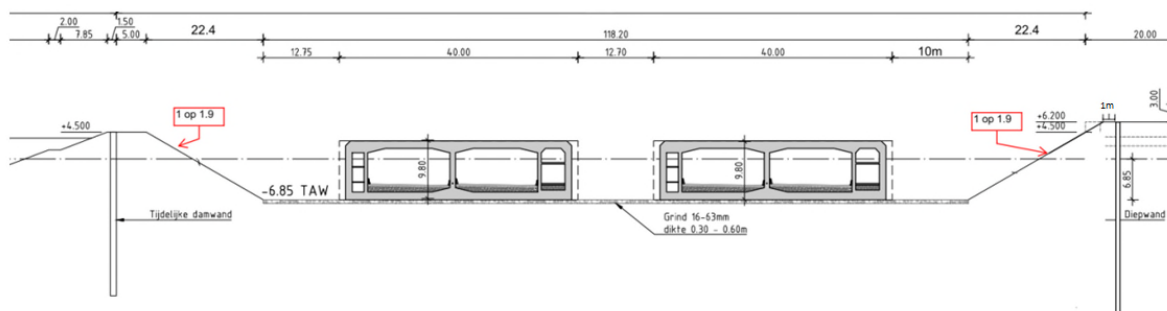
4.1.1 Geometrie

In Figuur 3 is het bovenaanzicht van het bouwdok weergegeven met de twee geanalyseerde sneden [Ref.13].

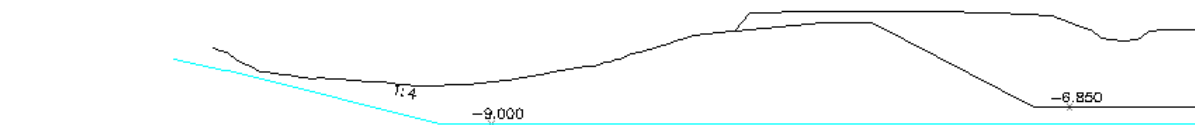


Figuur 3. Bovenaanzicht bouwdok

De sneden 1a t/m 1c en sneede 2 in Figuur 4 en Figuur 6 weergegeven.



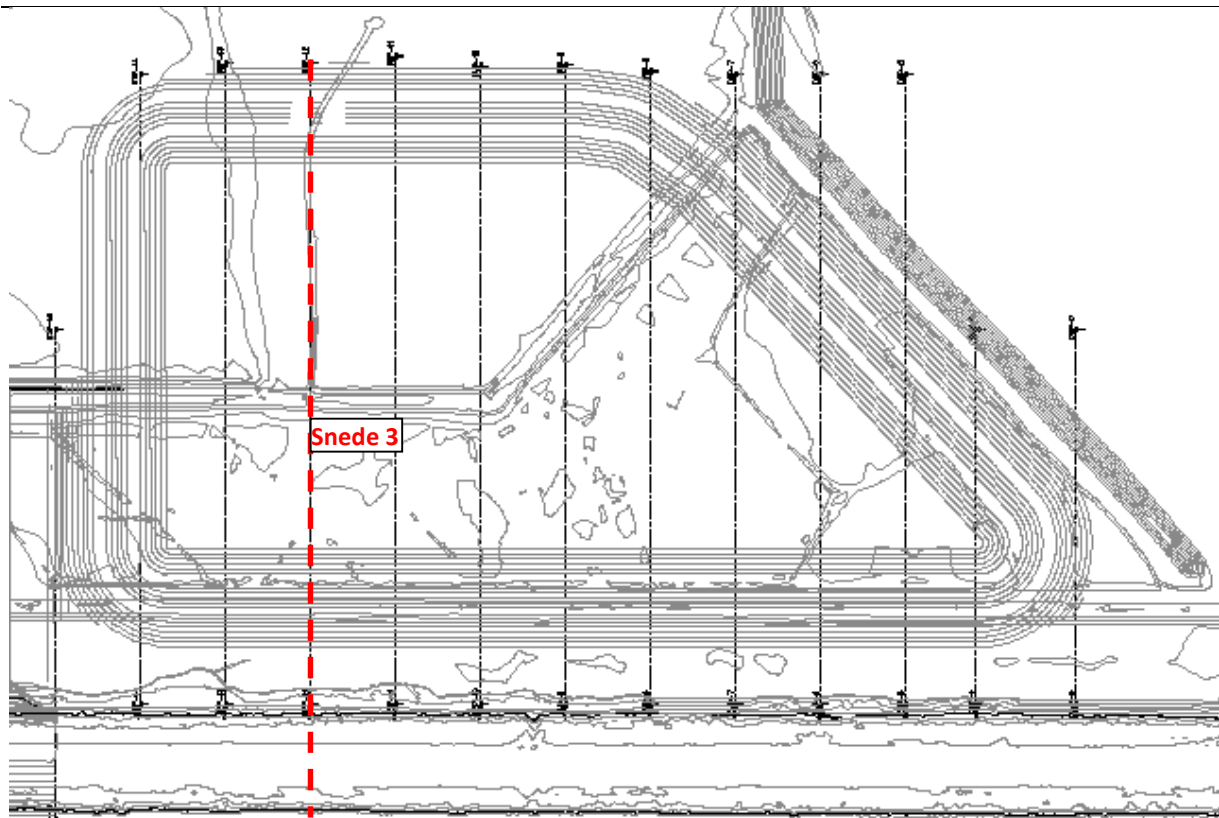
Figuur 4. Sneede 1a



Dwarsprofiel DWP-27
t.o.v. as ALM – Kanaalzijde C2
bij metreering 1350.000
Schaal 1:500

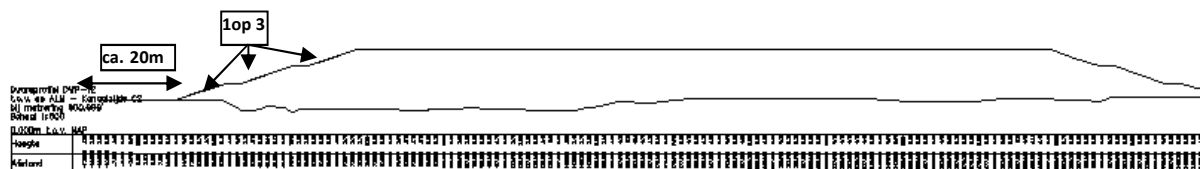
-20.000m t.o.v. NAP

Hoogte	-84,000	-83,500	-83,000	-82,500	-82,000	-81,500	-81,000	-80,500	-80,000	-79,500	-79,000	-78,500	-78,000	-77,500	-77,000	-76,500	-76,000	-75,500	-75,000	-74,500	-74,000	-73,500	-73,000	-72,500	-72,000	-71,500	-71,000	-70,500	-70,000	-69,500	-69,000	-68,500	-68,000	-67,500	-67,000	-66,500	-66,000	-65,500	-65,000	-64,500	-64,000	-63,500	-63,000	-62,500	-62,000	-61,500	-61,000	-60,500	-60,000	-59,500	-59,000	-58,500	-58,000	-57,500	-57,000	-56,500	-56,000	-55,500	-55,000	-54,500	-54,000	-53,500	-53,000	-52,500	-52,000	-51,500	-51,000	-50,500	-50,000	-49,500	-49,000	-48,500	-48,000	-47,500	-47,000	-46,500	-46,000	-45,500	-45,000	-44,500	-44,000	-43,500	-43,000	-42,500	-42,000	-41,500	-41,000	-40,500	-40,000	-39,500	-39,000	-38,500	-38,000	-37,500	-37,000	-36,500	-36,000	-35,500	-35,000	-34,500	-34,000	-33,500	-33,000	-32,500	-32,000	-31,500	-31,000	-30,500	-30,000	-29,500	-29,000	-28,500	-28,000	-27,500	-27,000	-26,500	-26,000	-25,500	-25,000	-24,500	-24,000	-23,500	-23,000	-22,500	-22,000	-21,500	-21,000	-20,500	-20,000	-19,500	-19,000	-18,500	-18,000	-17,500	-17,000	-16,500	-16,000	-15,500	-15,000	-14,500	-14,000	-13,500	-13,000	-12,500	-12,000	-11,500	-11,000	-10,500	-10,000	-9,500	-9,000	-8,500	-8,000	-7,500	-7,000	-6,500	-6,000	-5,500	-5,000	-4,500	-4,000	-3,500	-3,000	-2,500	-2,000	-1,500	-1,000	-500	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	12500	13000	13500	14000	14500	15000	15500	16000	16500	17000	17500	18000	18500	19000	19500	20000	20500	21000	21500	22000	22500	23000	23500	24000	24500	25000	25500	26000	26500	27000	27500	28000	28500	29000	29500	30000	30500	31000	31500	32000	32500	33000	33500	34000	34500	35000	35500	36000	36500	37000	37500	38000	38500	39000	39500	40000	40500	41000	41500	42000	42500	43000	43500	44000	44500	45000	45500	46000	46500	47000	47500	48000	48500	49000	49500	50000	50500	51000	51500	52000	52500	53000	53500	54000	54500	55000	55500	56000	56500	57000	57500	58000	58500	59000	59500	60000	60500	61000	61500	62000	62500	63000	63500	64000	64500	65000	65500	66000	66500	67000	67500	68000	68500	69000	69500	70000	70500	71000	71500	72000	72500	73000	73500	74000	74500	75000	75500	76000	76500	77000	77500	78000	78500	79000	79500	80000	80500	81000	81500	82000	82500	83000	83500	84000	84500	85000	85500	86000	86500	87000	87500	88000	88500	89000	89500	90000	90500	91000	91500	92000	92500	93000	93500	94000	94500	95000	95500	96000	96500	97000	97500	98000	98500	99000	99500	100000	100500	101000	101500	102000	102500	103000	103500	104000	104500	105000	105500	106000	106500	107000	107500	108000	108500	109000	109500	110000	110500	111000	111500	112000	112500	113000	113500	114000	114500	115000	115500	116000	116500	117000	117500	118000	118500	119000	119500	120000	120500	121000	121500	122000	122500	123000	123500	124000	124500	125000	125500	126000	126500	127000	127500	128000	128500	129000	129500	130000	130500	131000	131500	132000	132500	133000	133500	134000	134500	135000	135500	136000	136500	137000	137500	138000	138500	139000	139500	140000	140500	141000	141500	142000	142500	143000	143500	144000	144500	145000	145500	146000	146500	147000	147500	148000	148500	149000	149500	150000	150500	151000	151500	152000	152500	153000	153500	154000	154500	155000	155500	156000	156500	157000	157500	158000	158500	159000	159500	160000	160500	161000	161500	162000	162500	163000	163500	164000	164500	165000	165500	166000	166500	167000	167500	168000	168500	169000	169500	170000	170500	171000	171500	172000	172500	173000	173500	174000	174500	175000	175500	176000	176500	177000	177500	178000	178500	179000	179500	180000	180500	181000	181500	182000	182500	183000	183500	184000	184500	185000	185500	186000	186500	187000	187500	188000	188500	189000	189500	190000	190500	191000	191500	192000	192500	193000	193500	194000	194500	195000	195500	196000	196500	197000	197500	198000	198500	199000	199500	200000	200500	201000	201500	202000	202500	203000	203500	204000	204500	205000	205500	206000	206500	207000	207500	208000	208500	209000	209500	210000	210500	211000	211500	212000	212500	213000	213500	214000	214500	215000	215500	216000	216500	217000	217500	218000	218500	219000	219500	220000	220500	221000	221500	222000	222500	223000	223500	224000	224500	225000	225500	226000	226500	227000	227500	228000	228500	229000	229500	230000	230500	231000	231500	232000	232500	233000	233500	234000	234500	235000	235500	236000	236500	237000	237500	238000	238500	239000	239500	240000	240500	241000	241500	242000	242500	243000	243500	244000	244500	245000	245500	246000	246500	247000	247500	248000	248500	249000	249500	250000	250500	251000	251500	252000	252500	253000	253500	254000	254500	255000	255500	256000	256500	257000	257500	258000	258500	259000	259500	260000	260500	261000	261500	262000	262500	263000	263500	264000	264500	265000	265500	266000	266500	267000	267500	268000	268500	269000	269500	270000	270500	271000	271500	272000	272500	273000	273500	274000	274500	275000	275500	276000	276500	277000	277500	278000	278500	279000	279500	280000	280500	281000	281500	282000	282500	283000	283500	284000	284500	285000	285500	286000	286500	287000	287500	288000	288500	289000	289500	290000	290500	291000	291500	292000	292500	293000	293500	294000	294500	295000	295500	296000	296500	297000	297500	298000	298500	299000	299500	300000	300500	301000	301500	302000	302500	303000	303500	304000	304500	305000	305500	306000	306500	307000	307500	308000	308500	309000	309500	310000	310500	311000	311500	312000	312500	313000	313500	314000	314500	315000	315500	316000	316500	317000	317500	318000	318500	319000	319500	320000	320500	321000	321500	322000	322500	323000	323500	324000	324500	325000	325500	326000	326500	327000	327500	328000	328500	329000	329500	330000	330500	331000	331500	332000	332500	333000	333500	334000	334500	335000	335500	336000	336500	337000	337500	338000	338500	339000	339500	340000	340500	341000	341500	342000	342500	343000	343500	344000	344500	345000	345500	346000	346500	347000	347500	348000	348500	349000	349500	350000	350500	351000	351500	352000	352500	353000	353500	354000	354500	355000	355500	356000	356500	357000	357500	358000	358500	359000	359500	360000	360500	361000	361500	362000	362500	363000	363500	364000	364500	365000	365500	366000	366500	367000	367500	368000	368500	369000	369500	370000	370500	371000	371500	372000	372500	373000	373500	374000	374500	375000	375500	376000	376500	377000	377500	378000	378500	379000	379500	380000	380500	381000	381500	382000	382500	383000	383500	384000	384500	385000	385500	386000	386500	387000	387500	388000	388500	389000	389500	390000	390500	391000	391500	392000	392500	393000	393500	394000	394500	395000	395500	396000	396500	397000	397500	398000	398500	399000	399500	400000	400500	401000	401500	402000	402500	403000	403500	404000	404500	405000	405500	406000	406500	407000	407500	408000	408500	409000	409500	410000	410500	411000	411500	412000	412500	413000	413500	414000	414500	415000	415500	416000	416500	417000	417500	418000	418500	419000	419500	420000	420500	421000	421500	422000	422500	423000	423500	424000	424500	425000	425500	426000	426500	427000	427500	428000	428500	429000	429500	430000	430500	431000	431500	432000	432500	433000	433500	434000	434500	435000	435500	436000	436500	437000	437500	438000	438500	439000	439500	440000	440500	441000	441500	442000	442500	443000	443500	444000	444500	445000	445500	446000	446500	447000	447500	448000	448500	449000	449500	450000	450500	451000	451500	452000	452500	453000	453500	454000	454500	455000	455500	456000	456500	457000	457500	458000	458500	459000	459500	460000	460500	461000	461500	462000	462500	463000	463500	464000	464500	465000	465500	466000	466500	467000	467500	468000	468500	469000	469500	470000	470500	471000	471500	472000	472500	473000	473500	474000	474500	475000	475500	476000	476500	477000	477500	478000	478500	479000	479500	480000	480500	481000	481500	482000	482500	483000	483500	484000	484500	485000	485500	486000	486500	487000	487500	488000	488500	4899
--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	------	---	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	------



Figuur 7. Bovenaanzicht gronddepot (variant 1)

De snede 3 is in Figuur 8 weergegeven. De locatie en vormgeving van het depot is geoptimaliseerd om stofhinder bij de nabijgelegen autoterminal te reduceren.



Figuur 8. Snede 3 [Ref.14]

4.1.2 Fasering

De globale fasering is in drie fase onderscheiden:

1. Bouwdok fase (in den droge): Fase waarin na de installatie van de damwanden (en kaaimuur) de grondwaterstand binnen de wanden wordt verlaagd en het bouwdok wordt afgegraven. De afgegraven grond wordt gelegd bij het gronddepot ten zuiden van het bouwdok. Deze fase wordt verder onderscheiden:
 - a. Tussenfase: De taluds van het bouwdok taluds worden afgegraven tot een tijdelijke geometrie met helling 1 op 2 (zie in 5.1.1 en 5.2.1) t.b.v. de installatie van de stabilisatie maatregelen.
 - b. Fase bouwdok: Stabilisatie maatregelen zijn geïnstalleerd op de taluds van het bouwdok. De taluds komen op een helling van 1 op 1.9.
 - c. Fase verwijderen stabilisatie maatregelen: De maatregelen zijn verwijderd en de taluds van het bouwdok komen middels aanvulling op de eindgeometrie met helling 1 op 2.3 (zie in 5.1.1 en 5.2.1). Deze aanvulling is mogelijk nadat het bouwen van de zinkelementen afgerond is.

Tijdelijk, na het verwijderen van de maatregelen komen de taluds weer de geometrie van 1a (zie hierboven). Deze fase is niet van toepassing voor het zuidelijke talud waar de stabilisatie maatregelen achterblijven.

2. Inundatie fase: Fase waarin de bemaling wordt beëindigd en de grondwaterstand in het bouwdok gelijk wordt aan het peil van de Boudewijnkanaal en Verbindingsdok (west en noord resp.) zodat de tunnel elementen gaan drijven.
3. Eindfase: Fase waarin de damwanden van het bouwdok worden verwijderd.

4.1.3 Grondopbouw

De gehanteerde grondopbouw is gebaseerd op de interpretatie van het specifiek voor dit project uitgevoerde sondeer- en booronderzoek [Ref.4], [Ref.5] en [Ref.6]. De gehanteerde grondopbouw voor de verschillende onderdelen is gegeven in de respectievelijke hoofdstukken.

4.1.4 Grondparameters

De volumieke gewichten en sterkte parameters grondparameters zijn uit [Ref. 19]. De samendrukkingsparameters zijn uit [Ref. 2] genomen. Voor de horizontale beddingconstanten is er een combinatie van de waarden uit [Ref.6] en [Ref. 3] gehanteerd. Voor de doorlatendheidswaarden is er een vereenvoudiging gehanteerd ten opzichte van wat in [Ref. 21] is gegeven. Een overzicht van de gehanteerde grondparameters is gegeven in Tabel 5.

Laag	γ / γ_n [kN/m ³]	ϕ [graden]	c' [kPa]	k_1 [kN/m ³]	k_2 [kN/m ³]	k_3 [kN/m ³]	CR [-]	RR [-]	Kv [m/dag]
Laag A, Zand, matig	17/19	30	-	12000	6000	3000	0,0040	0,0013	1
Laag B, Klei, zandig	16/16	25	5	3000	1500	750	0,2300	0,0800	1 ^e -2
Laag C, Veen	12/12	15	5	1400	700	350	0,3000	0,1000	1 ^e -3
Laag D, Zand, matig tot vast	17/19	30	-	15000	7500	3750	0,0020	0,0007	1
Laag E, Zand, los tot matig	17/19	30	-	15000	7500	3750	0,0030	0,0012	1
Laag F, Leem	17/17	25	2	4000	2000	800	0,0500	0,0200	1 ^e -2
Laag G, Zand, matig	17/19	30	-	22000	11000	5500	0,0030	0,0012	1
Laag H, Zand, vast	18/20	32	-	36000	18000	9000	0,0020	0,0007	1

Tabel 5. Gehanteerde grondparameters

4.1.5 Grondwaterstanden

Er is een waterpeil van TAW+3,5m buiten het bouwdok meegenomen. Deze conditie geldt voor het oppervlaktewater van het Boudewijnkanaal en het Verbindingsdok (ten noorden en ten westen van het bouwdok). De minimale en maximale waterstanden zijn TAW+3,3m en TAW+3,7m respectievelijk [Ref.15].

Ten zuiden en oosten van het bouwdok is er een grondwaterstand van TAW +4,0m aangenomen en aangepast waar het effect van de bemaling binnen het bouwdok van toepassing is. In de UGT toetsingen is een 0,5m hoger peil gehanteerd.

De verlaagde grondwaterstand binnen het bouwdok tijdens de bemaling is gelijk aan TAW-8m aangehouden. Dit is 0,55m lager dan het ontgravingsniveau. Deze is de kortstondige situatie voor de aanleg van het drainage in bodem bouwdok (gelijk aan onderkant van de 0,6m dikke grindlaag [Ref. 13]).

Een zoutwater dichtheid van 1,02 g/cm³ is gehanteerd in alle analyses [Ref.11].

4.1.6 Veiligheidsfilosofie

Alle damwanden en taluds conform EC-7 BE [Ref. 1] getoetst. De gehanteerde veiligheidsfactoren en minimale stabiliteitsfactoren zijn weergegeven in Tabel 6.

toetsing	conform	materialen partiële factoren (op tanfi, c)	factoren op belastingen (variabel, ongunstig)	verlaging ontgravingsnive au	minimale stabiliteitsfactor
damwanden	EC7-BE	1,25 (O.B.2)	1,5 (O.B.1)/1,1 (O.B.2)	10% (max. 0,5m)	1
taluds	EC7-BE	1,25	1,5	n.v.t.	1

Tabel 6. Veiligheidstoepassingen

Veiligheid op de grondwaterstanden is toegepast in de berekeningen zoals beschreven in de betreffende hoofdstukken/paragrafen.

4.1.7 Belastingen

De gehanteerde maaiveldbelastingen (waar van toepassing) zijn gegeven in de respectievelijke hoofdstukken/paragrafen.

4.2 Systeemeisen

Er zijn geen eisen geformuleerd voor de objecten tijdelijke damwand, taluds en gronddepot.

4.3 Ontwerp vrijheid en randvoorwaarden

Vrijheid	Toelichting/Overweging
Talud hellingen	De taludhellingen en oplossingen voor taludstabiliteit van zowel het bouwdok als de oevers van het Boudewijnkanaal zijn een vrijheid van de aannemer mits de stabiliteit aangetoond wordt.
Type damwand planken	Het type damwand en het punt niveau is een vrijheid van de aannemer mits de stabiliteit aangetoond wordt.
Geometrie gronddepot	De geometrie van het gronddepot moeten overeenstemmen met de vergunningstekeningen. De oplossing voor stabiliteit van zowel het gronddepot als de oevers van het Boudewijnkanaal zijn een vrijheid van de aannemer mits de stabiliteit aangetoond wordt.

5 Geotechnisch ontwerp

5.1 Damwanden

De damwanden aan de westelijke en zuidelijke zijde van het bouwdok zijn getoetst in deze analyse (zie in Figuur 3). Voor de damwand van de noordelijke zijde van het bouwdok is geen aparte analyse opgesteld, omdat zowel de geometrie als de grondlagen, grondwaterstanden en belastinggevallen identiek zijn aan de westelijke damwand.

5.1.1 Fasering

De damwanden zijn getoetst op basis van de fasering die hieronder is gegeven:

1. Installatie van de damwanden
2. Grondwaterstand binnen het bouwdok verlagen tot 0,55 m onder het ontgravingsniveau (TAW-8m)
3. Ontgraving in den droge tot -7,45 m TAW (onderkant grindlaag). Talud binnenzijde ontgraven tot tijdelijk geometrie t.b.v. installatie van stabiliserende maatregelen (zie ook in 5.2.1)
4. Taluds op bouwdok fase geometrie (1 op 1.9). Horizontale belasting van geotextiel toegepast.
5. Taluds op geometrie na verwijderen van stabilisatie maatregelen (zie in 5.2.1). Niet van toepassing voor de zuidelijke damwand.
6. Inundatie. Grondwaterstand in het bouwdok gelijk aan het peil van Boudewijnkanaal en verbindingsdok.

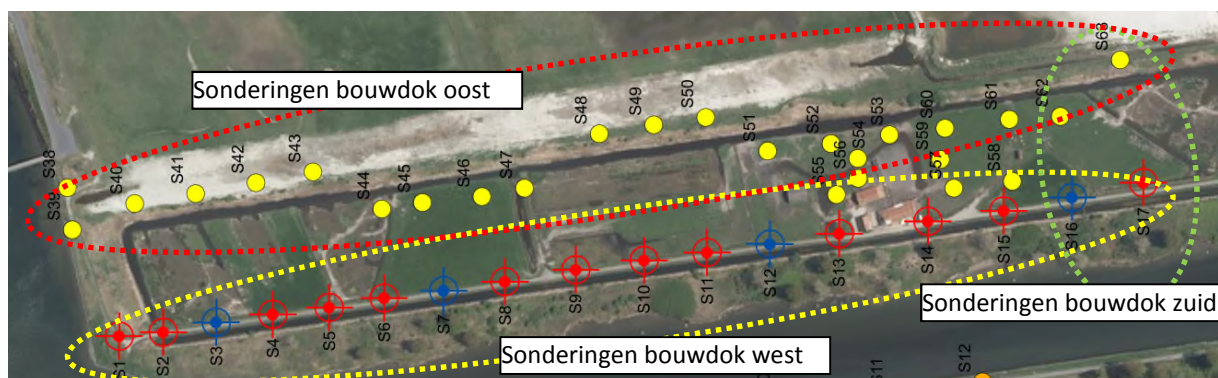
De fasen van het grindlaag storten op het ontgravingsniveau en van het opbouwen van de zinktunnelelementen zijn niet opgenomen in de analyses, aangezien deze gunstiger zijn dan de ongunstigste Fase 3 (zie boven).

5.1.2 Specifieke uitgangspunten damwanden

In deze paragraaf zijn de aanvullende of afwijkende uitgangspunten (ten opzichte van de algemene uitgangspunten van Hoofdstuk 4 gegeven die gehanteerd zijn voor de specifieke damwanden analyse.

5.1.2.1 Grondopbouw

De gehanteerde grondopbouw in de analyse van iedere damwanden de gemiddelde grondopbouw van de respectieve sonderingen voor de drie verschillende locaties. Een bovenaanzicht van de sonderingen is gegeven in Figuur 9.

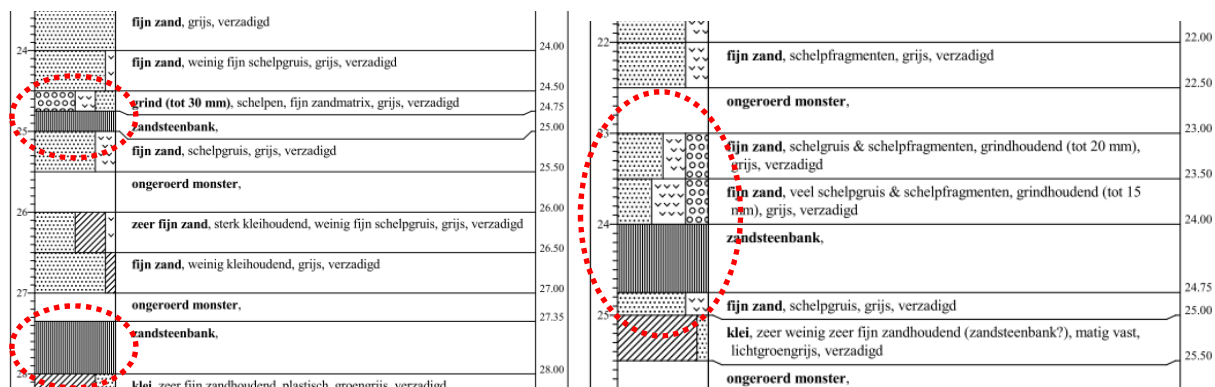


Figuur 9. Sonderingen van locatie bouwdok west en bouwdok zuid [Ref.5]

Laag	bovenkant laag damwand west [mTAW]	bovenkant laag damwand zuid [mTAW]
Laag A, Zand, matig	4,5	4,5
Laag B, Klei	2,2	2,5
Laag C, Veen	1,0	1,6
Laag D, Zand, matig tot vast	-0,4	0,0
Laag E, Zand, los tot matig	-4,0	-3,7
Laag F, Leem	-5,5	-5,0
Laag G, Zand, matig	-6,1	-5,5
Laag H, Zand, dicht	-15,4	-17,0
Schelpen/grindlaag	-20,1	-18,7

Tabel 7. Gehanteerde grondopbouw per damwand

Rond TAW-20m en soms ondieper bevindt zich een extreem harde grondlaag welke ondoordringbaar was voor de sonderingen. Uit de boorresultaten (zie in Bijlage I) blijkt dat de grondslag op deze diepte bestaat uit een combinatie van grind- en schelphoudende lagen en met daaronder een zandsteenbank. Op basis van [Ref.6] is deze laag als het bovenste deel van het Lid van Oedelem geclassificeerd.



Figuur 10. Delen van boringen B3 en B7

Gegeven het risico op plankschade dan wel refusal tijdens het intrillen van damwanden, zijn alle damwanden berekend tot een diepte van TAW-20m. Damwanden kunnen waarschijnlijk deze laag doordringen middels heien maar dan bestaat een risico in verband met het verwijderen van de damwanden. Als de damplanken ondieper tot refusal komen betekent dit dat de teen van de damwand goed in een harde laag ingeklemd zit, waarmee een optie ontstaat om de totale installatie diepte te verkorten zonder de teenweerstand kritisch te laten worden.

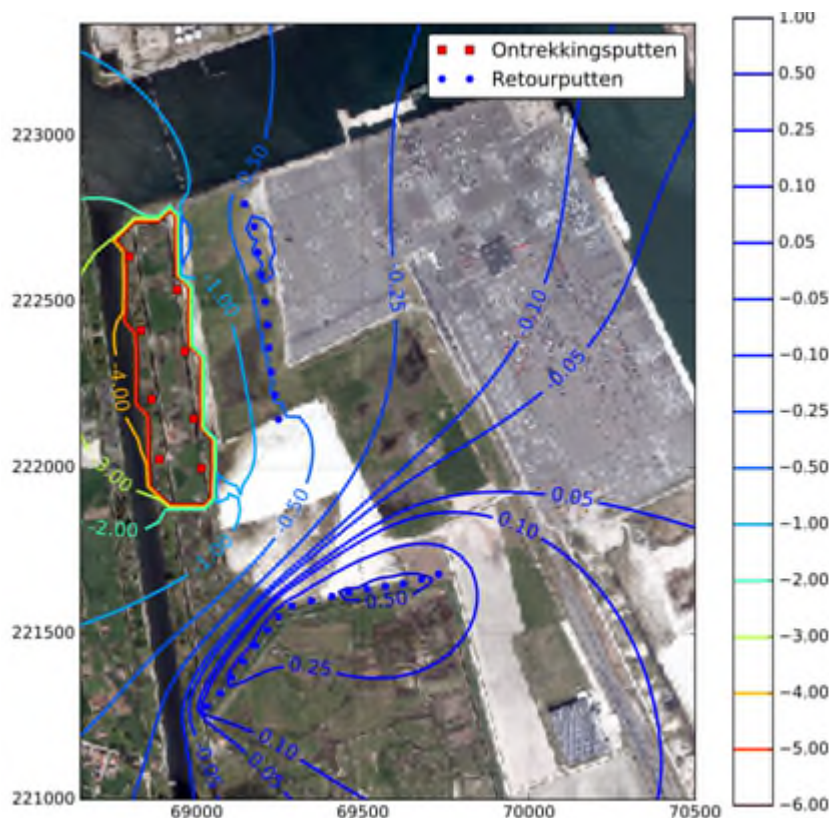
5.1.2.2 Grondwaterstanden en waterspanningsverloop

De gehanteerde grond- en oppervlakte waterstanden per damwand zijn gegeven in Tabel 8.

Laag	damwand west [mTAW]	damwand zuid [mTAW]
GWS actieve zijde	3,7	4,5
GWS passieve zijde - Bouwdok	-8	-8
GWS passieve zijde - Inundatie	3,7	3,3

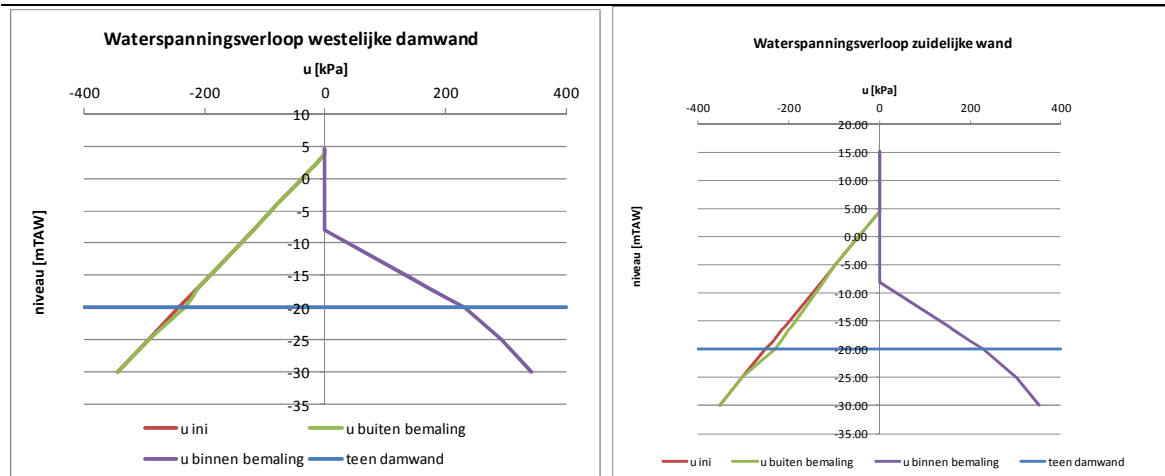
Tabel 8. Gehanteerde grondwaterstanden per damwand

Het effect van de bemaling op de stijghoogten buiten het bouwdok is gegeven in Figuur 11.



Figuur 11. Verhoging van de stijghoogte in de 1^{ste} watervoerende laag als gevolg van bemaling bouwdok inclusief retourbemaling om verlagingen ter plaatse van de Dudzeelse polder te mitigeren. [Ref. 21]

Op basis daarvan is de resulterende (verlaagde) stijghoogte ten oosten en ten zuiden van het bouwdok ca. 1m verlaagd t.o.v. van de oorspronkelijke stijghoogte van ca. TAW+3,5m [Ref.] voor de situatie met retourbemaling (maatgevend). Ten opzichte van een vereenvoudigd aangenomen grondwaterstand gelijk aan maaiveld niveau (TAW+4,5m) is dit een verlaging van ca. 2,0m onder de cohesieve lagen (onder ca. TAW+0m). In de berekening van de zuidelijke damwand is dus een stijghoogte van TAW+2,5m meegenomen rond de teen van de zuidelijke damwand. Voor de westelijke damwand, is een conservatievere (vanwege aanvulling vanuit het kanaal) stijghoogte verlaging van 1m meegenomen, dus stijghoogte rond het teen van TAW+3,7m (hoge peil kanaal maatgevende). Het stijghoogte verloop aan de binnen zijde van de damwanden is lineair geïnterpoleerd tussen het bemalingspeil (TAW-8m) en de stijghoogte rond de teen van de damwand. Het aangenomen stijghoogteverloop voor de twee damwanden van het bouwdok (west en zuid) is in Figuur 12 weergegeven.



Figuur 12. Aangenomen stijghoogte verloop binnen- en buitenzijde damwanden

5.1.2.3 Algemene uitgangspunten

- De damwanden dienen ten minste van profiel AZ26 te zijn m.b.t. de inleiding van de benodigde slagkracht [Ref.8], [Ref.9] en [Ref.10].
- Een constructieve (variabele) bovenbelasting van 20 kPa is meegenomen buiten de damwand van het bouwdok direct naast de zuidelijke kant over een breedte van 20 m. Aan de westelijke zijde is er geen bovenbelasting toegepast gezien de korte breedte buiten de damwand (slechts 1.5m).
- Een reductie van de plankdoorsnede door corrosie is niet meegenomen omdat de constructie als tijdelijk (enkele jaren) is aangenomen.
- Een horizontale punt last van 150kN/m' is toegepast onder de damwand kop ten behoeve van geotextiel krachtafdracht.

5.1.3 Resultaten

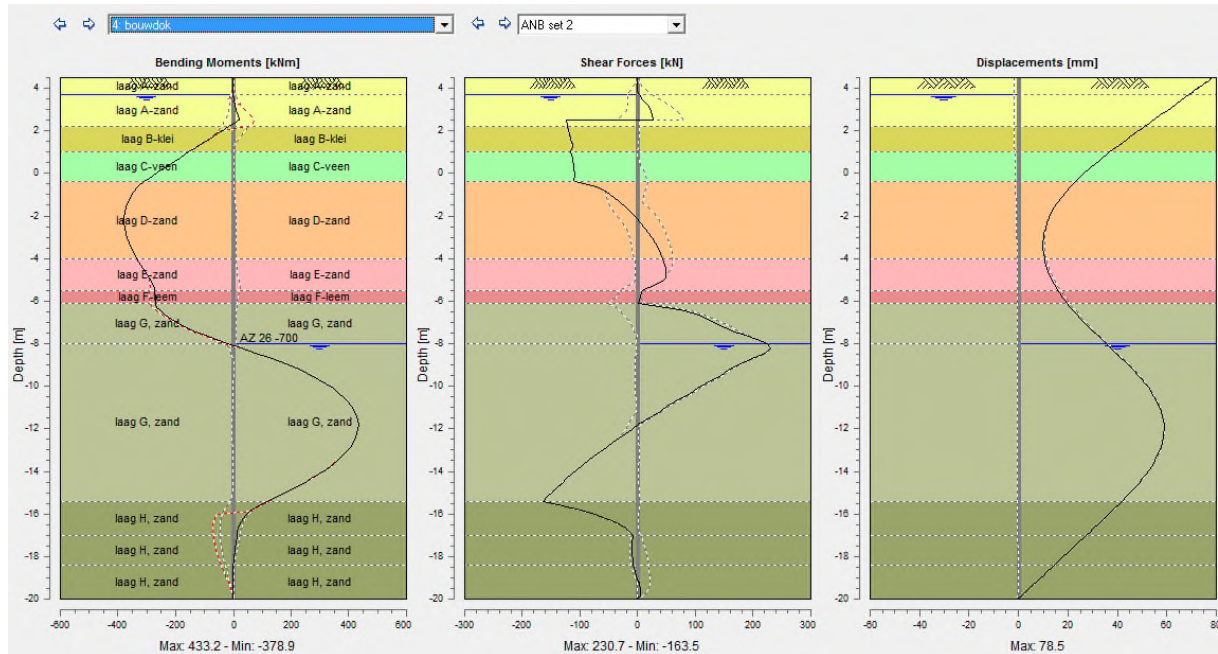
In deze analyse zijn damwand profielen van het type AZ26 (minimumeis m.b.t. de inleiding van de benodigde slagkracht), getoetst. De resultaten van de uitgevoerde berekeningen zijn gegeven in onderstaande tabel.

wand	damwand	puntniveau (m TAW)	toetsing	Stability S.F	vervormingen (mm)	Mmax (kNm)	Mmin (kNm)
bouwdok west	AZ26-S355	-20	OB 1.1	1,75	45	150	-225
bouwdok west	AZ26-S355	-20	OB 1.2	1,40	n.v.t.	440	-380
bouwdok zuid	AZ26-S355	-20	OB 1.1	1,72	92	205	-410
bouwdok zuid	AZ26-S355	-20	OB 1.2	1,33	n.v.t.	570	-700

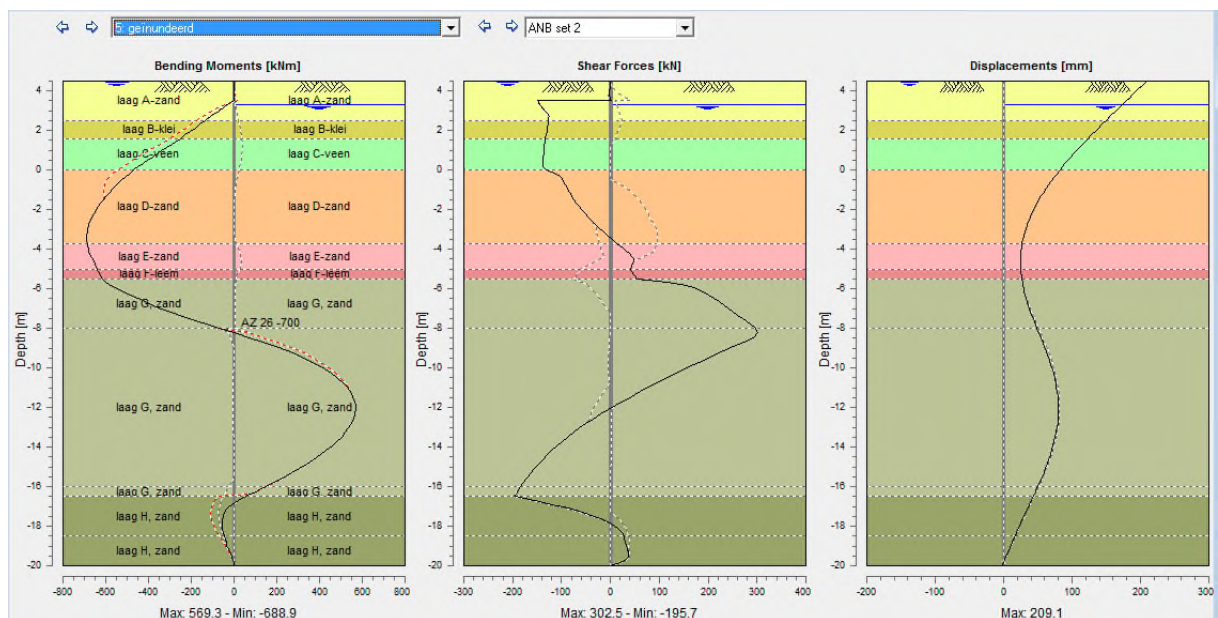
Tabel 9. Resultaten berekeningen damwanden

De vervormingen van de damwand zijn in deze analyse getoetst met O.B.1.1, in plaats van een volledige GGT analyse. De berekende vervormingen met O.B.1.1 mogen niet lager zijn dan de respectievelijke vervormingen in de GGT. Op basis van de resultaten zijn de berekende vervormingen acceptabel.

De krachten- en vervormingsgrafieken uit D-sheet zijn hieronder gegeven voor de ontgravingsfase toetsing O.B.1.2.



Figuur 13. Westelijke damwand. D-sheet resultaten ontgravingsfase O.B.1.2



Figuur 14. Zuidelijke damwand. D-sheet resultaten ontgravingsfase O.B.1.2

De D-sheet output is gegeven in Bijlage II.

5.1.3.1 Erosie

Op basis van de bestaande geometrie van het talud van de Boudewijn kanaal oever (dwz. buiten de westelijk damwand), zie in Figuur 5, geen negatieve invloed is verwacht op de stabiliteit van de damwand. De damwand wordt in ieder geval binnenwaarts belast.

5.2 Taluds

De stabiliteit van de taluds aan de binnenzijde van het bouwdok (west, oost en zuid) is hier getoetst. Aan de westelijke zijde is de stabiliteit van het talud aan de buitenzijde van het bouwdok getoetst. Het talud aan de zuidelijke zijde van het bouwdok is getoetst in combinatie met het talud van het gronddepot ten zuiden van het bouwdok. De taluds van de noordelijke zijde zijn niet apart geanalyseerd; de situatie daar is gelijk aan de westelijke zijde aangenomen (zie Figuur 3).

5.2.1 Fasering

De stabiliteit van de taluds is geanalyseerd voor 3 verschillende fasen van het project:

1. Bouwfase van de zinktunnel elementen. In deze fase is het bouwdok afgegraven tot het eind ontgravingsniveau van TAW-7,45m. Tevens is de grondwaterstand verlaagd tot juist onder het ontgravingsniveau, zodat de werkzaamheden in verband met het bouwen van de zinktunnel elementen kunnen beginnen. De stabiliteit van vier taluds (één aan oostzijde, één aan zuidzijde en twee aan westzijde) is getoetst. Deze fase (in den bouwdok in den droge) is verder in drie fasen onderscheiden, namelijk:
 - a. Fase 1a: In deze fase worden de taluds tot een tijdelijk geometrie afgegraven (1 op 2) t.b.v. de installatie van de stabilisatie maatregelen.
 - b. Fase 1b: In deze fase komen de taluds op de werkelijk geometrie (1 op 1,9) met stabiliserende maatregelen.
 - c. Fase 1c: In deze fase zijn de stabiliserende maatregelen verwijderd en de taluds worden aangevuld op een flauwer eind helling van 1 op 2,3. Na het verwijderen van de stabilisatie maatregelen en voordat de aanvulling komen de taluds weer op de geometrie van 1a. Deze fase zijn niet van toepassing voor de zuidelijke talud waar de stabiliserende maatregelen achter blijven.
2. Bouwdok wordt geïnundeerd. In deze fase is de waterstand binnen het bouwdok terug omhoog gezet (TAW +3,5m), zodat de zinktunnel elementen gaan drijven.
3. Damwanden zijn verwijderd. In deze fase is de stabiliteit van de taluds geanalyseerd zonder damwanden daarin. Voor het oostelijke talud is fase 3 gelijk aan fase 2 (diepwand blijft).

5.2.2 Specifieke uitgangspunten

In deze paragraaf zijn de aanvullende of afwijkende uitgangspunten (ten opzichte van de algemene uitgangspunten van Hoofdstuk 4) gegeven die gehanteerd zijn specifiek voor de stabiliteitsanalyse.

5.2.2.1 Grondopbouw

De stabiliteitstoestand wordt grotendeels bepaald door de aanwezigheid en dikte van de slappe lagen (Laag B: klei, Laag C: veen en Laag F: leem). Om een maatgevende grondopbouw te toetsen zijn de aangetroffen condities van de sonderingen rond het bouwdok sonderingen gecombineerd (zie in Figuur 9). De getoetste "omhullende" grondopbouw voor de drie posities is weergegeven in Tabel 10.

Laag	bovenkant laag west [mTAW]	bovenkant laag zuid [mTAW]	bovenkant laag oost [mTAW]
Laag A, Zand, matig	4,5	4,5	4,5
Laag B, Klei	4,0	3,5	4,0
Laag C, Veen	1,0	1,5	1,0
Laag D, Zand, matig tot vast	-1,8	-1,0	-1,5
Laag E, Zand, los tot matig	-1,8	-1,0	-1,5
Laag F, Leem	-6,0	-4,7	-5,7
Laag G, Zand, matig	-7,0	-5,7	-6,7
Laag H, Zand, dicht	-16,0	-16,0	-16,0

Tabel 10. Getoetste grondopbouw stabiliteit taluds bouwdok

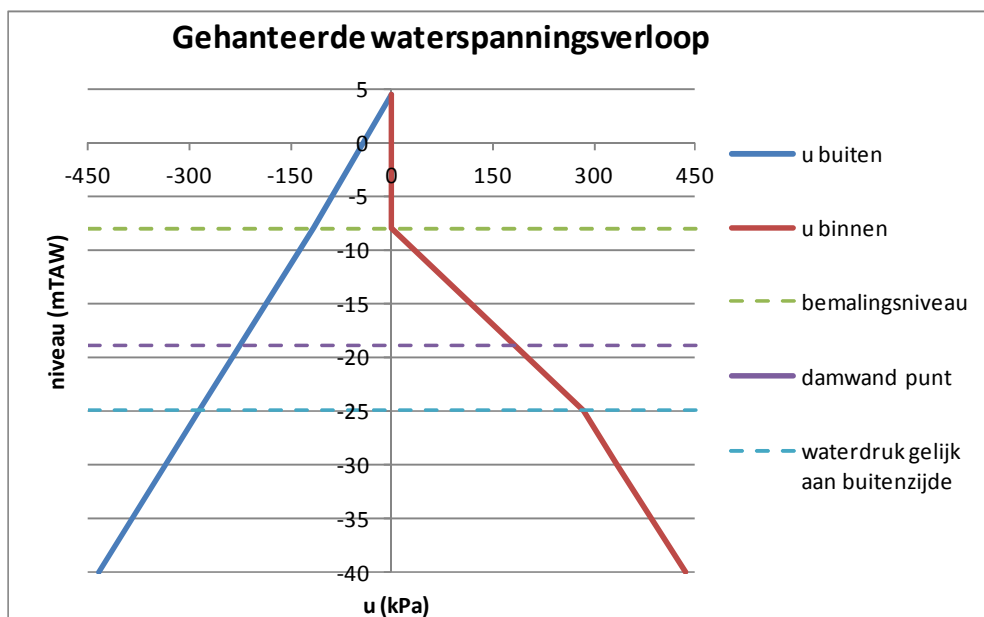
5.2.2.2 Grondwaterstanden

De gehanteerde grond- en oppervlakte waterstanden per talud zijn gegeven in Tabel 8. De variatie van de grondwaterstanden tussen het laagste en hoogste niveau is in de stabiliteitsanalyse ruimer ten opzichte van de algemene uitgangspunten (zie in 4.1.5) om een uitgebreid gevoel van de stabiliteitscondities te krijgen.

Laag	GWS [mTAW]
Bouwdok	-8,0
Kanaalpeil West	3,0 - 4,0
GWS oost	1,0-4,5
GWS zuid	1,0-4,5*

Tabel 11. Gehanteerde grondwaterstanden per positie (*een verhoogd GWS van TAW+6m is getoetst binnen het gronddepot ten zuiden van het bouwdok)

Het aangenomen verticale waterspanningsverloop tijdens de eerste fase (bouwdok, bemaling en damwanden aanwezig) zowel binnen als buiten de damwanden is weergegeven in Figuur 15.


Figuur 15. Gehanteerde grondwaterspanningsverloop tijdens de eerste fase

Rond de damwand heen wordt de waterdruk gelijk binnen en buiten. Echter dit is een lokaal effect dat hier conservatief niet is meegenomen. Dit effect is wel meegenomen in de damwanden analyse.

Tijdens de eerste fase (bouwdok en bemaling) is het waterspanningsverloop binnen het bouwdok lineair geïnterpoleerd tussen het bemalingspeil en een niveau van TAW-25m.

5.2.2.3 Ongedraineerd gedrag

De beschouwing van het ongedraineerde gedrag betreft de reactie van de cohesieve lagen (Laag B: klei, Laag C: veen en Laag F: leem) op het toepassen van belastingen.

Een volledig ongedraineerd gedrag is aangenomen in het belastinggeval van de variabele bovenbelastingen (verkeer enz.) in alle fasen. Het effect van de stabiliserende lagen (zand bedekking) is volledig gedraineerd aangenomen, omdat deze lagen al bestaande lagen vervangen (binnenzijde bouwdok). De beschouwing van het ongedraineerde gedrag als gevolg van het gebruik als gronddepot is bepaald met behulp van een consolidatie analyse.

De aangenomen beschouwing van het ongedraineerde gedrag is hieronder samengevat.

Talud	fase	belasting	beschouwing
West	alle fasen	bovenbelasting	volledig ongedraineerd
		stabiliserende lagen binnen	volledig gedraineerd
Zuid	bouwdok	bovenbelasting	volledig ongedraineerd
		stabiliserende lagen binnen	volledig gedraineerd
		gronddepot	uit consolidatie analyse (zie hieronder)
	inundatie/ permanente	bovenbelasting	volledig ongedraineerd
		stabiliserende lagen binnen/buiten	volledig gedraineerd
		gronddepot	90% consolidatie al gebeurd
Oost	alle fasen	bovenbelasting	volledig ongedraineerd
		stabiliserende lagen binnen/buiten	volledig gedraineerd

Tabel 12. Beschouwing ongedraineerde gedrag i.v.m. stabiliteitsanalyse

Consolidatie analyse

Om het ongedraineerde gedrag van de cohesieve lagen als gevolg van het toepassen van de afgegraven grond als gronddepot ten zuiden van het bouwdok te kwantificeren, is een consolidatie analyse uitgevoerd met behulp van het programma D-Settlement (output gegeven in Bijlage IV).

De aangenomen (eenvoudige) fasering van het gronddepot is hieronder gegeven.

Depotslag	dikte slag [m]	niveau b.k. slag [mTAW]	t van toepassing [days]
1	1,75	5,25	0
2	1,75	7,00	15
3	1,75	8,75	30
4	1,75	10,50	45
5	1,75	12,25	60
6	2,00	14,25	75
7	2,00	16,25	90
8	2,00	18,25	105
9	2,00	20,25	120
10	2,00	22,25	135

Tabel 13. Aangenomen fasering consolidatie analyse

Ten aanzien van de stabiliteit van het gronddepot is het aanbrengen van slag 6 en slag 10 getoetst als maatgevende:

- Aanbrengen van slag 6. Effect van aanbrengen van slag 6 als volledig ongedraineerd aangenomen. Effect van aanbrengen van slagen 1 t/m 5 daarvoor met resterende poriën wateroverdruk in de samendrukbare lagen (onvolledige consolidatie)

- Aanbrengen van slag 10. Effect van aanbrengen van slag 10 als volledig ongedraineerd aangenomen. Effect van aanbrengen van slagen 1 t/m 9 daarvoor met resterende poriën wateroverdruk in de samendrukbare lagen (onvolledige consolidatie)

De mate van consolidatie op het moment van aanbrengen van slagen 6 en 10 is bepaald door de consolidatie analyse, op basis van de volgende verhouding:

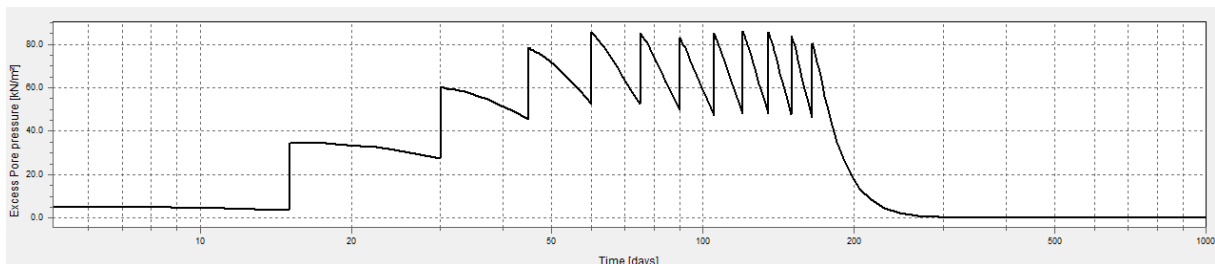
$$\text{Consolidatie \%} = 100\% - \frac{u_{\text{excess}}^{\text{fasering}}}{u_{\text{excess}}^{\text{max}}}$$

waar:

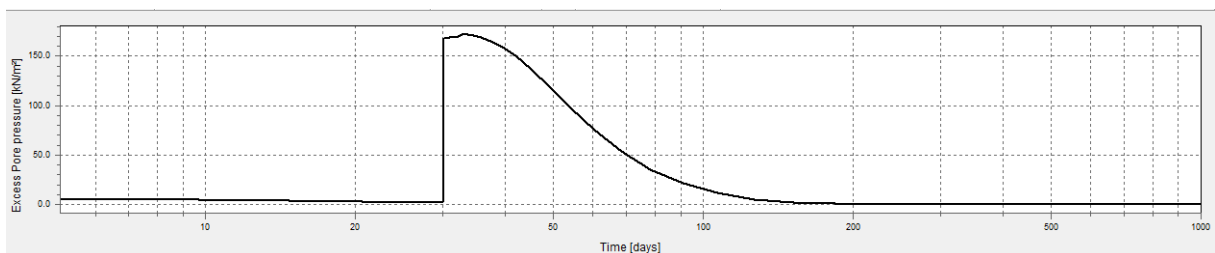
- $u_{\text{excess}}^{\text{fasering}}$ is de wateroverspanning direct voor het toepassen van slag 6 of 10
- $u_{\text{excess}}^{\text{max}}$ is het theoretische maximum wateroverdruk als slagen 1 t/m 5 of 1 t/m 9 als een slag zijn toegepast

Op basis hiervan is een minimum consolidatie van 65% voor slagen 1 t/m 5 direct vóór het toepassen van slag 6 en van 80% voor slagen 1 t/m 9 direct vóór het toepassen van slag 10.

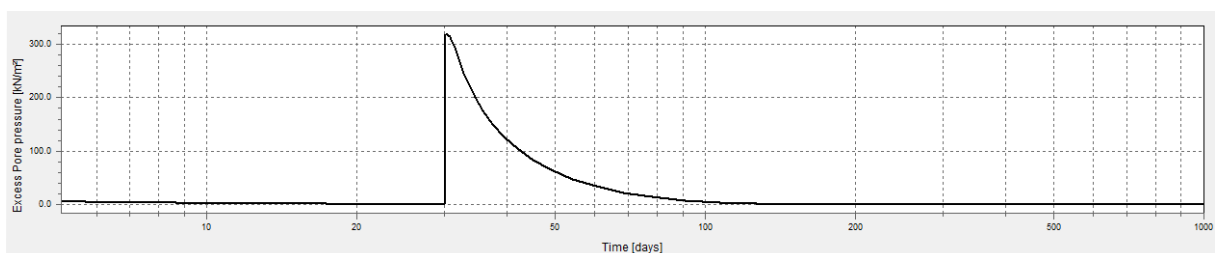
Representatieve grafieken van de wateroverdruk tijdens de consolidatie proces zijn hieronder gegeven.



Figuur 16. Wateroverdruk binnen de samendrukbare lagen voor gefaseerd depot ($u_{\text{excess}}^{\text{fasering}}$)



Figuur 17. Wateroverdruk binnen de samendrukbare lagen voor slagen 1 t/m 5 meteen toegepast ($u_{\text{excess}}^{\text{max}}$)



Figuur 18. Wateroverdruk binnen de samendrukbare lagen voor slagen 1 t/m 9 meteen toegepast ($u_{\text{excess}}^{\text{max}}$)

5.2.2.4 Algemene uitgangspunten

Damwanden

De damwanden zijn in deze analyse als “forbidden lines” aangenomen. Dit betekent dat de damwanden een glijcirkel verhinderen, wat modelmatig middels lijnen waardoorheen geen glijcirkel mag plaatsvinden is ingebracht. De damwand verplaatsing als gevolg van de ontgraving en het uittrek-effecten (fase 3) zijn niet in deze analyse meegenomen.

Belastingen

Een maaiveld belasting van 10kPa (breedte 4m) is meegenomen op de kruin van het westelijke talud tijdens fasen 1, 2 en 3 met uitzondering van de tussen fase waar het talud is verder afgegraven t.b.v. de installatie (en verwijderen) van de stabiliserende maatregelen (fase 1a).

Een maaiveld belasting van 20kPa is meegenomen buiten de wanden van het oostelijke talud tijdens (breedte 20m) alle fasen.

Een maaiveld belasting van 20kPa is meegenomen buiten de wanden (breedte 20m) en een maaiveld belasting van 10kPa (breedte 5m tot 2m van de talud) van de zuidelijke talud tijdens alle 3 fasen. Een maaiveld belasting van 20kPa is meegenomen op de tussenbanketten van het depot.

5.2.3 Stabilisatie maatregelen

Gegeven het gebrek aan ruimte in het bouwdok fase tijdens de constructie van de zinkelementen is de mogelijkheid tot verflauwing van taluds al aangewend tot een helling van 1 op 1,9 (voor wat deze analyse betreft - zie in **Figuur 4** en **Figuur 6**). De gewenste stabiliteitscondities tijdens de constructie van de zinkelementen kunnen alleen bereikt worden door de toepassing van stabiliserende maatregelen.

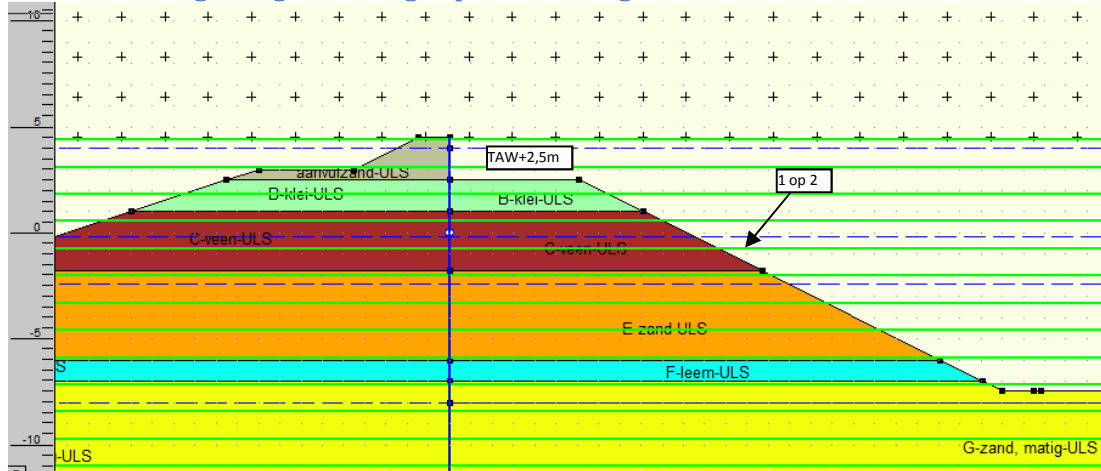
Om de stabilisatie maatregelen te kunnen installeren is het noodzakelijk de taluds dieper af te graven tot een (tijdelijke) helling van 1 op 2.

Zodra de zinkelementen worden opgebouwd, worden de ruimtelijke beperkingen minder streng. Gegeven dat het verwijderen van de stabilisatie maatregelen wordt vereist (taluds west en oost), zijn de taluds na het verwijderen van de stabilisatie maatregelen weer op 1 op 2,3 aangevuld.

De verschillende fasen met de stabilisatie maatregelen (waar van toepassing) zijn hieronder weergegeven per locatie.

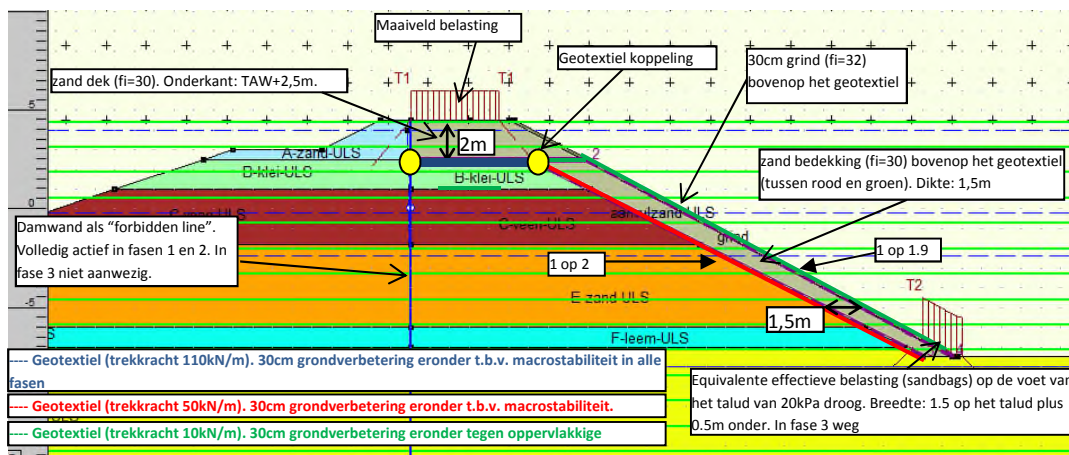
5.2.3.1 Talud West

Tussen fase ontgraving tot helling 1op2 in den droge t.b.v. installatie van stabilisatie maatregelen



Figuur 19. Tijdelijk geometrie westelijk zijde in de tussenfase t.b.v. installatie en verwijderen van stabilisatie maatregelen

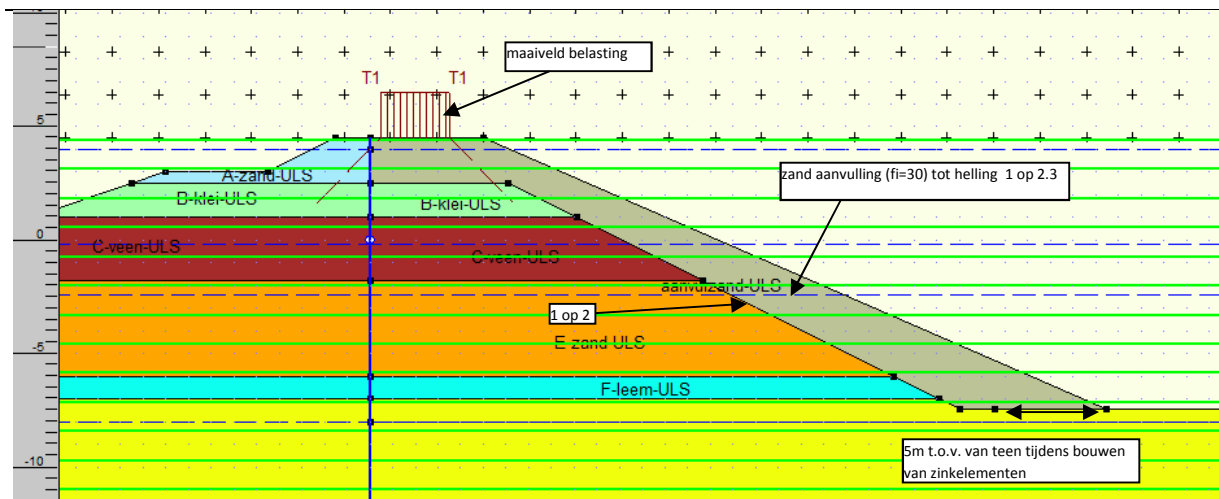
Fase zinkelementen bouwen met stabilisatie maatregelen (helling 1 op 1.9)



Figuur 20. Stabilisatie maatregelen en geometrie westelijke grondlichaam tijdens het bouwen van de zinkelementen

De aanwezigheid van de maatregelen op het oppervlak van het binnen talud (geotextiel en grindbedekking op de 1 op 1,9) is niet cruciaal voor de algemene stabiliteit van het talud maar werkt tegen oppervlakkige instabiliteit en ondiepe bezwijkmechanismen.

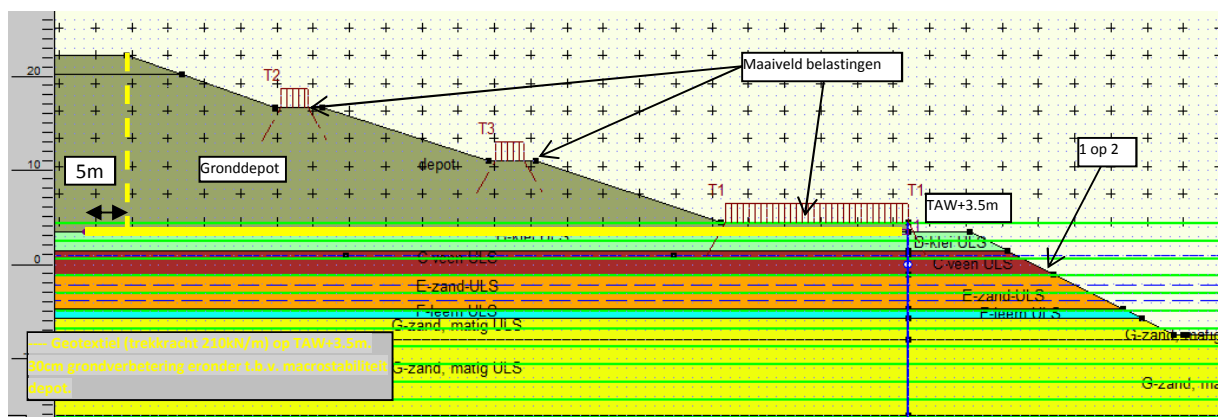
Fase na het verwijderen van stabilisatie maatregelen (helling 1 op 2.3). Geometrie van toepassing ook voor inundatie fase (met aangepast grondwaterstanden) en eindfase (damwand verwijderd)



Figuur 21. Eindgeometrie westelijke grondlichaam, nadat het bouwen van zinkelementen wordt afgerond (damwand verwijderd in de eindsituatie)

5.2.3.2 Talud Zuid

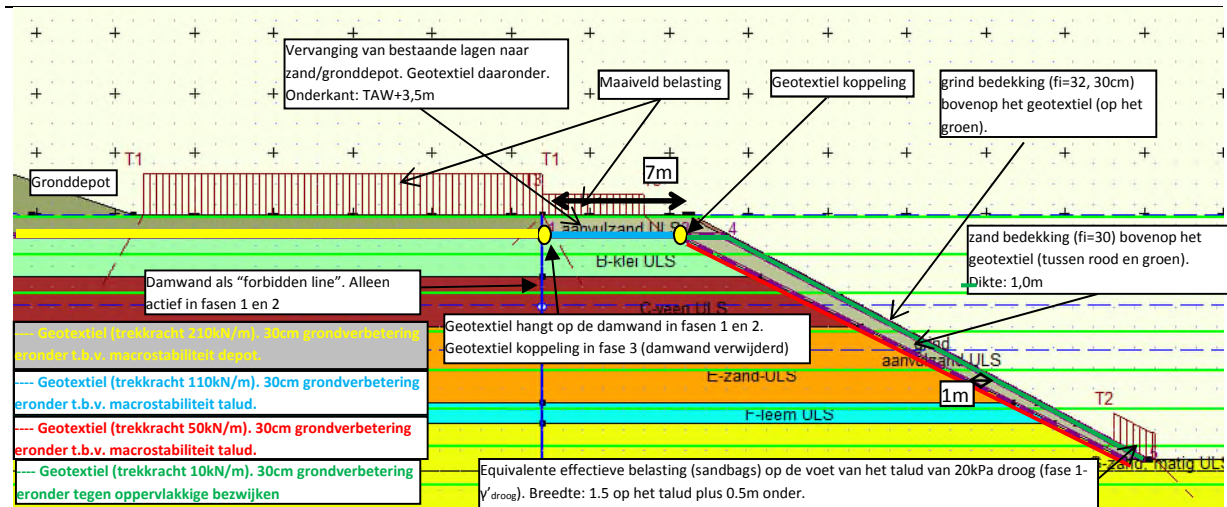
Tussen fase ontgraving tot helling 1 op 2 in den droge t.b.v. installatie van stabilisatie maatregelen



Figuur 22. Tijdelijk geometrie zuidelijke talud in de tussenfase t.b.v. installatie van stabilisatie maatregelen

Fase zinkelementen bouwen met stabilisatie maatregelen (helling 1 op 1.9), fase inundatie (met aangepaste GWS) en eindfase (damwand wordt verwijderd en geotextielen met elkaar gekoppeld)

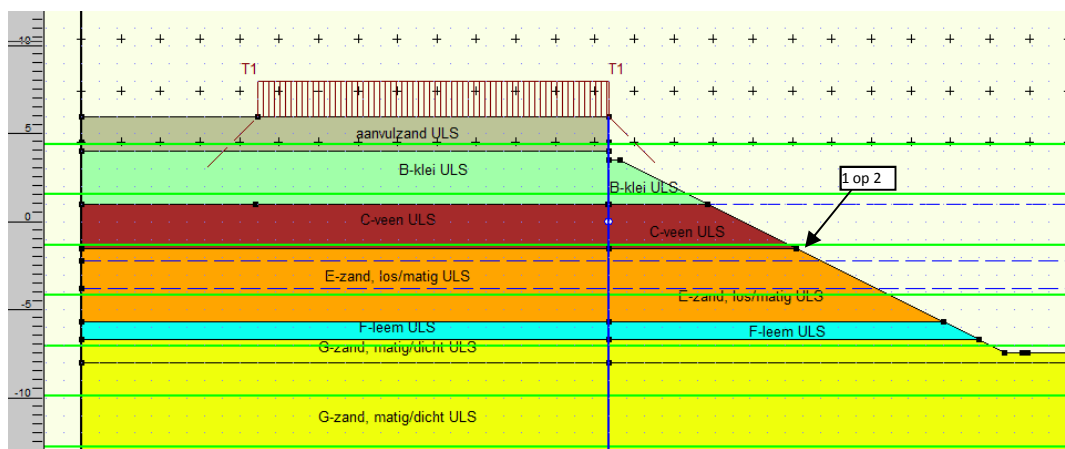
Geotechnisch ontwerp
OWL3-ATL-RAP-014-DO-Geotechnisch ontwerp-3-ECO



Figuur 23. Stabilisatie maatregelen en geometrie westelijke grondlichaam tijdens het bouwen van de zinkelementen, tijdens inundatie en in de eindfase (damwand verwijderd)

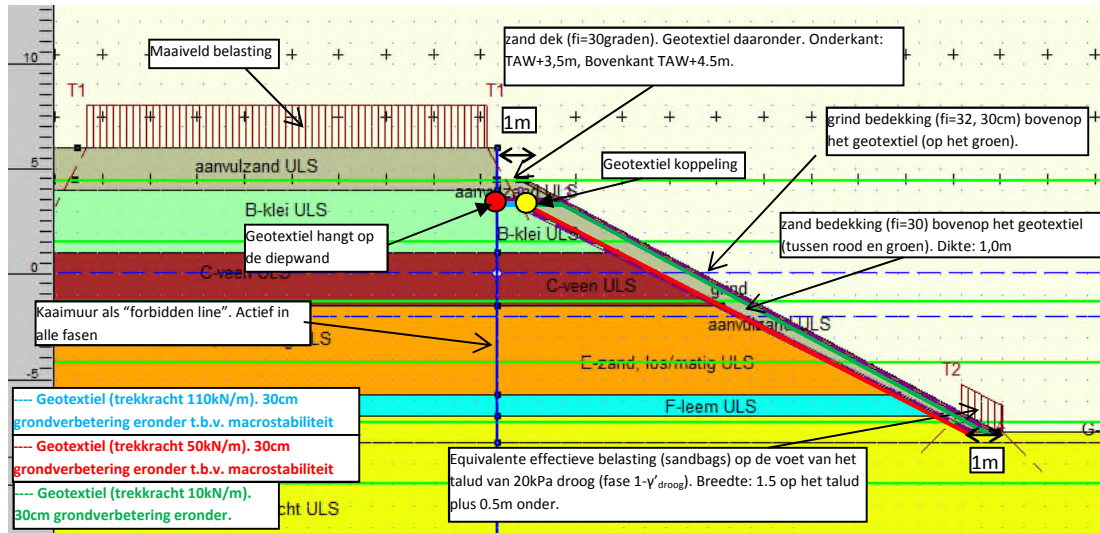
5.2.3.3 Talud Oost

Tussen fase ontgraving tot helling 1op2 in den droge t.b.v. installatie van stabilisatie maatregelen



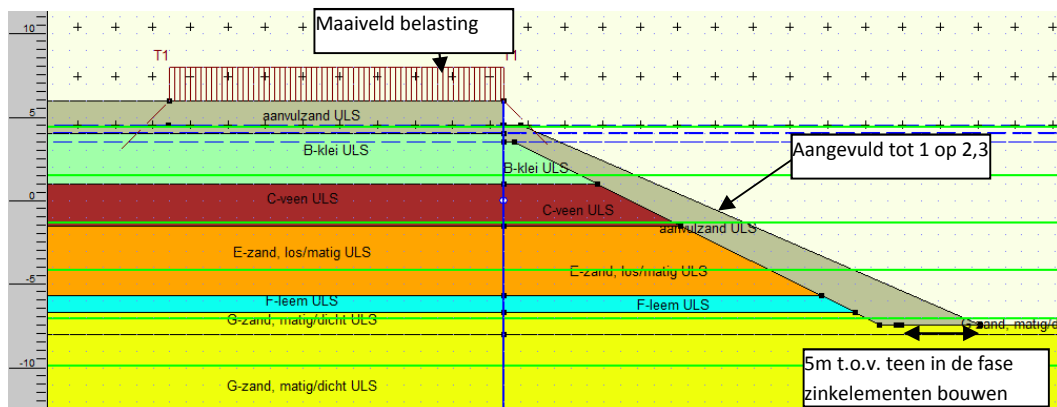
Figuur 24. Tijdelijk geometrie oostelijke talud in de tussenfase t.b.v. installatie van stabilisatie maatregelen

Fase zinkelementen bouwen met stabilisatie maatregelen (helling 1 op 1.9)



Figuur 25. Stabilisatie maatregelen en geometrie oostelijke talud tijdens het bouwen van de zinkelementen

Fase na het verwijderen van stabilisatie maatregelen (helling 1 op 2.3). Van toepassing ook voor inundatie fase en eindfase (met aangepast grondwaterstanden)



Figuur 26. Eindgeometrie oostelijke talud, nadat het bouwen van zinkelementen wordt afgerond

De geotextiel stukken dienen fysisch of chemisch met elkaar gekoppeld te worden (haaks op het geanalyseerde 2D-vlak) zodat ze samen kunnen werken. Om de trek capaciteit te kunnen mobiliseren, dienen de geotextiel middels genoeg gewicht te worden belast (op geschikte posities-analyse volgt). Ter plaatse van de damwand/diepwand dienen de geotextielen aan de damwand planken bevestigd worden. De damwanden zijn getoetst met een horizontale belasting op het niveau van de damwand-geotextiel koppeling (zie in 5.1.2.3). In fase 3, als de damwanden verwijderd worden, moeten de geotextielen met elkaar gekoppeld worden en middels genoeg gewicht te worden belast. Deze koppeling is alleen van toepassing voor het zuidelijke talud waar de stabilisatie maatregelen op het talud achterblijven (analyse volgt voor talud zuid in Tabel 17).

De gegeven geotextiel sterkten zijn “design” waarden van lange termijn sterkte. Reductie vanwege kruip (eigenlijk niet van toepassing vanwege incidenteel karakter van belastingen) en degradatie (echter geen degradatie door UV- geotextiel altijd afgedekt) en veiligheidsfactor moet wel daarop toegepast worden als toeslag.

De grond bedekking (zand, vol. gewicht 18/20 kN/m³, wrijvingshoek van 30 graden) is hierbij als stabilisatie maatregel gekozen. Het doel van deze maatregel is de stabilisatie van het slappe lagenpakket (lagen B: klei en C: veen). Deze keuze komt overeen met de werkzaamheden van het bouwdok, die voornamelijk uit ontgravingen en materieel transport bestaan. De omvang van de additionele ontgravingen, 1 tot 2m diepte op de kruin en 1 of 1,5m horizontaal, is gering ten opzichte van de totale ontgraving voor het realiseren van het bouwdok. Het benodigde materieel voor de bedekking zal aanwezig zijn door het ontgraven van de zandlagen binnen het bouwdok (lagen D, E en G).

Alternatief zou de stabiliteit van dit bovenste deel van de taluds kunnen verwerkt worden door een combinatie van geotextiel en vernageling of door een combinatie van spuitbeton (shotcrete) en drainage. Echter zouden in die gevallen extra kosten geïntroduceerd worden omdat additionele werkzaamheden ervoor nodig zijn (zoals vernageling, toepassen van spuitbeton en drainage) en ook additionele materialen aangebracht dienen te worden die meestal verloren zullen gaan.

5.2.4 Resultaten

Een overzicht van de resultaten van de analyse is gegeven in Tabel 14.

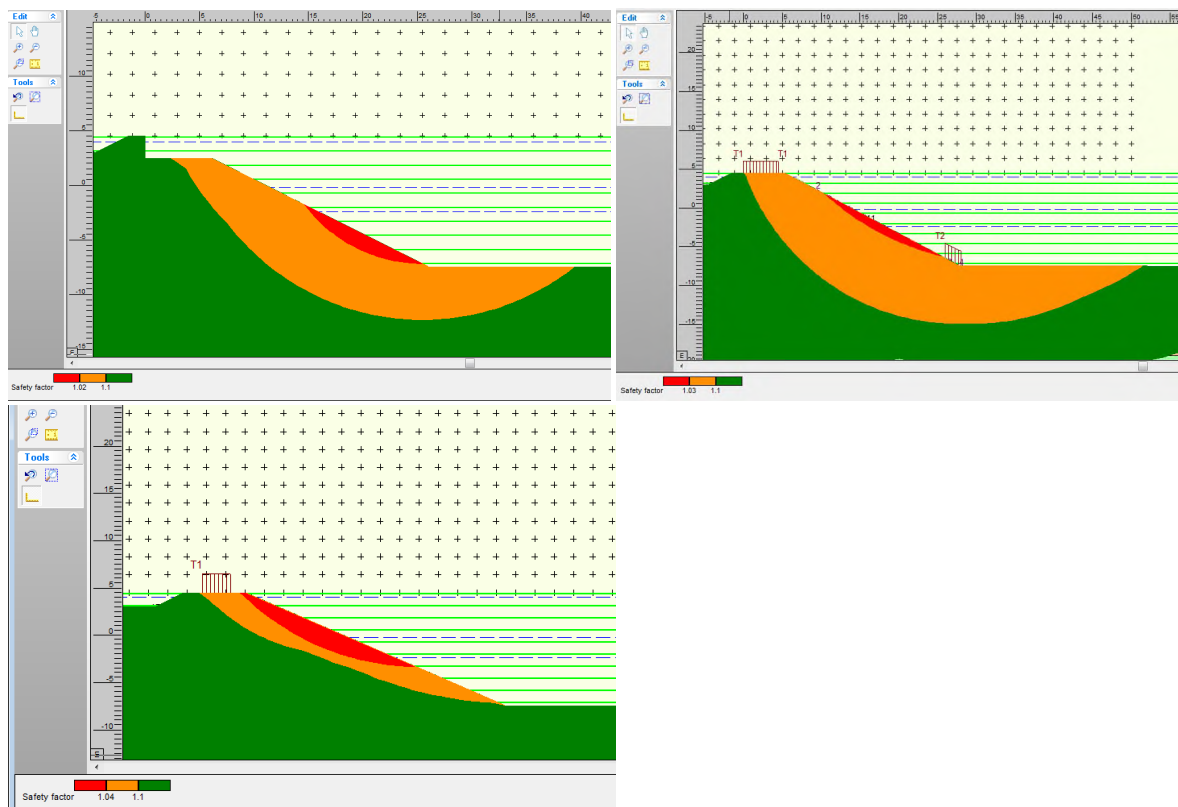
positie	fase	helling	GWS buiten [mTAW]	GWS binnen [mTAW]	S.F.	Gemobilise erde trekkracht geotextiel talud [kN/m']	Geotextiel trekkracht middels	voldoet
west	tussenfase droog	1op2	+3,0	-8,0	1.01	n.v.t.	n.v.t.	JA
west	tussenfase droog	1op2	+4,0	-8,0	1.01	n.v.t.	n.v.t.	JA
west	zinkelementen bouwen	1op1.9	+3,0	-8,0	1.02	10*	damwand	JA
west	zinkelementen bouwen	1op1.9	+4,0	-8,0	1.02	10*	damwand	JA
west	eind aangevuld droog	1op2.3	+3,0	-8,0	1.03	n.v.t.	n.v.t.	JA
west	eind aangevuld droog	1op2.3	+4,0	-8,0	1.03	n.v.t.	n.v.t.	JA
west	inundatie	1op2.3	+3,0	+3,0	1.02	n.v.t.	n.v.t.	JA
west	inundatie	1op2.3	+4,0	+4,0	1.07	n.v.t.	n.v.t.	JA
west	permanente	1op2.3	+3,0	+3,0	1.02	n.v.t.	n.v.t.	JA
west	permanente	1op2.3	+4,0	+4,0	1.07	n.v.t.	n.v.t.	JA
zuid	tussenfase droog	1op2	+4,5 tot +6	-8,0	1.01	n.v.t.	n.v.t.	JA
zuid	tussenfase droog	1op2	+1	-8,0	1.01	n.v.t.	n.v.t.	JA
zuid	zinkelementen bouwen	1op1.9	+4,5 tot +6	-8,0	1.03	10*	damwand	JA
zuid	zinkelementen bouwen	1op1.9	+1	-8,0	1.04	10*	damwand	JA
zuid	inundatie	1op1.9	+4,0 tot +6,0	+4,0	1.15	10*	damwand	JA
zuid	inundatie	1op1.9	+3,0	+3,0	1.14	50	damwand	JA
zuid	permanente	1op1.9	+4,0 tot +6,0	+4,0	1.15	10*	grondgewicht	JA
zuid	permanente	1op1.9	+3,0	+3,0	1.14	50	grondgewicht	JA
oost	tussenfase droog	1op2	+4,5 tot +6	-8,0	1.03	n.v.t.	n.v.t.	JA
oost	tussenfase droog	1op2	+1	-8,0	1.03	n.v.t.	n.v.t.	JA
oost	zinkelementen bouwen	1op2.3	+4,5 tot +6	-8,0	1.02	10*	diepwand	JA
oost	zinkelementen bouwen	1op2.3	+1	-8,0	1.02	10*	diepwand	JA
oost	eind aangevuld droog	1op2.3	+4,5 tot +6	-8,0	1.06	n.v.t.	n.v.t.	JA
oost	eind aangevuld droog	1op2.3	+1	-8,0	1.06	n.v.t.	n.v.t.	JA
oost	inundatie/permanente	1op2.3	+4,0 tot +6,0	+4,0	1.06	n.v.t.	n.v.t.	JA
oost	inundatie/permanente	1op2.3	+3,5	+3,5	1.06	n.v.t.	n.v.t.	JA

Tabel 14. Resultaten stabiliteit

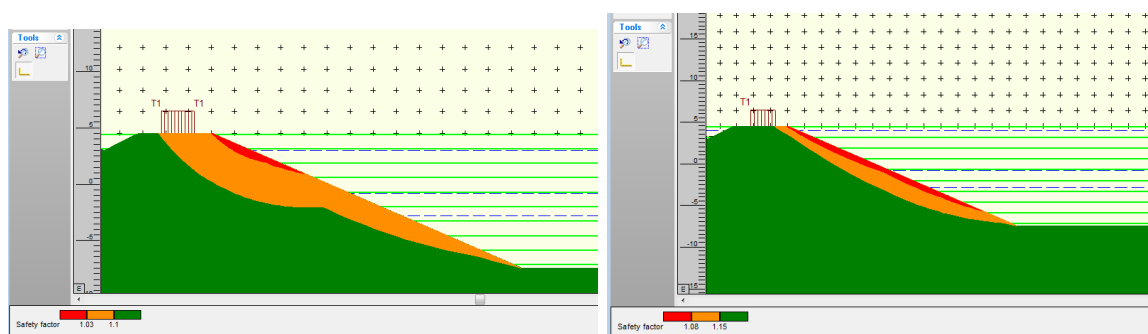
*De trekkracht van het buitenste geotextiel (10kN/m') wordt eerst gemobiliseerd omdat de ondiepe glijcirkels een lagere S.F. hebben. Als de ondiepe glijdcirkels genegeerd worden dan wordt de trekkracht van het binnenste geotextiel (50kN/m') gemobiliseerd.

Een overzicht van de kritieke cirkels van de drie taluds door de hele fasering is weergegeven in **Fout!**

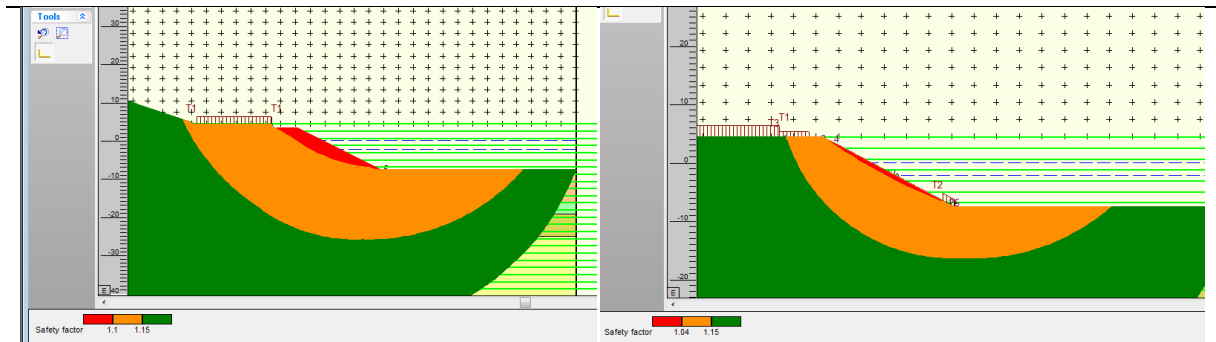
Verwijzingsbron niet gevonden. Figuur 27 Figuur 27t/m Figuur 2732 **Fout!** Verwijzingsbron niet gevonden..



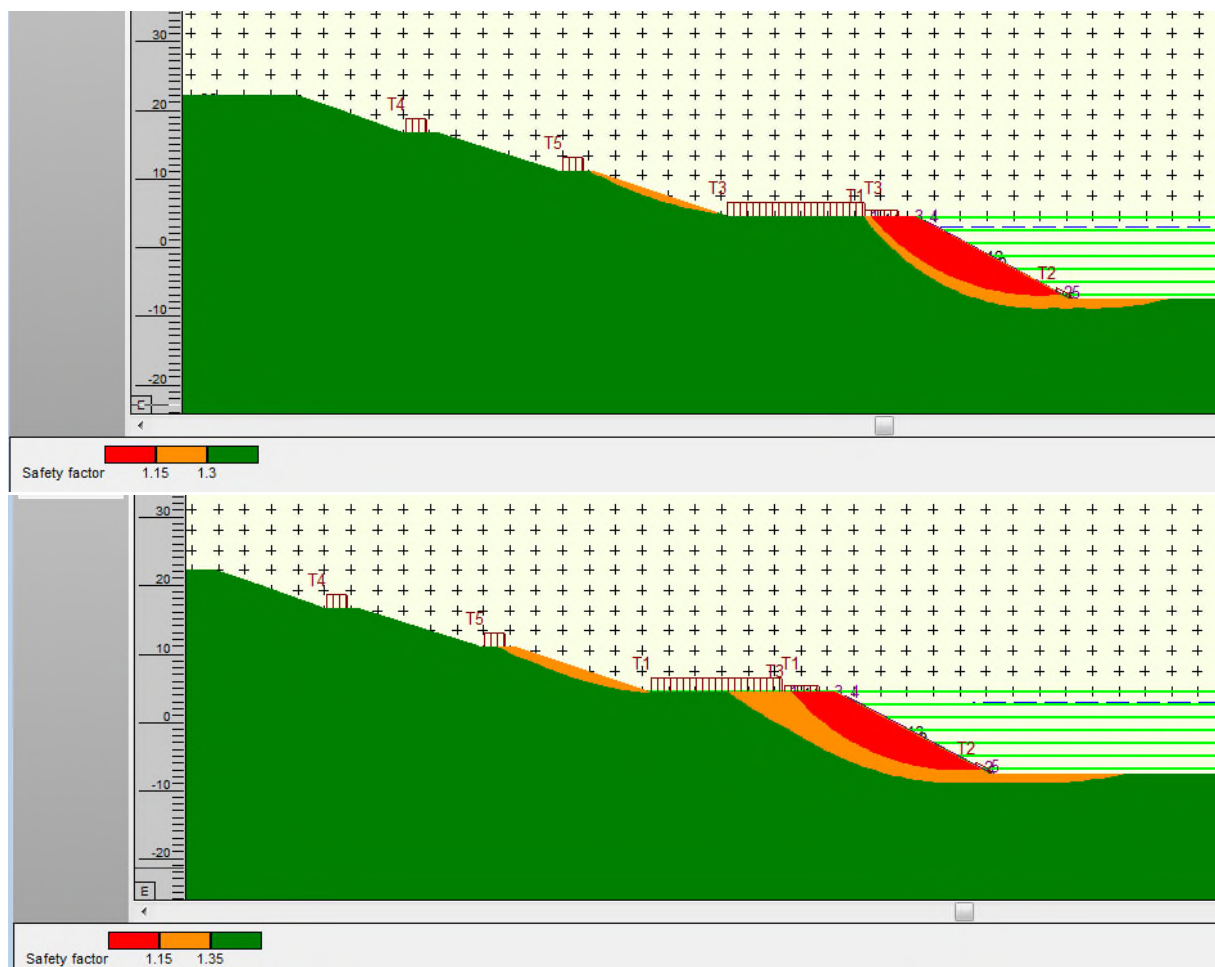
Figuur 27. Kritieke cirkels fase 1-West. Bovenlinks: tussen fase helling 1op2, Bovenrechts: fase zinkelementen opbouwen met stabilisatie maatregelen, Onder: Fase aangevuld 1 op 2.3



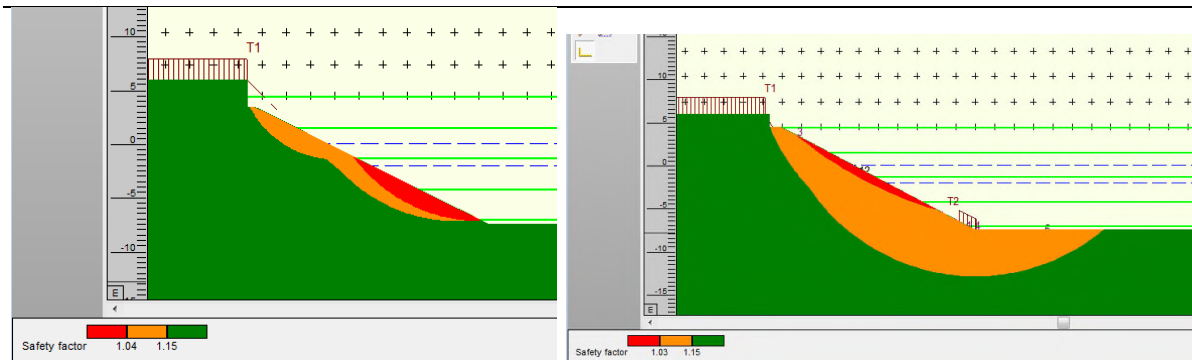
Figuur 28. Kritieke cirkels fasen 2 en 3-West. Links Lage peil, Rechts Hoge peil



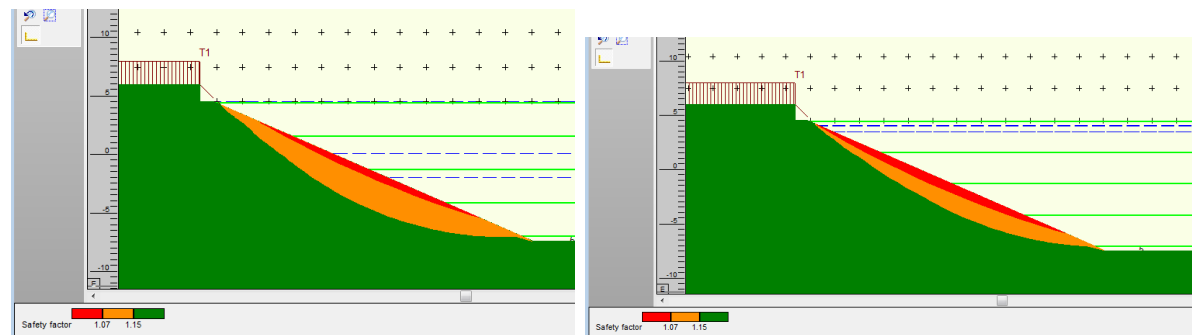
Figuur 29. Kritieke cirkels fase 1-Zuid. Links tussen fase, Rechts: fase zinkelementen opbouwen met stabilisatie maatregelen



Figuur 30. Kritieke cirkels fasen 2 en 3-Zuid. Boven: Fase inundatie, Onder: Boven: Eindfase



Figuur 31. Kritieke cirkels fase bouwdoek -Oost; Links: tussenfase 1op2, Rechts: Fase elementen opbouwen met stabilisatie maatregelen



Figuur 32. Kritieke cirkels talud oost. Links: fase droog aangevuld, Rechts: Fase: natte eindfase aangevuld

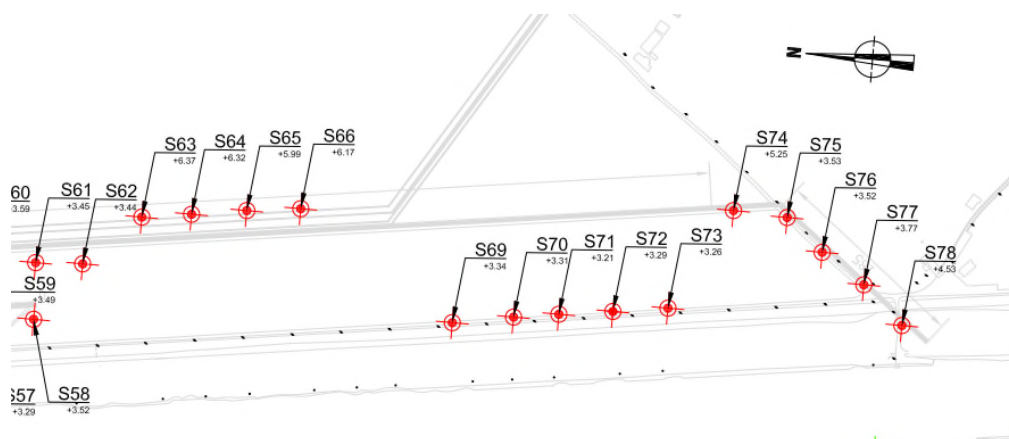
De volledige D-stability output voor de taluds van het bouwdoek is gegeven in Bijlage III.

5.3 Gronddepot

In deze paragraaf is een analyse uitgevoerd in verband met het gronddepot ten zuiden van het bouwdoek. Door deze analyse zijn de zettingen als gevolg van het toepassen van de depotslagen geschat en de stabiliteit van het gronddepot als grondlichaam beoordeeld.

5.3.1 Zettingen

In de zettingsanalyse is de gemiddelde grondopbouw van de sonderingen ten zuiden van het bouwdoek gehanteerd (zie Figuur 33 en Tabel 7).



Figuur 33. Sonderingen van locatie gronddepot [Ref.4]

Laag	bovenkant laag depot gemiddelde [mTAW]	bovenkant laag depot conservatief [mTAW]
Laag A, Zand, matig	3,5	3,5
Laag B, Klei	3,0	3,5
Laag C, Veen	1,0	1,5
Laag D, Zand, matig tot vast	0,2	-0,5
Laag E, Zand, los tot matig	-0,2	-0,5
Laag F, Leem	-4,7	-4,7
Laag G, Zand, matig	-5,4	-5,7
Laag H, Zand, dicht	-15,9	-15,9

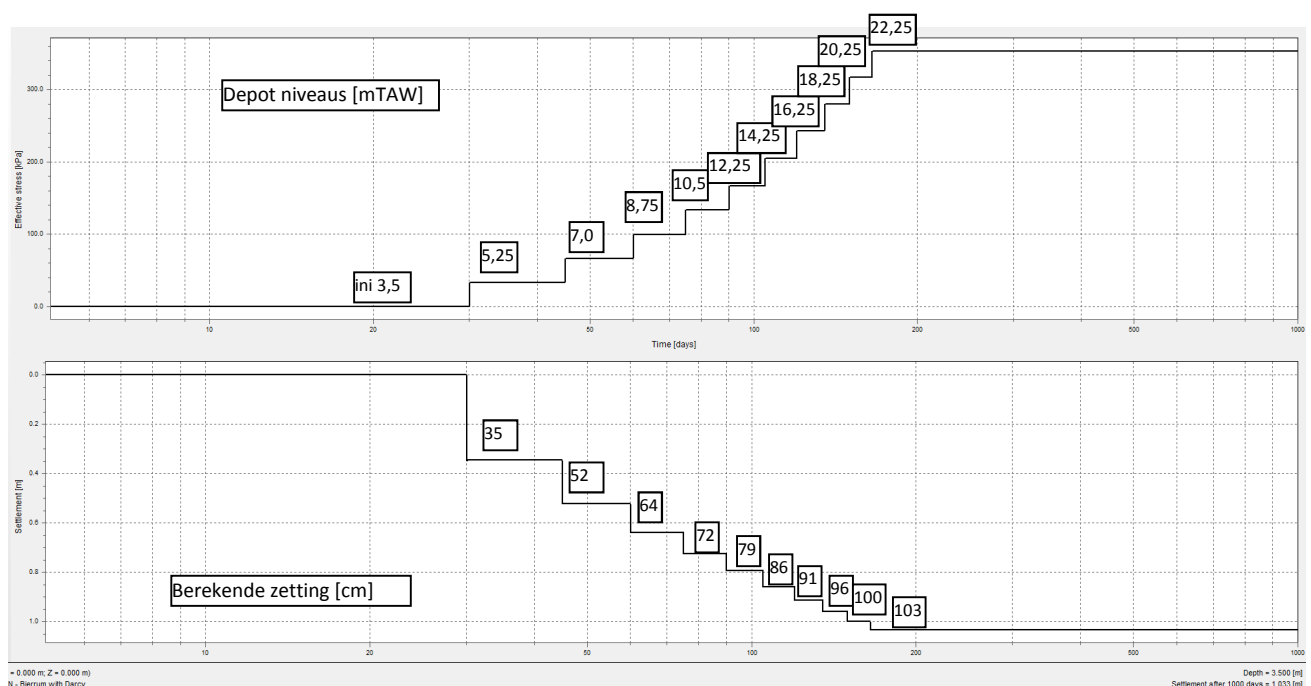
Tabel 15. Getoetste grondopbouw in zettingsanalyse (gemiddelde -links), en stabiliteitsanalyse (ongunstig -rechts)

Een grondwaterstand van TAW+3,5m is gehanteerd. Grondwaterstand verlaging (effect bouwdok) is niet meegenomen. De ophoogslagen zijn toegepast zoals in Tabel 13 is gegeven. Volledig gedraineerde gedrag is hier aangenomen om de eindzetting per verschillende depot hoogtes te schatten. Kruip effecten zijn niet meegenomen in de analyse.

Het gronddepot is gemodelleerd met de volgende parameters:

- Volumiek gewicht 18/20 kNm³
- Wrijvingshoek van 28 graden en cohesie van 0kPa

De resultaten zijn hieronder gegeven.



Figuur 34. Berekende zettingen voor verschillend depot hoogtes

De D-settlement output voor het gronddepot is gegeven in Bijlage V.

5.3.2 Stabiliteit

De stabiliteit van de west zijde van het depot is getoetst als maatgevende (zie Figuur 8). De getoetste geometrie van de taluds van het gronddepot is 1 op 3. Geen bovenbelasting is hier getoetst aan de teen van het depot. Bovenbelasting naast de teen van het depot werkt gunstig voor de stabiliteit van het depot zelf maar ongunstig voor het bestaande onderwater talud aan het westen. Gegeven de afstand van de teen van het depot tot de kop van het oevertalud (globaal > 20m), geen invloed van de werfbelasting op de stabiliteit van de oever is verwacht, mits de werfbelasting op een afstand groter dan 10m van de insteek van de kanaaloever blijft. Het bestaande oevertalud is meegenomen in de analyse met een indicatieve helling van 1 op 3 en op een conservatieve afstand van 10m van het depot. Dit talud kan steiler zijn, maar op posities op afstand groter dan 20m van het depot en alleen voor een deel van het hele niveau verschil (deel van ca. TAW+5 tot TAW-3m, zie Figuur 5).

Geotextiel van een trekkracht van 100kN/m (design waarde, zie in 5.2.3) is toegepast als stabilisatie maatregel onder het depot op een niveau van TAW+3,5m. 30cm grondverbetering (zand fi van 30 graden) zijn nodig direct onder de toegepaste geotextiel. Onder het depot buiten het zuidelijke talud is een andere trekkracht van toepassing (zie in Figuur 23). De geotextiel dient na lopen tot een afstand buiten de kritieke cirkel zodat de volledig trekkracht van het geotextiel gemobiliseerd kan worden. Wrijvingskracht is berekend als:

$$Trekkracht \leq \text{Gemobiliseerde wrijving} = \gamma' * H * \frac{\tan \delta}{F.S.} * L$$

waar:

- $\delta=18$ graden
- γ' = volumiek gewicht grond op het geotextiel
- H= hoogte grond op het geotextiel
- L=lengte geotextiel buiten kritieke cirkel
- F.S.=1.25 partiele factor op wrijving geotextiel-zand

In de stabiliteitsanalyse is de “omhullende” grondopbouw van de sonderingen ten zuiden van het bouwdok gehanteerd (zie in Tabel 15).

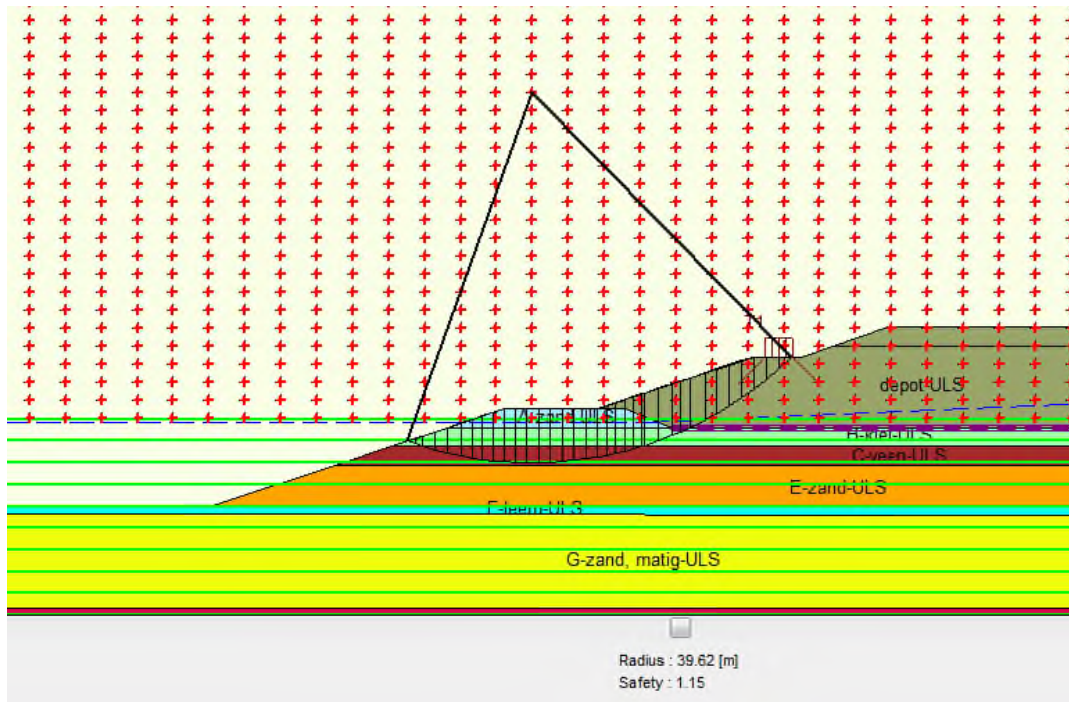
De ophoogslagen zijn toegepast zoals in Tabel 13 is gegeven. De stabiliteit is getoetst na het toepassen van slag 6 (b.k. op TAW+14,25) en slag 10 (TAW+22,25). Die gehanteerde ophoogslagen zijn vereenvoudigd. Het ongedraineerde gedrag van de cohesieve lagen is beschouwd op basis van het principe uitgelegd in 5.2.2.3.

De analyses zijn uitgevoerd voor twee grondwaterstanden (TAW+3,0m en TAW+4,0 tot TAW+6,0 in het depot).

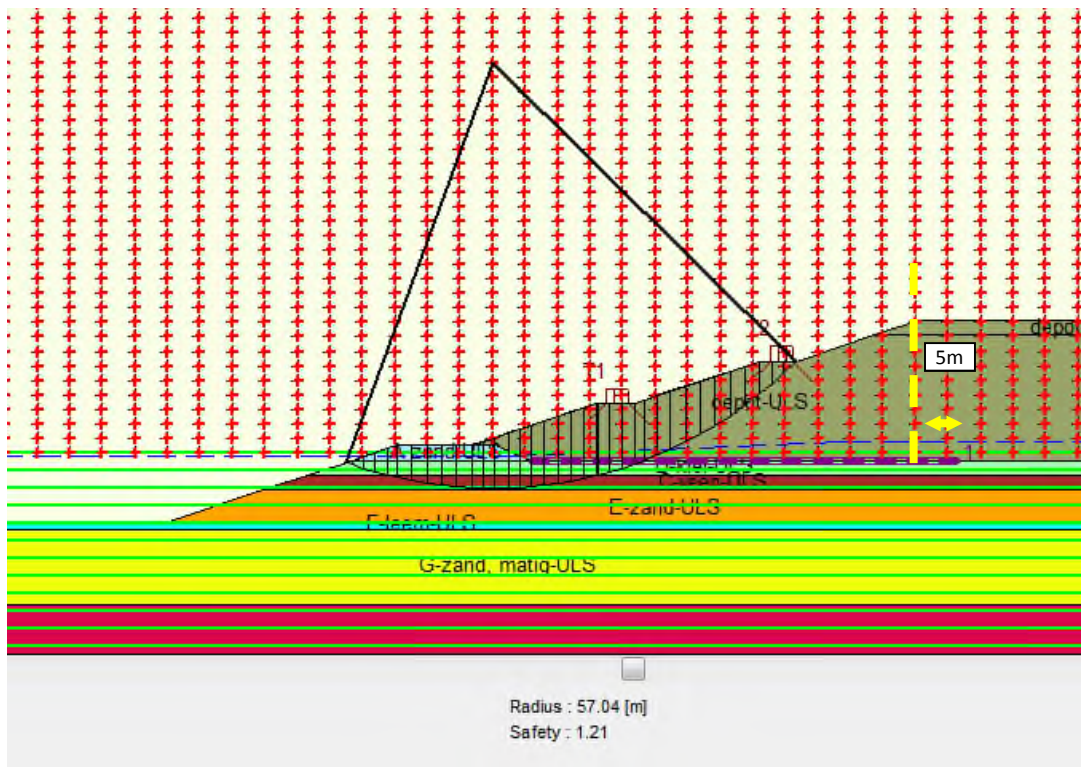
De resultaten zijn gegeven in Tabel 16.

positie	fase	GWS kanaal [mTAW]	GWS achter [mTAW]	Gemobiliseer de trekkracht geotextiel talud [kN/m']	Geotextiel trekkracht middels	S.F.	voldoet
depot	ophoogslag TAW12,25 tot 14,25m	+3,0	+3,0	n.v.t.	n.v.t.	>1.16*	JA
depot	ophoogslag TAW12,25 tot 14,25m	+4,0	+4,0 tot +6,0	33	gronddek	1.15	JA
depot	ophoogslag TAW20,25 tot 22,25m	+3,0	+3,0	n.v.t.	n.v.t.	>1.17*	JA
depot	ophoogslag TAW20,25 tot 22,25m	+4,0	+4,0 tot +6,0	100	gronddek	1.21	JA

Tabel 16. Resultaten stabiliteit depot (*geen bezwijk cirkel in het depot tot deze S.F.)



Figuur 35. Bezwijk cirkel voor ophoogslag TAW12,25 tot TAW14,25m en hoge GWS



Figuur 36. Bezwijk cirkel voor ophoogslag TAW20,25 tot TAW22,25m en hoge GWS

Op basis van de resulterende kritieke cirkels toepassing van het geotextiel 5m binnen de kruin van het depot in de eindfase (TAW+22.25) is genoeg om een trekkracht van 100kN/m' te weerstaan (zie Figuur 36).

De berekende benodigde lengte van geotextiel buiten de kritieke cirkel is hieronder gegeven.

Positie	Fase	Gronddek op geotextiel H [m]	G.W.S. in depot [mTAW]	$\gamma' \cdot H$ [kN/m ²]	$F_{\text{anker}} = \gamma' \cdot H \cdot \tan \delta / F.S$ $\delta = 18 \text{ graden},$ $S.F. = 1,25$ [kN/m]	Benodigde trekkracht [kN]	Benodigde lengte anker [m]
Depot	ophoogslag TAW12,25 tot 14,25m	10.75	3.00	158	41	100	2.44
Depot	ophoogslag TAW12,25 tot 14,25m	10.75	6.00	133	34	100	2.90
Depot	ophoogslag TAW20,25 tot 22,25m	16.75	3.00	302	78	100	1.28
Depot	ophoogslag TAW20,25 tot 22,25m	16.75	6.00	277	72	100	1.39
Talud Zuid	Volledig depot	16.75	6.00	277	72	210	2.92
Talud Zuid	Depot verwijderd	4.50	4.50	8	2	110	52.90*

Tabel 17. Berekenen benodigde lengte geotextiel buiten de kritieke cirkel

*-Lengte ligt al t.b.v. stabiliteit depotfase (zie Figuur 6)

De D-stability output voor het gronddepot is gegeven in Bijlage V.

6 Samenvatting en overwegingen

6.1 Conclusie damwanden

De einddiepte van de damwanden is in deze analyse bepaald door twee factoren. De eerst is de stabiliteit, wat de minimale einddiepte bepaalt, en de tweede de trilbaarheid, wat de maximaal te behalen einddiepte beperkt. Aanvullend, is de hydrologische weerstand van de grondlagen rond de damwandpunt niveau beschouwd.

Het grondonderzoek heeft een extreme harde laag aangetoond (vermoedelijk de top van de Formatie Lid van Oedelem) rond TAW-20m (soms ondieper). Vanwege het installatie risico gerelateerd aan de aanwezigheid van deze laag is de einddiepte van de damwanden in deze analyse beperkt tot een maximale diepte van TAW-20m. Mocht tijdens de installatie van damwandplanken deze laag ondieper wordt aangetroffen, dient de installatie minstens 0,5m in de harde laag te worden doorgezet om de sterkte van deze laag te gebruiken ten gunste van stabiliteit. Het wordt in ieder geval geadviseerd de installeerbaarheid en het verwijderen van de damwanden in een vroegtijdig stadium van de damplank installatie te testen.

Uit de hydrologische analyse blijkt dat deze harde grondlaag rond TAW-20m ook een weerstand tegen grondwaterstroming biedt. De inklemming van de damwanden in deze laag (voor de mogelijk lengte vanwege trilbaarheid) zou een positieve effect op de benodigde bemalingsdebieten hebben.

Het waterspanningsverloop aan de passieve zijde van de wand is essentieel voor de stabiliteitsconditie en bepaalt grotendeels het benodigde punt niveau van de damwanden. De variaties in grondopbouw op locatie vormen geen cruciale factor voor het ontwerp van de damwanden (bevindingen van het VO [Ref. 17]). Op basis van de geohydrologisch analyse [Ref. 22] mogen wat gunstiger aannames gemaakt worden ten opzichte van het VO. In combinatie met een verbreed grondlichaam (7m) aan de binnenzijde van de zuidelijke damwand (zie Figuur 6), laat de damwanden voldoen met een puntniveau op TAW-20m.

Wat het damwandprofiel betreft, dient het type damwand aan twee eisen te voldoen: kering en trilbaarheid. Om de trilbaarheid te borgen, is een profiel ten minste van AZ26 nodig, omdat damplanken van ca. 25 m geïnstalleerd dienen te worden. Als er op basis van de ervaring met intrillen in de buurt vastgesteld kan worden dat lichtere damwanden profielen tot ca. -20 m TAW geïnstalleerd kunnen worden, kan het damwand profiel een type lichter gekozen worden.

6.2 Conclusie stabiliteit taluds

De stabiliteit van de taluds rond het bouwdok is onderzocht op basis van een “omhullende” grondopbouw met betrekking tot de slappe lagen. Er is een integraal plan van stabiliserende maatregelen en helling aanpassingen (middels afgraven of aanvullen met de beschikbare afgegraven grond) opgesteld dat zelfs bij de uiterste condities voldoet, aangezien de stabiliteit door de gehele fasering moet worden behouden. Tevens, wordt met dit plan het verwijderen van de stabilisatie maatregelen en damwanden mogelijk, nadat het opbouwen van de zinkelementen afgerond is. In deze analyse is het verwijderen van stabilisatie maatregelen voor de westelijk en oostelijke taluds meegenomen. Indien, het verwijderen van stabilisatie maatregelen ook van het zuidelijke talud noodzakelijk is, zou dan een gelijk helling aanpassing als voor de westelijke en oostelijke talud, voldoende zijn. Daarnaast, dienen de taluds binnen het bouwdok ook als passieve gronddruk te functioneren tegen de beweging van de grond- en waterkerende wanden.

Het gecombineerde effect van wand beweging en stabiliteit is in deze analyse niet geanalyseerd. Echter, de taluds zijn ontworpen zodat de slappe lagen binnen een zand bedekking verpakt met geotextiel blijven. Op deze manier wordt de uniformiteit van het talud behouden.

Wat de westelijke zijde betreft, gezien de bestaande geometrie van de kanaaloever talud (zie Figuur 5) geen invloed van de bouwdok gerelateerde werkzaamheden op de stabiliteit is verwacht, mits de werfbelastingen binnen de damwand blijven. In de eindfase (damwand verwijderd, met een helling aanpassing van 1 op 1,9 (noodzakelijk tijdens het opbouwen van de zinkelementen) naar 1 op 2.3, blijft het hele systeem stabiel.

Geen effect op de stabiliteit van de damwand is verwacht vanwege aanpassingen van de geometrie van het buitentalud van het bouwdok vanwege erosie. De damwand is wordt binnenwaarts belast. De uitschuring van het buitentalud dient tot onrealistische grootte te gebeuren om stabiliteitsproblemen te veroorzaken (zie Figuur 5).

De stabilisatie condities van de taluds kunnen tijdens de werkzaamheden (ontgravingslagen) beoordeeld worden, zodat het ontwerp aangepast kan worden op basis van de actuele in-situ condities.

6.3 Conclusie gronddepot

Op basis van de uitgevoerd analyses in verband zijn de volgende afgeleiden:

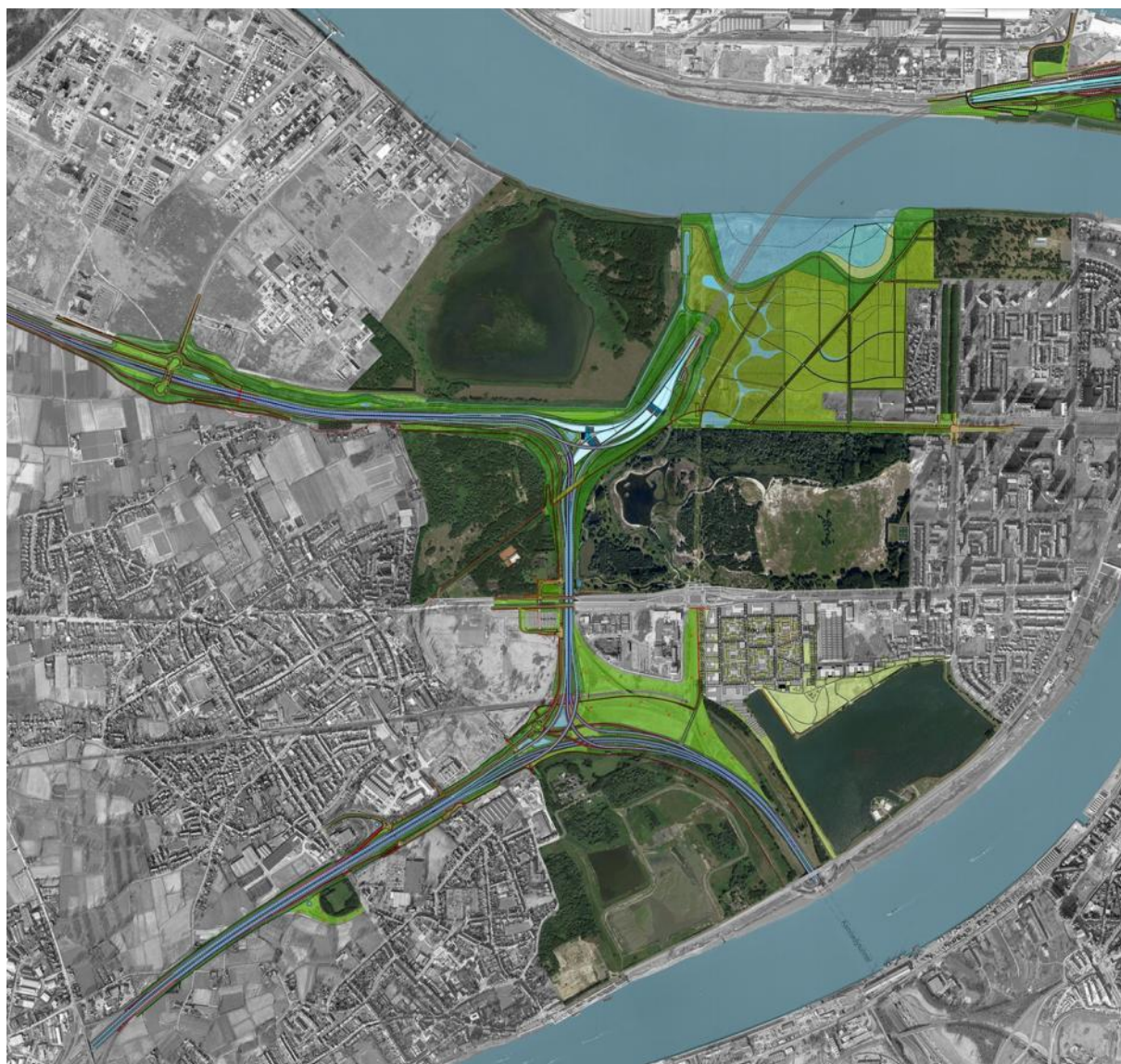
- Zettingen als gevolg van het gronddepot bedragen enkele tientallen cm's tot ca.1m, afhankelijk van de dikte en samendrukbaarheid van de slappe lagen. Alle constructies/leidingen zijn hier opgeruimd/gerooid voor aanvang van de werken.
- Met het toepassen van geotextiel onder de eerste ophoogslag van het depot slagen (signaaldoek) wordt de stabiliteit van het depot met taluds 1 op 3 verzorgd.

Gegeven de afstand tussen de teen van het depot en de kop van het oevertalud (zie Figuur 7 en Figuur 8), geen stabiliteitsproblemen worden verwacht voor dit talud onder de invloed van het depot, mits de werfbelastingen op veilige afstand van het talud blijven.

Monitoren van waterdruk en zettingen tijdens de uitvoering wordt geadviseerd, tevens de installatie van een pikettenrij aan de teen van het depot ter herkenning van squeezing en/of glijvlakken.

Bijlage 6 Nota “opties passeren tijdelijke brug”

Opties passeren tijdelijke brug



Verificatie			
Auteur	Verificatie	Autorisatie ATLAS	Autorisatie BAM NV
E. Bosman A. van den Berg	C.E. Loeber S. ten Pas	J. van de Velde	G. Osselaer

Identificatie Document	
THV ATLAS	BAM NV
OWL3-ATL-RAP-009-VO-Opties passeren tijdelijke brug-1-ECO	

Distributielijst

Aantal	Functie	Contactpersoon
1	Projectmanager	J. van de Velde
1	Contractmanager	M. Van Put
1	Procesmanager	J. Pieters
1	Documentbeheer	P. De Paep

Derden		
Aantal	Bedrijf/functie	Contactpersoon
3	BAM - Projectmanager	G. Osselaer
1	BAM - Projectleider	E. van Parijs
1	BAM - Expert	B. Janssens

Revisiebeheer

Versie	Datum	Belangrijkste wijzigingen
01-ECO	27-11-2015	1 ^e concept

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Doel van dit document	5
1.2	Leeswijzer	5
2	Ontwerpbasis	7
2.1	Referenties	7
3	Randvoorwaarden en uitgangspunten	8
3.1	Bestaande situatie	8
3.2	Waterstanden	10
3.3	Benodigde ruimte tunnelementen	10
3.3.1	Horizontale richting	10
3.3.2	Verticale richting	11
3.3.3	Overzicht	11
3.4	Benodigde aanpassingen	13
3.5	Aanwezige ruimte	14
4	Mogelijke maatregelen	16
4.1	Hijzen brugdeel	16
4.2	Permanent aanpassen alignment brugdek	16
4.3	Vijzelen brugdeel	17
4.4	Aanpassingen transport situatie tunnelement	17
5	Transport tunnel elementen langs de brug	18
5.1	Introductie	18
5.2	Uitgangspunten	18
5.3	Optie 1/optie 2 passeren brug met behulp van lieren	20
5.3.1	Algemeen	20
5.3.2	Stappen uitlieren en verhalen	22
5.3.3	Duur van vaarweg stremming	23
5.3.4	Stremming voor bruggebruikers	24
5.3.5	Overige opmerkingen/beperkingen	24
5.4	Optie 3: passeren brug waarbij het brugdek tijdelijk wordt verwijderd	24
5.4.1	Algemeen	24
5.4.2	Vaarweg stremming	25
5.4.3	Stremming voor bruggebruikers	25
5.4.4	Overige opmerkingen/beperkingen	25

5.5	Overzicht.....	26
-----	----------------	----

1 Inleiding

Dit rapport bevat de uitgangspunten en randvoorwaarden voor de mogelijk te nemen maatregelen aan de tijdelijke brugconstructie het bouwdok. Dit object is onderdeel van deeltracé "Bouwdok Scheldetunnel". De tunnelementen voor de Scheldetunnel worden gebouwd in een aan te leggen bouwdok in Zeebrugge (Brugge, België). Vervolgens dienen deze elementen naar de afzinklocatie getransporteerd te worden. Via het Verbindingsdok dienen de elementen de haven te verlaten. Over het dok is een tijdelijke brug gesitueerd, zodat werkverkeer van de haven kan oversteken. De benodigde doorvaartbreedte van de tunnelementen is echter groter dan de beschikbare breedte tussen de steunpunten van deze brugconstructie. De steunpunten dienen hierdoor aangepast te worden.



Figuur 1. Locatie tijdelijke brug bouwdok

Bron: <https://www.google.nl/maps/place/Zeebrugge,+Brugge,+Belgi%C3%AB/@51.3100182,3.210466,2102m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x47c4a9960457b1c7:0xd81836ede612e886>

De brugconstructie is eigendom van de aannemer Artes Depret, met gehuurde plaatligger brugdekken van Janson Bridging. De benodigde aanpassingen aan de gehele brugconstructie worden door Artes Depret uitgevoerd.

1.1 Doel van dit document

Het doel van dit document is het vaststellen van de uitgangspunten en randvoorwaarden en het vaststellen van de benodigde ruimte voor het kunnen passeren van de tunnelementen. Tevens worden de opties beschouwd voor het passeren van de brug.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 en 3 van dit voorliggende document zijn de uitgangspunten en randvoorwaarden toegelicht. Hierin wordt de bestaande situatie beschreven en aangegeven welke ruimte benodigd is voor de

tunnelementen. Daarnaast is in dit hoofdstuk bepaald hoeveel ruimte aanwezig is. In hoofdstuk 4 zijn de mogelijke maatregelen beschreven voor het laten passeren van de tunnelementen.

2 Ontwerpbasis

2.1 Referenties

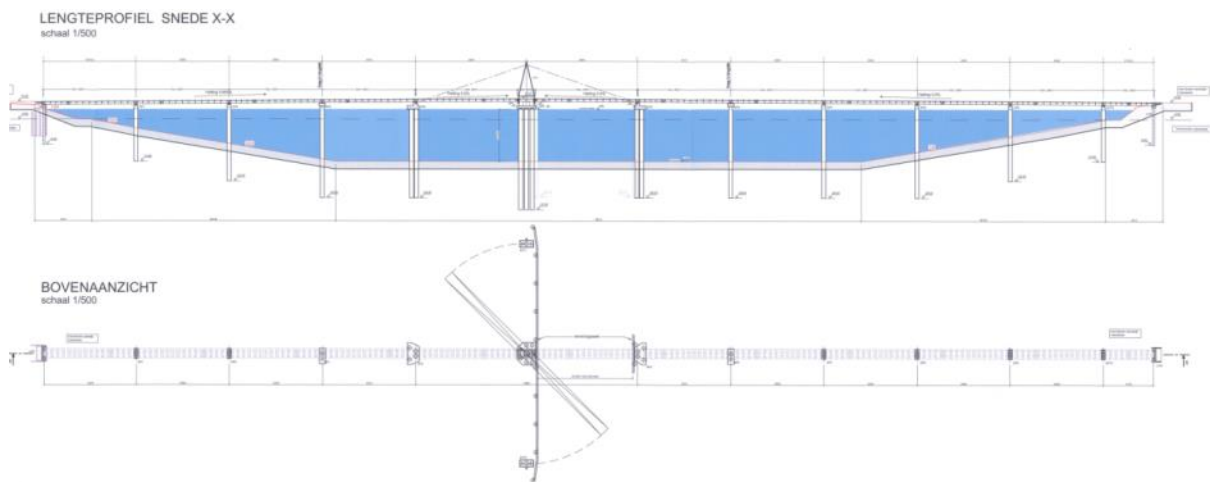
Ref.nr	Doc.code	Doc.titel	Revisie & Status	Datum
Ref. 1	OWL2-ATL-RAP-006-VO	Berekening dwarsdoorsneden zinktunnel	P1-ECO/CO	25-09-2015
Ref. 2	OWL2-ATL-TEK-003-VO	Overzichtstekening	P1-ECO/CO	02-10-2015
Ref. 3	OWL2-ATL-TEK-018-VO	Zinktunnel blad 1	P1-ECO/CO	02-10-2015
Ref. 4	OWL2-ATL-TEK-019-VO	Zinktunnel blad 2	P1-ECO/CO	02-10-2015
Ref. 5	OWL2-ATL-TEK-020-VO	Zinktunnel blad 3	P1-ECO/CO	02-10-2015
Ref. 6	OWL2-ATL-TEK-021-VO	Zinktunnel blad 4	P1-ECO/CO	02-10-2015
Ref. 7	26-40920-H1002	Bouwen van een tijdelijke brug in het Verbindingsdok in de achterhaven van Zeebrugge	D	04-09-2009
Ref. 8	26-40920-201-RN002	Haven van Brugge-Zeebrugge - Tijdelijke brug Verbindingsdok	1	11-06-2009
Ref. 9	OWL3-ATL-VWS-002	Overleg tijdelijke brug	2-GGB	16-10-2015

Tabel 1. Referenties

3 Randvoorwaarden en uitgangspunten

3.1 Bestaande situatie

Over het Verbindingsdok is een tijdelijke brug gesitueerd, zodat werkverkeer van de haven van de Margaretha van Oostenrijkstraat naar de Jozef Verschaveweg kan oversteken. Deze tijdelijke brugconstructie is geen onderdeel van de openbare infrastructuur, maar alleen bedoeld voor havengerelateerd verkeer, voornamelijk transport van personenauto's. De bestaande tijdelijke brug heeft een totale lengte van circa 380 m. De breedte van het rijdek is 3,5 m, waarop 1 rijstrook is toegepast. De overspanningslengte van de brugdelen is circa 33 m. Tussen steunpunt 4 en steunpunt 5 is een draaibrug aanwezig.



Figuur 2. Tijdelijke brugconstructie over het Verbindingsdok



Figuur 3. Foto tijdelijke brugconstructie over het Verbindingsdok



Figuur 4. Foto draaibrug



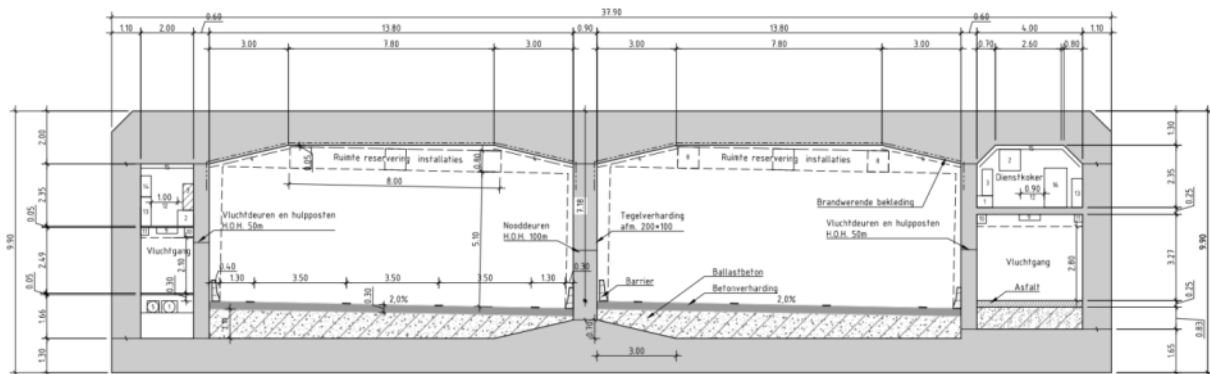
Figuur 5. Foto brugdelen

3.2 Waterstanden

De gemiddelde waterstand in het Verbindingsdok is 3,50 m + T.A.W. Het dok ligt achter twee sluizen, waardoor de waterstand beperkt fluctueert. Voor de waterfluctuatatie wordt een waarde van $\pm 0,20$ m gehanteerd.

3.3 Benodigde ruimte tunnelementen

De benodigde aanpassingen van de brugconstructie zijn gebaseerd op de afmetingen van de tunnelementen en de ruimte benodigd voor transport.

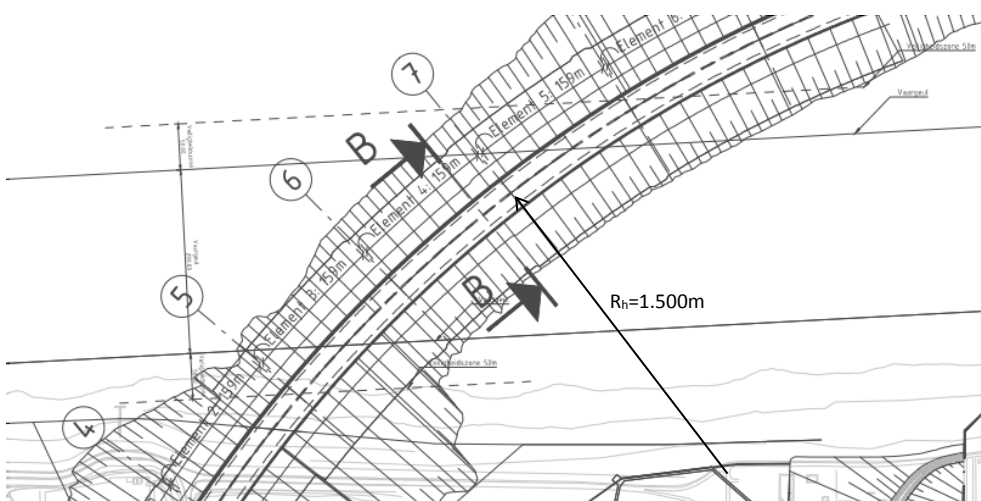


Figuur 6. Standaard doorsnede tunnelement

3.3.1 Horizontale richting

De tunnelementen hebben een lengte van 159 m en een breedte van 37,9 m. In horizontale richting zijn de elementen gekromd. De boogstraal is 1500 m. Dit betekent dat in horizontale richting circa 2,1 m meer ruimte benodigd is naast de breedte van het element.

$$\begin{aligned} R_h^2 &= (R_h^2 - \Delta u_h)^2 + (L/2)^2 \\ 1500^2 &= (1500 - \Delta u_h)^2 + (159/2)^2 \\ \Delta u_h &= 2,1 \text{ m} \end{aligned}$$



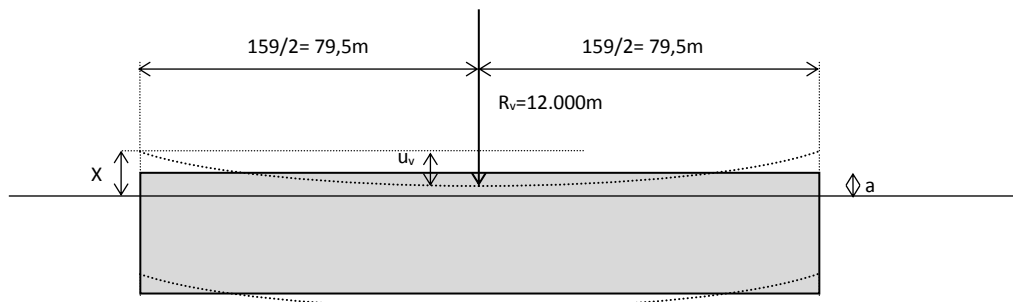
Figuur 7. Bovenaanzicht kromming tunnelementen

Aan weerszijde wordt rekening gehouden met een tolerantie van 2,0 m. Dit resulteert in een totale (naar boven afgeronde) waarde van 45 m voor de benodigde doorvaartbreedte voor de tunnelementen.

3.3.2 Verticale richting

De hoogte van een standaard tunnelelement in het VO ontwerp is 9,9 m. Aangezien het vrijboord afhankelijk is van het detailontwerp van de aannemer, wordt voor de passage van de brug gerekend met een minimaal en maximaal vrijboord van respectievelijk 0,2 en 0,6 m. Dit kan als randvoorwaarde worden opgenomen in het contract. Aan de bovenzijde van de tunnelelementen worden bolders toegepast met een hoogte van circa 0,5 m. Naast de standaarddoorsnede van de tunnelelementen dienen over bepaalde secties 'kamelenbulten' toegepast te worden voor de benodigde ruimte ten behoeve van de installaties voor de ventilatie. Een additionele hoogte van 0,9 m is hiervoor in rekening gebracht conform tekening OWL2-ATL-TEK-021. In deze uitwerking wordt uitgegaan dat de bolders niet op dezelfde positie worden aangebracht als de 'kamelenbulten'. Hierdoor wordt de maatgevende hoogte van 0,9 m in rekening gebracht.

De minimale verticale boogstraal van de tunnel is 12.000 m. Dit geeft een extra hoogte van 0,26 m. De bijkomende hoogte boven het vrijboord kan vervolgens worden bepaald.



Figuur 8. Verticale kromming tunnelelement

$$\begin{aligned} R_v^2 &= (R_h^2 - \Delta u_v)^2 + (L/2)^2 \\ 12000^2 &= (12000 - \Delta u_v)^2 + (159/2)^2 \\ \Delta u_v &= 0,26 \text{ m} \end{aligned}$$

De volgende vergelijking kan worden opgesteld voor de bepaling van de bijkomende hoogte.

$$\begin{aligned} a \cdot L &= X \cdot L - \left[\pi \cdot R_v^2 \cdot 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{L/2}{R_v - u_v} \right) / 360 - ((R_v - u_v) \cdot L/2) \right] \\ X &= 0,59 \text{ m} \\ (X-a) &= 0,17 \text{ m} \end{aligned}$$

3.3.3 Overzicht

In de volgende tabel zijn de uitgangspunten voor de benodigde ruimte voor de tunnelelementen weergegeven.

	Maatgevende waarden bij minimale diepgang (9,3 m) minimale vrije hoogte bovenzijde	Maatgevende waarden bij maximale diepgang (9,7 m) minimale kielspeling onderzijde
Horizontale richting		
Breedte tunnelelement	37,9 m	37,9 m
Bijkomende breedte door kromming	2,1 m	2,1 m
Tolerantie aan weerszijde	2,0 m	2,0 m

	Maatgevende waarden bij minimale diepgang (9,3 m) minimale vrije hoogte bovenzijde	Maatgevende waarden bij maximale diepgang (9,7 m) minimale kielspeling onderzijde
Totaal (afgerond)	45 m	45 m
Verticale richting		
Hoogte standaard tunnelelement	9,9 m	9,9 m
Waterstand	3,70 m + T.A.W.	3,30 m + T.A.W.
Vrijboord	0,6 m	0,2 m
Extra hoogte t.b.v. ruimte ventilatievoorzieningen	0,9 m	
<i>Bolders aan de bovenzijde*</i>	0,5 m	
Bijkomende hoogte door kromming	0,17 m	0,09 m
Tolerantie	-	-
Totaal (afgerond)**	1,7 m boven waterstand	9,6 m beneden waterstand
Peilmaat	5,4 m + T.A.W.	-6,3 m + T.A.W.

Tabel 2. Benodigde ruimte

**) De bolders aan de bovenzijde worden niet additioneel in rekening gebracht voor de benodigde hoogte. De benodigde hoogte voor de ventilatievoorziening is maatgevend en de bolders worden niet dezelfde positie aangebracht. Hierdoor wordt de benodigde ruimte voor de bolders en de ruimte voor de ventilatievoorzieningen niet gezamenlijk in rekening gebracht.*

***) De 'kamelenbult' wordt wel gecombineerd met het extra vrijboord op de koppen van het element ten gevolge van de verticale kromming.*

De onderzijde van het bestaande brugdek heeft een hoogte verlopend van 5,67 m + T.A.W. naar 6,01 m + T.A.W. tussen het nieuw aan te brengen steunpunt 2(a) en steunpunt 3(a). Voor de resterende vrije hoogte inclusief dekverzwaring wordt verwezen naar paragraaf 3.5.

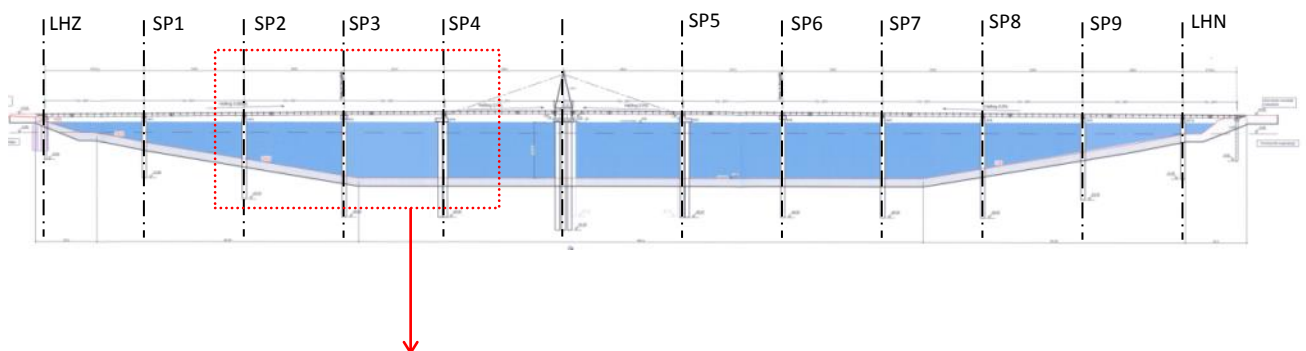
Indien wordt uitgegaan van het theoretische profiel van het bodemverloop in het Verbindingsdok, dan wordt de minimale diepte bereikt aan de zuidzijde naast steunpunt 2(a). Dit geeft een minimale waterdiepte van -9,6 m + T.A.W. Hiermee resteert een kielspeling van 3,3 m. De beschikbare diepte dient echter wel in het werk gecontroleerd te worden.

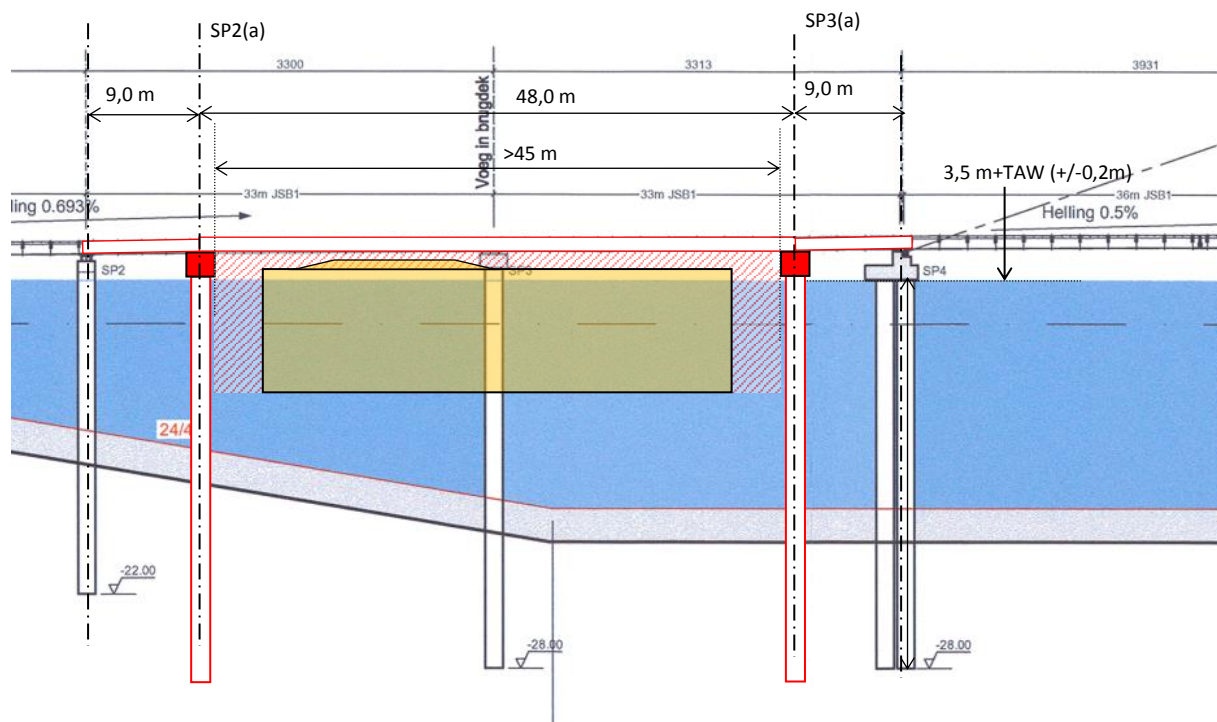


Figuur 9. Situatie doorvoer tunnelementen

3.4 Benodigde aanpassingen

Op basis van de benodigde ruimte ten behoeve van de tunnelementen, is een plan opgesteld van de benodigde aanpassingen aan de tijdelijke brug. De aanpassingen worden gedaan tussen steunpunt 2 en steunpunt 4, aan de zuidzijde van het beweegbare deel.





Figuur 10. Tijdelijke brugconstructie over het Verbindingsdok

De aannemer zal gebruik maken van plaatligger brugdekdelen die in een aantal vaste maten verkrijgbaar zijn. Voor de nieuwe overspanning is gekozen voor twee delen van 24 m lengte, gecombineerd met twee delen van 9 m lengte (Ref. 9).

Door de aangepaste overspanningslengte van de brug dienen de brugdelen versterkt en verstijfd te worden. Janson Bridging heeft aangegeven dat de maximaal benodigde bijkomende hoogte aan de onderzijde van het brugdek 0,4 m bedraagt. Voor de doorbuiging van het brugdeel wordt 1/500 van de overspanning gehanteerd.

3.5 Aanwezige ruimte

In de onderstaande tabel is per tunnelelement onderscheid gemaakt in de minimaal aanwezige ruimte, waarbij wordt uitgegaan van de uitgangspunten zoals in de hiervoor gegeven paragrafen beschreven.

	Tunnelement 1	Tunnelement 2	Tunnelement 3	Tunnelement 4	Tunnelement 5	Tunnelement 6	Tunnelement 7	Tunnelement 8
Waterstand (m + T.A.W.)	+3,70	+3,70	+3,70	+3,70	+3,70	+3,70	+3,70	+3,70
Vrijboord (m)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Extra hoogte t.b.v. ruimte ventilatievoorzieningen (m)	0,90	-	0,90	-	0,90	-	-	-

	Tunnelement 1	Tunnelement 2	Tunnelement 3	Tunnelement 4	Tunnelement 5	Tunnelement 6	Tunnelement 7	Tunnelement 8
Bolders aan de bovenzijde	-	0,50	0,00	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50
Bijkomende hoogte door kromming	0,17	0,17	0,17	0,17	-	0,17	0,17	-
Totaal bovenzijde tunnel (m + T.A.W.)	+5,37	+4,97	+5,37	+4,97	+5,20	+4,97	+4,97	+4,80
Onderzijde best. brugdek (m + T.A.W.)	+5,67	+5,67	+5,67	+5,67	+5,67	+5,67	+5,67	+5,67
Bijkomende hoogte brugdeel (m)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Doorbuiging brugdeel (m)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Totaal onderzijde brugdek (m + T.A.W.)	+5,17	+5,17	+5,17	+5,17	+5,17	+5,17	+5,17	+5,17
Tussenruimte zonder tolerantie (m)	-0,20	+0,20	-0,20	+0,20	-0,03	+0,20	+0,20	+0,37

Tabel 3. Aanwezige ruimte

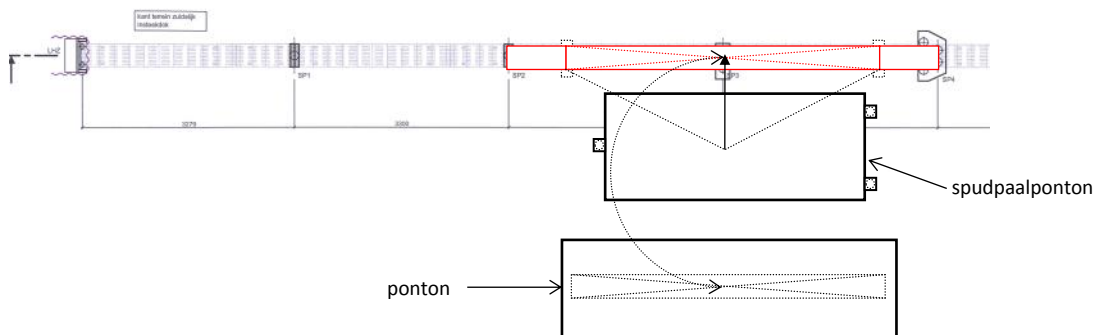
In de tabel is de tussenruimte gegeven zonder rekening te houden met tolerantie. Afhankelijk van de benodigde tolerantie in hoogterichting dient de tussenruimte hiermee verminderd te worden. In de bovenstaande tabel is rekening gehouden met de maximale waterstand van 3,70 m + T.A.W.

4 Mogelijke maatregelen

Op basis van de benodigde ruimte en de aanwezige ruimte na de aanpassingen van de brugconstructie blijkt dat in verticale richting onvoldoende afstand aanwezig is tussen de bovenkant van het tunnelelement en onderzijde brugdek.

4.1 Hijsen brugdeel

Een mogelijke maatregel voor het kunnen laten passeren van de tunnelementen is het hijsen van het brugdeel met 48 m overspanning. Deze operatie dient uitgevoerd te worden vanaf een spudpaalponton, welke gepositioneerd wordt naast het te verplaatsen brugdek. Het dek wordt vervolgens op een 2^e ponton gehesen, waarna beide pontons verplaatst kunnen worden, zodat ruimte wordt gecreëerd voor de passage van de tunnelementen. Na de passage van het tunnelelement kan het dek teruggeplaatst worden. Door de hijsoperaties is dit proces sterk afhankelijk van de weersomstandigheden.

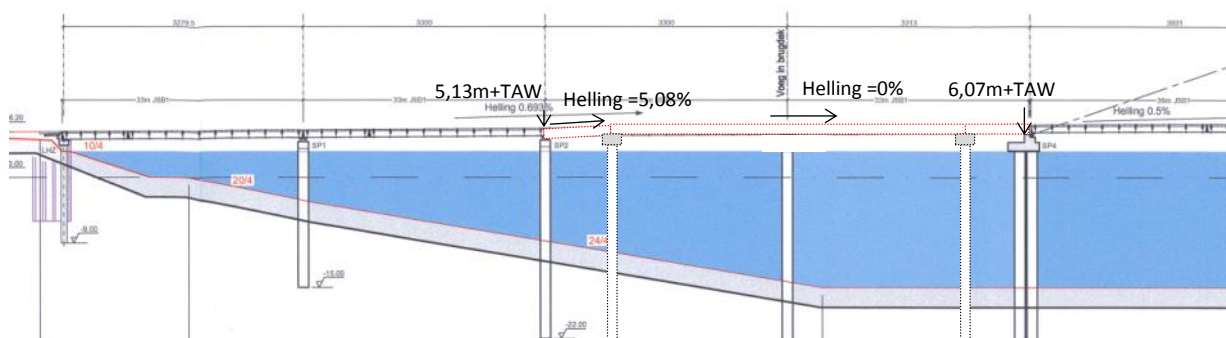


Figuur 11. Principe hijsen brugdeel

4.2 Permanent aanpassen alignment brugdek

Omdat een gedeelte van het brugdek vervangen moet worden, is het mogelijk het alignment van de brug permanent aan te passen. De minimale hoogte wordt dan bepaald door de aanwezige hoogte ter plaatse van steunpunt 4. Deze heeft een waarde van 6,07 m + T.A.W. Dit betekent dat circa 0,4 m extra ruimte beschikbaar is. Deze aanpassing heeft als gevolg dat het hoogteverschil in het brugdek over het overige deel opgevangen dient te worden.

In overleg met de gebruikers dient te worden onderzocht of deze aanpassing problemen geeft bij het gebruik door auto's.



Figuur 12. Permanent aanpassen alignement

4.3 Vijzelen brugdeel

Met behulp van (tijdelijke) vijzels kan het brugdeel tijdens de doorvoer operatie opgevijseld worden tot de benodigde hoogte voor een passage van het tunnelelement middels lieren. De sleepboten dienen hierbij gebruik te maken van het beweegbare deel van de brug. Het nieuw aan te brengen brugdek dient hierdoor statisch bepaald opgelegd te zijn op de steunpunten 2(a) en 3(a). In het ontwerp van het brugdek kan rekening gehouden worden met de benodigde vijzels. Tijdens het vijzelen dient de brug wel tijdelijk buiten gebruik te worden gesteld.

4.4 Aanpassingen transport situatie tunnelelement

Naast de aanpassingen aan het brugdek kan de transportoperatie van de tunnelementen ter plaatse van de brugconstructie aangepast worden. Een mogelijkheid is om het vrijboord aan te passen door de ballasttanks meer te vullen. Het minimale vrijboord voor de passage van de brug is 0,10 m. In vergelijking met de waarde waarmee rekening is gehouden in deze uitwerking, is dit een verschil van 0,50 m. Een maximaal vrijboord of minimale vrije doorvaarthoogte van het tunnelelement kan als randvoorwaarde worden opgelegd in het Scheldetunnel contract. De aannemer kan hier dan een optimaal ontwerp maken waarbij voldoende vrijboord voor zeetransport en voldoende vrije doorvaarthoogte voor de passage van de brug wordt gecreëerd. De haalbaarheid van deze oplossing is verder onbekend en wordt daarom niet geadviseerd in dit stadium.

5 Transport tunnel elementen langs de brug

5.1 Introductie

Voor het passeren van de brug zijn de volgende opties gedefinieerd:

1. De huidige doorvaarthoogte onder de brug is voldoende en de brug wordt gepasseerd met behulp van lieren.
2. De huidige doorvaarthoogte onder de brug is onvoldoende. Door een maatregel (vijzelen brugdeel, misschien verzwaren ballasttanks tunnelement) kan het tunnelement toch onder de brug door met behulp van lieren.
3. Het brugdek wordt (tijdelijk) verwijderd en de brug wordt gepasseerd met behulp van sleepboten.

Voor het transport van de tunnelementen zijn optie 1 en optie 2 gelijk en derhalve worden er twee transportopties beschouwd voor het passeren van de brug. De twee transportopties worden in dit hoofdstuk beschreven. Doel van de beschrijving is om de voor- nadelen van de twee transportopties inzichtelijk te maken waardoor een onderbouwde keuze gemaakt kan worden.

5.2 Uitgangspunten

1. Na het passeren van de brug is er geen parkeerplek voor de tunnelementen beschikbaar. Het tunnelement dient na het passeren van de brug direct verder te varen richting de Van Damme Sluis.
2. Het passeren van de brug moet zo min mogelijk hinder geven voor de scheepvaart en de gebruikers van de brug. Voor de scheepvaart is onderscheid gemaakt tussen de scheepvaart door het Boudewijnkanaal en de scheepvaart van het Verbindingsdok naar het Boudewijnkanaal.



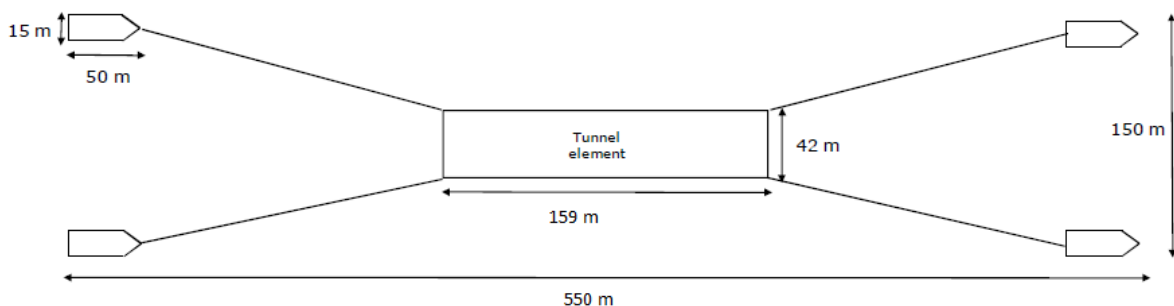
Figuur 13. Locatie brug en vaarwegen

3. Onderstaande afbeelding geeft het beoogde vaartraject van de tunnelementen weer.



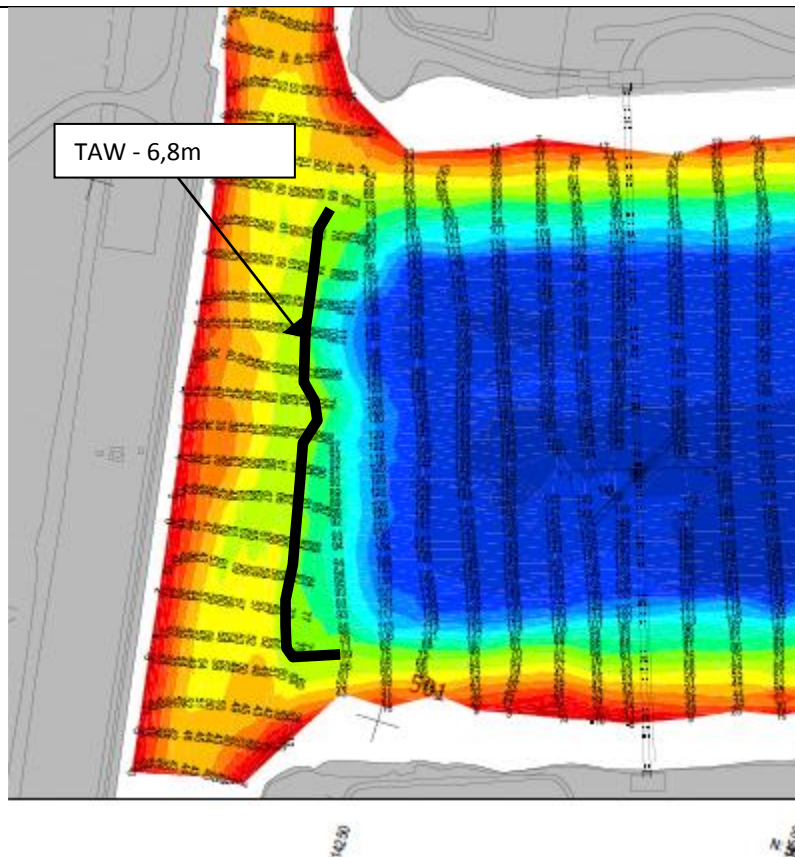
Figuur 14. Tracé tunnelementen

4. Het bevestigen van afzinkpontons wordt op een parkeerplaats nabij de Scheldetunnel en niet in het bouwdok uitgevoerd. Uitgangspunt is dat in deze parkeerplaats voldoende ruimte en tijd is om het tunnelement af te monteren (zoals het plaatsen van toegangstoren en meettoeren).
5. Voor het transport naar de Van Dammesluis en over de zee en Westerschelde wordt het tunnelement middels een konvooi getransporteerd. Een indicatie van een dergelijk konvooi is gegeven in onderstaande afbeelding.



Figuur 15. Sleepkonvooi

6. In en nabij het bouwdok zijn geen/slechts zeer beperkte golven en stroming aanwezig. Gedurende het verhalen en uitlieren van de tunnelementen is de scheepvaart gestremd, waardoor er tevens geen hydraulische belasting door langsvarende schepen zal zijn.
7. Onderstaande figuur geeft de bathymetrie weer. Met een diepgang van het tunnelement van 9,3m, een gemiddeld waterniveau van TAW+3,5m en een minimale kielspeling van 1m is de minimale waterdiepte waar het tunnelement getransporteerd kan worden TAW -6,8m. De -6,8m contour is in de figuur met een zwarte lijn indicatief weergegeven. De afstand tussen de brug en de TAW-6,8m diepte contour is circa 175m.



Figuur 16. Bathymetrie

5.3 Optie 1/optie 2 passeren brug met behulp van lieren

5.3.1 Algemeen

De tunnelementen moeten op gecontroleerde en beheerste wijze uit het bouwdok en onder de brug door worden getransporteerd. Hiervoor dient een lierconfiguratie met onder andere een voor- en aantreklier, een achterlier (remlier) en zijlieren.

Voor het lieren zijn verschillende opties mogelijk:

1. Lierponton, waarbij het lierponton middels spudpalen of marine ankers wordt verankerd;
2. Lierpunt op de wal verankerd aan geheide ankerpalen, bolders of dodenbedden;
3. Een buisankerpaal.


Figuur 17. Lieren

Voor het uitverhalen van de elementen zijn verschillende configuraties mogelijk waarbij het verhalen kan worden ondersteund door duw- en sleepboten. In de beschouwde configuratie wordt er vanuit gegaan dat er alleen in beperkte mate gebruik wordt gemaakt van duw- en sleepboten. Onderstaande figuur geeft enkele minimale locaties voor de lieren weer. De beschouwde configuratie geeft een indicatie van een mogelijk lieren verhaalplan waarbij met name is gekeken op welke locaties minimaal een lierinstallatie geplaatst dient te worden waardoor inzicht wordt verkregen op de hinder voor de scheepvaart.



Figuur 18. Lierlocaties

5.3.2 Stappen uitlieren en verhalen

Bij het uitlieren uit het bouwdoek en het transport onder de brug zijn de volgende hoofdstappen te onderscheiden. Zie ook onderstaande afbeelding:

Stap 1: uitlieren uit het bouwdoek. Het element zal middels een voor- en aantreklier (lierpunt 2) het bouwdoek uitgelierd worden. Achterlier en zijlieren zijn hierbij van belang om een gecontroleerd te kunnen uitlieren. Eventueel zou lierpunt 2 vervangen kunnen worden door een lierponton of een sleepboot. In alle gevallen dient de vaarweg (Verbindingsdok) te worden gestremd.

Stap 2: Het element wordt gedraaid zodat het in de lengterichting onder de brug door kan worden gelierd. Om het draaien mogelijk te maken is een lierpunt aan de andere zijde van het Boudewijnkanaal benodigd (lierpunt 3). Eventueel zou dit lierpunt vervangen kunnen worden door een lierponton. In beide gevallen dienen bij deze stap beide vaarwegen te worden gestremd.

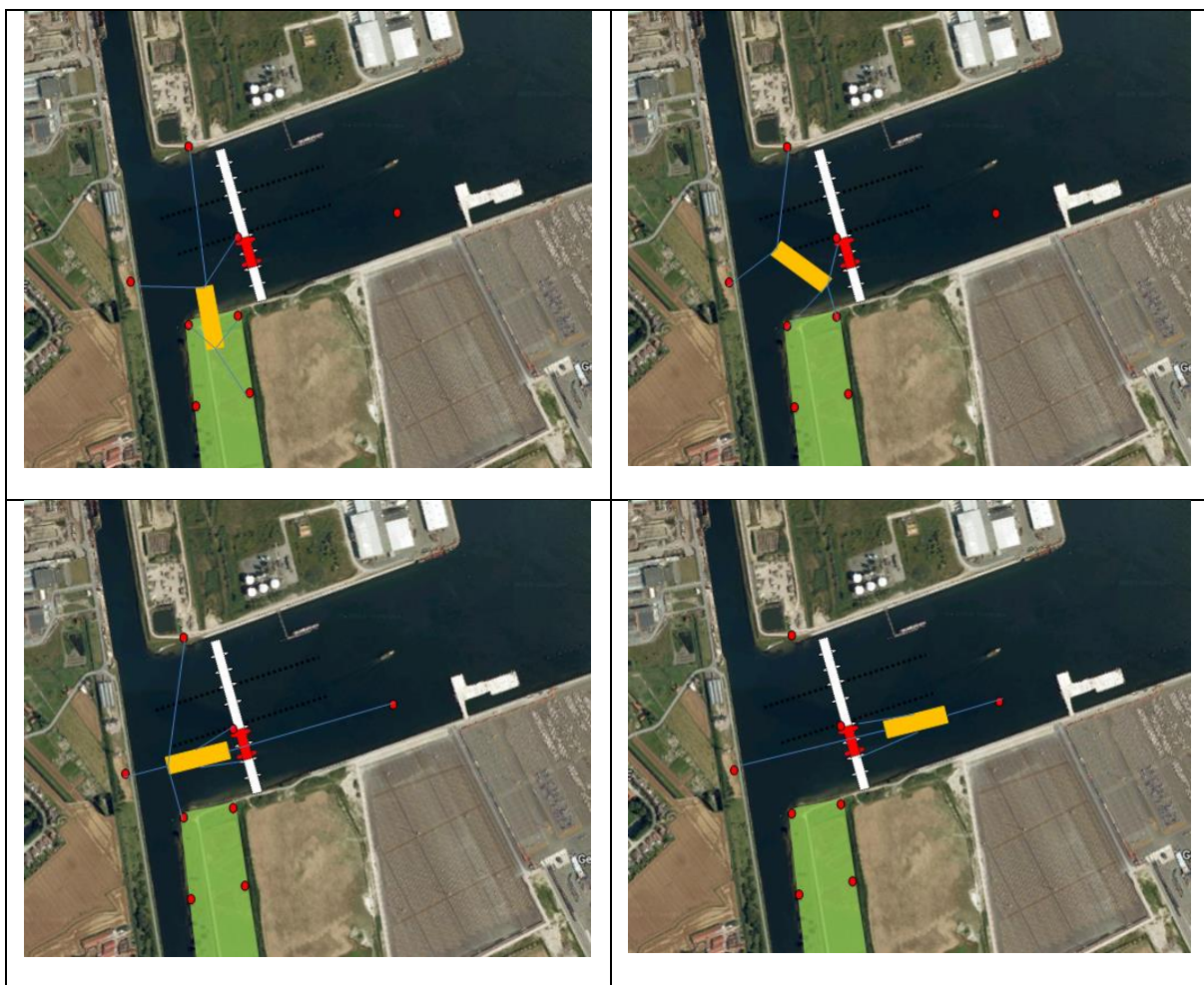
Opgemerkt wordt dat de beschikbare ruimte voor het draaien zeer beperkt, dan wel kritisch is. De tunnel dient zeer nauwkeurig tussen de brug en het ondiepere Boudewijnkanaal te worden gemanoeuvreerd. Waarschijnlijk dient hier een gedeelte van de bodem van het Boudewijnkanaal te worden ontgraven zodat er voldoende draairuimte ontstaat.

Stap 3: Het element wordt onder de brug doorgelieerd middels een voor- en aantreklier (lierpunt 1 op een lierponton). Achterlier en zijlieren zijn hierbij van belang om gecontroleerd te kunnen lieren. Eventueel zou lierpunt 1 vervangen kunnen worden door een sleepboot. Het hanteren van één of twee sleepboten heeft hierbij het voordeel omdat het sleepkonvooi direct gevormd kan worden. Nadeel is dat de passage van de brug met sleepboten minder gecontroleerd is in vergelijking tot lieren.

Aandachtspunt zijn de draadhandelingen voor het verplaatsen van de draden onder de brug door. Het bevestigen van de draden aan de lier aan de andere zijde van de brug kan alleen met relatief kleine vaartuigen gezien de maximale doorvaarthoogte van circa 1,55 m. Dit moet mogelijk worden uitgevoerd met een voorloop, waarbij de draad onder de brug geleid wordt, de vaartuigen gebruik maken van het beweegbare deel en de draad weer oppakken aan de andere zijde van de brug.

Voor, tijdens en na deze stap varen sleep- en duwbotten die gebuikt zijn bij het uitlieren door de draaibrug zodat het sleepkonvooi gevormd kan worden.

Stap 4: Het tunnelement is onder de brug door en het sleepkonvooi kan worden gevormd.



Figuur 19. Stappen bij uitlieren en transport onder de brug

5.3.3 Duur van vaarweg stremming

De liersnelheid is enkele meters per minuut. Gedurende het lieren en verhalen dienen zowel het Boudewijnkanaal als het Verbindingsdok gestremd te zijn voor de scheepvaart. Bij een aangenomen liersnelheid van ongeveer 4m/min en benodigde tijd voor draadhandelingen geeft dit een stremming van circa 4 - 5 uur. In deze tijd is één tunnelement vanuit het bouwdok onder de brug doorgevaren en is het sleepkonvooi gevormd. De stremming van het Verbindingsdok duurt langer omdat na vorming van het konvooi, het konvooi richting de sluizen dient te worden getransporteerd.

5.3.4 Stremming voor bruggebruikers

Het stremmen van de brug voor bruggebruikers is niet noodzakelijk, tenzij het brugdek wordt gevijzeld. Gedurende het uitlieren en verhalen zullen echter regelmatig hulp-, sleep- en duwbotten de brug passeren. Het is daarom zeker wenselijk dat de brug tijdelijk wordt gestremd gedurende de verhaal en lierwerkzaamheden.

5.3.5 Overige opmerkingen/beperkingen

- De hoogte van het tunnelement en de opbouw is gelimiteerd door de maximale doorvaarhoogte. Dit betekent dat het bij deze optie restricties gelden voor de maximale hoogte van dekuitrusting die al in het bouwdok op het tunnelement aan kan worden gebracht. Deze kunnen in de parkeerplaats bij het afzink-gereedmaken worden gemonteerd, wat naar alle waarschijnlijkheid ook zonder de restrictie in hoogte door de aannemer zou zijn voorzien.
- De doorvaarbreedte onder de brug is circa 48m. De speling aan weerszijden van het tunnelement tijdens het passeren van de brug is derhalve zeer klein, hetgeen een zeer gecontroleerde doorvaart vereist.

5.4 Optie 3: passeren brug waarbij het brugdek tijdelijk wordt verwijderd

5.4.1 Algemeen

Het brugdek wordt (tijdelijk) verwijderd en de brug wordt gepasseerd met behulp van sleepboten. Gelijkend aan optie 1/2 wordt een aantal stappen doorlopen:

Stap 1: Uitlieren uit het bouwdok. Het element zal middels een sleepboot (of 2 sleepboten) het bouwdok uitgesleept worden. Achterlier en zijlieren zijn hierbij van belang om dit proces gecontroleerd te laten verlopen.

Stap 2: Nog voor de brug wordt het sleepkonvooi gevormd.

Stap 3: Het sleepkonvooi passeert de brug, waarbij direct het tracé richting de sluis kan worden doorgezet.



Figuur 20. Brugpassage met sleepboten



Figuur 21. Stappen voor brugpassage met sleepboten

5.4.2 Vaarweg stremming

Het uitlieren uit het bouwdok gaat met vergelijkbare snelheid als bij optie 1/2. Voor het vormen van het konvooi zullen tevens de zelfde handelingen benodigd zijn. Het daadwerkelijk passeren van de brug zal sneller gaan. De stremming van de scheepvaart wordt geschat op 3 - 4 uur. Gedurende deze tijd zal zowel het Boudewijnkanaal als het Verbindingsdok worden gestremd. De beschikbare ruimte is dermate klein dat een configuratie waarbij het Boudewijnkanaal dan wel het Verbindingsdok niet gestremd behoeft te worden niet als realistisch wordt gezien.

In deze tijd is één tunnelement vanuit het bouwdok onder de brug doorgevaren en is het sleepkonvooi gevormd. De stremming van het Verbindingsdok duurt langer omdat na vorming van het konvooi, het konvooi richting de sluizen dient te worden getransporteerd.

5.4.3 Stremming voor bruggebruikers

De totale stremming ten gevolge van een enkele passage wordt ingeschat op 8 uur. Het positioneren van de pontons kan zonder stremming van de brug. De uithijsoperatie wordt ingeschat op 3 uur inclusief verplaatsen van de pontons. De passage van het tunnelement op 1 uur en het herstellen van de brug op 4 uur.

5.4.4 Overige opmerkingen/beperkingen

- De ruimte tussen de TAW-6,8m dieptecontour en de brug is circa 175m. Deze ruimte is te klein om het tunnelement met behulp van sleepboten te kunnen manoeuvreren. Een gedeelte van de bodem van het Boudewijnkanaal dient daarom verlaagd te worden of het draaien van het tunnelement wordt middels lieren uitgevoerd, waarna het sleepkonvooi wordt gevormd voor passage van de brug. De ruimte tussen de oever van het Boudewijnkanaal en de brug is circa 250m * 400m, zie figuur 13, hetgeen reeds een beperkte manoeuvreerruimte voor het draaien van de tunnelementen met behulp van sleepboten geeft.
- De doorvaarbreedte onder de brug is circa 48m. De speling aan weerszijden van het tunnelement tijdens het passeren van de brug is derhalve zeer klein, hetgeen een zeer gecontroleerde doorvaart vereist. Deze is met het sleepkonvooi minder gecontroleerd dan bij het lieren.

5.5 Overzicht

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de voor- en nadelen van de twee transportopties.

Algemene conclusie: De beschikbare ruimte om het tunnelement te draaien bij het verlaten van het bouwdok is zeer beperkt. De benodigde ruimte is bij het hanteren van vaste lieren het kleinst en daarnaast is de controle en beheersing van het element beter bij het hanteren van lieren.

Onderdeel	Optie met lieren zonder een brugdeel te verwijderen	Optie met sleepboot waarbij brugdeel wordt verwijderd
Stremming vaarwegen	Boudewijnkanaal en Verbindingsdok 4 - 5 uur gestremd	Boudewijnkanaal en Verbindingsdok 3 - 4 uur gestremd (bij draaien van het element middels lieren eveneens 4 - 5 uur)
Beperkingen afbouw	Hoogterestrictie voor dekuistrusting die in het bouwdok kunnen worden gemonteerd (zeer beperkte invloed aangezien zee- en Scheldetransport sowieso niet plaats zal vinden met hoge dekuistrusting als toegangstoren en meetmast.	geen beperkingen
Stremming voor bruggebruikers	gefaseerde stremming tijdens passage sleepboten via beweegbare deel.	permanente stremming gedurende 8 uur.
Voorzieningen	Aantal lieren dient te worden opgesteld, zowel op de oever als in het water	Brugdeel dient te worden verwijderd+ gedeelte van het Boudewijnkanaalbodem dient te worden verlaagd (of lieren voorzien)
Benodigde draaicirkel	De benodigde draaicirkel is minimaal waardoor mogelijk de huidige bodemligging voldoende is om het tunnelement te draaien. Waarschijnlijk is de beschikbare ruimte te klein en dient een beperkt gedeelte van de bodem van het Boudewijnkanaal ontgraven te worden.	De draaicirkel is bij het hanteren van sleepboten groter. Daarom dient in deze optie een groter deel van de bodem van het Boudewijnkanaal te worden ontgraven (of dienen ook voor deze optie lieren te worden voorzien)
Doorvaartbreedte	~48m	~48m
Controleerbaarheid transport	Zeer groot	Minder gecontroleerd (risico)

Tabel 4. Overzicht voor- en nadelen

Aanbeveling is zowel het draaien van het element als de passage van de brug ook bij de optie waarbij het brugdeel wordt verwijderd middels lieren uit te voeren. Ondanks de onbeperkte doorvaarthoogte heeft dit de voorkeur gezien de beperkte ruimte voor de draai en de beperkte doorvaartbreedte.

6 Passeren sluis

In Figuur 14 is te zien dat het tunnelkonvooi, na het passeren van de brug, de Vandammesluis dient te passeren op weg naar de Schelde.

De afmetingen van de sluis zijn: lengte 500 m; breedte van 57 m; diepte van 18.50 m. Het sleepkonvooi wordt in haar geheel door de sluis gesloten. Aan de andere zijde van de sluis zal het konvooi in de buitenhaven wachten op het juiste tij voor het vervolg van het transport.



Figuur 22. Transport van een tunnel element door een sluis

Het konvooi zal eenzelfde schutcyclus ondergaan als reguliere scheepvaart. Deze cyclus bestaat uit drie fasen:

1. Invaren
2. Schutten
3. Uitvaren

Het in- en uitvaren van de sluis zal met een lagere snelheid gaan dan bij schepen en dus meer tijd in beslag nemen. Gezien de relatief korte duur van deze fases is het tijdsverschil absoluut niet groot.

Afhankelijk van het waterstandsverschil aan beide zijden van de sluis is de schutcyclus van de sluis zelf bepalend voor de totale duur van de stremming. Voor beide situaties (tunnelkonvooi en schepen) geldt echter dezelfde doorlooptijd van het schutproces.

De stremming voor het schutten van een tunnelkonvooi zal dus niet significant langer zijn dan het schutten van reguliere schepen.

Bijlage 7 Nota “geohydrologische vragen tbv project-MER”

Onderwerp

Geohydrologische vragen t.b.v. project-MER

Plaats

Antwerpen, 28 december 2015

Opgesteld door

David Brakenhoff

Aan

Christiaan Loeber
Leo van Wee

Ons kenmerk

OWV-ATL-NOT-008-VO-xxx-x.x-xxx

Datum verzending

Kopie

ATLAS

BAM

AnteaGroup

INHOUDSTAFEL

1	INLEIDING	2
2	EFFECT GESTOCKEERDE GROND.....	2
3	EFFECT RETOURBEMALING ALLEEN TEN ZUIDEN VAN BOUWDOK	4
4	SAMENVATTING	5

FIGUREN

Figuur 1	Mogelijke locaties gronddepots (het depot ten zuiden (in deze figuur rechts) van het bouwdok ligt naast het natuurgebied Dudzeelse Polder.	2
Figuur 2	Schematisatie bodemopbouw ter plaatse van het bouwdok.	3
Figuur 3	Stijghoogteverschil in doorsnede langs rij 75 tussen scenario met en zonder retourbemaling	4
Figuur 4	Mogelijke locaties retourputten alleen ten zuiden van het toekomstige bouwdok.	5

1 Inleiding

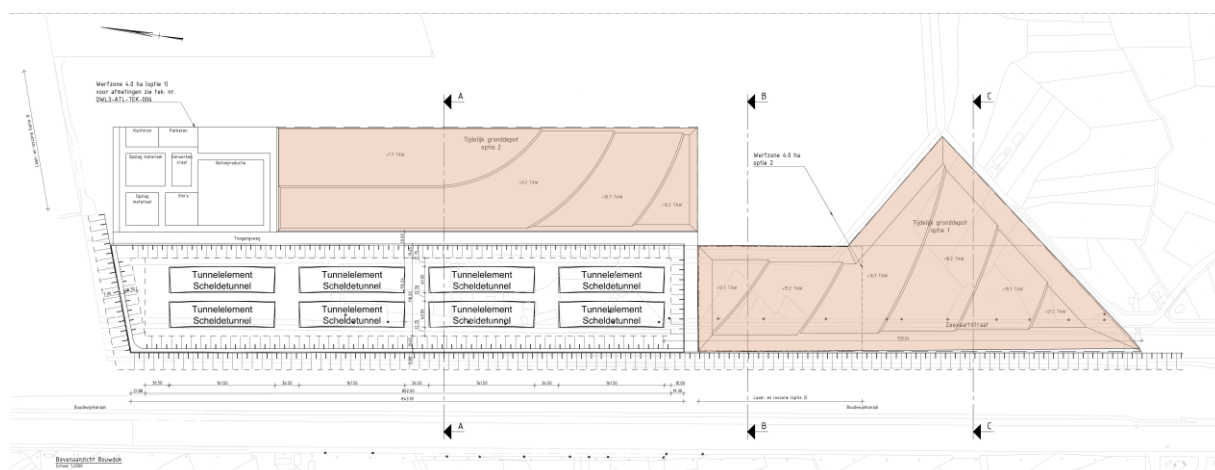
Vanuit de project-MER zijn de volgende twee vragen gesteld met betrekking tot de geohydrologie rondom het bouwdok:

- Indien de grond gestockeerd wordt ten zuiden van het bouwdok kan dit effect hebben op de grondwater tafel. Wat is het effect hiervan op de Dudzeelse polder?
- Wat is het effect op de Dudzeelse polder als er enkel retourbemaling aan de zuidzijde van het bouwdok wordt geplaatst? Voor de retourputten aan de oostzijde van het bouwdok is de vraag gesteld tot welke retourput er invloed is op de Dudzeelse polder.

Deze notitie geeft antwoord op deze vragen.

2 Effect gestockeerde grond

Twee mogelijke locaties voor de gronddepots zijn weergegeven in Figuur 1. In deze depots wordt de ontgraven grond uit het bouwdok gedeponeerd. Wanneer het bouwdok helemaal is ontgraven is geschat dat de hoogte van de grond tot 18 m boven het huidige maaiveld zal komen. Het aanbrengen van deze grond kan gevolgen hebben voor de grondwaterstand en stijghoogte. In deze paragraaf wordt het effect van een gronddepot op de grondwaterstand kwalitatief omschreven.



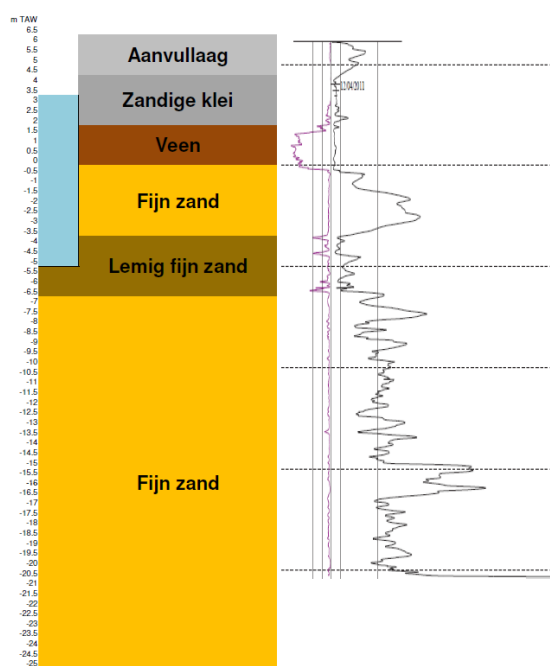
Figuur 1 Mogelijke locaties gronddepots (het depot ten zuiden (in deze figuur rechts) van het bouwdok ligt naast het natuurgebied Dudzeelse Polder.

Indien de grond nat wordt ontgraven (gebaggerd) en gestockeerd wordt op het depot ten zuiden van het bouwdok zal het een groot aandeel water bevatten. De snelheid waarmee het water in de gedeponeerde grond infiltreert naar het grondwater of zijwaarts afstroomt is afhankelijk van de doorlatendheid van de ontgraven grond. De infiltratie van het water in het gronddepot zal een toename in de freatische grondwaterstand veroorzaken en afhankelijk van de weerstand van de bovenste grondlagen ook een toename in de stijghoogte in de lagen eronder. Na enige tijd, als het water in het gronddepot grotendeels is weggestroomd, kan er lokaal een opbolling in de grondwaterstand blijven bestaan onder invloed van grondwateraanvulling.

Door de toename van de grondwaterstand bij het gronddepot zal er een stroming vanuit het gronddepot naar de omgeving ontstaan. Deze stroming zal naar waarschijnlijkheid brak grondwater naar de sloten in de Dudzeelse Polder voeren. Als het oppervlaktewater niet gedraineerd wordt zal er een verhoging van de grondwaterstand plaatsvinden en zal het peil in de sloten beperkt stijgen. Verwacht wordt dat het oppervlaktewater wel drainerend werkt en daarmee de invloed van deze grondwaterstroming klein is. Indien de risico's te groot worden ingeschat kunnen de effecten met een eenvoudige maatregel (het aanleggen van een sloot aan de randen van het depot) gemitigeerd worden.

Het opbrengen van 18 m grond zal een drukverhoging met zich meebrengen in de ondergrond. In goed doorlatende grond (zand) zal de drukverhoging opgenomen worden door het korrelskelet. Deze kan mogelijk iets vervormen om de extra druk op te nemen. In een gespannen aquifer wordt de extra druk opgenomen door de poriënwaterspanning. Dit veroorzaakt een toename in de stijghoogte. Onder invloed van deze stijghoogte toename zal het grondwater voornamelijk horizontaal wegstromen en deels door de slecht doorlatende lagen erboven en eronder. Het teveel aan water zal langzaam wegstromen waarmee de extra druk steeds meer wordt opgenomen door het korrelskelet.

In slappe grondlagen (bijvoorbeeld klei of veen) zal deze extra druk in eerste instantie worden opgenomen door een toename in de poriënwaterspanning, en dus de stijghoogte (het water kan niet wegstromen door de lage doorlatendheid en is nagenoeg onsamendrukbaar). Door de geringe doorlatendheid zal water langzaam uit deze laag treden. Het wegstromen van water zorgt voor een afname in het volume van de slappe grondlaag (primaire consolidatie). Het uittreden van gespannen water kan een beperkte grondwaterstand of stijghoogte verandering veroorzaken. De extra druk wordt steeds meer opgenomen door het korrelskelet van de slappe laag. Het korrelskelet zal vervormen om de extra druk op te nemen (secundaire consolidatie).



Figuur 2 Schematisatie bodemopbouw ter plaatse van het bouwdok.

Een schematisatie van de bodemopbouw ter plaatse van het bouwdok is weergegeven in Figuur 2. De bodem bestaat grotendeels uit zandige afzettingen maar bovenin zijn (zandige) klei- en veenlagen aanwezig. Deze slappe grondlagen zullen onder invloed van de opgebrachte grond gaan consolideren. De stijghoogte in deze lagen zal toenemen. De invloed van de consolidatie op de freatische grondwaterstand zal beperkt zijn. Verwacht wordt dat de aanvullaag en de fijne zandlaag goed draineren waardoor er geen grondwaterstand of stijghoogte veranderingen zullen optreden. De slappe lagen kunnen afhankelijk van hun materiaaleigenschappen tot half zo dik worden door het consolidatieproces.

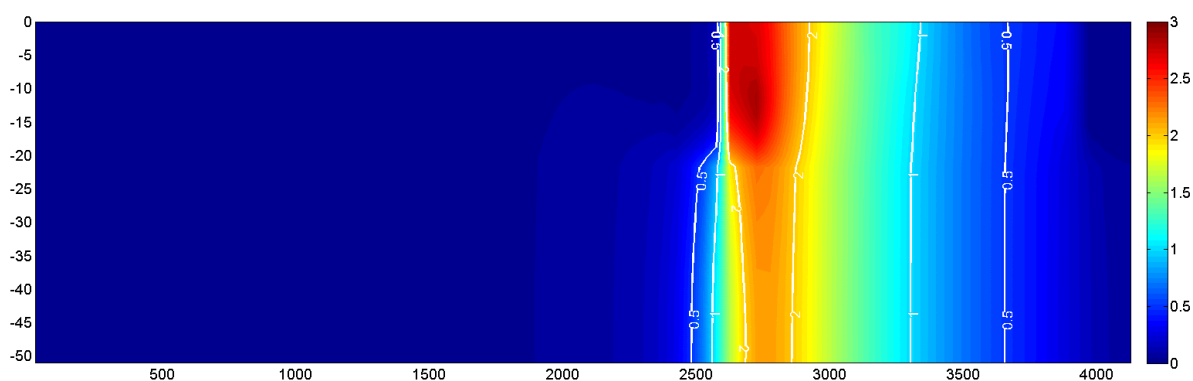
Voor de fijne zandlagen wordt verwacht dat deze goed draineren waardoor er geen significante verandering wordt verwacht in de stijghoogte als gevolg van de ophoging ter plaatse van de gronddepots.

Het effect van gestockeerde grond op de grondwaterstand vereist voornamelijk aandacht wanneer de grond nat wordt aangebracht op het depot. Er worden geen grote effecten verwacht door consolidatie van de aanwezige slappe lagen. In het geval van natte ontgraving is mogelijk drainage nodig om het water uit de ophoging op te vangen. Zonder drainage ontstaat een grondwaterstroming vanuit het depot naar de omgeving, en dus mogelijk ook naar het natuurgebied Dudzeelse polder. Deze stroming zal voornamelijk afgevangen worden door de sloten nabij het depot in de Dudzeelse polder en kan mogelijk een kleine stijging van de grondwaterstand veroorzaken. Verwacht wordt dat de stijging van de grondwaterstand klein zal zijn en geen

nadelige gevolgen met zich meebrengt. Indien de risico's te groot worden geacht kan door het aanleggen van een drainerende sloot aan de randen van het depot het effect van het depot op de Dudzeelse polder verder verminderd worden.

3 Effect retourbemaling alleen ten zuiden van bouwdoek

Het invloedsgebied¹ van de retourputten is geschat op ca. 1000 m op basis van resultaten van de grondwatermodellering van de Universiteit van Gent. Dat wil zeggen dat een deel van de retourputten die in de huidige schematisatie ten oosten van het bouwdoek staan invloed hebben op de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte nabij de Dudzeelse polder. In Figuur 3 is de invloed van de retourputten weergegeven op de stijghoogte in een langsdoorsnede van het grondwatermodel. Deze afbeelding geeft een indicatie tot op welke afstand de effecten van de retourputten merkbaar zijn (let op doorsnede staat niet loodrecht op het puttenveld).



Figuur 3 Stijghoogteverschil in doorsnede langs rij 75 tussen scenario met en zonder retourbemaling

Als de retourputten ten oosten van het bouwdoek achterwege worden gelaten (zie Figuur 4) zal, met een gelijkblijvend debiet, de mitigerende werking van de retourputten afnemen. Een deel van de injectieputten aan de oostzijde (tot ca. 500 m (vanaf de Dudzeelse polder) veroorzaken nog een kleine toename in de stijghoogte ter plaatse van de Dudzeelse polder. Als deze wegvallen zal er een grotere verlaging van de stijghoogte en grondwaterstand optreden in de Dudzeelse polder. Deze verlaging kan weer gemitigeerd worden door een verhoging van het debiet in de overgebleven injectieputten (of er moeten retourputten bijgeplaatst worden). Wel zal het totale volume water dat in de ondergrond geïnjecteerd moet worden zal afnemen als alleen aan de zuidzijde van het bouwdoek retourbemaling toegepast wordt. De retourbemaling kan zo ingesteld worden dat er met het wegvallen van de injectieputten aan de oostzijde geen verandering optreedt ten opzichte van het gemodelleerde scenario met retourbemaling.

Ter plaatse van de autoterminal ten oosten van het bouwdoek zal door het wegvallen van de injectieputten een grotere verlaging van de stijghoogte en grondwaterstand plaatsvinden. Dit kan mogelijk tot zettingen lijden. In de DO-fase wordt onderzocht of er een zettingsrisico bestaat en, indien er zettingen optreden, of deze zettingen ook ontoelaatbare gevolgen (schade) met zich meebrengen.

¹ Het invloedsgebied is hier gedefinieerd als de afstand vanaf de injectieput tot het punt waar nog 5% van de stijghoogte verhoging berekend wordt. Het is geschat met behulp van het grondwatermodel van de Universiteit van Gent.



Figuur 4 Mogelijke locaties retourputten alleen ten zuiden van het toekomstige bouwdoek.

4 Samenvatting

Deze notitie geeft antwoord op de volgende twee vragen:

- Indien de grond gestockeerd wordt ten zuiden van het bouwdoek kan dit effect hebben op de grondwatertafel. Wat is het effect hiervan op de Dudzeelse polder?
 - De toename in stijghoogte en grondwaterstand als gevolg van de extra belasting is beperkt. Verwacht wordt dat de zandlagen goed drainerend werken.
 - In de slappe klei- en veenlagen zal consolidatie optreden en neemt de stijghoogte toe. Deze lagen zullen samengedrukt worden en er zullen als gevolg zettingen optreden. Gezien de beperkte dikte van de slappe lagen zijn de effecten hiervan beperkt. Er worden geen effecten op de grondwaterstand of stijghoogte ter plaatse van de Dudzeelse polder verwacht als gevolg van de extra belasting van het gronddepot.
 - Indien de grond nat wordt gedeponereerd zal er een toename in de grondwaterstand optreden. Deze toename in grondwaterstand zorgt voor een ondiepe stroming vanuit het depot naar de omgeving. De stroming zal grotendeels afgevangen worden door de aanwezige waterlopen. Het effect op de grondwaterstanden bij de Dudzeelse polder zal naar verwachting klein zijn, en kan verder gemitigeerd worden door het aanleggen van een drainerende sloot rondom het gronddepot.
- Wat is het effect op de Dudzeelse polder als er enkel retourbemaling aan de zuidzijde van het bouwdoek wordt geplaatst? Voor de retourputten aan de oostzijde van het bouwdoek is de vraag gesteld tot welke retourput er invloed is op de Dudzeelse polder.
 - Als er alleen retourbemaling wordt toegepast ten zuiden van het bouwdoek en de debieten van de injectieputten blijven ongewijzigd ten opzichte van het scenario met retourbemaling zal er een grotere verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte optreden bij de Dudzeelse polder.
 - De verlaging veroorzaakt door het weglaten van injectieputten kan opgevangen worden door het debiet van de overgebleven injectieputten te verhogen of door extra retourputten aan te leggen.
 - Het invloedsgebied van een injectieput is sterk afhankelijk van de lokale bodemopbouw maar is geschat op ca. 1000 m.

Bijlage 8 Nota “Oeverbescherming Bouwdok Zeebrugge”

Oeverbescherming Bouwdok Zeebrugge



Verificatie			
Auteur	Verificatie	Autorisatie ATLAS	Autorisatie BAM NV
R. Peters	A. van den Berg	J. van de Velde	G. Osselaer

Identificatie Document	
THV ATLAS	BAM NV
OWL3-ATL-RAP-007-VO-Oeverbescherming-3-GGB	

Distributielijst

Aantal	Functie	Contactpersoon
1	Projectmanager	J. van de Velde
1	Contractmanager	M. Van Put
1	Procesmanager	J. Pieters
1	Deeltracémanager	C.E. Loeber
1	Documentbeheer	P. De Paep

Derden		
Aantal	Bedrijf/functie	Contactpersoon
3	BAM - Projectmanager	G. Osselaer

Revisiebeheer

Versie	Datum	Belangrijkste wijzigingen
01-ECO	30-09-2015	1 ^e concept
02-ECO	03-12-2015	2 ^e concept
03-GGB	16-12-2015	Goedgekeurd BAM

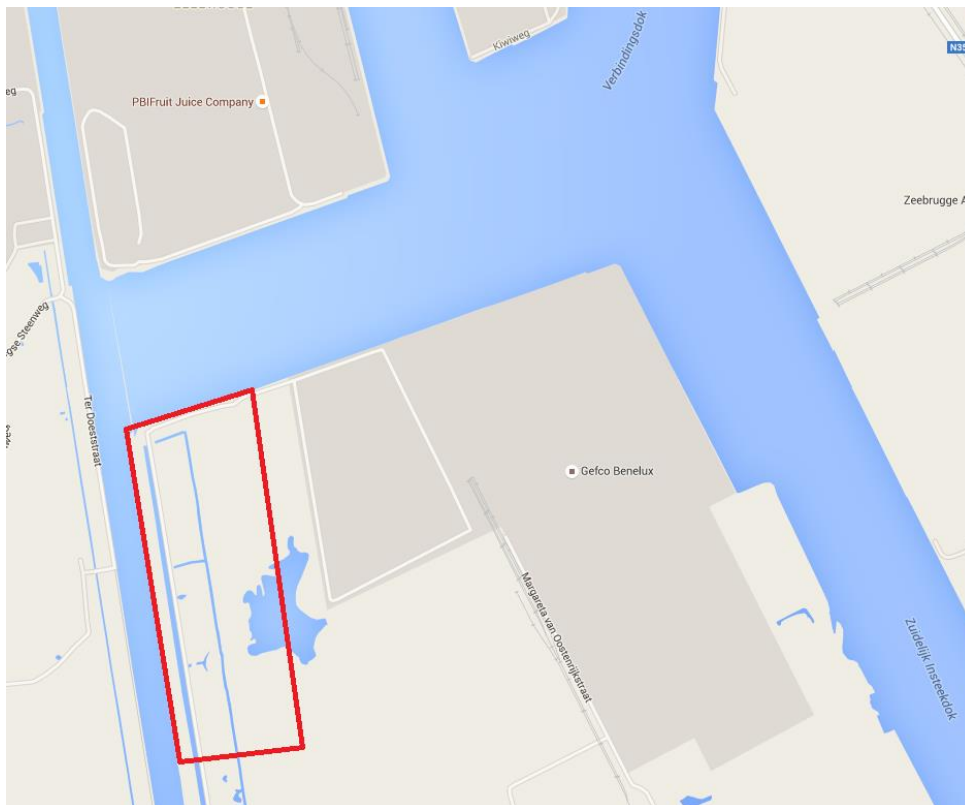
Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Doel van dit document	4
1.2	Leeswijzer	4
1.3	Referenties	4
2	Uitgangspunten.....	5
2.1	Geometrie.....	5
2.2	Materialen	5
2.3	Scheepvaart	6
2.4	Hydraulische uitgangspunten	7
2.4.1	Waterstanden	7
2.4.2	Golven	7
2.4.3	Stroming.....	7
2.4.4	Golfoverslag	7
3	Hydraulische belastingen	8
3.1	Golfbelasting.....	8
3.2	Stromingsbelasting	8
4	Resultaat berekeningen	10
4.1	Overslag	10
4.2	Taludbekleding	10
4.3	Conclusie.....	11
BIJLAGE I	Scheepsgolven en retourstroming.....	12
BIJLAGE II	Overslag	16
BIJLAGE III	Stabiliteit tegen golven	18
BIJLAGE IV	Stabiliteit tegen stroming	21

1 Inleiding

1.1 Doel van dit document

De tunnelelementen van de Scheldetunnel in het project Linkeroever van de Oosterweelverbinding worden gefabriceerd in een bouwdok in Zeebrugge. Het bouwdok is naast het Boudewijn kanaal gelegen. Het bouwdok en het kanaal worden gescheiden door een te ontwerpen dijk. De huidige oevers van het Boudewijnkanaal zijn onderhevig aan afkalving. Doel van het voorliggende memo is een ontwerp van de dijk dat bestand is tegen de optredende hydraulische belastingen tijdens de gebruiks- en eindfase van het bouwdok.



Figuur 1-1 Locatie Bouwdok Zeebrugge

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de gebruikte uitgangspunten verzameld, waarmee de hydraulische belastingen in hoofdstuk 3 worden bepaald. Met deze belastingen zijn in hoofdstuk 4 de benodigde steendiameters en dijkhoogte bepaald. In de bijlagen zijn de berekeningen opgenomen.

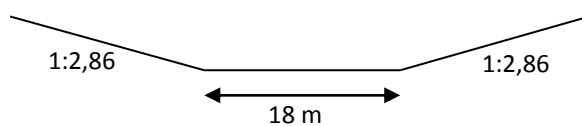
1.3 Referenties

1. OWL3-ATL-TEK-001-VO-Configuratie Bouwdok-P01.2-IBE (25-08-2015). Bouwdok Zeebrugge, Configuratie bouwdok bovenaanzicht en doorsnede
2. CUR, CIRIA, CETMEF (2007). The Rock Manual
3. PIANC (2015). Guidelines for protecting berthing structures from scour caused by ships
4. EA, ENW, KFKI (2007). Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assessment Manual
5. Rijkswaterstaat (2011). Richtlijn vaarwegen 2011
6. Klaus Römisch (2000). Strömungsstabilität vergossener Steinschüttungen

2 Uitgangspunten

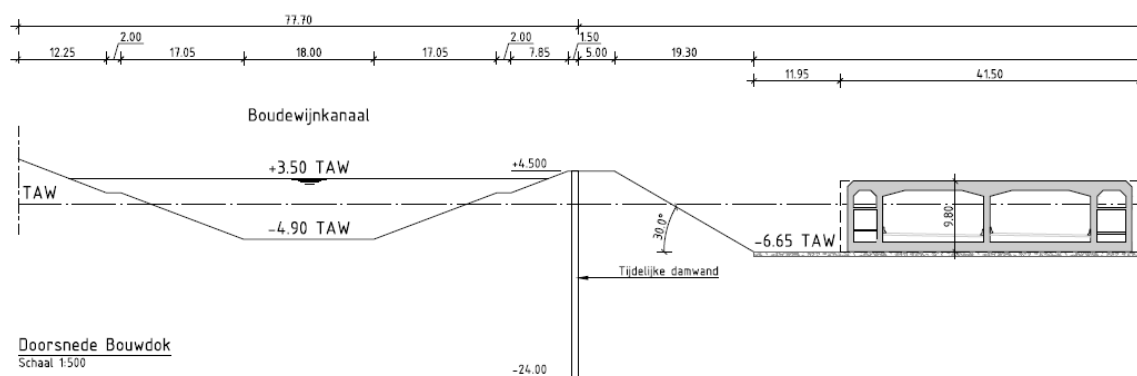
2.1 Geometrie

In de ontwerptekening van het bouwdok (OWL3-ATL-TEK-001-VO-Configuratie Bouwdok-P01.2-IBE) is de doorsnede van het kanaal te zien. De afmetingen van het kanaal zijn met deze tekening bepaald. Voor de bepaling van de hydraulische belastingen is gebruik gemaakt van een schematisatie van het kanaal waarbij beide taluds een helling van 1:2,86 hebben (Figuur 2-1). Het talud is geschematiseerd als een enkel constant talud tussen de teen en de kruin van het ontwerpprofiel.



Figuur 2-1 Schematisatie kanaal

Voor het bepalen van de benodigde steengraderingen is het profiel toegepast zoals weergegeven op de ontwerptekening van het bouwdok (OWL3-ATL-TEK-001-VO-Configuratie Bouwdok-P01.2-IBE). Een detail hiervan is weergegeven in Figuur 2-2. Het buitentalud bij het bouwdok heeft hier onder en boven de berm een helling van ongeveer 1:2,65. De berm ligt op +1,5 m TAW en heeft een breedte van 2 m. Het binnentalud bij het bouwdok heeft een constant talud van 30° en loopt van -6,65 TAW tot aan de kruin op +4,50 TAW. Voor het binnentalud zijn de locatie van de teen en de taludhelling vastgelegd. De kruin heeft een vastgestelde breedte van 6,50 m, maar mag qua hoogte aangepast worden.



Figuur 2-2 Dwarsdoorsnede bouwdok

2.2 Materialen

Voor de taludbekleding is gekeken naar standaard graderingen stortsteen met een dichtheid van 2600 kg/m³. Onder deze steengradering dient een geotextiel te worden toegepast. De eigenschappen van verschillende graderingen zijn weergegeven in Tabel 2-1. De minimaal toegepaste nominale steendiameter ($D_{n50,min}$) dient groter te zijn dan de berekende steendiameter.

Tabel 2-1 Eigenschappen steengradering 10-60 kg

Steengradering	D ₁₅ [m]	D ₈₅ [m]	D _{n50,min} [m]	D _{n50} [m]	Laagdikte [m]
5-40 kg	0,18	0,31	0,17	0,19	0,4
10-60 kg	0,23	0,35	0,21	0,24	0,5
40-200 kg	0,34	0,51	0,33	0,35	0,7
60-300 kg	0,40	0,59	0,38	0,42	0,9
300-1000 kg	0,64	0,88	0,61	0,64	1,3

De werkaanname is dat de ondergrond bestaat uit zand met D₅₀= 200 µm

2.3 Scheepvaart

De kenmerken van de scheepvaart in het Boudewijnkanaal zijn weergegeven in Tabel 2-2. De afmetingen zijn de maxima voor het Boudewijnkanaal. Voor het motorvermogen is in de Richtlijn Vaarwegen [ref.5.] een CEMT VI schip gehanteerd, de grootste CEMT klasse die in het Boudewijnkanaal kan varen.

Tabel 2-2 Maatgevende schip

Symbool	Beschrijving	Waarde	Eenheid
B	Breedte schip	25,0 ¹	[m]
L	Lengte schip	130	[m]
D	Diepgang geladen schip	4,5 ²	[m]
P _h	Motorvermogen hoofdschroef	2400	[kW]
P _b	Motorvermogen boegschroef	1135	[kW]
P _{b,toegepast}	Toegepast motorvermogen boegschroef	681 ³	[kW]

Voor de scheepsbelasting worden een aantal scenario's beschouwd, waarbij de aanname is dat er slechts één schip tegelijk voorbij komt (dus geen inhalende of tegemoetkomende schepen). De verschillende scenario's zijn:

- Belasting door scheepsgolven van passerende schepen;
- Retourstroming van passerende schepen;
- Boegschroefbelasting van stilliggende schepen.

De belastingen door scheepsschroeven is het grootst bij een stilliggend schip. Dit scenario van stilliggende schepen voor scheepsschroeven wordt gehanteerd omdat er op de hoek van het bouwdok een samenkomst van vaarwegen is, met in het Verbindingsdok een beweegbare brug. Hierdoor kan het voorkomen dat een schip in het kanaal moet wachten voor hij verder kan varen. Bij het wegvaren is het aannemelijk dat de boegschroef wordt gebruikt om te manoeuvreren en derhalve is belasting door een boegschroef van een stilliggend schip een realistisch scenario.

¹ De opgegeven maximale scheepsbreedte van 25 m wordt als zeer fors ervaren, gezien de breedte van de vaargeul 18 meter bedraagt op de locatie van het Bouwdok.

² Het Boudewijnkanaal is geschikt voor CEMT VI schepen, welke volgens de Richtlijn Vaarwegen 2011 [ref.5.] een maximale diepgang van 4,0 m hebben. De maximale scheepsdiepgang in het Boudewijnkanaal is echter 6,5 m. Aangezien een schip met een diepgang van 6,5 m zelden voorbij zal komen, is voor de berekeningen een diepgang van 4,5 m aangehouden.

³ Voor binnenvaartschepen met boegschroefvermogens van meer dan 700 kW, is het waarschijnlijk dat maximaal 60% van het vermogen wordt toegepast [ref. 3.].

2.4 Hydraulische uitgangspunten

2.4.1 Waterstanden

Het gemiddelde waterpeil in het kanaal is +3,5 m TAW met een minimum peil van +3,3 m TAW en een maximum peil van +3,7 m TAW. De berekeningen zijn met alle drie de waterstanden uitgevoerd.

2.4.2 Golven

In deze notitie is uitgegaan van maatgevende windgolven van 0,5 m en een periode van 2 s, op basis van vergelijkbare locaties. Op basis van de lokale winddata kunnen de verwachte windgolven worden bepaald met behulp van de methode van Young en Verhagen. Voor deze fase zijn een aantal verkennende sommen gemaakt met deze methode. Voor een storm die een aantal keer per jaar voorkomt is de verwachte golfhoogte 0,2 m, voor stormen met een herhalingstijd van ongeveer 10 jaar is de verwachte golfhoogte 0,4 m. De golfperiode ligt hierbij rond de 2 s. De werkaanname van golfhoogtes 0,5 m met een periode van 2 s is hiermee een geschikte keuze.

Golven door de scheepvaart worden bepaald in paragraaf 3.1.

2.4.3 Stroming

Er wordt aangenomen dat er geen natuurlijke stroming in het kanaal plaatsvindt. De stromingsbelasting ten gevolge van de scheepvaart wordt bepaald in paragraaf 3.2.

2.4.4 Golfoverslag

Een gemiddeld golfoverslagdebiet van 0,1 l/s/m wordt toegestaan. Deze waarde volgt uit de Overtopping Manual [ref.4.], voor een onbeschermd achtertalud: bij een gemiddeld golfoverslagdebiet van 0,1 l/s/m zal er geen schade aan het onbeschermd achtertalud optreden.

3 Hydraulische belastingen

3.1 Golfbelasting

Voor de golfbelasting wordt gekeken naar windgolven en golven ten gevolge van de scheepvaart. In paragraaf 2.4.2 is voor de windgolven een golfhoogte van 0,5 m aangenomen. Voor de bepaling van de scheepsgolven wordt gebruik gemaakt van de methodes en formules beschreven in paragraaf 4.3.4.1 van de Rock Manual [ref.2.]. De berekeningen zijn terug te vinden in BIJLAGE I en de resultaten in Tabel 3-1, Tabel 3-2 en Tabel 3-3. Hierin zijn ook de golfperiodes terug te vinden.

Tabel 3-1 Golfbelasting bij een waterniveau van +3,3 m TAW

symbool	beschrijving	waarde	eenheid
H_w	golfhoogte windgolf	0,50	[m]
Δh_f	golfhoogte boeggolf	0,37	[m]
z_{max}	golfhoogte hekgolf	0,51	[m]
H_i	golfhoogte secundaire scheepsgolf	0,02	[m]

Tabel 3-2 Golfbelasting bij een waterstand van +3,5 m TAW

symbool	beschrijving	waarde	eenheid
H_w	golfhoogte windgolf	0,50	[m]
Δh_f	golfhoogte boeggolf	0,38	[m]
z_{max}	golfhoogte hekgolf	0,52	[m]
H_i	golfhoogte secundaire scheepsgolf	0,03	[m]

Tabel 3-3 Golfbelasting bij een waterstand van +3,7 m TAW

symbool	beschrijving	waarde	eenheid
H_w	golfhoogte windgolf	0,50	[m]
Δh_f	golfhoogte boeggolf	0,39	[m]
z_{max}	golfhoogte hekgolf	0,53	[m]
H_i	golfhoogte secundaire scheepsgolf	0,03	[m]

3.2 Stromingsbelasting

Aangezien er wordt uitgegaan van geen natuurlijke stroming in het kanaal bestaat de stromingsbelasting volledig uit belasting ten gevolge van de scheepvaart. Hierbij is gekeken naar retourstroming en boegschroefstraalbelasting.

Voor de retourstroming is aangenomen dat het schip zich in het midden van de vaargeul bevindt en er geen ander schip passeert. Gezien de scheepsbreedte van 25 m en de vaargeulbreedte van 18 m is dit een realistische aanname.

Bij de boegschroefstraalbelasting is aangenomen dat de uitstroomopening van de boegschroef zich boven de teen van het talud bevindt en dat het schip stilligt. In de praktijk kan het schip ook dicht bij de oever liggen, wat tot hogere belastingen zal leiden.

De maximale stroomsnelheden zijn weergegeven in Tabel 3-4, Tabel 3-5 en Tabel 3-6.

Tabel 3-4 Stromingsbelasting bij een waterstand van +3,3 m TAW

symbool	beschrijving	waarde	eenheid
\hat{U}_r	maximale retourstroomsnelheid	1,12	[m/s]
$U_{pb,max,talud}$	maximale stroomsnelheid op het talud ten gevolge van de boegschroef	2,97	[m/s]

Tabel 3-5 Stromingsbelasting bij een waterstand van +3,5 TAW

symbool	beschrijving	waarde	eenheid
\hat{U}_r	maximale retourstroomsnelheid	1,11	[m/s]
$U_{pb,max,talud}$	maximale stroomsnelheid op het talud ten gevolge van de boegschroef	2,85	[m/s]

Tabel 3-6 Stromingsbelasting bij een waterstand van +3,7 TAW

symbool	beschrijving	waarde	eenheid
\hat{U}_r	maximale retourstroomsnelheid	1,10	[m/s]
$U_{pb,max,talud}$	maximale stroomsnelheid op het talud ten gevolge van de boegschroef	2,75	[m/s]

4 Resultaat berekeningen

4.1 Overslag

Voor de verschillende golfcondities is de overslag bepaald op basis van het ontwerpprofiel. Het maximale overslagdebiet bedraagt 0,02 l/s/m, waarmee het ontwerpprofiel voldoet aan de overslageis van 0,1 l/s/m. Om deze reden wordt er geen schade verwacht aan het onbeschermd binnentalud. Bij een kruinhoogte van +4,36 m TAW en lager zal de overslageis overschreden worden. Omdat het verschil tussen de minimale kruinhoogte van +4,36 m TAW en de huidige kruinhoogte van +4,50 TAW slechts 0,14 m bedraagt, wordt het ontwerpprofiel aangehouden als robuust ontwerp. De berekening is terug te vinden in BIJLAGE II

4.2 Taludbekleding

De benodigde steendiameter is bepaald voor de verschillende belastingen. In Tabel 4-1 zijn de benodigde steendiameters per belastingstype en waterstand weergegeven. De berekeningen en gebruikte methodes zijn opgenomen in BIJLAGE III en BIJLAGE IV. In deze bijlagen zijn de berekeningen voor de maatgevende situaties getoond.

Tabel 4-1 Steendiameter per belasting

Belasting	Nominale steendiameter D_{n50} [m]		
	+3,3 m TAW	+3,5 m TAW	+3,7 m TAW
windgolven	0,18	0,18	0,18
boeggolven	0,20	0,20	0,21
heggolven	0,13	0,13	0,13
secundaire golven	0,01	0,01	0,01
retourstroming	0,03	0,03	0,03
boegschroefstroming	0,61	0,57	0,52

Voor de alle belastingen, behalve de boegschroefstroming, voldoet een bestorting van 10-60 kg ($D_{n50,min} = 0,21$ m). De golfbelasting zal alleen op het talud boven de berm (op +1,54 TAW) werken, het talud en de berm wordt daarom bestort met de gradering 10-60 kg met een laagdikte van 0,50 m. Voor een goede afwerking loopt de bestorting nog 1 m horizontaal door op de kruin. Onder deze laag dient een geotextiel te worden aangebracht.

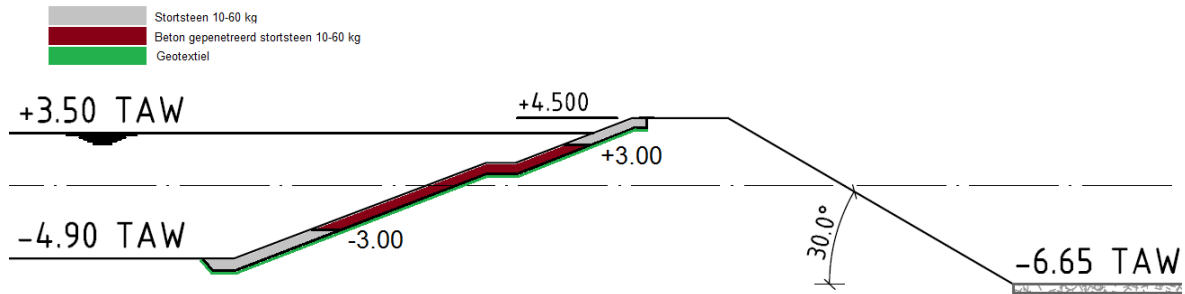
Het talud onder de berm wordt belast door de retourstroom en de boegschroefstroming. De boegschroefstroming is hierbij maatgevend en er wordt een zeer grote steengraderingen tussen -3 m TAW en +3 m TAW (afhankelijk van de scheepspositie en waterstand). Om deze reden wordt tussen -3 m TAW en +3 m TAW de gradering 10-60 kg gepenetreerd met colloïdaal beton. De maximale stroomsnelheid bij de bekleding zal niet hoger zijn dan stroomsnelheid direct bij de boegschroef, welke gelijk is aan 6,06 m/s. In onderzoek door Römisch [ref. 6.] is aangetoond dat betongepenetreerde breuksteen stroomsnelheden tot 8 m/s kan weerstaan. Voor de huidige toepassing zal betongepenetreerde breuksteen dus voldoen, ook als schepen dichterbij de oever liggen dan aangenomen in paragraaf 3.2.

Onder -3 m + TAW en boven + 3 m + TAW kan 10-60 kg normaal worden toegepast. In de vaargeul loopt deze bekleding 2 m horizontaal door als teenconstructie.

Het toegepaste vermogen van de boegschroef heeft een grote invloed op de berekende stroomsnelheden en daarmee de steendiameters. Het is daarom aan te raden om te onderzoeken wat het gebruikte

boegschroefvermogen is van de schepen die daadwerkelijk in dit kanaal varen. Dit zou kunnen leiden tot een optimalisatie van het ontwerp.

In Figuur 4-1 is de schematisatie van het ontwerp getoond.



Figuur 4-1 Schematisering bekleding buitentalud

4.3 Conclusie

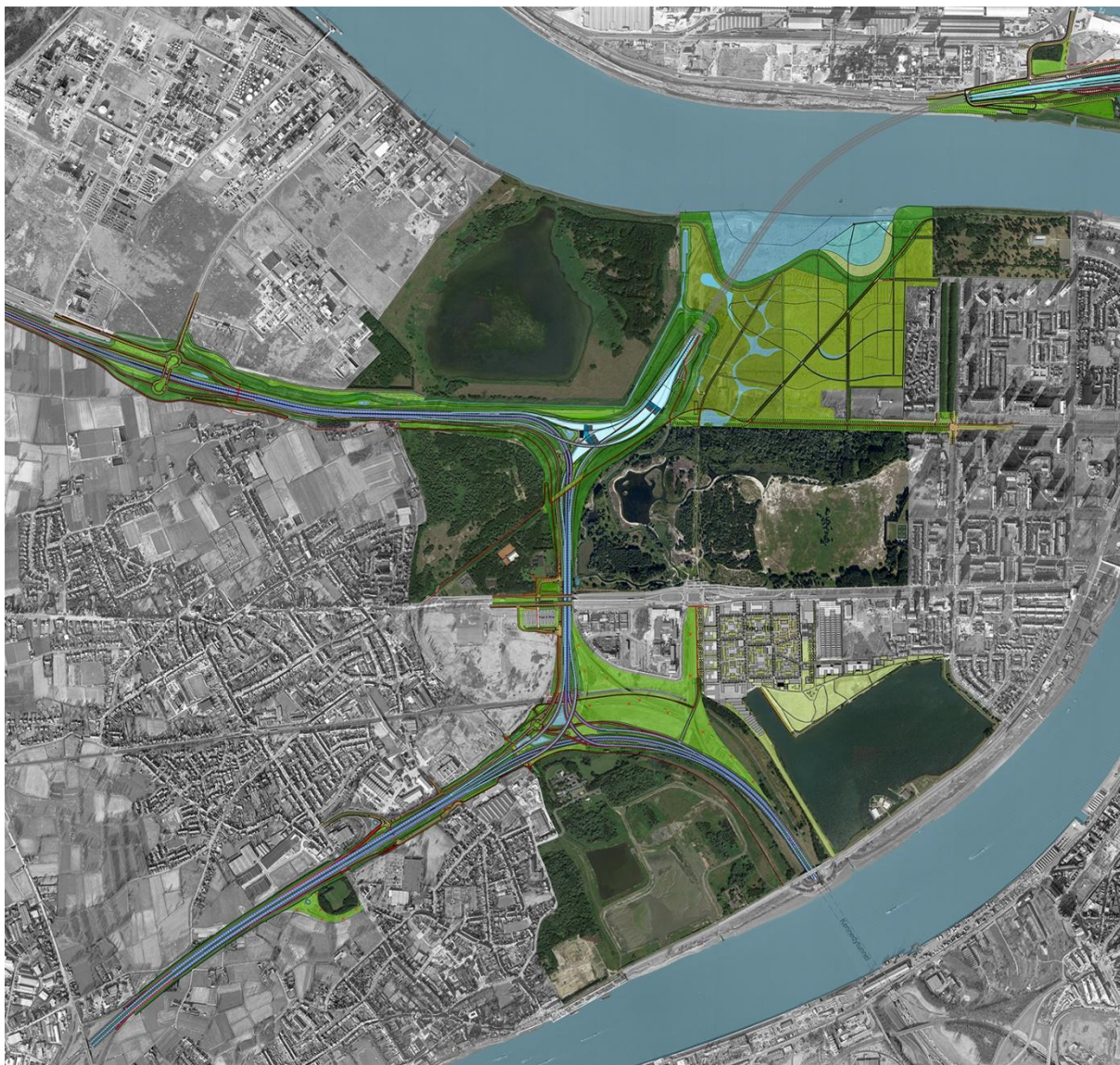
In bestaande situatie zijn de taluds van het Boudewijnkanaal niet bekleed. Erosie is dan ook waar te nemen langs beide oevers van het kanaal.

Het bouwdok is een tijdelijke constructie met een beperkte levensduur. Deze is naar verwachting 2-3 jaar. Voorgaande ontwerpoplossing met stortsteen wordt normaliter toegepast om langdurige erosie van een oever tegen te gaan, zonder noemenswaardige onderhoudsinspanning door de beheerder.

Stortsteen is een dure oplossing voor een tijdelijk werk, mede omdat de bekleding voor de verbreding van het Boudewijnkanaal moet worden verwijderd. Bovendien wordt er opgemerkt dat het bouwdok geen extra erosie zal veroorzaken. Enkel de erosie die zich in bestaande toestand al voordoet zal zich verderzetten. Voor het gebruik van het bouwdok wordt de volgende pragmatische oplossing geïmplementeerd. Het buitentalud van het bouwdok wordt vanwege stabiliteitsredenen (zie OWL3-ATL-NOT-003) bekleed met geotextiel. Dit geotextiel zal de erosie reduceren. Tevens zal in het contract van de bouwdokaannemer een eis worden opgenomen, waarin beschreven staat dat het buitentalud stabiel moet blijven gedurende de gebruiksduur van het bouwdok, inclusief de fase waar de tijdelijke damwanden verwijderd worden. De aannemer heeft hiermee een inspectie- en onderhoudsverplichting om te kunnen voldoen aan deze eis. Onderhoud zal mogelijk bestaan uit het opnieuw aanvullen en profileren van het talud op de plaatsen waar erosie heeft plaatsgevonden.

Bijlage 9 bemalingsstudie

Hydrogeologische Studie



Verificatie			
Auteur	Verificatie	Autorisatie ATLAS	Autorisatie BAM NV
D.A. Brakenhoff S. Heirman	C. Loeber	J. van de Velde	G. Osselaer

Identificatie Document	
THV ATLAS	BAM NV
OWL3-ATL-RAP-013-DO-Hydrogeologische studie Bouwdok Zeebrugge-3-ECO	

Distributielijst

Aantal	Functie	Contactpersoon
1	Projectmanager	J. van de Velde
1	Contractmanager	M. Van Put
1	Procesmanager	E. Holtrop
1	Deeltracé manager	C. Loeber
1	Disciplineleider geohydrologie	T.H. van Wee
1	Documentbeheer	P. De Paep

Derden		
Aantal	Bedrijf/functie	Contactpersoon
3	BAM - Projectmanager	G. Osselaer
1	BAM - Projectleider	M. Reyns

Revisiebeheer

Versie	Datum	Belangrijkste wijzigingen
01-ECO	13-03-2017	1 ^e concept
02-ECO	29-05-2017	2 ^e concept
03-ECO	23-08-2017	3 ^e concept

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
1.1	Doel van dit document	7
1.2	Leeswijzer	8
1.3	Referenties	8
2	Gebiedsbeschrijving	10
2.1	Algemene bodemopbouw	10
2.2	Maaiveldhoogte.....	11
2.3	Grondwaterstand en stijghoogte	12
2.3.1	Freatische grondwaterstanden	15
2.3.2	Stijghoogte	16
2.3.3	Analyse kwel.....	17
2.4	Grondwaterkwaliteit	19
2.4.1	Zoet-zoutwaterevenwicht	19
2.4.2	Resultaten en vaststellingen Grondwateronderzoek OWV7-ATL-RAP-009	26
2.4.3	Gekende verontreinigingen OVAM	26
2.5	Oppervlaktewater.....	28
2.6	Landgebruik	31
2.7	Vergunde grondwaterwinningen.....	32
3	Uitgangspunten.....	34
3.1	Algemene eisen aan uitvoering (retour)bemaling.....	34
3.1.1	Eisen zettingen	34
4.6	Geometrie bouwdok, diepwand en ontlastvloer.....	35
4.6.1	Diepteligging bouwdok en bemalingspeil	35
4.6.2	Diepteligging en kenmerken damwanden, diepwanden en ontlastvloer	36
4.7	Benodigde bemalingen	37
4.8	Fasering bemalingen.....	38
5	Modelinstrumentarium	39
5.1	Ontwerpmodel	39
5.1.1	Uitgangspunten	39
5.2	Effectmodel	39
5.2.1	Uitgangspunten	40
5.2.2	Huidige situatie	41

6	Bemaling diepwand	43
6.1	Uitgangspunten bemaling	43
6.1.1	Technische specificaties onttrekkingsputten	45
6.1.2	Technische specificaties retourbronnen	45
6.2	Waterbezwaar	46
6.2.1	Onttrekkingsbronnen	46
6.2.2	Retourbronnen.....	46
6.2.3	Lozing	46
6.3	Geohydrologische effecten.....	47
6.3.1	Verandering stijghoogte en grondwaterstand	47
6.3.2	Verandering zoet-zoutverdeling.....	53
6.3.3	Risico's door zettingen	53
6.3.4	Interferentie met vergunde grondwaterwinningen	53
6.3.5	Interferentie met oppervlaktewater	54
6.3.6	Risico's door verontreiniging.....	54
7	Bemaling kesp	55
7.1	Configuratie bemaling	55
7.1.1	Technische specificaties freatische bemaling	56
7.2	Waterbezwaar	56
7.2.1	Onttrekkingsbronnen	57
7.2.2	Retourbemaling/lozing.....	57
7.3	Geohydrologische effecten.....	58
7.3.1	Verandering stijghoogte en grondwaterstand	58
7.3.2	Verandering zoet-zout verdeling.....	59
7.3.3	Zettingsrisico	59
7.3.4	Interferentie met vergunde grondwaterwinningen	60
7.3.5	Interferentie met oppervlaktewater	60
7.3.6	Risico's door verontreinigingen.....	60
8	Bemaling bouwdok	61
8.1	Configuratie en technische specificaties bemaling	61
8.1.1	Locaties onttrekkingsputten.....	61
8.1.2	Technische specificaties onttrekkingsbronnen	61
8.1.3	Locaties retourputten	62

8.1.4	Technische specificaties retourbemaling	62
8.2	Waterbezwaar	64
8.2.1	Onttrekkingsbronnen	64
8.2.2	Retourbronnen.....	64
8.2.3	Lozing	65
8.3	Geohydrologische effecten.....	65
8.3.1	Verandering stijghoogte en grondwaterstand	65
8.3.2	Verandering zoet-zoutverdeling.....	70
8.3.3	Risico's door zettingen	72
8.3.4	Interferentie met vergunde grondwaterwinningen	72
8.3.5	Interferentie met oppervlaktewater	72
8.3.6	Risico's door verontreiniging.....	73
9	Bemaling ontlastvloer	74
9.1	Configuratie bemaling	74
9.1.1	Technische specificaties freatische bemaling	74
9.2	Waterbezwaar	75
9.2.1	Onttrekkingsbronnen	75
9.2.2	Retourbronnen.....	75
9.3	Geohydrologische effecten.....	76
9.3.1	Verandering stijghoogte en grondwaterstand	76
9.3.1	Verandering zoet-zoutverdeling.....	78
9.3.1	Risico's door zettingen	78
9.3.2	Interferentie met vergunde grondwaterwinningen	78
9.3.3	Interferentie met oppervlaktewater	78
9.3.1	Risico's door verontreiniging.....	78
10	Overzicht waterbezwaar per bemaling.....	79
10.1	Onttrekkingen.....	79
10.2	Retourdebiel en lozing	79
11	Geohydrologie post-bouwdok	82
11.1	Uitgangspunten	82
11.2	Geohydrologische effecten.....	82
11.2.1	Uitgangspunten modellering	83
11.2.2	Verandering grondwaterstand en stijghoogte.....	83

11.2.3	Verandering zoet-zoutverdeling	89
11.2.4	Risico op zettingen	93
11.2.5	Interferentie met vergunde grondwaterwinningen	93
11.2.6	Interferentie met oppervlaktewater	93
BIJLAGE I	Grondwaterstanden en stijghoogtes	94
BIJLAGE II	Kalibratie “effect” grondwatermodel	98
BIJLAGE III	Bouwdok Boudewijnkanaal te Zeebrugge: grondwatermodel	108
BIJLAGE IV	Locaties (retour)bemalingsputten en lozingpunten	110

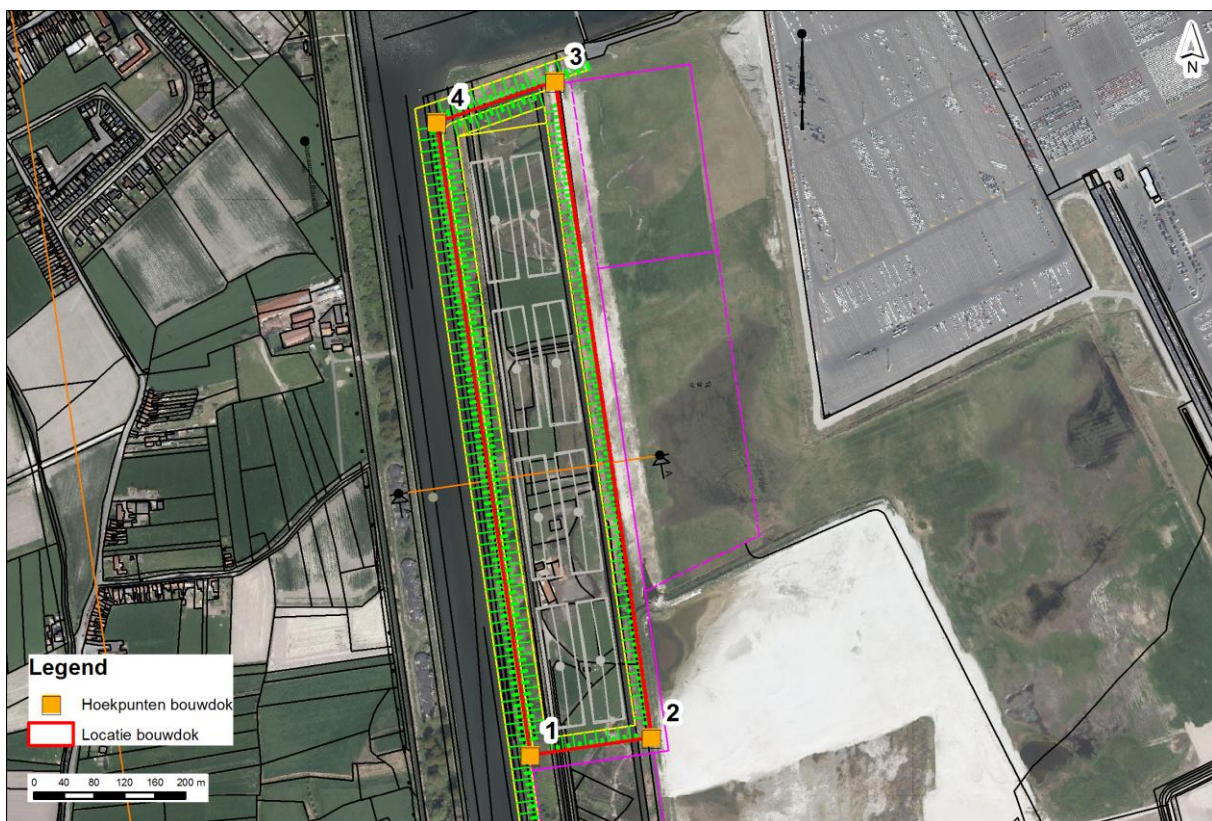
1 Inleiding

De Oosterweelverbinding is het project om de Antwerpse ring (R1) in het noorden te sluiten. Voor de studiefase is het project opgedeeld in twee deelprojecten: OWV Rechteroever (verdieping R1, Ondergrondse aansluiting OKA en dubbellaags tunnel kanaalzone) en OWV Linkeroever (de Scheldetunnel, het bijbehorende Bouwdok en Technische Installaties en de Infrastructuurwerken Linkeroever).

Dit rapport maakt onderdeel uit van de studieopdracht OWV Linkeroever. De studieopdracht omsluit de fases ontwerp, basisvergunning, aanbesteding en uitvoeringsbegeleiding. De opmaak van het ontwerp bestaat uit twee fases: het Voorontwerp en het Definitief Ontwerp. Deze rapportage maakt deel uit van de deelfase Definitief Ontwerp.

Het deelproject Bouwdok omvat de aanleg van een tijdelijke bouwdok inclusief definitieve kademuur voor de tunnelelementen in de achterhaven van Zeebrugge, ter hoogte van de toegang tot het Boudewijnkanaal. Dit deelproject kadert in de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal.

In Figuur 1 is de locatie van het bouwdok weergegeven.



Figuur 1. OWL Locatie van het bouwdok rood omkaderd

1.1 Doel van dit document

Het doel van dit rapport is een geohydrologische onderbouwing van de vergunningsaanvraag voor de bemalingen voor het bouwdok te Zeebrugge. Hierin wordt de huidige geohydrologische situatie rondom het

bouwdok beschouwd en worden de verwachte effecten tijdens de bemalingen voor de aanleg en het gebruik van het bouwdok gepresenteerd. Bestaande gegevens zijn geanalyseerd om geohydrologisch inzicht te verkrijgen van de omgeving rondom de projectlocatie.

1.2 Leeswijzer

In deze nota vindt u in hoofdstuk 2 de gebiedsbeschrijving. In hoofdstuk 3 zijn de uitgangspunten met betrekking tot de benodigde bemalingen gepresenteerd. Hoofdstuk 4 omschrijft het gebruikte modelinstrumentarium voor de berekeningen in dit rapport. Hoofdstuk 5, 6 en 7 bevatten de ontwerpen en de geohydrologische effecten van de bemalingen voor de diepwand, het bouwdok, en de ontlastvloer, respectievelijk. Hoofdstuk 8 bevat een samenvatting van de waterbezwaren van de verschillende bemalingen. Hoofdstuk 9 kijkt door naar de situatie post-bouwdok.

1.3 Referenties

De gehanteerde referenties in deze rapportage zijn uiteengezet in tabel 1.

Ref.nr	Doc.code	Doc.titel	Revisie	Datum
Ref. 1		Verslag Bouwdok Boudewijnkanaal te Zeebrugge: grondwatermodel		augustus 2012
Ref. 2	OWL3-ATL-RAP-002	Plan van Aanpak aanvullende veldonderzoek bouwdok	ECO-1	14 augustus 2015
Ref. 3		Project-MER "Bouwdok Scheldetunnel Oosterweelverbinding" kennisgeving		april 2015
Ref. 4.	ST-12/015	Studienota betreffende de grondlagenopbouw van de rechteroever van het Boudewijnkanaal in Zeebrugge voor de mogelijke bouw van een bouwdok voor de tunnelementen van de Oosterweelverbinding		12 maart 2012
Ref. 5	GEO-10/139	Verslag over de resultaten van de sonderingen uitgevoerd voor de aanleg van een nieuwe zeeluis te Brugge (Zeebrugge)		6 februari 2013
Ref. 6		Databank Ondergrond Vlaanderen		geraadpleegd op 14 augustus 2016
Ref. 7	OWL3-ATL-NOT-001	Ontwerp tijdelijke damwand en diepwand	ECO-1	3 augustus 2015
Ref. 8		AGIV, Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen I, raster, 5m		16 februari 2003
Ref. 9		Natura 2000 gebieden (kaart) European Environment Agency		2014-2015
Ref. 10	GEO-10/140	Verslag over de resultaten van de sonderingen uitgevoerd voor de aanleg van een nieuwe zeeluis te Brugge (Zeebrugge)		2014-2015

Ref.nr	Doc.code	Doc.titel	Revisie	Datum
Ref. 11	OWL3-ATL-TEK-005	Bouwdok configuratie 2	1-ECO	30 september 2015
Ref. 12	OWL3-ATL-RAP-008	Riolering en afwatering	1-ECO	13 november 2015
Ref. 13		Bakker, M., and O.D.L. Strack. 2003. Analytic Elements for Multiaquifer Flow. Journal of Hydrology, 271(1-4), 119-129.		
Ref. 14		Bakker, M. 2006. An analytic element approach for modeling polygonal inhomogeneities in multi-aquifer systems. Advances in Water Resources, 29(10), 1546-1555.		
Ref. 15	OWL3-ATL-RAP-015	Resultaten bemalingsproef	2-ECO	11 november 2016
Ref. 16	INBO.R.2016_12285575	Compensatie-inrichtingen voor de Achterhaven van Zeebrugge		

Tabel 1. Referenties

2 Gebiedsbeschrijving

In dit hoofdstuk wordt de huidige situatie bij de toekomstige projectlocatie beschouwd. Er wordt gekeken naar de bodemopbouw, de ligging van het maaiveld, beschikbare metingen van de grondwaterstand en stijghoogte, het oppervlaktewater en het landgebruik.

2.1 Algemene bodemopbouw

De bodemopbouw is beschouwd aan de hand boringen, sonderingen (MOW, 2013, kenmerk GEO10-139), boorgatmetingen, en de uitgevoerde bemalingsproef (OWL3-ATL-RAP-015). De laagindeling is initieel bepaald aan de hand van de metingen en het grondwatermodel van de Universiteit van Gent. Uitgaande van deze laagindeling is een optimalisatie van de grondparameters uitgevoerd op basis van de waarnemingen tijdens de pompproef (OWL3-ATL-RAP-015). Dit heeft geleid tot de resulterende bodemopbouw opgenomen in onderstaande tabel. Deze bodemopbouw is een aanvaardbare veralgemening met het oog op het inschatten van de impact van de voorziene bemalingen en maakt dan ook abstractie van de kleine variaties in bodemopbouw die op terrein optreden.

van tot (m TAW)	HCOV	lithologie	geohydrologische omschrijving	geohydrologische parameter
4 tot -2	HCOV131 Kleiige polderafzettingen HCOV134 zandige kreekruggen	middelmatig fijn zand, met veen en kleilagen	freatisch watervoerende laag	k = 4 m/d
-2 tot -4	HCOV131 Kleiige polderafzettingen HCOV134 zandige kreekruggen	veen en kleilagen	deklaag	c = 600 dagen
-4 tot -18	HCOV161 Pleistocene van de kustvlakte	fijn zand	1 ^e watervoerende laag	k = 13 m/d
-18 tot - 19*	HCOV631 Afz. van Lid van Oedelem, onderdeel van Afz. van Boven- Paniseliaan (zie hieronder)	kalkzandsteen laag	scheidende laag**	c = 110 dagen
-19 tot - 36*	HCOV630 Afz. van Boven- Paniseliaan	fijn tot matig fijn zand	2 ^e watervoerende laag	niet geoptimaliseerd
-36 tot -42	HCOV640 Zandige Afz. van Onder-Paniseliaan	zand	2 ^e watervoerende laag	niet geoptimaliseerd

-42	HCOV700 Paniseliaan aquitaard	Zeer fijnsiltige klei	basis	$c = \infty$
-----	----------------------------------	-----------------------	-------	--------------

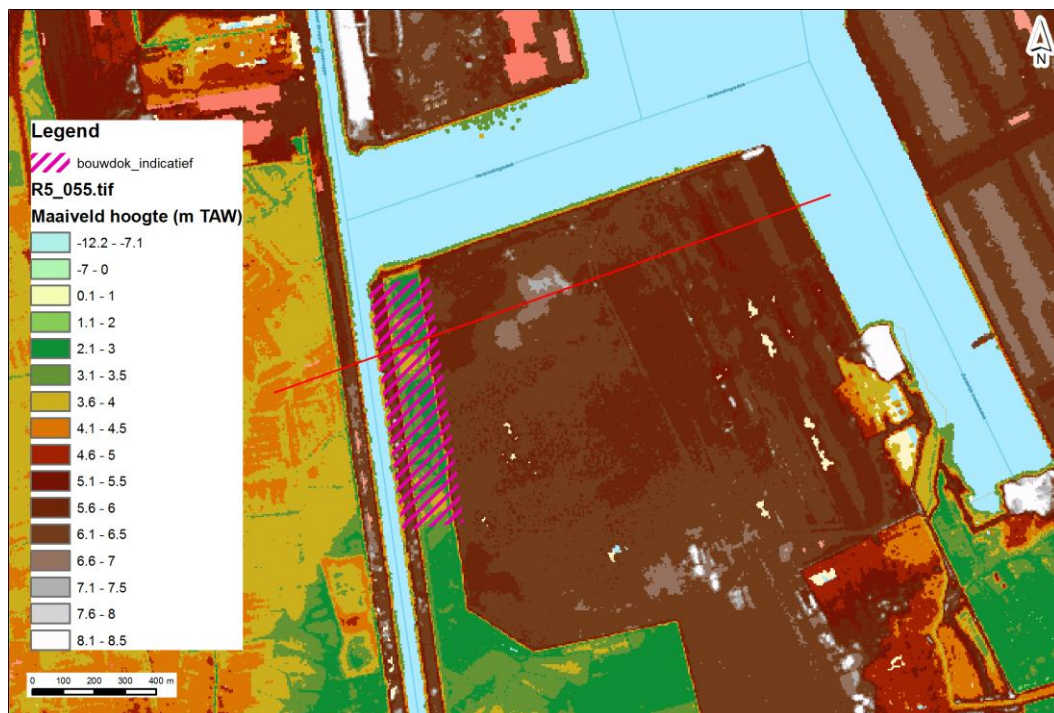
Tabel 2. Resultaten optimalisatie MLU vergeleken met oorspronkelijk afgeleide waardes

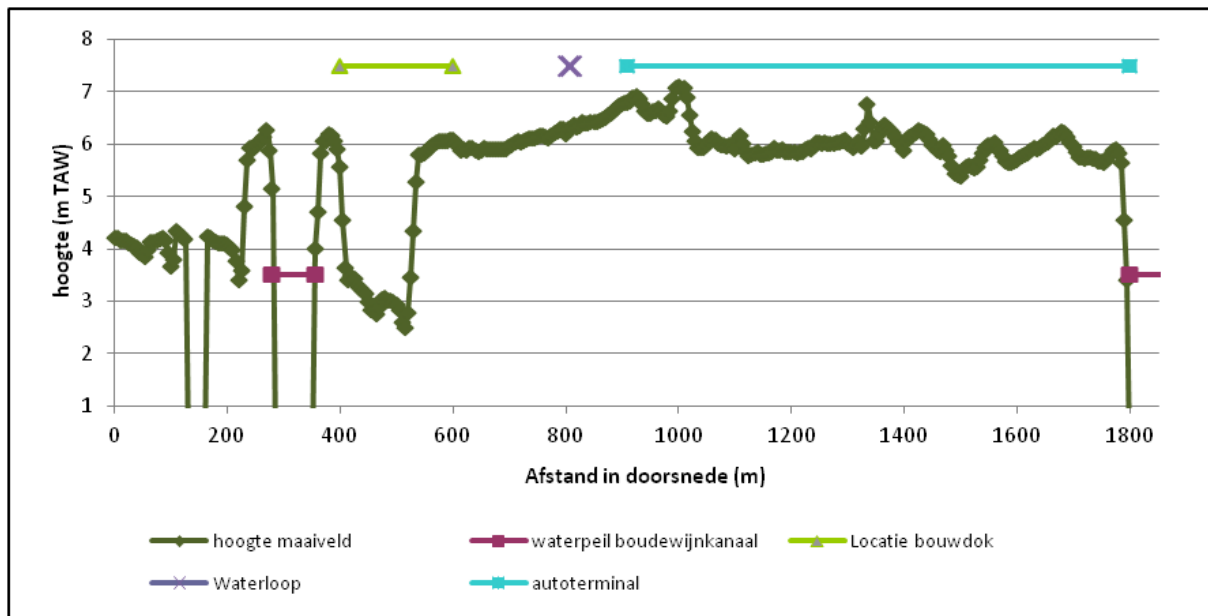
* dikte van kalkzandsteen laag geschat op 1 m op basis van boringen (MOW 2016, GEO15-163)

** de weerstand van de kalkzandsteen laag heeft een grotere bandbreedte dan de overige afgeleide parameters omdat er geen metingen beschikbaar zijn van de stijghoogte onder deze laag (gedurende de pompproef). Er is hierbij geopteerd voor een 'veilige' inschatting vanuit een worst case benadering.

2.2 Maaiveldhoogte

In Figuur 2 is een hoogtekaart opgenomen en in Figuur 3 is een langsprofiel van de maaiveldhoogte weergegeven. De ligging van het toekomstige bouwdok is indicatief weergegeven. Er is een laaggelegen deel aanwezig binnen het projectgebied.


Figuur 2 Hoogteligging maaiveld [ref 8]



Figuur 3 Langsprofiel maaiveld [ref 8]

2.3 Grondwaterstand en stijghoogte

Om een inzicht te verkrijgen in de optredende grondwaterstanden en stijghoogtes zijn peilbuisgegevens beschouwd uit de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV), peilbuisgegevens van het meetnet van de VLM, geotechnisch onderzoek, uitgevoerde peilbuismetingen voor dit project en de uitgevoerde bemalingsproef. De peilbuizen uit de DOV en nabijgelegen geotechnisch onderzoek voor de sluizen in Zeebrugge liggen op relatief grote afstand van de toekomstige locatie van het bouwdok en worden niet verder beschouwd. De locaties van de peilbuizen geplaatst ten behoeve van het aanvullende grondonderzoek en de pompproef zijn weergegeven in Figuur 4. Een deel van de peilbuizen is handmatig gemeten tot 28 juni 2016. Na deze datum zijn er bemalingsproeven uitgevoerd waarbij frequent gemeten is met automatische drukopnemers in alle peilbuizen. Deze metingen zijn beïnvloed door de proeven en geven daarom niet de huidige (nul)situatie weer. Voor een analyse van deze metingen wordt verwezen naar OWL3-ATL-RAP-015 Resultaten bemalingsproef.



Figuur 4. Locaties peilbuizen.

De metadata van de beschikbare peilbuizen is weergegeven in onderstaande tabel.

Peilbuis	X (mLA)	Y (mLA)	Maaiveld (mTAW)	Bovenkant peilbuis (mTAW)	Bovenkant filter (mTAW)	Onderkant filter (mTAW)
PB1o	68,977	222,723	5.85	6.47	3.65	2.55
PB1d	68,977	222,723	5.85	6.42	-2.65	-3.65
PB2o	69,022	222,473	5.56	6.16	2.56	1.56
PB2d	69,022	222,473	5.56	6.22	-12.94	-13.94
PB3o	69,056	222,222	6.01	6.548	2.51	1.51
PB3d	69,056	222,222	6.01	6.538	-2.49	-3.49
PB4o	68,968	221,975	3.36	4.021	2.46	1.46
PB4d	68,968	221,975	3.36	4.011	-13.14	-14.14
PB5o	68,978	221,597	3.35	3.315	-0.66	-1.66
PB5d	68,978	221,597	3.35	3.34	-8.16	-9.16
PB6o	69,115	221,325	3.47	3.41	-0.03	-1.03
PB6d	69,115	221,325	3.47	3.39	-10.03	-11.03
PB8o	68,909	222,476	3.5	4.11	1.95	0.95
PB8d	68,909	222,476	3.5	4.09	-9.53	-10.53
PB9o	68,924	222,475	3.47	4.25	2.06	1.06
PB9d	68,924	222,475	3.47	4.21	-9.09	-10.09
PB10o	68,962	222,472	6.06	6.66	1.91	0.91
PB10d	68,962	222,472	6.06	6.65	-10.97	-11.97
PB11o	69,100	222,466	6.19	6.74	2.25	1.25
PB11d	69,100	222,466	6.19	6.68	-8.95	-9.95
pompput (PB7)	68,899	222,478	3.62	4.13	-6.89	-19.39
retourput 1 (PB13)	68,957	222,054	3.43	4.73	-6.29	-17.59
retourput 2 (PB12)	68,986	222,063	3.53	4.74	-6.21	-17.56
ZEEO001X	68,884	222,382	2.88	3.17	2.18	1.88
ZEEO003X	69,183	221,034	2.67	2.91	1.52	1.22
ZEEO005X	69,921	220,752	2.64	3.05	0.94	0.64
ZEEO007X	69,603	220,279	3.09	4.24	1.24	0.24
ZEEO014X	69,183	221,031	2.70	3.14	-2.30	-1.30
ZEEO015X	69,183	221,032	2.71	2.95	2.41	2.71
ZEEO016X	69,922	220,749	2.62	3.07	-1.97	-0.97
ZEEO018X	69,726	220,669	2.61	2.91	-2.13	-1.13
ZEEO019X	69,726	220,669	2.63	3.06	1.63	2.63
ZEEO020X	69,726	220,670	2.57	2.81	2.27	2.57
ZEEO023X	69,246	220,122	2.70	2.94	2.40	2.70
PB24o	69,150	222,781	5.98	6.57	3.98	2.98
PB24d	69,150	222,781	5.98	6.44	-6.02	-8.02
PB25o	69,231	222,404	6.21	6.80	2.21	1.21
PB25d	69,231	222,404	6.21	6.84	-6.79	-8.79
PB26o	69,635	222,408	5.79	6.38	-1.71	-2.71
PB26d	69,635	222,408	5.79	6.29	-9.21	-11.21

PB27o	69,513	221,557	3.63	4.25	0.13	-0.87
PB27d	69,513	221,557	3.63	4.20	-9.37	-11.37
PB28o	68,622	222,224	3.75	3.70	1.75	0.75
PB28d	68,622	222,224	3.75	3.68	-8.25	-10.25
PB29o	68,518	222,131	4.02	3.91	3.02	2.02
PB29d	68,518	222,131	4.02	3.90	-7.98	-9.98
PB30o	68,304	222,110	4.07	4.71	2.57	1.57
PB30d	68,304	222,110	4.07	4.74	-7.93	-9.93
BAM 01o	69,325	221,328	3.06	3.64	1.06	-0.94
BAM 01d	69,325	221,328	3.06	3.71	-9.94	-11.94
BAM 02o	69,287	221,525	3.20	3.85	1.70	0.70
BAM 02d	69,287	221,525	3.20	3.83	-6.80	-8.80
BAM 03o	69,451	221,009	2.70	3.32	0.70	-0.30
BAM 03d	69,451	221,009	2.70	3.35	-8.30	-10.30

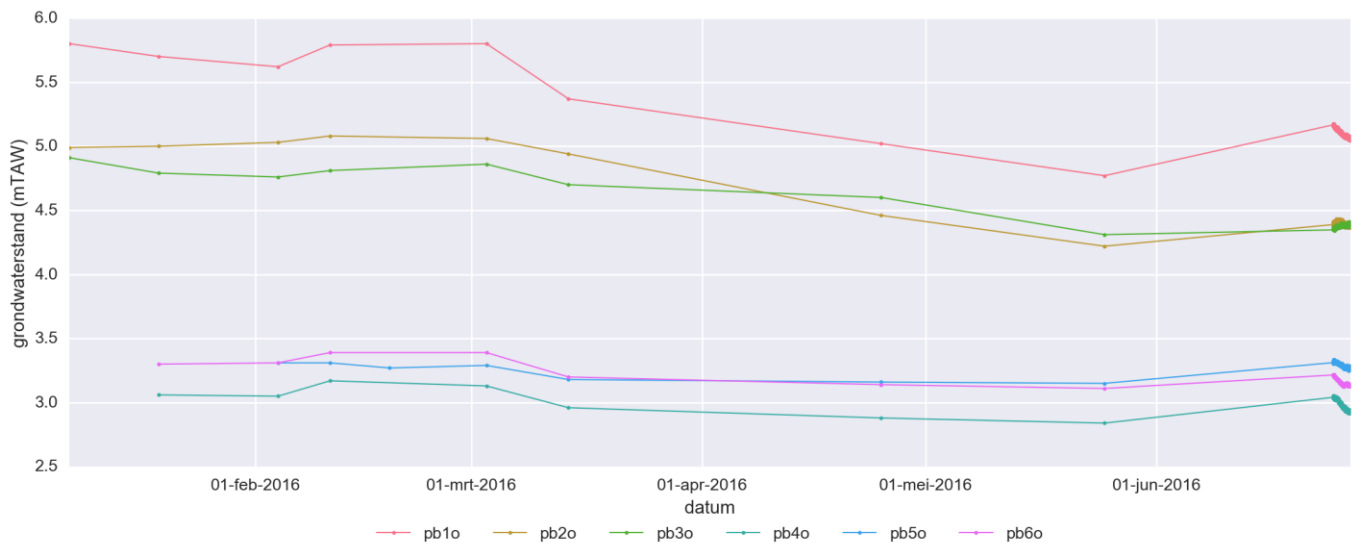
Tabel 3 Informatie peilbuizen

2.3.1 Freatische grondwaterstanden

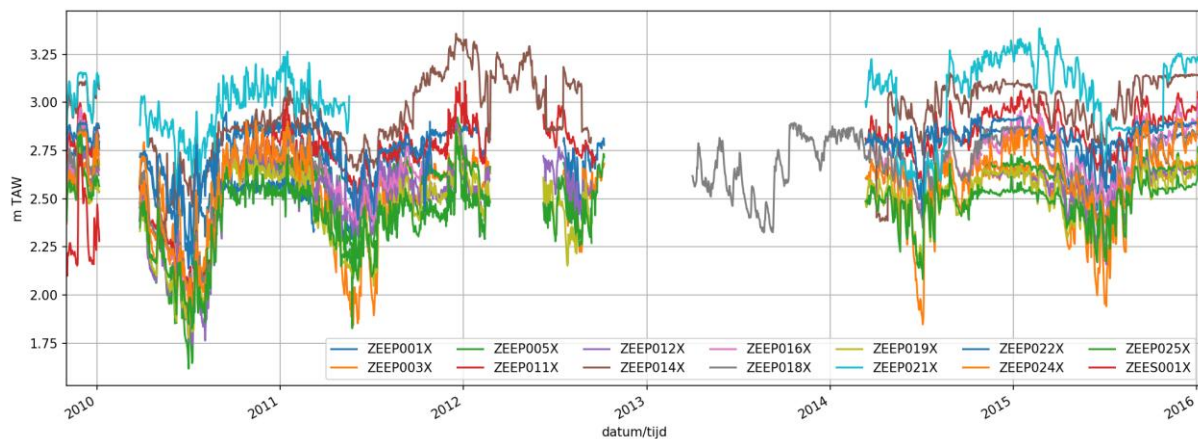
De metingen uit de nieuw geplaatste freatische peilbuizen zijn opgenomen in Figuur 5. De metingen van het aanvullende onderzoek (GEO15-130) zijn samengevoegd met de metingen uit de bemalingsproef. Voor de bemalingsproef is frequent gemeten. Echter is na aanvang van de metingen al snel de pompproef gestart. Alleen de metingen die representatief zijn voor de huidige situatie zijn weergegeven. In Bijlage I zijn de grafieken per peilbuis gepresenteerd.

In de figuur is te zien dat in het verhoogde deel ten oosten van de geplande locatie van het bouwdok, de grondwaterstand vlak onder maaiveld staat (peilbuizen pb1o, pb2o en pb3o). De grondwaterstand ligt hier tussen de ca. +5 en +6 m TAW en het maaiveld ligt op ca +6 m TAW.

In de peilbuizen die in de lager gelegen delen ten zuiden van het bouwdok zijn geplaatst is ook te zien dat de grondwaterstand vlak onder maaiveld staat. Het maaiveld ligt hier op ca. +3.5 m TAW, en de grondwaterstand ligt tussen de +3.0 TAW en + 3.5 m TAW. In het beperkte aantal metingen zijn variaties in de freatische grondwaterstand te zien van maximaal 0.2 m. Gezien het beperkte aantal meetpunten (totale duur korter dan een jaar) kan er niet meer gezegd worden over de fluctuatie van de freatische grondwaterstand. Uit de peilbuizen thv het opgespoten terrein (1, 2 en 3) blijkt de gangbare seizoenale evolutie met een dalende grondwaterstand vanaf pakweg maart. Ook blijkt hieruit een lichte stijging van de grondwaterstanden eind juni 2016 ingevolge een langdurige periode van abnormaal veel neerslag. De peilbuizen t.h.v. het lager gelegen gebied (de Dudzeelse polder) vertonen deze seizoenale schommeling niet of nauwelijks, dit ingevolge de zeer ondiepe grondwaterstanden ('waterzieke' gronden).



Figuur 5. Metingen freatische grondwaterstand in nieuw geplaatste peilbuizen die de huidige nulsituatie weergeven.

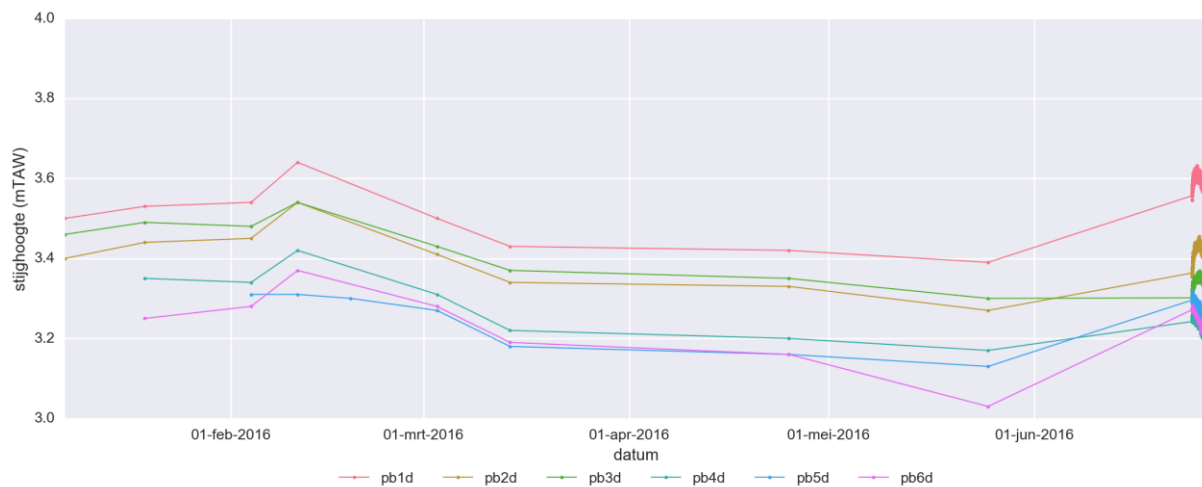


Figuur 6 Peilbuismetingen VLM in de Dudzeelse Polder (voor beschouwing per locatie, zie Bijlage I)

2.3.2 Stijghoogte

In Figuur 7 zijn de stijghoogtemetingen weergegeven. De filters van peilbuizen pb1d en pb3d liggen iets hoger dan de filters van de overige peilbuizen. Op basis van de metingen kan er afgeleid worden dat de regionale grondwaterstroming globaal van noord naar zuid gericht is. De hoogst gemeten stijghoogte is in PB1d en is ca. TAW +3.65 m. Op dezelfde dag is de kleinst gemeten stijghoogte ca. TAW +3.3 m in PB5d.

De maximale verandering in stijghoogte is ca. 0.1 m op basis van het beperkte aantal metingen. Hiermee kan weinig gezegd worden over de daadwerkelijke fluctuatie van de stijghoogte in de tijd.



Figuur 7. Gemeten stijghoogte in de nieuw geplaatste peilbuizen die de huidige nulsituatie weergeven.

2.3.3 Analyse kwel

In BIJLAGE I zijn de grondwaterstand en stijghoogte voor alle peilbuisdoubletten (peilbuizen MOW en VLM) in het gebied weergegeven in een grafiek. Hiermee kan een uitspraak gedaan worden over de kwelsituatie. Globaal treedt er in het hogergelegen gebied ten oosten van het bouwdok infiltratie op. De grondwaterstanden zijn hier hoger dan de stijghoogte. In de Dudzeelse Polder is er sprake van een kwelsituatie.

Op basis van de geplaatste peilbuizen door MOW is er meer informatie beschikbaar over de optredende grondwaterstanden en stijghoogtes bij de projectlocatie. Het aantal metingen en de totale tijdsspanne is beperkt, waardoor statistische analyse van grondwaterstand niet mogelijk is. Voor de maatgevende freatische grondwaterstand rekening gehouden moet worden met een grondwaterstand tot aan maaiveld in de huidige situatie. Voor de stijghoogte is +3.8 mTAW een conservatieve inschatting van de bovengrens. Voor de bemalingsberekeningen wordt uitgegaan van de gemiddelde situatie, met een grondwaterstand gelijk aan +4 mTAW en een stijghoogte in het eerste watervoerende pakket van +3.5 mTAW.

De peilbuizen onder beheer van de VLM zijn frequenter gemeten. Onderstaande tabel geeft de grondwaterparameters weer van de peilbuizen van de VLM opgevolgd in de periode van 2011 tot 2016. GLG, GG, GVG en GHG zijn respectievelijk de gemiddelde laagste grondwaterstand, de gemiddelde grondwaterstand, de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (begin april) en de gemiddelde hoogste grondwaterstand. De parameters van de ondiepe peilbuizen (ca. 1,5 m onder maaiveld in het klei-veenpakket) zijn aangeduid in zwart en vet. De parameters van de diepe peilbuizen (ca. 4,5 m onder maaiveld in de top van de zandige watervoerende laag onder het klei-veenpakket), staan in het bruin. De nummers van de diepe peilbuizen staan in de tabel onmiddellijk onder de ondiepe peilbuizen waarmee ze in doublet staan. Alle peilbuisdoubletten zijn in relatief laag gelegen zilte vegetaties geplaatst (doelstelling hpr + da, nl. poldergrasland met zilte elementen). Figuur 112 geeft de duurlijnen voor de ondiepe peilbuizen in de Dudzeelse Polder.

Tabel 73. Grondwaterkarakteristieken van de peilbuizen in de Dudzeelse Polder. Ondiepe peilbuizen zijn in het zwart aangeduid, diepe peilbuizen in het bruin. Onder de rij van een ondiepe peilbuis volgen in voorkomend geval steeds de gegevens van de bijhorende diepe peilbuis.

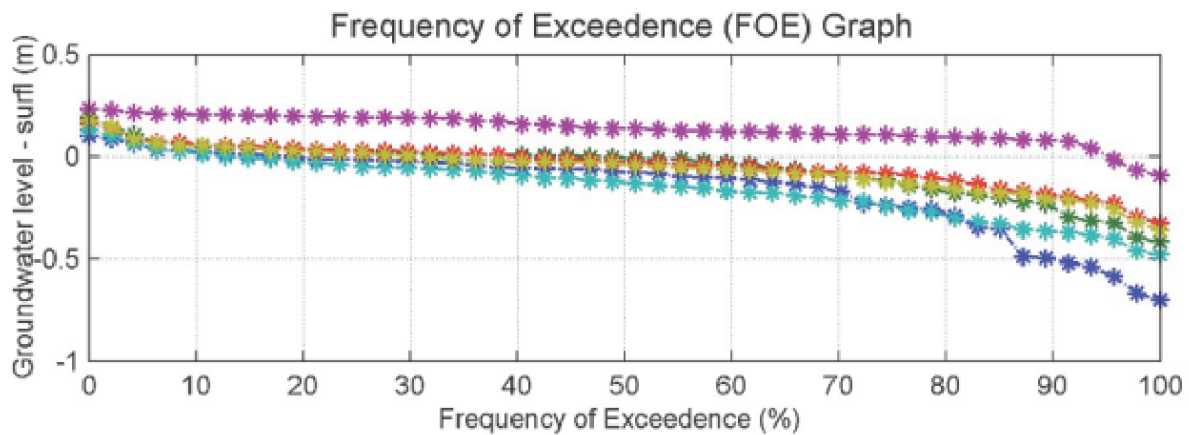
grondwaterparameters 2011-2016									
		GLG	GG	GVG	GHG	GLG	GG	GVG	GHG
	maaiveld	m TAW				m-mv			
ZEEP001X	2,88	2,42	2,73	2,73	2,87	-0,46	-0,15	-0,15	-0,01
ZEEP003X	2,67	2,06	2,52	2,47	2,72	-0,61	-0,15	-0,20	0,05
ZEEP014X	2,70	2,75	2,97	2,89	3,17	0,05	0,27	0,19	0,47
ZEEP005X	2,64	2,28	2,58	2,58	2,73	-0,36	-0,06	-0,06	0,09
ZEEP016X	2,62	2,53	2,76	2,68	2,86	-0,09	0,14	0,06	0,24
ZEEP012X	2,60	2,33	2,55	2,55	2,68	-0,27	-0,05	-0,05	0,08
ZEEP011X	2,58	2,62	2,81	2,82	2,94	0,04	0,23	0,24	0,36
ZEEP019X	2,63	2,20	2,48	2,42	2,68	-0,43	-0,15	-0,21	0,05
ZEEP018X	2,61	2,45	2,71	2,68	2,86	-0,16	0,10	0,07	0,25
ZEEP022X	2,69	2,66	2,82	2,81	2,91	-0,03	0,13	0,12	0,22
ZEEP021X	2,69	2,80	3,06	3,15	3,30	0,11	0,37	0,46	0,61
ZEEP025X	2,51	2,21	2,44	2,43	2,59	-0,30	-0,07	-0,08	0,08
ZEEP024X	2,51	2,42	2,68	2,66	2,87	-0,09	0,17	0,15	0,36

Figuur 8. GxG's voor peilbuizen in de Dudzeelse Polder (bron: VLM).

Op basis van de diepe peilbuizen kan afgeleid worden dat de grondwaterstroming in de watervoerende zandlaag onder het klei-veenpakket voornamelijk oostwaarts en deels zuidwaarts gaat. In de westelijke gelegen diepe peilbuizen relatief dicht tegen het Boudewijnkanaal worden namelijk grondwaterdrukken gemeten van ca. 3 m TAW, in de noordoostelijke diepe peilbuis een grondwaterdruk van ca. 2,8 m TAW en in de centraal oostelijke diepe peilbuizen grondwaterdruk van ca. 2,7 m TAW. Alle locaties hebben te maken met een duidelijke opwaartse grondwaterstroming of zilte kwel. De jaargemiddelde grondwaterdrukken in de watervoerende zandlaag (onder het kleiveenpakket) liggen op alle locaties namelijk duidelijk hoger dan deze in de ondiepe peilbuizen en daarenboven ook hoger dan het maaiveld.

De zilte kwel is duidelijk meetbaar en is ook zichtbaar in de opgemeten grondwaterstanden van de ondiepe peilbuizen. De hoogste grondwaterstanden liggen hier overal boven of aan het maaiveld (zoals te zien in BIJLAGE I), de voorjaarsgrondwaterstanden enkele tot 20 cm onder maaiveld en de gemiddelde laagste grondwaterstanden zakken niet verder weg dan 25 tot 60 cm onder het maaiveld. Dit wordt ook duidelijk weergegeven door de duurlijnen in Figuur 9.

De kweldruk loopt op tot circa 0,8 m bij peilbuiskoppel ZEEP003X en ZEEP014X. Gemiddeld ligt de kweldruk bij de peilbuizen in de Dudzeelse polder rond de 0,2 m, hoewel deze gedurende de meetperiode veel variatie vertoont. Het kan voorkomen dat de grondwaterstand hoger ligt dan de stijghoogte onder de bovenste kleilaag maar dit komt zeer beperkt voor in het gebied.



Figuur 112. Duurlijnen voor de peilbuizen ZEEP003X, ZEEP005X, ZEEP012X, ZEEP019X, ZEEP022X en ZEEP025X

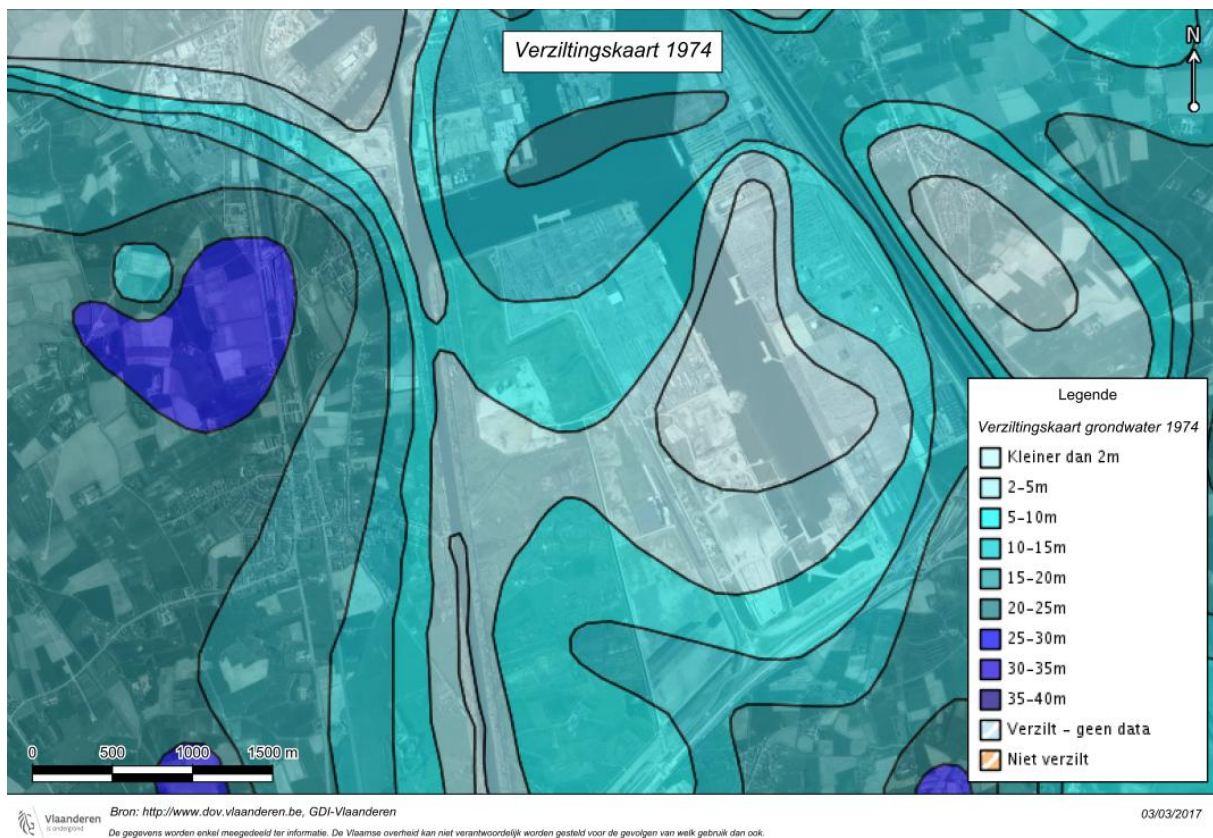
Figuur 9. Duurlijnen van peilbuizen in Dudzeelse Polder (bron: VLM).

2.4 Grondwaterkwaliteit

In wat volgt wordt eerst dieper ingegaan op het zoetzoutwaterevenwicht in het studiegebied op basis van informatie uit diverse bronnen. Daarna worden de resultaten van het in het kader van het project uitgevoerde grondwateronderzoek OWV7-ATL-RAP-009 besproken. Tenslotte komen de gekende bodem- en grondwaterverontreinigingen volgens de databank van OVAM aan bod.

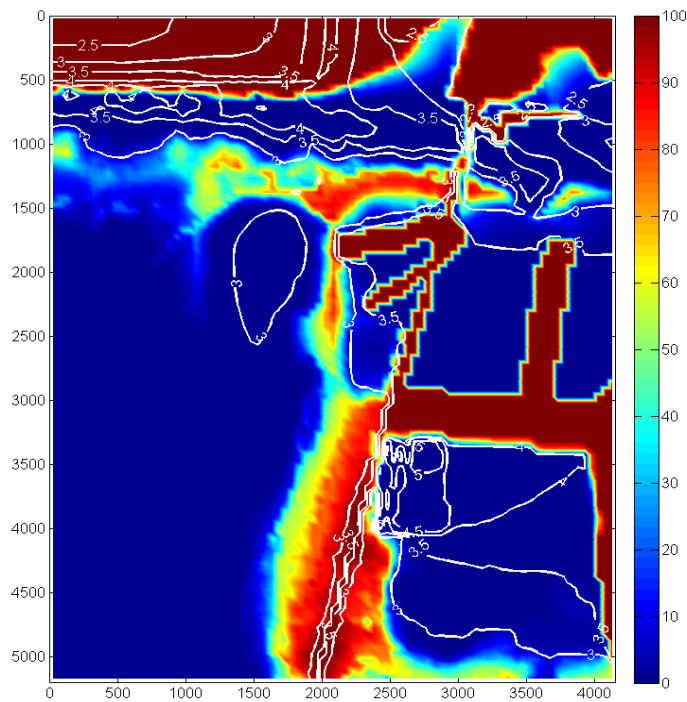
2.4.1 Zoetzoutwaterevenwicht

Hieronder wordt de verziltingskaart uit 1974 zoals beschikbaar in de Databank Ondergrond Vlaanderen weergegeven. Hieruit blijkt dat verzilt grondwater wordt verwacht vanaf een diepte van 2 m – mv.

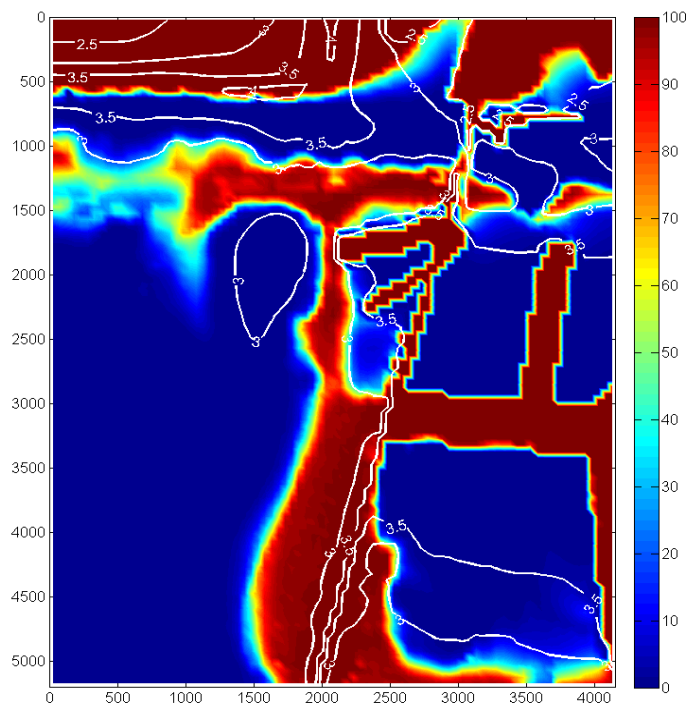


Figuur 10. Extract verziltingskaart grondwater 1974 (bron: DOV)

Ingevolge de uitbreiding van de achterhaven en de bijhorende opspuiting van gronden is het zoet-zoutwater evenwicht evenwel gewijzigd. Ter hoogte van de opgespoten gronden is namelijk een zoetwaterlens ontstaan. Dit blijkt uit de **dichtheidsafhankelijke modellering** van de referentietoestand door **UGent** (zie onderstaande figuren).



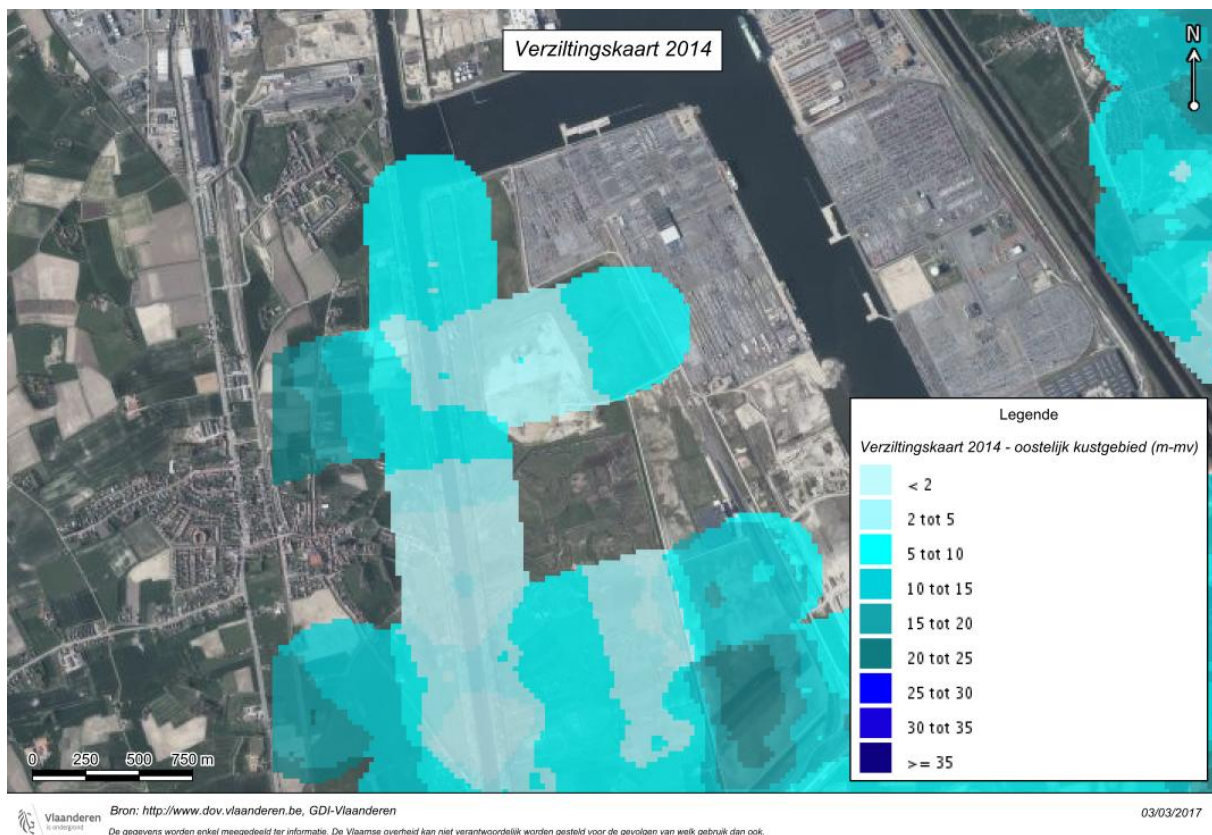
Figuur 11. Zoet-zoutwaterverdeling in modellaag 1 (van watertafel tot 0.8mTAW) in de huidige situatie (2012). Kleurenschaal is het zoutwaterpercentage, x- en y-coördinaten in m. De witte lijnen stellen de zoetwaterstijghoogtes van deze laag voor.



Figuur 12. Zoetzoutwaterverdeling in modellaag 2 (van 0.8 tot -0.7mTAW) in de huidige situatie (2012). Kleurenschaal is het zoutwaterpercentage, x- en y-coördinaten in m. De witte lijnen stellen de zoetwaterstijghoogtes van deze laag voor.

Uit deze modellering blijkt ook dat zonder de voorliggende bemalingen de zoetwaterlens zich t.h.v. opgespoten terreinen in de komende 3 jaar verder zal uitbreiden. Hierdoor wordt verziltende invloed Boudewijnkanaal sterker asymmetrisch, wat betekent dat er noordelijk van de Dudzeelse Polder een minder sterke verzilting ten oosten dan ten westen van het Boudewijnkanaal te verwachten is.

Het ondiep voorkomen van verzilt grondwater in de nabijheid van het Boudewijnkanaal enerzijds en de aanwezigheid van een ondiepe zoetwaterlens t.h.v. het opgespoten haven terrein anderzijds blijkt ook uit de **actualisatie van de verziltingskaart** die voor het oostelijk kustgebied is uitgevoerd. Onderstaande figuur geeft hier een richtinggevend beeld van.

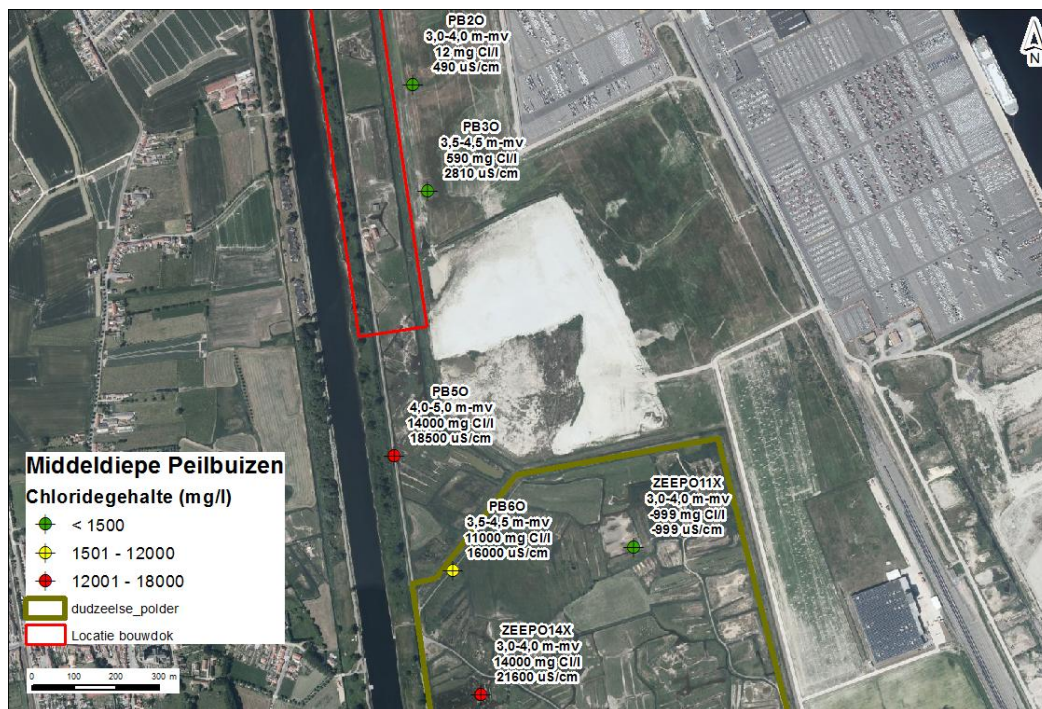


Figuur 13. Extract verziltingskaart 2014 (bron: DOV)

In het kader van het voorliggende project is de grondwaterkwaliteit richtinggevend in beeld gebracht d.m.v. **bemonstering** van een aantal peilbuizen. Hierna worden de resultaten inzake saliniteit weergegeven.



Figuur 14. Chloridegehalte grondwater - ondiepe peilbuizen (tot 3 m-mv)



Figuur 15. Chloridegehalte grondwater - peilbuizen (3 tot 5 m-mv)



Figuur 16. Chloridegehalte grondwater - diepe peilbuizen (8-9 m-mv, 11-14 m-mv en 17-18 m-mv)

Uit deze meetresultaten blijkt algemeen een verhoogde chloridegehalte en een verhoogde geleidbaarheid. In de ondiepe en middeldiepe peilbuizen ter hoogte van de opgespoten gronden worden dergelijke verhoogde waarden evenwel niet vastgesteld, wat wijst op de aanwezigheid van een zoetwaterlens. In de hier gesitueerde diepte peilbuizen worden wel verhoogde waarden vastgesteld, wat erop wijst dat de diepte van de zoetwaterlens eerder beperkt is.

Het **monitoringsrapport** INBO.R.2016_12285575 van de compensatie-inrichtingen voor de Achterhaven van Zeebrugge meldt voor de Dudzeelse polder heel hoge zoutgehaltes gemeten tot heel ondiep onder het maaiveld ten gevolge van de sterke kweldruk. In de ondiepe peilbuizen (ca. 1,5 m onder maaiveld) ligt het chloridegehalte tussen 12.000 mg/l en 16.000 mg/l, waarbij wordt vergeleken met een chloridegehalte van onverdund zeewater van 20.000 mg/l. Er is dus sprake van sterk brak tot zout ondiep grondwater. Net onder het maaiveld (0 tot 50 cm onder maaiveld) zijn de gemiddelde waarden gelijk of zelfs nog iets hoger dan in de ondiepe peilbuis. Het monitoringsrapport maakt melding van vrij gelijkaardige en stabiele meetresultaten op de meeste meetlocaties. Uitzondering hierop is het peilbuisdoublet ZEEP012X (ondiep) - ZEEP011X (dieper) waar een opvallende dalende trend in elektrische geleidbaarheid is gemeten sinds midden 2014. Verzoeting vanuit het nabijgelegen opgespoten haventerrein of een verbeterde bevoeding van dit gedeelte van de Dudzeelse polder met zoet water worden als mogelijke verklaringen aangehaald.

De meetresultaten i.k.v. het voorliggende project (zie hoger) zijn grotendeels in overeenstemming met de vaststellingen uit het monitoringsrapport. In alle peilbuizen t.h.v. het lageregelegen poldergebied (zowel de

ondiepe, de middeldiepe als de diepe filters) worden chloridegehalten van 12.000 mg/l of meer vastgesteld, behalve t.h.v. peilbuis PB8 (zowel ondiepe als diepe filter) en de middeldiepe filter van peilbuis PB6. In deze laatste filters is een chloridegehalte van 11.000 mg/l gemeten, wat ook nog op verziltende invloeden wijst.

2.4.2 Resultaten en vaststellingen Grondwateronderzoek OWV7-ATL-RAP-009

In Bijlage 3 zijn de analyseresultaten van de grondwaterstalen samengevat en getoetst aan de milieukwaliteitsnormen voor type oppervlaktewater 'sterk brak meer'. De concentraties zijn weergegeven in µg/l of mg/l.

De meetdata werden opgedeeld in grondwateronttrekkingzone en herinfiltratiezone inclusief zone Dudzeelse Polder. Per zone werd de gemiddelde concentratie en maximale concentratie bepaald. De gemiddelde concentratie wordt getoetst aan de het indelingscriterium gevaarlijke stoffen uit VLAREM II of aan de milieukwaliteitsnormen uit het VLAREM indien er geen indelingscriterium beschikbaar is. Informatief worden eveneens de bodemsaneringsnormen volgens het VLAREBO weergegeven.

Indien de gemiddelde concentratie de desbetreffende norm (indelingscriterium of milieukwaliteitsnorm) overschrijdt, wordt deze waarde vet en grijs gearceerd weergegeven. Individuele analyseresultaten die de normen overschrijden worden vet weergegeven.

2.4.2.1 Grondwateronttrekkingszone

In het grondwater ter hoogte van de grondwateronttrekkingszone bouwdok worden, op basis van de gemiddelde concentraties gemeten tijdens de grondwatermonitoring, voor volgende parameter(s) de normen overschreden:

- **pH:** Milieukwaliteitsnorm sterk brak meer (pH lager dan opgegeven range) (7,2 tov 7,5-9)
- **Arseen:** Indelingscriterium gevaarlijke stoffen (GS) (9,5 tov 5 µg/l)
- **Stikstof (volgens Kjeldahl):** Milieukwaliteitsnorm sterk brak meer (5,7 tov 1,8 mg/l)
- **Fosfaat (gemeten als P):** Milieukwaliteitsnorm sterk brak meer (enkel een max. waarde 3,1 mg/l die hoger is dan de norm 0,11 mg/l – de gemiddelde waarde ligt onder de norm: 0,7 mg/l)

2.4.2.2 Infiltratiezone en Dudzeelse polder

In het grondwater ter hoogte van de infiltratiezone en Dudzeelse polder worden, op basis van de gemiddelde concentraties gemeten tijdens de grondwatermonitoring, voor volgende parameter(s) de normen overschreden:

- **Arseen:** Indelingscriterium gevaarlijke stoffen (GS) (5,3 tov 5 µg/l)
- **Stikstof (volgens Kjeldahl):** Milieukwaliteitsnorm sterk brak meer (5,8 tov 1,8 mg/l)
- **Fosfaat (gemeten als P):** Milieukwaliteitsnorm sterk brak meer (enkel een max. waarde 2 mg/l die hoger is dan de norm 0,11 mg/l – de gemiddelde waarde ligt onder de norm: 0,9 mg/l)

2.4.3 Gekende verontreinigingen OVAM

Hieronder wordt aanvullend per gekend bodemdossier binnen de invloedsfeer van de bemalingen een overzicht weergegeven van aangetroffen verhoogde concentraties in het grondwater die relevant zijn voor de projectzone en eventueel bijkomend onderzoek vereisen in functie van de bepaling van de grondwaterkwaliteit.

Aanvullend worden voor de volledigheid onderstaande dossiers besproken waarin grenzend aan de invloedssfeer van de bemalingen verhoogde concentraties in het grondwater aangetroffen werden.

De diverse OVAM-dossiers worden gesitueerd op onderstaande figuur.



2.4.3.1 OVAM-dossier 602 – ZBM – Bastognekaai, 8380 Brugge (Dudzele)

In het grondwater worden lokaal verhoogde concentraties aan arseen aangetroffen tot maximaal 16x het indelingscriterium GS (5µg/l). Ook wordt eenmalig een verhoogde concentratie aan nikkel aangetroffen die het indelingscriterium GS nipt overschrijdt (31 µg/l ten opzichte van 30 µg/l)

2.4.3.2 OVAM-dossier 7026 – Maatschappij van de Brugse Zeevaartinrichtingen – 39 Begin, 8000 Brugge

In het grondwater worden lokaal verhoogde concentraties aan arseen aangetroffen tot maximaal 12x het indelingscriterium GS (5µg/l).

2.4.3.3 OVAM-dossier 21434 – Soenen – Margareta Van Oostenrijkstraat, 8000 Brugge

In het grondwater worden lokaal verhoogde concentraties aan arseen aangetroffen tot maximaal 8x het indelingscriterium GS (5µg/l).

2.4.3.4 OVAM-dossier 24904 - NV Carcoke C/O ME Mersch - percelen vlakbij Jakob Reyvaertstraat 39, 8000 Brugge

In het grondwater worden (van nature) verhoogde concentraties aan arseen aangetroffen tot maximaal 16.5x het indelingscriterium GS (5µg/l).

2.4.3.5 OVAM-Dossier 3052 – Glaverbel NV - Lissewegse Steenweg 12-16, 8380 Brugge

In het grondwater worden (van nature) verhoogde concentraties aan arseen aangetroffen tot maximaal 152x het indelingscriterium GS (5µg/l).

2.4.3.6 Dossier 63963 – DEC NV - Jozef Verschaveweg zn, 8380 Brugge (Dudzele)

In het grondwater worden (van nature) verhoogde concentraties aan arseen aangetroffen tot maximaal 44x het indelingscriterium GS (5µg/l).

2.4.3.7 Dossier 31787 – MBZ - Jozef Verschaveweg Zonder Nummer, 8000 Brugge (Zeebrugge (Brugge))

In het grondwater worden (van nature) verhoogde concentraties aan arseen aangetroffen tot maximaal 32x het indelingscriterium GS (5µg/l).

2.4.3.8 Dossier 16503 – Jacobs Comprimo - Jozef Verschaeveweg 131, 8380 Brugge (Dudzele)

In het grondwater worden verhoogde concentraties aan ijzer, mangaan en sulfaat aangetroffen. Deze overschrijden echter de milieukwaliteitsnorm voor grondwater niet.

2.4.3.9 Dossier 27038 – Tameco NV - Jozef Verschaveweg 100, 8000 Brugge (Brugge)

Er worden geen verhoogde concentraties aangetroffen in het grondwater.

2.4.3.10 Conclusie

Voor elk mogelijk relevant OVAM-dossier kan geconcludeerd worden dat er geen mogelijk aan te trekken antropogene verontreinigingen aanwezig zijn. Enkel komt in quasi elk dossier Arseen naar boven als parameter waarvoor concentraties boven het Indelingscriterium aangetroffen worden. Arseen komt van nature in verhoogde concentraties voor in het studiegebied.

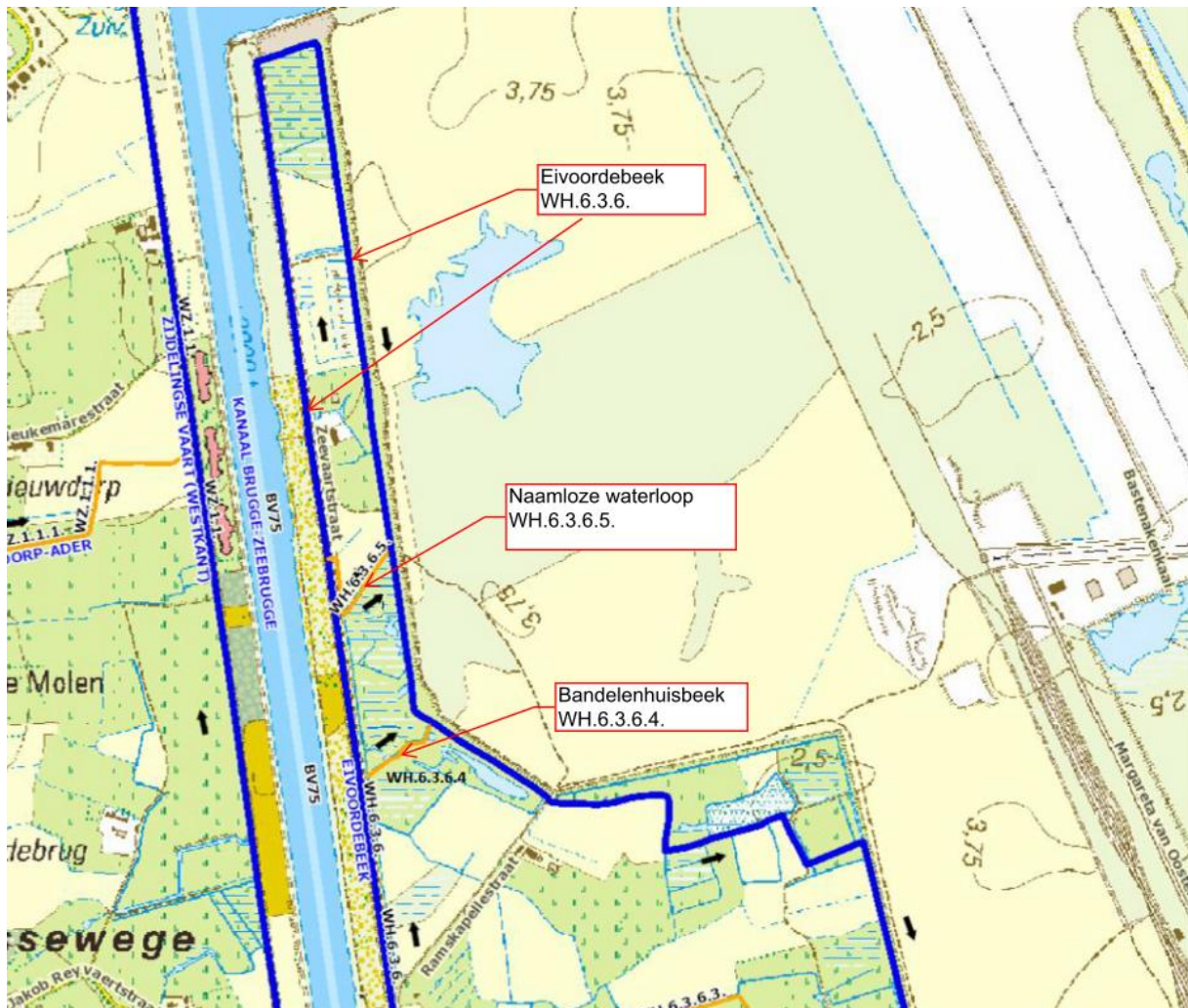
2.5 Oppervlaktewater

Het oppervlaktewater in het gebied rondom het bouwdok is weergegeven in Figuur 17. Het normaal waterpeil in het Boudewijnkanaal ten westen van het bouwdok en het Verbindingsdok is TAW +3.5 m. De minimale en maximale waterstanden zijn TAW +3,3 m en TAW +3,7 m, respectievelijk.

In het projectgebied zijn volgende waterlopen gelegen (overgenomen uit OWL3-ATL-NOT-010):

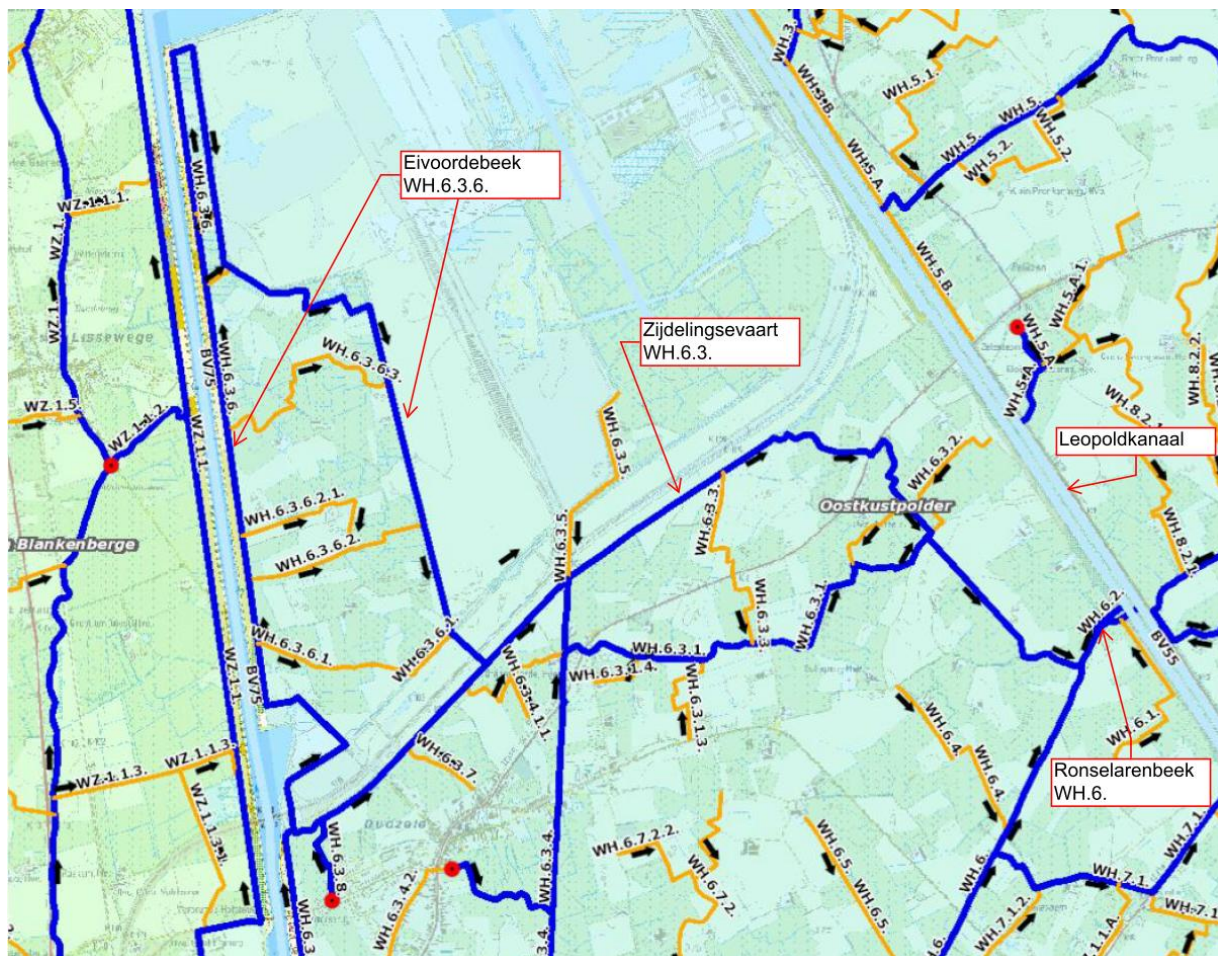
- Eivoordebeek, geklasseerd – 2^{de} categorie, WH.6.3.6.
- Bandelenhuisbeek, niet-geklasseerd, WH.6.3.6.4.
- Naamloze waterloop, niet-geklasseerd, WH.6.3.6.5.

De naamloze waterloop en de Bardelenhuisbeek vormen bypassen tussen 2 takken van de Eivoordebeek, die in een lus loopt. Dit wordt weergegeven in Figuur 17. De Eivoordebeek (WH.6.3.6.) vormt een zijdelingse lus op de Zijdelingsevaart (geklasseerd, 2^{de} categorie, WH.6.3.). De Zijdelingsevaart vloeit samen met de Ronselarebeek (geklasseerd, 2^{de} categorie, WH.6.). De Ronselarebeek loost uiteindelijk in het Leopoldkanaal (bevaarbaar). Dit is weergegeven in Figuur 18.



Figuur 17. Bestaande toestand afwatering in projectgebied bouwdok

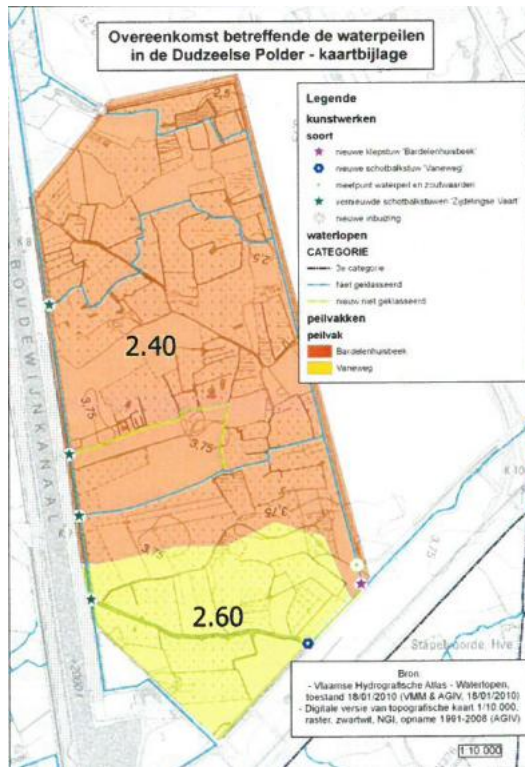
Het projectgebied voor het bouwdok ligt grotendeels in het laagstgelegen gedeelte (maai veld $\pm 3,5$ m TAW) van de polder (beheerder Oostkustpolder). Figuur 2 is te zien dat het gebied ten oosten van het projectgebied van het bouwdok reeds is opgehoogd tot ongeveer +6 m TAW. De Eivoordebeek (WH.6.3.6.), de Bardelenhuisbeek (WH.6.3.6.4.) en de naamloze waterloop WH.6.3.6.5. staan bijgevolg enkel in voor de afwatering van de lager gelegen zone van de polder waar het bouwdok voorzien wordt.



Figuur 18. Bestaande toestand afwatering van polder tot aan Leopoldkanaal

In het peilvak van de Bardelenhuisbeek wordt jaarrond een stuwpeil van 2,4 mTAW aangehouden, terwijl in het meer zuidelijk gelegen peilvak Vaneweg een stuwpeil van 2,6 mTAW wordt aangehouden. De stuwen bevinden zich aan de zuidrand van de Dudzeelse polder. In de zomer wordt gebiedsvreemd zoet water ingelaten zodat het oppervlaktewater voldoende zoet is met het oog op het drinken van het vee. De saliniteit van het oppervlaktewater wordt continu opgevolgd in een meetpunt op de Bandelenhuisbeek aan de zuidrand van de Dudzeelse polder (meetpunt ZEES007X).

Uit het monitoringsrapport INBO.R.2016_12285575 van de compensatie-inrichtingen voor de Achterhaven van Zeebrugge blijkt dat een stuwpeil van 2,4 mTAW in het peilvak Bardelenhuisbeek leidt tot een gemiddeld oppervlaktewaterpeil van ca. 2,49 m TAW (over de jaren na inrichting) centraal in de Dudzeelse Polder. Gedurende de winterperiodes worden geregeld hogere peilen opgemeten en wordt uitzonderlijk de stuw tijdelijk naar beneden gehaald. In het najaar van 2011 werd een piekwaarde van 2,8 m TAW gehaald. Bij deze oppervlaktewaterstand staan grote delen (en tevens een deel van de wegenis) van de Dudzeelse Polder blank. Sinds 2012 bedragen de hoogste peilen niet meer dan 2,70 m TAW (ook omwille van het frequenter beheer van de stuw).



Figuur 19. Streefpeilen in de Dudzeelse Polder.

Omtrent de saliniteit van het oppervlaktewater stelt het monitoringsrapport dat het oppervlaktewater dat de Dudzeelse Polder binnenkomt een geleidbaarheid van ongeveer 2.000 à 3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (of een chloridegehalte rond de 1.000 mg/l = zwak tot licht brak) heeft. Ter hoogte van het meetpunt ZEE5007X op de Bardelenhuisbeek aan de afwaartse zijde van de Dudzeelse Polder is de geleidbaarheid omwille van de zilte kwel reeds opgelopen tot 10.000 à 15.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (of een chloridegehalte van 4.000 à 5.500 mg/l = matig brak). In (winter) perioden waarin niet bevoeid wordt en weinig neerslag valt, gaat de geleidbaarheid op dit meetpunt zelfs (een stuk) boven de 20.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (of boven de 7.500 mg/l Cl).

2.6 Landgebruik

Ten zuiden van de projectlocatie bevindt zich de Dudzeelse polder, een natuurgebied (cfr. RUP afbakening zeehavengebied Zeebrugge). Het natuurgebied bevindt zich in een laaggelegen deel waarbij het maaiveld op ca. ca. TAW +3 m ligt. Er is sprake van een kwelsituatie vanuit de diepere zandlaag.



Figuur 20. Locatie beschermd natuurgebied Dudzeelse Polder (weergegeven met groene arcering).

2.7 Vergunde grondwaterwinningen

Binnen een straal van ca. 2 km rond de bouwdoklocatie zijn meerdere vergunde grondwaterwinningen gelegen (zie Figuur 21). Het betreft hoofdzakelijk grondwaterwinningen van landbouwbedrijven. Echter ter hoogte van de Lanceloot Bondeellaan betreft het een betonbedrijf en ter hoogte van de Margareta van Oostenrijkstraat een aannemersbedrijf. Alle relevante vergunde grondwaterwinningen liggen aan de andere zijde van het Boudewijnkanaal. De dichtstbij gelegen vergunde grondwaterwinning betreft een ondiepe (9 m diepte) winning uit het Quartaire Aquifersysteem met een vergund dagdebiet van 8,2 m³/dag en een vergund jaardebiet van 3000 m³/jaar. Deze grondwaterwinning bevindt zich op zo'n 300 m afstand.



Figuur 21. Vergunde grondwaterwinningen (bron: DOV)

3 Uitgangspunten

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten relevant voor de berekeningen van de bemalingen gepresenteerd. Dit betreft algemene eisen, het ontwerp van het bouwdok, de fasering van de verschillende bemalingen, en een korte beschouwing van de toegepaste grondwatermodellen.

3.1 Algemene eisen aan uitvoering (retour)bemaling

De volgende **eisen** zijn vastgelegd met betrekking tot de bemalingen i.k.v. de realisatie en exploitatie van het bouwdok te Zeebrugge:

- Werkzaamheden in bouwput moeten in den droge worden uitgevoerd middels een bemaling, met drooglegging van minstens 0,3 m onder onderzijde ontgraving;
- De natuurlijk optredende zoute kwel in het natuurgebied Dudzeelse polder moet in stand gehouden blijven. Samenhangend hiermee mag de grondwaterstand en stijghoogte ter plaatse van de Dudzeelse polder niet nadelig beïnvloed worden ten behoeve van de natuurfunctie in deze polder.
- Er mag geen schade als gevolg van zettingen optreden ter plaatse van de autoterminal ten oosten van het bouwdok en ter hoogte van de bebouwing ten westen van het Boudewijnkanaal.
- De landbouwactiviteiten ten westen van het Boudewijnkanaal (akkers; ondiepe grondwaterwinning) mogen geen noemenswaardige schade ondervinden als gevolg van gewijzigde grondwaterstand, stijghoogte en / of saliniteit.
- De beschikbaarheid van afdoende zoet water voor het drenken van vee dient in overeenstemming met de huidige situatie gegarandeerd te worden in de Dudzeelse polder.

3.1.1 Eisen zettingen

De tabel met eisen t.a.v. zettingen uit het bestek: (OWL2-ATL-BST-012, par 3.4).

Type constructie	Grenswaarde Absolute zetting	Drempelwaarde Absolute zetting	Alarmwaarde Absolute zetting	Grenswaarde Differentiële zetting	Drempelwaarde Differentiële zetting	Alarmwaarde Differentiële zetting
Gebouwen en constructies	15 mm	10 mm (2/3 van 15 mm)	15 mm	1/700	1/1050	1/700
Andere	20 mm	13 mm (2/3 van 20 mm)	20 mm	1/500	1/770	1/500

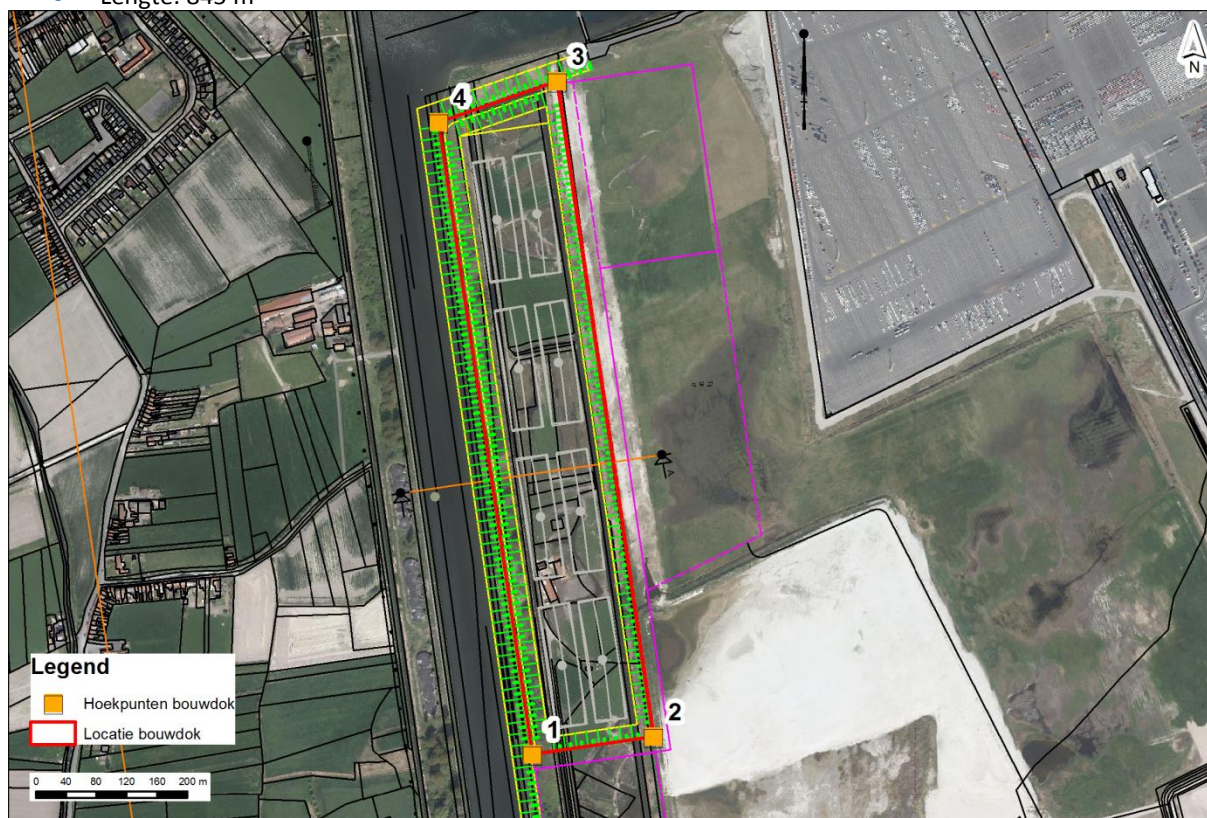
4	Autotermi nal verharding	50 mm	4.1 35 mm (2/3 van 50 mm)	4.2 50 mm	4.3 1/10 0	4.4 1/150	4.5 1/10 0
---	--------------------------------	-------	--	--------------	---------------	-----------	---------------

Tabel 4 Eisen t.a.v. zettingen

4.6 Geometrie bouwdok, diepwand en ontlastvloer

De ligging van het bouwdok is weergegeven in Figuur 22. Deze locatie is gekozen om in de toekomst ruimte te bieden voor de verbreding van het kanaal en de aanleg van nieuwe havenfaciliteiten. De afmetingen van het bouwdok zijn:

- Breedte: 163 m
- Lengte: 845 m



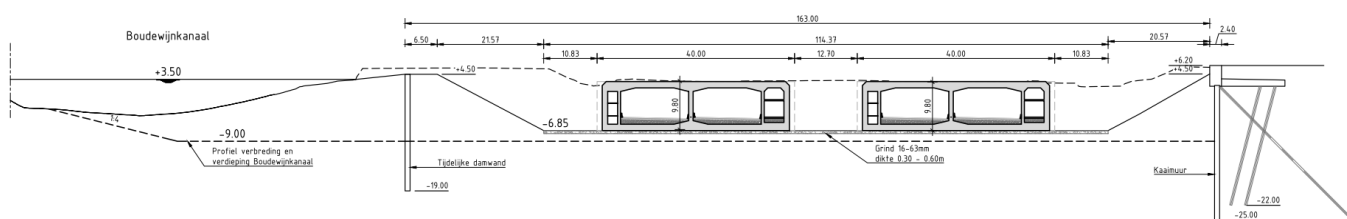
Figuur 22. Locatie bouwdok

4.6.1 Diepteligging bouwdok en bemalingspeil

Een doorsnede van het bouwdok is weergegeven in Figuur 23. De bovenzijde van de werfvlloor ligt op TAW - 6.85 m. De werfvlloor bestaat uit een laag grind van 0.3 tot 0.6 m dikte (om vastzuigen van de tunnelementen bij opdrijven te voorkomen). De bemalingputten zullen onder deze laag aangebracht worden. De gewenste

grondwaterstand wordt aangenomen op ca. 0.15 m onder de onderzijde van de grindlaag. Uitgaande van een diepte van de werfvloer op TAW -6.85 m ligt het bemalingspeil op ca. TAW - 7.6 m.

Door middel van bemalingputten onder de grindlaag in het bouwdok wordt een verlaging gerealiseerd tot TAW - 7.6 m. De vereiste stijghoogteverlaging komt daarmee op ca. 11 m ten opzichte van de gemiddelde situatie.



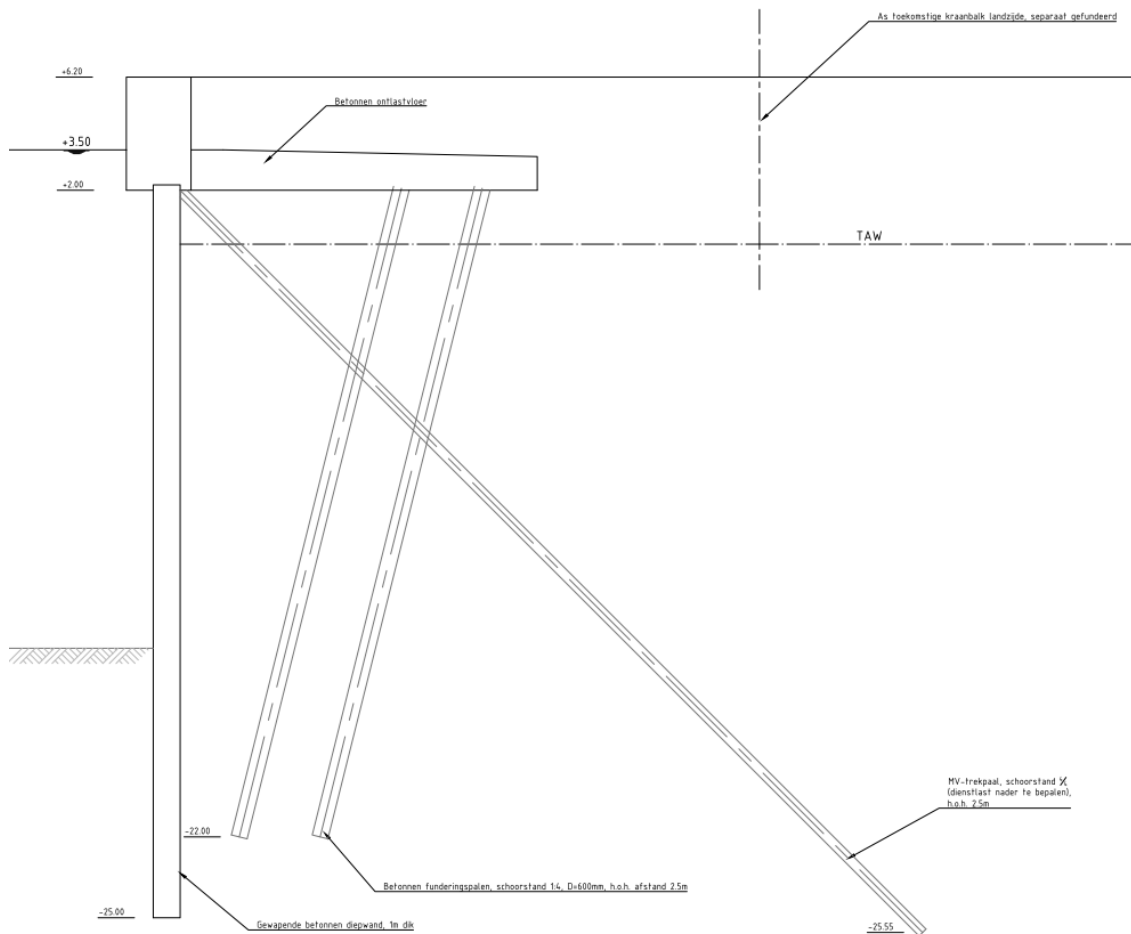
Figuur 23. Doorsnede bouwdok met locatie kaaimuur

4.6.2 Diepteligging en kenmerken damwanden, diepwanden en ontlastvloer

In het huidige ontwerp wordt de oostelijke kerende constructie uitgevoerd als diepwand. De overige kerende constructies worden uitgevoerd als damwanden. Een doorsnede van het bouwdok is afgebeeld in Figuur 23. De damwanden worden aangebracht tot een diepte van - 19,0 m TAW, tot aan of in de aangetroffen kalkzandsteenlaag en de diepwand tot een diepte van - 25,0 m TAW. Dit is vanuit geohydrologisch oogpunt nagenoeg equivalent aan een situatie waarbij de damwanden tot in of door de kalkzandsteenlaag (tussen ca. - 18 en -19 m TAW) worden aangebracht.

De diepwand heeft in een update van het ontwerp een lagere einddiepte gekregen, namelijk -27 mTAW. Vanuit geohydrologisch oogpunt is deze verandering in de einddiepte van minder belang, omdat het effect van dat verschil op het waterbezwaar van de bemaling of de omgevingseffecten klein is wanneer de diepwand enkele meters verder doorloopt in een relatief goed doorlatende zandlaag. In deze studie wordt uitgegaan van de meest ongunstige situatie voor het waterbezwaar en de omgevingseffecten. Dit is de situatie waarbij de wanden het kortste zijn: een damwand tot aan de bovenzijde van de kalkzandsteen laag en een diepwand tot - 25 m TAW.

Aansluitend aan de diepwand wordt een ontlastvloer aangebracht (i.f.v. de latere exploitatie van de diepwand als kaaimuur) met een breedte van 15 m langs de gehele lengte van de oostelijke kerende constructie. De onderzijde van de constructie ligt op TAW +2,0 m. Een doorsnede van de diepwand met ontlastvloer is weergegeven in Figuur 24.



Figuur 24. Doorsnede kaaimuur (noot: diepte diepwand aangepast naar -27m TAW in update ontwerp)

4.7 Benodigde bemalingen

De volgende bemalingen zijn opgenomen in de geohydrologische studie:

- Bemaling voor sleufstabiliteit van de diepwand (bemaling 1a);
- Bemaling voor de aanleg van de kesp en het aanbrengen van MV-palen (bemaling 1b)
- Bemaling voor het ontgraven en drooghouden van het bouwdok gedurende de gebruiksfase (bemaling 2);
- Bemaling voor het aanleggen van de ontlastvloer in den droge (i.f.v. bouw kaaimuur) (bemaling 3);

De eerste bemaling voor de realisatie van de diepwand is op basis van “expert judgment” optioneel. Die bemaling is niet persé noodzakelijk voor de stabiliteit van de diepwandsleuf. De aanleg van de diepwand kan zonder spanningsbemaling worden uitgevoerd wanneer de bentoniet suspensie in de ontgravingsleuf voldoende overdruk heeft ten opzichte van de druk afkomstig van het spanningswater. De grondwaterdruk in de 1^{ste} watervoerende laag is ca. +3,5 mTAW. De freatische grondwaterstand ligt gemiddeld rond +5 m TAW. Het maaiveld ligt op ca. +6 m TAW. Met geleidebalken is het mogelijk een extra hoogte te realiseren van

minimaal 0,5 m. Daarmee is het mogelijk voldoende tegendruk te realiseren vanuit de sleuf om freatisch instromen van grondwater tegen te gaan.

Er zijn geen stijghoogtemetingen van de grondwaterstand onder de kalkzandsteen laag (2^{de} watervoerende laag) echter wordt verwacht dat deze grondwaterdruk niet hoger zal liggen dan maaiveld (max. TAW +6 m). Omdat de bentonietsuspensie een hogere dichtheid heeft dan grondwater is er voldoende druk om in beide watervoerende lagen de grondwaterdruk tegen te gaan. Er zal daardoor geen grondwater de diepwandsleuf instromen. Indien het risico verder gemitigeerd moet worden kan aan maaiveld de sleuf worden opgehoogd en verder worden opgevuld met bentonietsuspensie waardoor er een hogere druk ontstaat.

Hoewel een oplossing zonder toepassen van bemaling voor de realisatie van de diepwand haalbaar lijkt, is uit voorzorg gevraagd om de effecten van een oplossing met bemaling te berekenen. Deze berekening is om die reden opgenomen in deze nota. De uitgangspunten van deze berekening zijn gebaseerd op de bemalingsstudie voor realisatie van de diepwand ter plaatse van de Toyotakaai.

4.8 Fasering bemalingen

Voor de fasering van de bemaling wordt uitgegaan van het basisscenario. In het basisscenario wordt aangenomen dat de bemalingen 1, 2 en 3 elkaar in de tijd niet overlappen. De bemaling ten behoeve van de aanleg van de diepwand 1a en 1b zullen wel in de tijd overlappen. De bemaling voor de aanleg van de kesp en het aanbrengen van MV-palen loopt enkele weken achter op de bemaling voor de diepwand.

1. Aanleg diepwand:
 - a. Bemaling t.b.v. sleufstabiliteit tijdens aanleg diepwand (bemaling opgenomen in milieuvergunningaanvraag maar mogelijk niet nodig). Benodigde duur bemaling is ingeschat op 43 weken;
 - b. Aanleg kesp en aanbrengen MV-palen. Duur van deze fase is 43 weken.
2. Aanleg bouwdok:
 - a. Ontgraven bouwdok (bemaling getrapt opstarten). Duur van deze fase is 34 weken;
 - b. Gebruiksfase bouwdok (bemaling moet vereiste verlaging in stand houden). Duur van deze fase is ca. 86 weken;
3. Aanleg ontlastvloer. Bemaling actief gedurende 30 weken.

De fasering van de werkzaamheden is niet definitief. In een alternatief scenario wordt de ontlastvloer aangelegd voordat het bouwdok in gebruik wordt genomen. Indien de bemalingen elkaar niet overlappen zijn de berekende waterbezwaren en effecten ongewijzigd en hoeven er geen aanvullende berekeningen worden gedaan.

5 Modelinstrumentarium

Er zijn twee grondwatermodellen opgesteld en doorgerekend om de benodigde bemalingen te ontwerpen en de effecten op de omgeving in te schatten:

- Het 'ontwerpmodel' is opgesteld om de verschillende bemalingen te kunnen ontwerpen en het waterbezwaar te bepalen.
- Het 'effectmodel' is opgesteld door de Universiteit van Gent [ref 1] en is eerder toegepast voor het Project-MER [ref 3]. Dit model is gebruikt om de maatgevende effecten op de omgeving van het bouwdok in kaart te brengen. Hierbij is gekeken naar zowel de grondwaterstanden en stijghoogtes als de zoet-zoutverdeling.

De uitgangspunten die zijn gehanteerd in beide modellen zijn hieronder opgelijst. Specifieke uitgangspunten behorende bij een specifieke bemaling zijn opgenomen in de betreffende paragraaf.

5.1 Ontwerpmodel

Het ontwerpmodel is een analytisch elementen model opgezet met de Python (een programmeertaal) module TimML (Bakker, M., and O.D.L. Strack. 2003, Bakker, M. 2006.). Het betreft een stationair superpositiemodel waarmee een verschil wordt berekend ten opzichte van de huidige gemiddelde situatie.

5.1.1 Uitgangspunten

De bodemopbouw is geschematiseerd zoals deze in het hoofdstuk gebiedsbeschrijving (hoofdstuk 2) is opgenomen. In het topsysteem (de freatische laag + deklaag) zijn de kleine waterlopen in het gebied niet gemodelleerd waardoor de berekende effecten in de freatische laag naar verwachting een overschatting zijn van de daadwerkelijk effecten die zullen optreden. Er is geen grondwateraanvulling afkomstig van overtollige neerslag opgenomen in het model.

De belangrijkste geohydrologische elementen zijn gemodelleerd. Dit betreft:

- Het Boudewijnkanaal en de omliggende dokken;
- De onttrekking- en retourputten;
- Ondoorlatende wanden (bijvoorbeeld de wanden van het Bouwdok);

In dit model is geen rekening gehouden met dichtheidsstroming, dat wil zeggen, het grondwater is overal zoet verondersteld. Hoewel het model een goede inschatting geeft van de effecten ten opzichte van de huidige situatie en van de verwachte debieten is het niet geschikt om iets te zeggen over de ontwikkeling van de zoet-zout verdeling in de ondergrond als gevolg van de geplande ingrepen.

De damwanden van het bouwdok zijn in dit model ondoorlatend verondersteld. Daarmee wordt het lekdebiet wat lager ingeschat dan in de werkelijkheid het geval is. Hier is rekening mee gehouden door bij het bepalen van het waterbezwaar een worst-case inschatting te maken van het totale debiet.

5.2 Effectmodel

Het effect model is een gedetailleerd stationair numeriek model dat is opgezet door de Universiteit van Gent. Dit model is geschikt voor zowel het modelleren van de huidige situatie als toekomstige ingrepen in het systeem. Het model houdt rekening met de zoet-zoutverdeling van het grondwater.

Voor de opbouw van het model wordt verwezen naar de rapportage “Verslag Bouwdok Boudewijnkanaal te Zeebrugge: grondwatermodel” [ref 1].

In Figuur 25 is de ligging van het model weergegeven.



Figuur 25. Ligging grondwatermodel Universiteit van Gent [ref.1]

5.2.1 Uitgangspunten

Dit grondwatermodel heeft de volgende eigenschappen:

- Dichtheidsafhankelijke grondwaterstroming (MOCDENS3D, koppeling stoftransport met eindige verschillen grondwaterstromingvergelijking (MODFLOW))
- Gebruikt voor project-MER [ref 3]
- Modelgebied 5.2 x 4.15 km (hoogte x breedte) met een hoek van 67° t.o.v. het noorden over het oosten
- Celgrootte van 50 x 50 m
- 34 lagen met dikte van 1.5 m behalve bovenste laag met variabele dikte tot aan de watertafel
 - Basis bovenste laag = 0,80mTAW

- Basis model = -48,7mTAW (ondoorlatend)

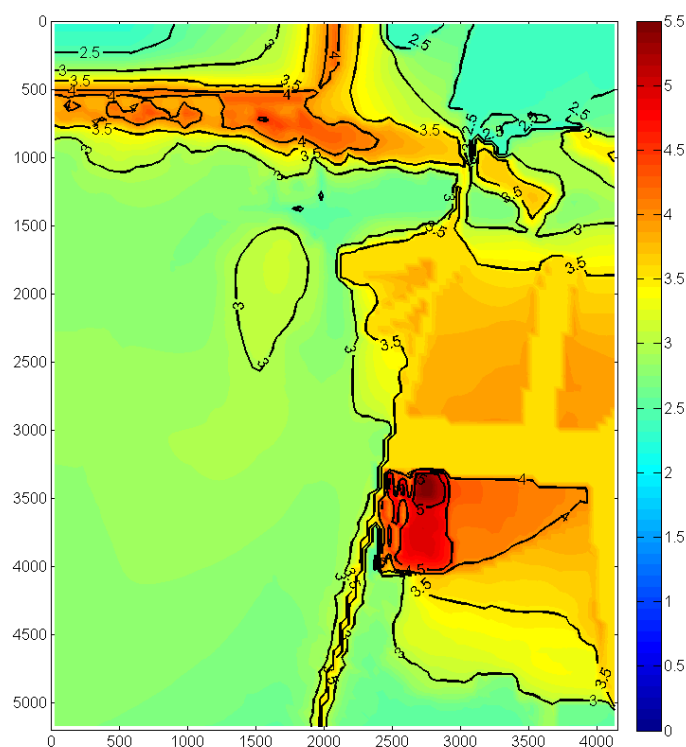
Er wordt uitgegaan van de gemiddelde situatie. Voor de grondwateraanvulling, de zeewaterspiegel en het oppervlaktewaterpeil zijn jaargemiddelde waarden toegepast. Kleinere waterlopen behorende tot categorie 3 en categorie 9 uit de Vlaamse Hydrologische Atlas zijn toegevoegd aan het model. De doorlatendheid van de damwanden aan de oost- en zuidzijde is geschat op 0.005 m/dag en aan de west- en noordzijde zijn ze als ondoorlatend beschouwd om instroom van oppervlakte water te voorkomen. De bemaling voor het drooghouden van het bouwdok is gedurende de volledige voorziene gebruiksfase van het bouwdok doorgerekend.

Voor het ontwerp van het bouwdok en de retourbemaling is uitgegaan van de ontwerpen die zijn gepresenteerd in de hoofdstukken over de verschillende benodigde bemalingen.

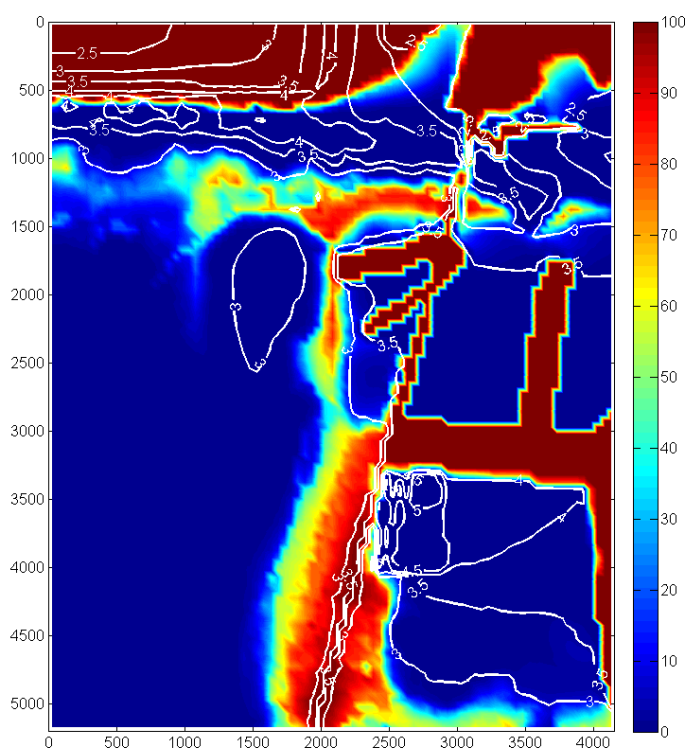
De kalibratie van het grondwatermodel is omschreven in BIJLAGE II.

5.2.2 Huidige situatie

In Figuur 26 is de freatische zoetwaterstijghoogte weergegeven. Hierin is zichtbaar dat er kwel plaatsvindt van het oppervlaktewater (o.a. Boudewijnkanaal en Verbindingsdok) naar het laaggelegen deel en de polder. De grondwaterstand ligt tussen de 3 en 5 m TAW bij de projectlocatie. In Figuur 26 is de zoet-zoutverdeling weergegeven in modellaag 1. Hierin is zichtbaar dat het oppervlaktewater zout is en dat om het Boudewijnkanaal ook zout grondwater wordt aangetroffen. De kadeconstructies bij het Verbindingsdok zijn relatief slechtdoorlatend waardoor een zoetwaterbel zich kan vormen.



Figuur 26. Zoetwaterstijghoogte laag 1 (kleurenschaal en zwarte contourlijnen in mTAW)



Figuur 27. Zoutwaterpercentages in modellaag 1 in de huidige situatie.

6 Bemaling diepwand

In dit hoofdstuk is een globaal ontwerp gegeven van de bemaling voor de aanleg van de diepwand/kaaimuur en de verwachte geohydrologische effecten van de bemaling. De bemaling moet ervoor zorgen dat de sleuf stabiel blijft tijdens het ontgraven.

Er wordt verwacht dat een aanlegmethode met bemaling niet persé noodzakelijk is. De sleufstabiliteit wordt naar verwachting al geborgd wanneer het bentoniet in de sleuf tot aan maaiveld staat. Tevens zijn er andere oplossingen dan bemaling mogelijk om de sleufstabiliteit te garanderen wanneer er hier toch onzekerheid over bestaat. Een naar verwachting goedkopere mogelijkheid is bijvoorbeeld het ophogen van het bentonietpeil. Toch is de bemaling doorgerekend om de effecten van een dergelijke bemaling in kaart te brengen indien in de uitvoering voor deze aanlegmethode wordt gekozen.

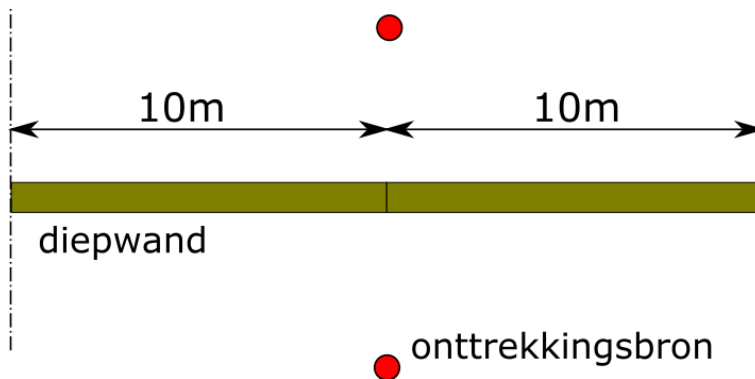
De bemaling is ontworpen met behulp van het “ontwerpmodel”. Daarin is voorstel gedaan voor het aantal onttrekkings- en retourbronnen, de ligging en de eigenschappen van die bronnen. Met dit model is het waterbezwaar berekend, hoeveel geretourneerd wordt, en welk volume geloosd moet worden. De effecten van deze bemaling op de omgeving zijn nader beschouwd met hetzelfde ontwerpmodel. Het ontwerpmodel geeft een indicatie van de te verwachten effecten als verschil ten opzichte van de huidige situatie. De huidige situatie wordt in minder detail berekend dan in het effectmodel waardoor lokale effecten van bijvoorbeeld een waterloop niet worden weergegeven. Voor de veranderingen in de grondwaterstand berekent het ontwerpmodel een conservatieve schatting van de effecten. Voor de stijghoogte levert dit model een nauwkeurigere inschatting omdat de omstandigheden van het watervoerende pakket minder beïnvloed worden door de aanwezige kleine waterlopen en lokale verschillen die niet in het ontwerpmodel zijn opgenomen.

6.1 Uitgangspunten bemaling

Er is aangenomen dat de bemaling van de diepwand gefaseerd wordt uitgevoerd in segmenten van 10 m per keer. De benodigde duur van de bemaling is ingeschat op 43 weken. Er is aangenomen dat de grondwaterstand en stijghoogte in het 1^{ste} watervoerende pakket met 2 m verlaagd moet worden tot ca. +1,5 m TAW om sleufstabiliteit te waarborgen. De stijghoogte in de zandlaag onder de kalkzandsteenlaag (onder ca. -19 mTAW) wordt niet verlaagd. Er zal dus zowel freatische als diepere bemaling worden aangebracht.

Om dit te realiseren worden aan beide zijdes onttrekkingsbronnen geplaatst. Voor de freatische bemaling kan dit met vacuümbemaling worden uitgevoerd. Voor de 1^{ste} watervoerende laag worden deepwells toegepast. Deze deepwells zijn vergelijkbaar aan de onttrekkingsbronnen die zijn voorgesteld voor het drooghouden van het bouwdok (zie verderop). Het debiet zal echter lager zijn vanwege de relatief kleine verlaging die gerealiseerd moet worden. Er kan dus worden volstaan met een kleinere onderwaterpomp en met een kleinere filterdiameter.

De grondwaterstand moet verlaagd worden tot +1.5 m TAW. De bronnen worden om de 20 m aangelegd aan weerszijde van de te vervaardigen wand. De bronnen worden voorzien van een onderwaterpomp. De locatie van de bronnen is schematisch weergegeven in Figuur 28 en op kaart in Figuur 29. Twee onttrekkingsbronnen aan weerszijden van de wand verzorgen de bemaling voor 2 segmenten van 10 m. Daarna worden de volgende twee bronnen actief voor de volgende 2 segmenten.



Figuur 28. Schematische locatie onttrekkingsputten voor diepwand bemaling

De berekeningen zijn uitgevoerd voor telkens bemaling langs 20 m diepwand op drie verschillende locaties: noordzijde van de diepwand, halverwege de diepwand, en het meest zuidelijke deel van de diepwand. In de laatste situatie is de afstand tot de Dudzeelse Polder het kleinst en deze situatie is daarmee maatgevend voor de effecten op de natuur.



Figuur 29. Locatie deepwell onttrekkings- en injectiebronnen voor diepwand bemaling

6.1.1 Technische specificaties onttrekkingsputten

Hieronder zijn de mogelijke technische specificaties van de onttrekkingsputten weergegeven.

- aantal putten : 86 onttrekkingsputten, h.o.h 20 m, aan twee zijdes van de diepwand
- locaties : locaties zijn weergegeven in Figuur 28 en Figuur 29
- capaciteit : circa 25 m³/uur
- pomp : onderwaterpomp
- diameter boorgat : 300 mm
- diameter filter : 200 mm
- boorsysteem : door aannemer nader te bepalen (niet spoelboring)
- diepte boorgat : ca. -18 meter TAW (tot aan de kalkzandsteen laag)
- filterlengte : ca. 15 meter
- filterstelling : ca. tussen -10 m TAW en -18 m TAW, door aannemer nader te bepalen
- sleufperforatie : door aannemer nader te bepalen
- blind : verlengen met stijgbuis tot boven het maaiveld
- zandvang : 1 á 2 meter, door aannemer nader te bepalen
- omstorting : grind (diameter door aannemer nader te bepalen) rondom het filter
aanbrengen, de storende lagen afdichten met
zweklei, de resterende meters in het boorgat
opvullen met schoon zand of grind

Technische specificaties voor de freatische bemaling is hieronder weergegeven:

- aantal putten : vacuüm onttrekkingsputten met h.o.h. afstand 3 m (ca. 290 stuks)
- locaties : locaties indicatief in Figuur 28 en Figuur 29.
- pomp : vacuümpompen om de 50 m, (ca. 17 stuks)
- diameter filter : 50 mm
- boorsysteem : door aannemer nader te bepalen
- diepte boorgat : ca. -1 meter TAW
- filterlengte : gehele lengte buis
- filterstelling : ca. tussen +1 m TAW en -1 m TAW, door aannemer nader te bepalen
- sleufperforatie : door aannemer nader te bepalen
- zandvang : 0.5 meter, door aannemer nader te bepalen
- omstorting : grind (diameter door aannemer nader te bepalen) rondom het filter
aanbrengen, de storende lagen afdichten met
zweklei, de resterende meters in het boorgat
opvullen met schoon zand of grind

6.1.2 Technische specificaties retourbronnen

Voor het injecteren van grondwater om effecten ter plaatse van de Dudzeelse Polder te voorkomen worden dezelfde retourbronnen gebruikt als voor het mitigeren van de effecten tijdens de gebruiksfase van het bouwdok. Voor een voorstel van de technische specificaties, zie paragraaf 8.1.4. De bronnen tussen het bouwdok en de autoterminal zijn niet benodigd, omdat er geen negatieve afgeleide effecten ter plaatse van de autoterminal worden verwacht als gevolg van de bemaling voor het aanleggen van de diepwand. Daarvoor is de vereiste verlaging voldoende klein.

6.2 Waterbezwaar

Het waterbezwaar van de bemaling is berekend per dag met het ontwerpmodel. De berekende debieten en effecten vormen een conservatieve inschatting.

6.2.1 Onttrekkingsbronnen

Het waterbezwaar is per dag en per jaar is samengevat in onderstaande tabel. Het maximaal berekende waterbezwaar bedraagt ca. 1.200 m³/dag.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddeld debiet (m ³ /dag)	maximaal debiet (m ³ /dag)	maximaal debiet (m ³ /jr)	totaal waterbezwaar (m ³)
1a: bemaling diepwand	43	1.100	1.200	365.000	365.000

Tabel 5. Onttrekkingsdebieten voor bemaling diepwand

6.2.2 Retourbronnen

Het benodigde retourdebet voor het mitigeren van de effecten ter plaatse van de Dudzeelse Polder is afhankelijk van de afstand tussen het te vervaardigen deel van de diepwand en het natuurgebied. Het gemiddelde waterbezwaar is bepaald door het gemiddelde te nemen tussen het minimale retourdebet (wanneer de werkzaamheden in het noorden van het projectgebied plaatsnemen) en het maximale retourdebet (wanneer de afstand tussen de bemaling en het natuurgebied het kleinste is). De resultaten zijn samengevat in onderstaande tabel.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddeld retourdebet (m ³ /dag)	maximaal retourdebet (m ³ /dag)	maximaal retourdebet (m ³ /jr)	totaal geretourneerd (m ³)
1a: bemaling diepwand	43	350	600	181.000	181.000

Tabel 6. Retourdebieten voor bemaling diepwand

6.2.3 Lozing

Het water dat niet via de retourbemaling terug in de grond wordt geïnjecteerd wordt geloosd op het Boudewijnkanaal of op de dokken. In onderstaande tabel zijn de lozingsdebieten per dag en per jaar gegeven. De bovengrens van het totaal geloosde debiet is hoger dan het verschil tussen totaal verpompt debiet en totaal geretourneerd debiet. Dit komt omdat het totale lozingsdebet is berekend op basis van het maximale dagdebet (dit is wanneer de werkzaamheden ver van de kritische zones af plaatsvinden en dus dat er minder retourbemaling nodig is). Indien de monitoring aangeeft dat er minder geretourneerd hoeft te worden dan in eerste instantie berekend, kan de aannemer deze ruimte gebruiken om een groter deel van het opgepompte water te lozen.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddelde lozing (m ³ /dag)	maximale lozing (m ³ /dag)	maximale lozing (m ³ /jr)	totaal geloosd (m ³)
1a: bemaling diepwand	43	750	1.100	332.000	332.000

Tabel 7 Overzicht lozingsdebieten voor bemaling diepwand.

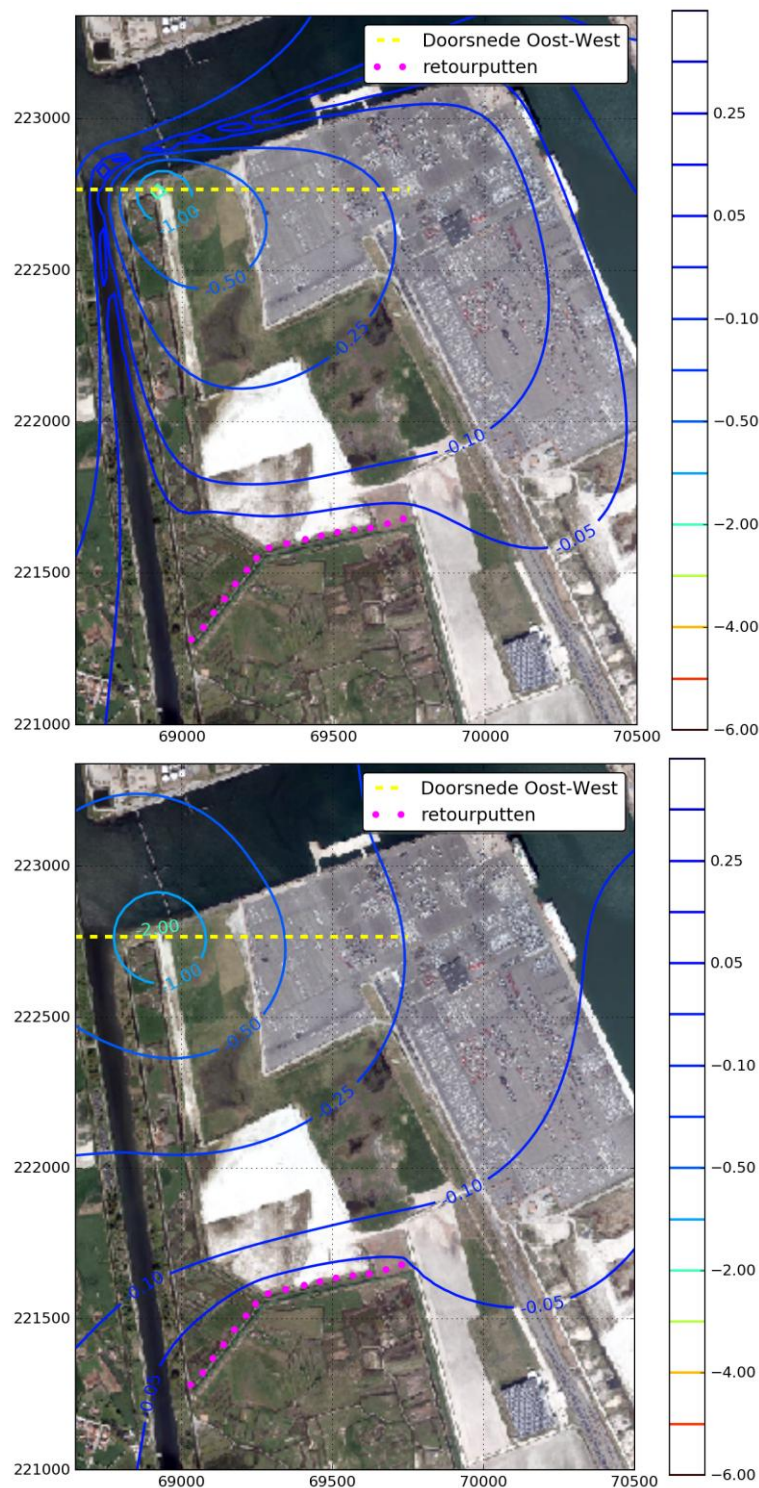
6.3 Geohydrologische effecten

6.3.1 Verandering stijghoogte en grondwaterstand

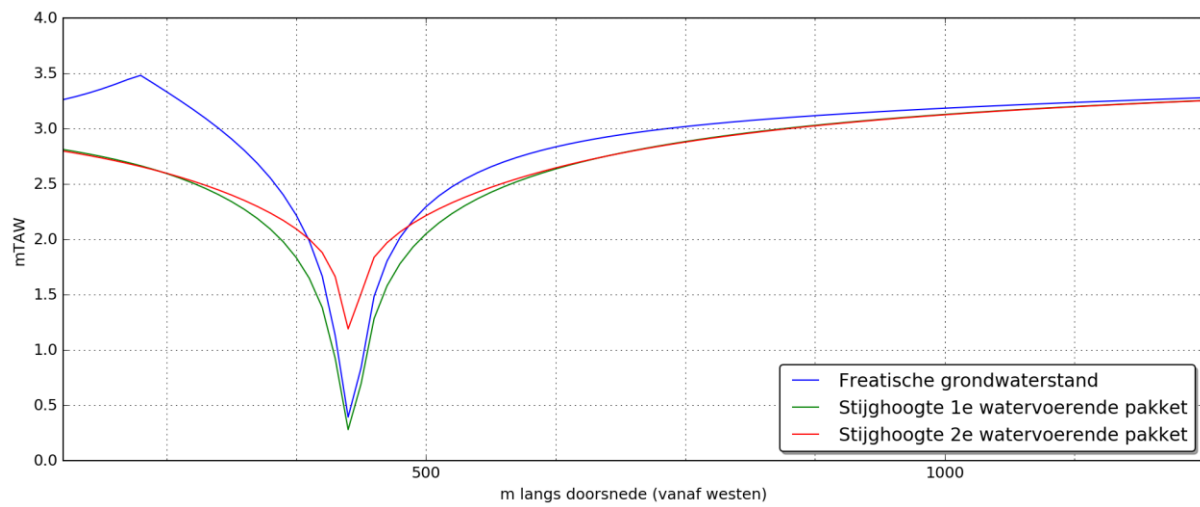
De geohydrologische effecten zijn gepresenteerd in onderstaande afbeeldingen. De bemaling staat in zowel de freatische laag als in de eerste en tweede watervoerende lagen. De verlaging van de grondwaterstand of stijghoogte ten opzichte van de huidige situatie is weergegeven van de freatische laag en de 1^{ste} watervoerende laag omdat de effecten in deze lagen relevant zijn voor de afgeleide effecten van de bemaling. Ook is een doorsnede van oost naar west weergegeven die het effect op de grondwaterstand en stijghoogtes weergeeft.

In de afbeeldingen is zichtbaar dat de verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de Dudzeelse polder kleiner is dan 0.05 m indien de bemaling aan de noordzijde van de diepwand actief is. Hiervoor is een beperkte retourbemaling vereist met een debiet van 100 m³/dag. Hiervoor worden dezelfde retourbronnen gebruikt als voor het mitigeren van de effecten van de bemaling van het bouwdok in de gebruiksfase. Wanneer de bemaling halverwege de diepwand staat is meer retourbemaling benodigd om de effecten te mitigeren. Het totale debiet van de retourbemaling is ca 300 m³/dag. Als de bemaling aan de meest zuidelijke kant van het bouwdok actief is, is ca. 600 m³/dag retourbemaling benodigd om de effecten te mitigeren. Voor de tussenliggende panelen kan lineair geïnterpoleerd worden om het retourdebiet te bepalen.

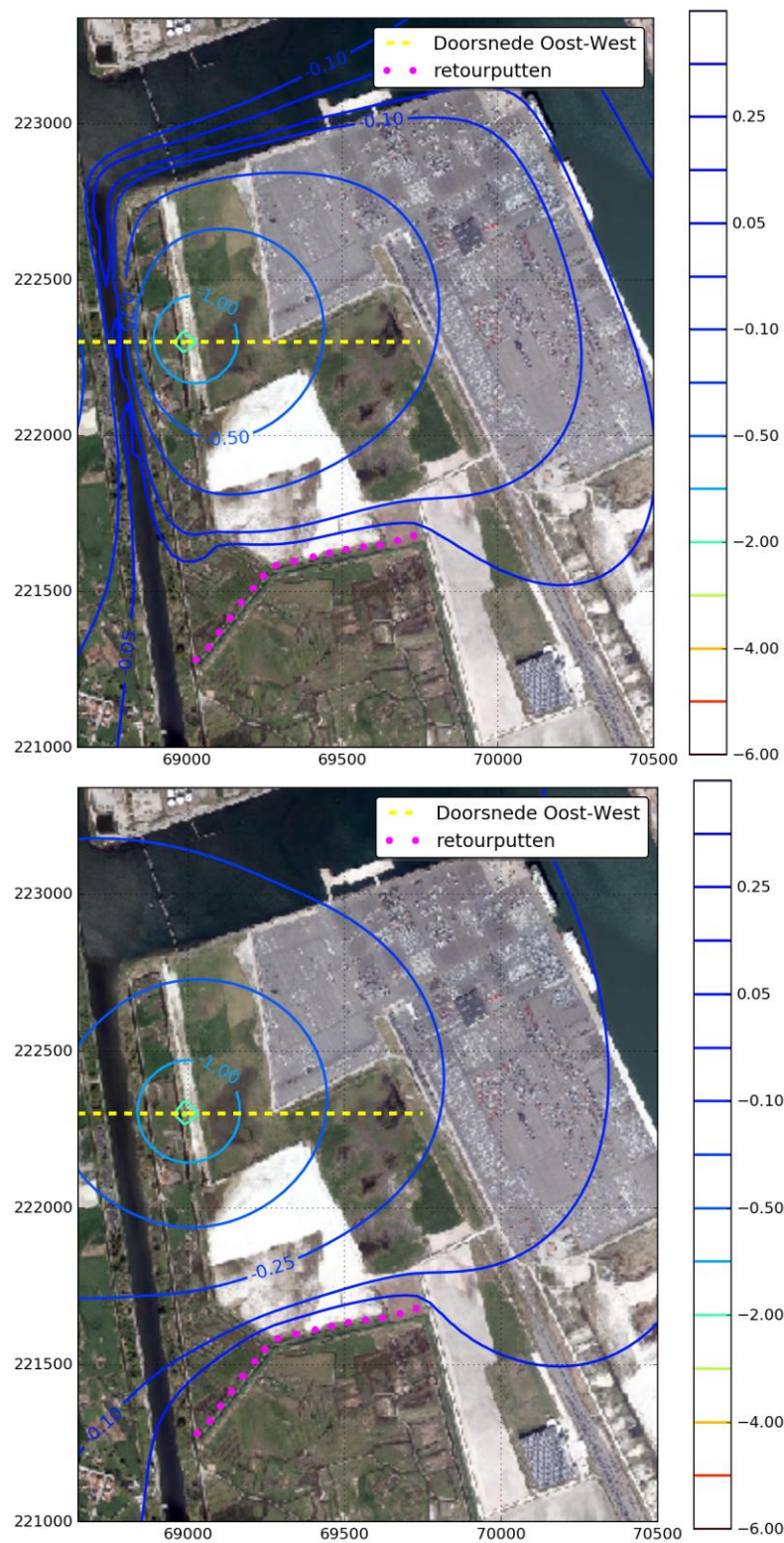
De stijghoogte in de 1^{ste} watervoerende laag verandert in de berekeningen met minder dan 0,05 m. Hiermee zal de kwelflux niet significant veranderen ten opzichte van de huidige situatie. Er worden bij toepassing van retourbemaling met bovengenoemde debieten dan ook geen negatieve afgeleide effecten verwacht op de Dudzeelse polder als gevolg van deze bemaling.



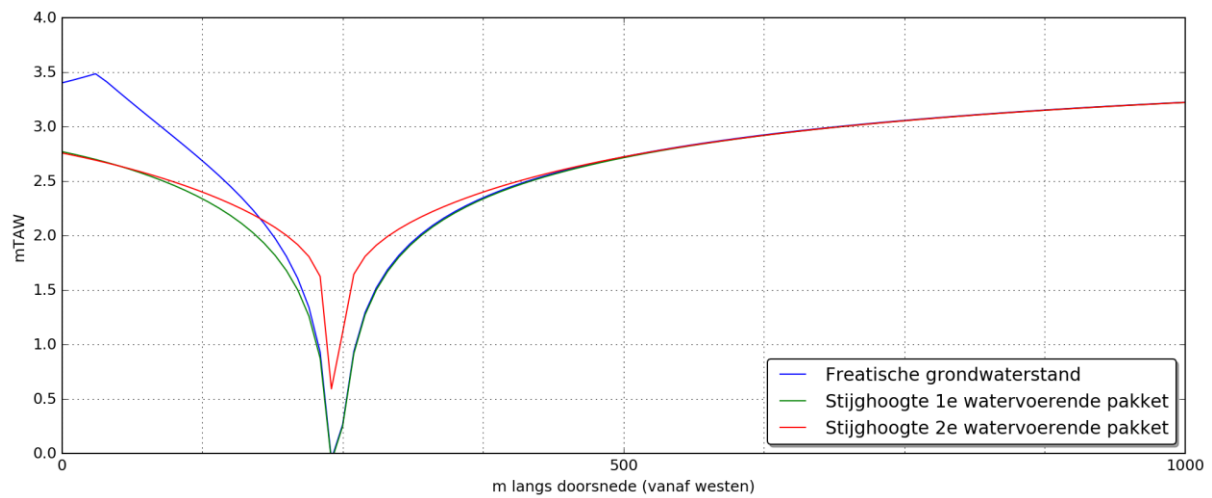
Figuur 30. Effecten in de freatische laag (boven) en 1^{ste} watervoerende laag (onder) als gevolg van bemaling voor aanleg van de diepwand aan de noordzijde



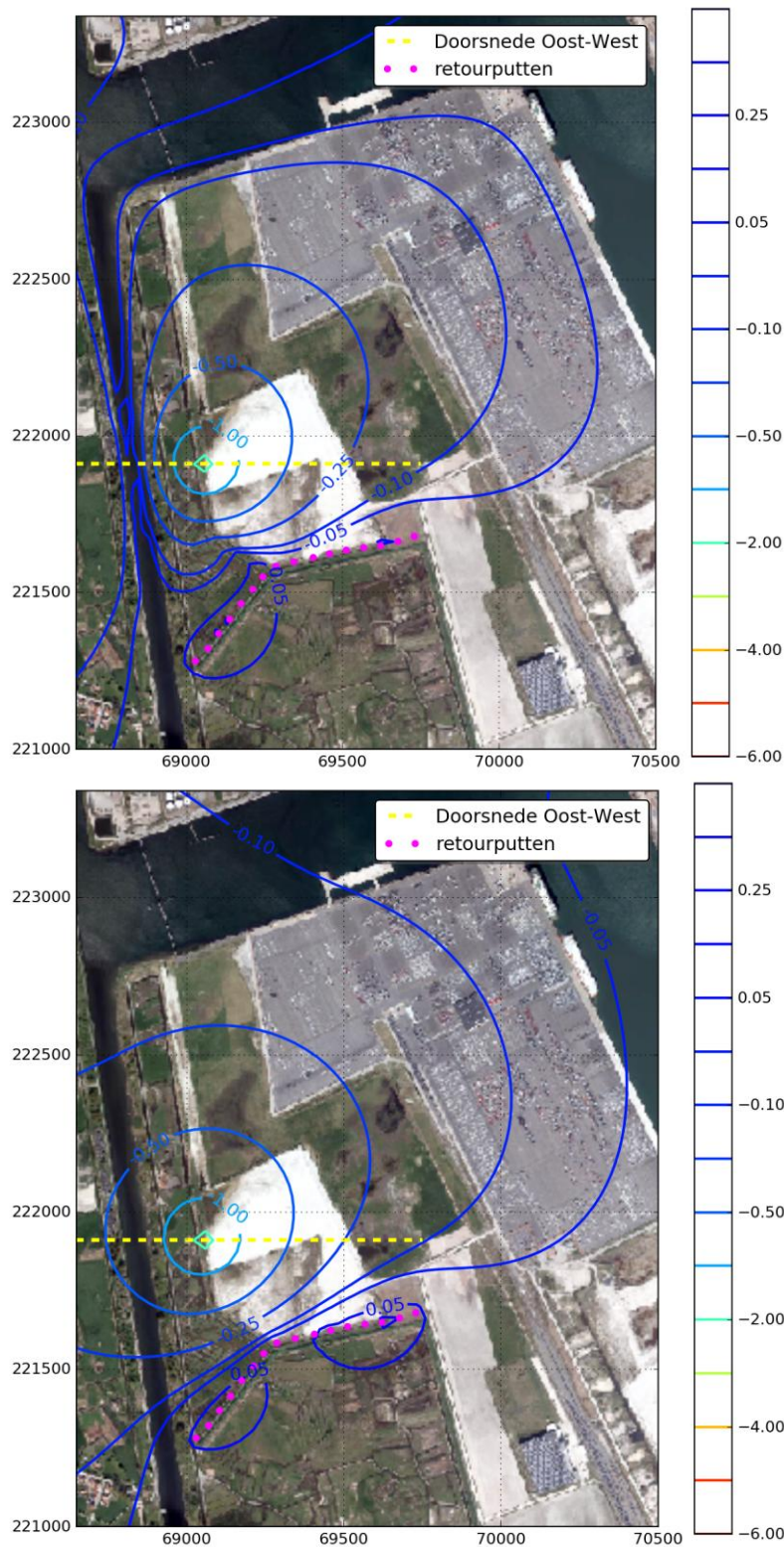
Figuur 31. Grondwaterstand en stijghoogte langs doorsnede oost-west voor bemaling diepwand noordzijde



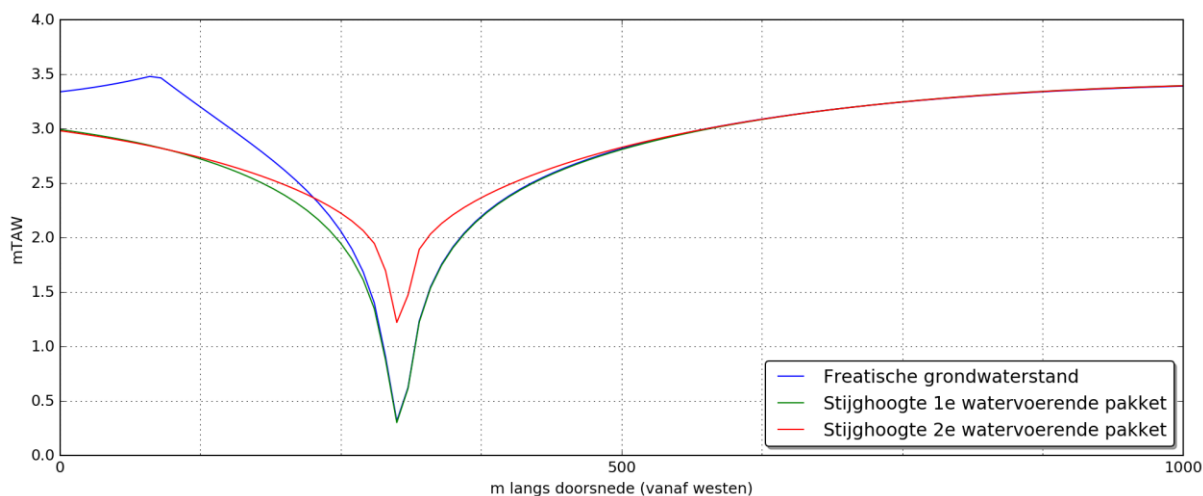
Figuur 32. Effecten in de freatische laag (boven) en 1^{ste} watervoerende laag (onder) als gevolg van bemaling voor aanleg van de diepwand halverwege de diepwand.



Figuur 33. Grondwaterstand en stijghoogte langs doorsnede oost-west voor bemaling diepwand halverwege de diepwand.



Figuur 34. Effecten in de freatische laag (boven) en 1^{ste} watervoerende laag (onder) als gevolg van bemaling voor aanleg van de diepwand zuidzijde.



Figuur 35. Grondwaterstand en stijghoogte langs doorsnede oost-west voor bemaling diepwand aan de zuidzijde.

6.3.2 Verandering zoet-zoutverdeling

Voorliggende bemaling vindt telkens maar gedurende korte tijd op eenzelfde locatie plaats. Meer bepaald schuiven de onttrekkingsbronnen telkens na ongeveer een week een segment van 20 m op. Zo neemt de realisatie van een 853 m lange diepwand ongeveer 43 weken in beslag met op eenzelfde ogenblik telkens maar bemaling over een segment van 20 m. Doordat de bemaling maar kortstondig op eenzelfde locatie plaatsvindt en over de gehele diepte van de diepwand actief is, zal het weggepompte zoete water in de freatische laag voornamelijk aangevuld worden vanuit horizontale toestroming, hetgeen ook zoet is. Daarmee is er geen noemenswaardige impact op de zoet-zoutverdeling te verwachten. Essentieel is evenwel dat het bemalingswater dat wordt geretourneerd t.h.v. de Dudzeelse Polder wordt geretourneerd in grondwater met een vergelijkbare saliniteit als het bemalingswater. Op basis van de huidige metingen wordt hieraan voldaan als geretourneerd wordt in de watervoerende laag tussen ca. -4 m TAW en -18 m TAW. Mogelijk zal het geïnjecteerde water een iets lager zoutgehalte hebben dan het grondwater op die diepte maar er wordt niet verwacht dat dit tot negatieve afgeleide effecten zal leiden in de omgeving.

6.3.3 Risico's door zettingen

In OWL3-ATL-NOT-028 is een beschouwing opgenomen van de maximale zettingen als gevolg van alle bemalingswerkzaamheden in en rondom het bouwdok. De bemaling voor de diepwand is niet maatgevend voor het risico op zettingen in het gebied rondom het bouwdok. Voor een samenvatting van het zettingsrisico wordt verwezen naar paragraaf 8.3.3.

6.3.4 Interferentie met vergunde grondwaterwinningen

Er zijn geen belangrijke vergunde grondwaterwinningen in de nabije omgeving van het projectgebied aanwezig. De dichtstbij gelegen vergunde grondwaterwinning betreft een ondiepe winning uit het Quartaire Aquifersysteem aan de overzijde van het Boudewijnkanaal. Deze grondwaterwinning bevindt zich op zo'n 400 m afstand. Gezien de voorliggende bemaling telkens maar gedurende korte tijd op eenzelfde locatie plaatsvindt, gezien de beoogde grondwaterverlaging eerder beperkt is en gezien het Boudewijnkanaal zich als

hydrologische barrière tussen de bemaling en de grondwaterwinning bevindt, wordt niet verwacht dat er een noemenswaardige interferentie zal optreden tussen deze bemaling en reeds vergunde grondwaterwinningen.

6.3.5 Interferentie met oppervlaktewater

Er is aangenomen dat de aanvoer van oppervlaktewater voldoende is om het peil in te handhaven in alle waterlopen (zowel de lokale waterlopen als het Boudewijnkanaal en de dokken). De beken ter hoogte van het projectgebied kunnen – rekening houdende met de korte afstand tot de bemaling – mogelijk aan noemenswaardige verdroging onderhevig zijn. Deze beken worden evenwel naderhand opgeheven voor de realisatie van het bouwdok zodat de lokale verdrogende impact als niet relevant kan worden beschouwd. Niettemin is het – gezien het belang van de Eivoordebeek voor het drenken van het vee in de zuidelijk gelegen zones met begrazing – van belang om afdoende zoet water in het zuidelijke tracé van deze beek te garanderen. Vanuit dit oogpunt is het dan ook aangewezen om de beek om te leggen naar het zuiden alvorens er bemalingen plaatsvinden die hierop een relevante invloed hebben.

Er zal water vanaf het oppervlaktewater infiltreren in de bodem als gevolg van de verlagingen die worden veroorzaakt door de bemaling. Dit is niet meegenomen in de modellering waardoor de berekende freatische verlaging een overschatting is.

6.3.6 Risico's door verontreiniging

De bemaling voor de diepwand is niet maatgevend voor het risico op verspreiding van aanwezige antropogene verontreinigingen in het gebied rondom het bouwdok. De bemaling voor het bouwdok is hiervoor maatgevend (zie punt 7.3.6).

7 Bemaling kesp

In dit hoofdstuk is de bemaling voor de aanleg van de kesp inclusief het aanbrengen van MV-palen omschreven. Voor deze werkzaamheden is een freatische bemaling nodig waarbij de grondwaterstand verlaagd wordt tot +2,0 mTAW. De bemaling wordt gefaseerd uitgevoerd waarbij telkens de werkzaamheden worden uitgevoerd in een segment van 50 m. Deze lengte is gekozen omdat per 50 m een vacuümpomp actief is. Er is een voorstel gedaan voor het ontwerp van de bemaling. De effecten van deze bemaling op de omgeving en het waterbezwaar zijn bepaald aan de hand van de berekeningen die in een eerder stadium zijn uitgevoerd voor de ontlastvloer. De bemaling voor de ontlastvloer is vergelijkbaar aan de bemaling voor de aanleg van de kesp, waardoor de eerder uitgevoerde berekeningen ook van toepassing zijn voor deze bemaling. Bij de bemaling voor de ontlastvloer is wel een iets grotere verlaging vereist (nl. tot 1,5 mTAW) zodat de hierna opgenomen berekeningen voor de kesp als een worst case inschatting van de te verwachten effecten zijn te beschouwen.

7.1 Configuratie bemaling

Om het grondwater weg te pompen wordt vacuümbemaling voorgesteld met afstand tussen de bronnen van 3 m. De totale lengte van de vloer is ca. 900m. Het aantal bronnen komt daarmee op ca. 290 stuks. Per 50 m wordt een vacuümpomp aangesloten om het grondwater te onttrekken, waarmee het benodigde aantal vacuümpompen op ca. 18 komt. De bemaling zal dus in 18 fases opgedeeld worden waarbij de werkzaamheden op een segment van ca. 50 m worden uitgevoerd.

De maximale verlaging van de grondwaterstand is 4 m. Dit is gebaseerd op de peilbuismetingen bij pbo1 (zie paragraaf 2.3.1). Mogelijk is de verlaging minder aan de westzijde van de diepwand doordat het deel ten westen van de toekomstige diepwand lagergelegen is. De bronnen worden aan de westzijde van diepwand aangebracht.



Figuur 36 Locatie freatische bemaling voor aanleg kesp en aanbrengen MV-palen

7.1.1 Technische specificaties freatische bemaling

Hieronder zijn de technische specificaties van de freatische bemaling weergegeven.

- | | |
|-------------------|---|
| - aantal putten | : vacuüm onttrekkingsputten met h.o.h. afstand 3 m (ca. 290 stuks) |
| - locaties | : locaties zijn weergegeven in Figuur 1 |
| - pomp | : vacuümpompen om de 50 m, (ca. 18 stuks) |
| - diameter filter | : 50 mm |
| - boorsysteem | : door aannemer nader te bepalen |
| - diepte boorgat | : ca. TAW -1 meter |
| - filterlengte | : gehele lengte buis |
| - filterstelling | : ca. tussen +1 m TAW en -1 m TAW, door aannemer nader te bepalen |
| - sleufperforatie | : door aannemer nader te bepalen |
| - zandvang | : 0.5 meter, door aannemer nader te bepalen |
| - omstorting | : grind (diameter door aannemer nader te bepalen) rondom het filter
aanbrengen, de storende lagen afdichten met
zweklei, de resterende meters in het boorgat
opvullen met schoon zand of grind |

7.2 Waterbezwaar

Het waterbezwaar van de bemaling en het lozingsdebiet is berekend per dag en per jaar.

7.2.1 Onttrekkingsbronnen

Het berekende waterbezwaar voor deze bemaling is maximaal ca. 400 m³/dag. De totale duur van de bemaling is 43 weken. Dit debiet is gebaseerd op de benodigde bemaling om de grondwaterstand over een segment van 50 m te verlagen tot 1,5 mTAW (cfr. berekening voor bemaling ontlastvloer). In realiteit is slechts verlaging tot 2 mTAW nodig en zal het debiet bijgevolg lager zijn. Onderstaande debieten betreffen dan ook een worst case raming.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddeld debiet (m ³ /dag)	maximaal debiet (m ³ /dag)	maximaal debiet (m ³ /jr)	totaal waterbezwaar (m ³)
1b: bemaling kesp	43	350	400	15.100	15.100

Tabel 8. Onttrekkingsdebieten voor bemaling voor aanleg van de kesp.

7.2.2 Retourbemaling/lozing

Er wordt niet per definitie retourbemaling voorzien voor de bemaling van de kesp, omdat er als gevolg van de ondiepe bemaling geennoemenswaardige negatieve afgeleide effecten op de omgeving worden verwacht.

Wel wordt – op vraag van de VMM – de mogelijkheid open gehouden om het bemalingswater ondiep te retourneren t.h.v. het opgespoten haven terrein. De kwaliteit van het bemalingswater is (naast praktische aspecten) bepalend voor het al dan niet toepassen van retourbemaling. Indien de saliniteit van het ondiepe bemalingswater voldoende laag is (d.w.z. zoet of licht brak), is ondiep retourneren ervan in de lokaal aanwezige zoetwaterlens t.h.v. het opgespoten haven terrein te overwegen, mits dit praktisch haalbaar is. Mogelijk is voorbehandeling van het bemalingswater nodig alvorens te retourneren. Dit aspect is door de aannemer tijdens de bemalingen te evalueren in overleg met de betrokken actoren en rekening houdende met de gestelde eisen.

Omdat er niet per definitie retourbemaling wordt toegepast is het te lozen debiet gelijk aan het onttrekkingsdebiet van de bemaling (worst case), tenzij er alsnog retourbemaling wordt toegepast. Dit debiet wordt geloosd op het Verbindingsdok of het Boudewijnkanaal.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddelde lozing (m ³ /dag)	maximale lozing (m ³ /dag)	maximale lozing (m ³ /jr)	totaal geloosd (m ³)
1b: bemaling kesp	43	350	400	15.100	15.100

Tabel 9. Overzicht lozingsdebieten voor de bemaling kesp.

7.3 Geohydrologische effecten

De geohydrologische effecten van de bemaling zijn in deze paragraaf beschouwd. Er zijn geen nieuwe berekeningen uitgevoerd. De bemaling voor de aanleg voor de kesp is immers vergelijkbaar met de bemaling voor de aanleg van de ontlastvloer.

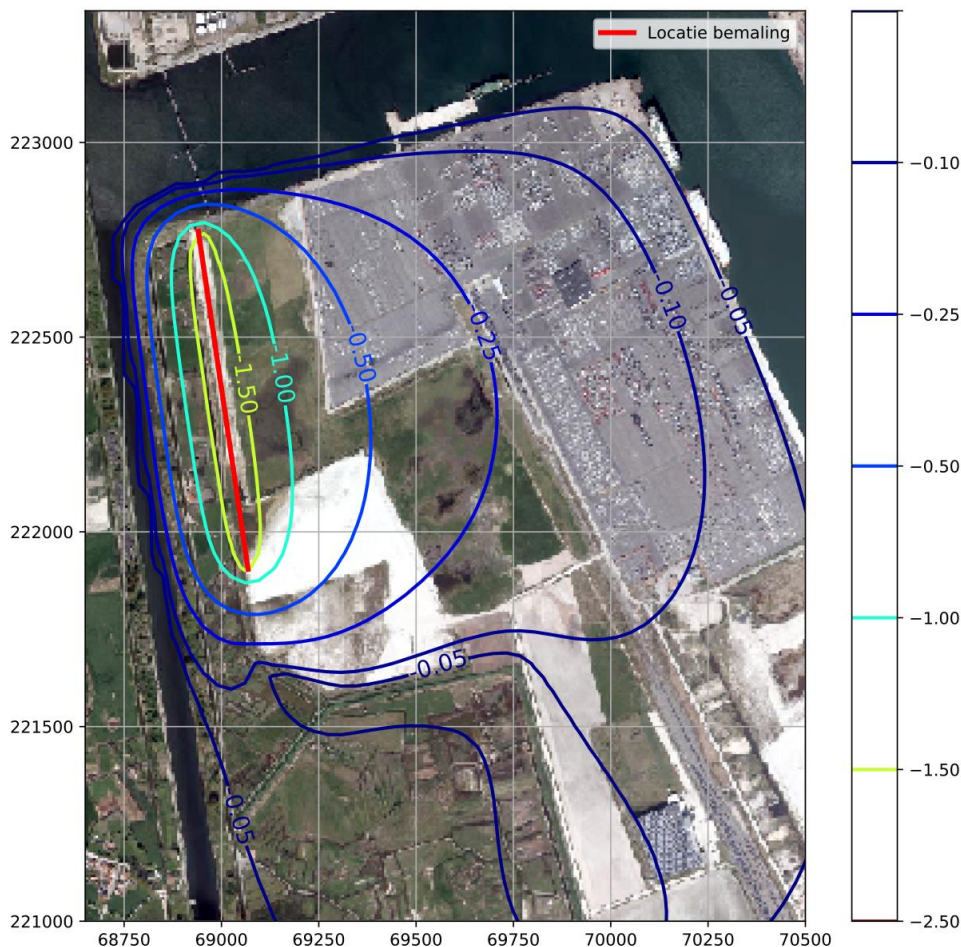
7.3.1 Verandering stijghoogte en grondwaterstand

De geohydrologische effecten van de bemaling zijn berekend voor de bemaling voor de ontlastvloer met het ontwerpmodel. Deze bemaling is vergelijkbaar met de bemaling voor de aanleg van de kesp. De verlaging voor de bemaling van de ontlastvloer ligt 0,5 m lager (tot 1,5mTAW i.p.v. tot 2 mTAW) dan voor de kesp bemaling. Hierdoor wordt het waterbezwaar hoger berekend. De effecten zijn stationair berekend voor een situatie waarbij de gehele bemaling gelijktijdig actief is. Dit is een worst-case situatie voor de verlaging van de grondwaterstand.

De geohydrologische effecten van de bemaling voor de aanleg van de kesp zijn weergegeven in onderstaande afbeeldingen. Figuur 2 toont de freatische verlaging als gevolg van de bemaling op basis van de modellering voor de ontlastvloer. De berekende verlaging ter plaatse van de Dudzeelse polder is kleiner dan 0,05 meter. Vanwege de vereenvoudigde invoer van het oppervlaktewatersysteem ter plaatse zal de verlaging van de grondwaterstand nog lager uitvallen dan in de berekening. Hiermee worden geen negatieve afgeleide effecten verwacht op het natuurgebied. De zoute kwelsituatie zal ook in stand blijven.

Qua effecten richting het oosten betreft dit een absolute worst-case berekening omdat de afsluitende werking van de diepwand niet is opgenomen in de berekeningen. In de praktijk zullen hierdoor de effecten richting het oosten lager uitvallen, en zal het debiet ook lager uitvallen.

Er is geen impact op de grondwaterstand ten westen van het Boudewijnkanaal, gezien het een vrij ondiepe verlaging betreft en het Boudewijnkanaal ondiep als hydrologische barrière geldt.



Figuur 37. “Worst-case” Freatische grondwaterstandsverlaging als gevolg van de bemaling voor de aanleg van de kesp en het aanbrengen van MV-palen.

7.3.2 Verandering zoet-zout verdeling

De bemaling voor de aanleg van de kesp is een ondiepe bemaling. Door de ondiepe bemaling wordt zoeter water onttrokken, hetgeen aangevuld via horizontale en verticale stroming van grondwater. De verticale component (bestaande uit zouter dieper grondwater) kan zorgen voor een verzilting nabij de bemaling. Dit effect zal echter door de korte duur (maximale verlaging treedt ca. 2,5 week op) van de bemaling lokaal zijn. Gezien de toekomstige gebruiksfunctie van de bovenliggende grond (ontgraven voor aanleg bouwdok) zal een verzilting niet tot noemenswaardige negatieve afgeleide effecten leiden t.h.v. en westelijk van de bemaling. Oostelijk van de bemaling (opgespoten haventerrein) wordt de afgeleide impact van de mogelijk lokale verzilting, als beperkt ingeschat gezien het toekomstige gebruik voor havenactiviteiten.

7.3.3 Zettingsrisico

In 0 is een beschouwing opgenomen van de maximale zettingen als gevolg van alle bemalingswerkzaamheden in en rondom het bouwdok. De bemaling voor de kesp is – in tegenstelling tot de bemaling voor het bouwdok – niet maatgevend voor het risico op zettingen in het gebied rondom het bouwdok. Er worden geen noemenswaardige risico's door zettingen verwacht bij deze bemaling. De verlagingen van de grondwaterstand

zijn immers beperkt en zullen in de praktijk nog lager uitvallen door de aanwezigheid van de diepwand. Door de fasering van de bemaling is de verlaging op een bepaalde locatie van relatief korte duur. Om die redenen zullen eventuele zettingen minimaal zijn. Voor een samenvatting van het zettingsrisico wordt verwezen naar paragraaf 8.3.3.

7.3.4 Interferentie met vergunde grondwaterwinningen

Er zijn geen belangrijke vergunde grondwaterwinningen in de nabije omgeving van het projectgebied aanwezig. De dichtstbij gelegen vergunde grondwaterwinning betreft een ondiepe winning uit het Quartaire Aquifersysteem aan de overzijde van het Boudewijnkanaal. Deze grondwaterwinning bevindt zich op zo'n 400 m afstand. Gezien de beoogde grondwaterverlaging eerder beperkt is (ondieper dan de betrokken grondwaterwinning) en gezien het Boudewijnkanaal zich als hydrologische barrière tussen de bemaling en de grondwaterwinning bevinden, wordt niet verwacht dat er een noemenswaardige interferentie zal optreden tussen deze bemaling en reeds vergunde grondwaterwinningen.

7.3.5 Interferentie met oppervlaktewater

Op locatie van het toekomstige bouwdok liggen op het moment van uitvoeren van deze bemaling nog watergangen. De invloed van de bemaling op deze watergangen is afhankelijk van de aanvoer van water naar deze waterlopen. Er is aangenomen dat de aanvoer van oppervlaktewater voldoende is om het peil in te handhaven in alle waterlopen (zowel de lokale waterlopen als het Boudewijnkanaal en de dokken). De beken ter hoogte van het projectgebied kunnen – rekening houdende met de korte afstand tot de bemaling – mogelijk aan noemenswaardige verdroging onderhevig zijn. Er wordt niet verwacht dat dit nadelige gevolgen heeft voor de omgeving aangezien deze waterlopen niet lang na het uitvoeren van deze bemaling toch verdwijnen door de ontgraving voor de aanleg van het bouwdok. Bij de bespreking van de bemaling voor de diepwand wordt reeds besloten dat omlegging van de Eivoordebeek aangewezen is alvorens er bemalingen plaatsvinden die hierop een relevante invloed hebben. Er wordt hierop dan ook geen relevante invloed verwacht bij de latere bemaling voor de kesp.

Er zal water vanaf het oppervlaktewater infiltreren in de bodem als gevolg van de verlagingen die worden veroorzaakt door de bemaling. Dit is niet meegenomen in de modellering waardoor de berekende freatische verlaging een overschatting is.

7.3.6 Risico's door verontreinigingen

De bemaling voor de kesp is niet maatgevend voor het risico op verspreiding van aanwezige antropogene verontreinigingen in het gebied rondom het bouwdok. De bemaling voor het bouwdok is hiervoor maatgevend (zie punt 7.3.6).

8 Bemaling bouwdok

In dit hoofdstuk is een globaal ontwerp gegeven van de bemaling voor de gebruiksfase van het bouwdok en de verwachte geohydrologische effecten. De bemaling is ontworpen met behulp van het “ontwerpmodel”. Daarin is voorstel gedaan voor het aantal onttrekkings- en retourbronnen, de ligging en de eigenschappen van die bronnen. Met dit model is waterbezwaar berekend, hoeveel geretourneerd wordt, en welk volume geloosd moet worden.

De effecten van deze bemaling op de omgeving zijn nader beschouwd met behulp van het “effectmodel”.

Het uiteindelijke ontwerp kan nog wijzigen in overleg met de bemaler. Hierbij kan gedacht worden aan de locaties en aantallen van de onttrekkings- of retourbronnen omdat bodemonderzoek uitgevoerd door de opdrachtnemer aantoont dat een dergelijke aanpassing een gunstig invloed heeft op de kosten, het waterbezwaar, en/of de effecten naar de omgeving. Deze aanpassingen zullen evenwel geen grotere impact op de omgeving hebben dan in het MER en in de voorliggende hydrogeologische studie is beschreven. Hiertoe worden de algemene eisen aan de uitvoering van de (retour)bemaling zoals geformuleerd onder punt 4.1 opgenomen als bindende randvoorwaarde in het uitvoeringsbestek.

8.1 Configuratie en technische specificaties bemaling

De ligging van de onttrekking en retourbronnen is weergegeven in Figuur 38. Het aantal en de locaties van de bronnen is iteratief bepaald met behulp van het “ontwerpmodel”. Hierbij is rekening gehouden met de bodemopbouw zoals deze is bepaald aan de hand van de uitgevoerde bemalingsproef en met overcapaciteit en onderhoud van de bronnen.

8.1.1 Locaties onttrekkingsputten

De onttrekkingsbronnen zijn aan de binnenzijde langs de randen van het bouwdok geplaatst met 4 bronnen aan weerszijde van het bouwdok. De bronnen worden geplaatst voor de ontgraving van het bouwdok maar zullen in de eindsituatie aan de basis van de taluds staan, op ca. 25 m naar binnen toe vanaf de westelijke damwand, en op ca. 20 m naar binnen toe vanaf de diepwand aan de oostzijde. Dit is naar verwachting de gunstigste plek voor de bronnen en leidingen. Hierbij is gezorgd dat het debiet van de onttrekkingsbronnen dusdanig is dat de verlaging in het midden van het bouwdok (het maatgevende punt) voldoet aan de verlagingseis van -7.6 m TAW.

8.1.2 Technische specificaties onttrekkingsbronnen

De grondwaterstand moet verlaagd worden tot TAW-7.6 m. Er zijn 8 onttrekkingsbronnen voorgesteld met ligging zoals hierboven aangegeven. De bronnen worden voorzien van onderwaterpompen.

Hieronder zijn de mogelijke technische specificaties van de onttrekkingsputten weergegeven.

- | | |
|--------------------|--|
| - aantal putten | : 8 onttrekkingsputten |
| - locaties | : locaties zijn weergegeven in Figuur 38 |
| - capaciteit | : circa 50 m ³ /uur |
| - pomp | : onderwaterpomp |
| - diameter boorgat | : 500 mm |
| - diameter filter | : 250 mm |
| - boorsysteem | : door aannemer nader te bepalen (niet spoelboring) |
| - diepte boorgat | : ca. TAW-20 meter (tot maximaal top kalkzandsteen laag) |

- filterlengte : ca. 12 meter
- filterstelling : onderzijde filter 1 a 2 meter boven kalkzandsteen laag (voor zandvang),
exacte diepteligging door aannemer te bepalen bij plaatsing
- sleufperforatie : door aannemer nader te bepalen
- blind : verlengen met stijgbuis tot boven het maaiveld
- zandvang : 1 á 2 meter, door aannemer nader te bepalen
- omstorting : grind (diameter door aannemer nader te bepalen) rondom het filter
aanbrengen, de storende lagen afdichten met
zweklei, de resterende meters in het boorgat
opvullen met schoon zand of grind

8.1.3 Locaties retourputten

Er is een retourbemaling nodig aan de zuidzijde van het bouwdok om de hydrologie in de Dudzeelse polder niet nadelig te beïnvloeden, en er is een retourbemaling nodig aan de oostzijde van het bouwdok om risico's op zettingschade ter plaatse van de autoterminal tot een minimum te reduceren.

De injectiedebieten zijn ingeschat op basis van de observaties tijdens de bemalingsproef, ca. 5 m³/uur, of 120 m³/dag per injectieput. De bronnen zijn geplaatst tussen het bouwdok en het natuurgebied en tussen het bouwdok en de autoterminal. Vanwege de beoogde locatie voor de stockage van grond is de ruimte voor de plaatsing van bronnen bij de Dudzeelse polder beperkt. Bij het deponeren van de grond moet rekening gehouden worden dat er aan de grens met het natuurgebied enkele meters (max. 5 m) ruimte wordt gereserveerd voor het plaatsen van de retourbronnen, het leggen van leidingen en voor de bereikbaarheid met materieel. De bronnen tussen het bouwdok en de autoterminal zijn zo dicht mogelijk tegen de autoterminal geplaatst. Dit is gunstig voor het waterbezwaar en zorgt ervoor dat de verlaging van de stijghoogte gemitigeerd wordt t.h.v. de Dudzeelse polder en de autoterminal.

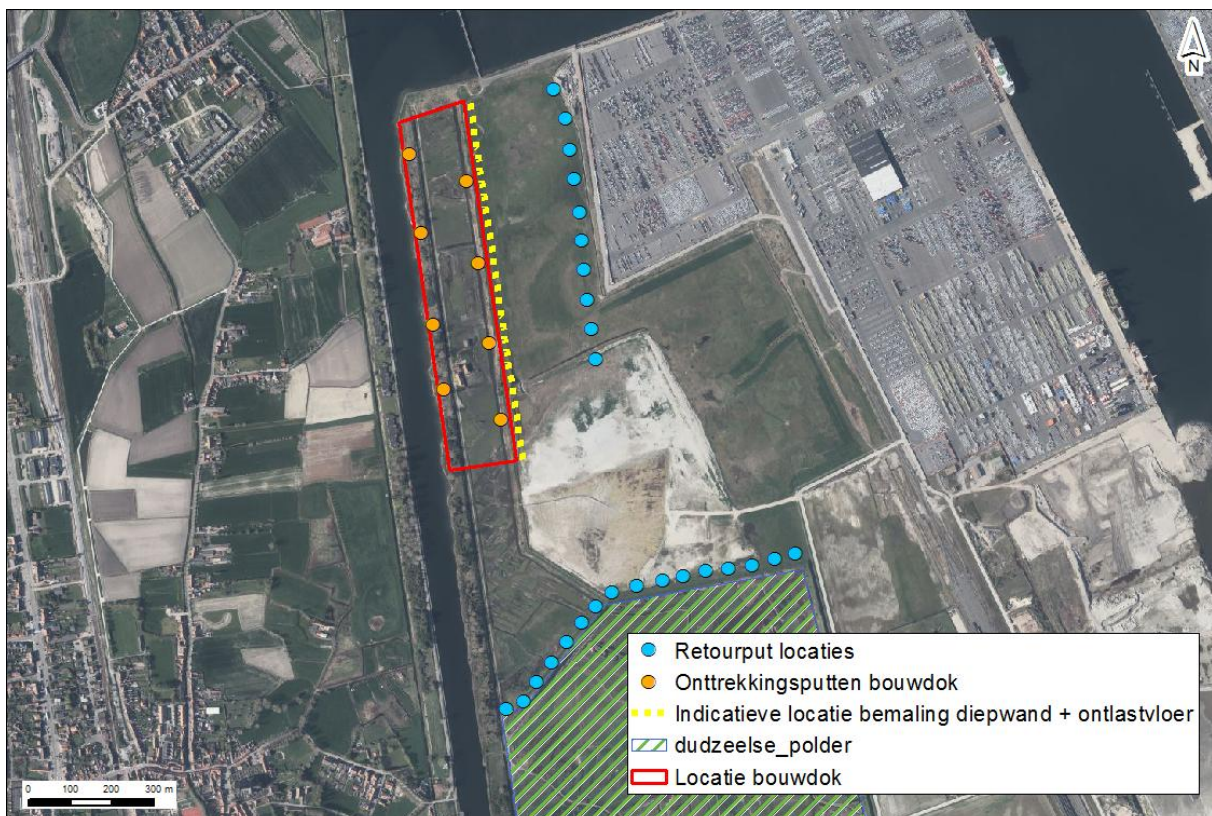
8.1.4 Technische specificaties retourbemaling

De grondwaterstand mag in het natuurgebied ten zuiden van het bouwdok niet nadelig beïnvloed worden. Om de effecten van de bemaling ter plaatse van het natuurgebied te beperken tot een aanvaardbaar niveau wordt retourbemaling toegepast.

In dit ontwerp is uitgegaan van een capaciteit van 5 m³/uur per injectieput. Berekeningen wijzen uit dat er 50% van het onttrokken water geretourneerd dient te worden om negatieve effecten op de Dudzeelse Polder en de autoterminal te voorkomen. Hiermee zijn ca. 26 bronnen vereist (16 voor het retourneren van het debiet, conservatief ingeschat, en 10 voor de robuustheid van het systeem (onderhoud, verstopping put etc.)). De filterdieptes van de injectieputten liggen tussen de -9 m TAW en -18 m TAW. Het onttrokken grondwater wordt in dezelfde laag ingebracht als de laag waaruit het onttrokken wordt. Bij het retourneren is het van belang dat het risico op verstopping geminimaliseerd wordt. De grondwaterkwaliteit die is gemeten tijdens de bemalingsproef toont aan dat er een reëel risico is op verstopping in de lange termijn vanwege de hoge gehalten aan ijzer, mangaan en kalk. Doelstelling is om het onttrokken water zonder blootstelling aan zuurstof te retourneren. Een alternatieve mogelijkheid kan zijn om ontijzering en ontkalking toe te passen alvorens het water te injecteren.

Hieronder zijn de mogelijke technische specificaties van de injectieputten weergegeven.

- aantal putten : 26 infiltratieputten
- locaties : locaties zijn weergegeven in Figuur 38. Door aanwezigheid van het gronddepot is het mogelijk dat de locaties van de retourbronnen enkele meters kunnen verschuiven. Dit wordt door de aannemer nader bepaald.
- diameter boorgat : 500 mm
- diameter filter : 250 mm
- boorsysteem : door aannemer nader te bepalen
- diepte boorgat : ca. -20 meter TAW (tot maximaal top kalkzandsteen laag)
- filterlengte : ca. 12 meter
- filterstelling : ca. tussen -9 m TAW en -18 m TAW;
- sleufperforatie : door aannemer nader te bepalen
- blind : verlengen met stijgbuis tot boven het maaiveld
- zandvang : 1 á 2 meter
- omstorting : grind rondom het filter
aanbrengen, de storende lagen afdichten met
zweklei, de resterende meters in het boorgat
opvullen met schoon zand of grind



Figuur 38. Locaties onttrekking en retourbronnen (indicatief, voor exacte locaties zie

8.2 Waterbezwaar

Het waterbezwaar is afhankelijk van het aantal en de configuratie van de onttrekking en injectieputten. Die eigenschappen zijn weer afhankelijk van het berekende waterbezwaar. In een iteratief proces is een ontwerp gekozen en het bijbehorende waterbezwaar berekend.

8.2.1 Onttrekkingsbronnen

Het waterbezwaar van de bemaling van het bouwdok is maximaal ca. 5.500 m³/dag. Per jaar betekent dat dat er maximaal een volume van ca. 2,01 Mm³/jr onttrokken wordt. Op basis van de meest recente bouwplanning is de totale beoogde levensduur van het bouwdok is ca. 120 weken waarmee het totale waterbezwaar komt op ca. 3,32 Mm³.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddeld debiet (m ³ /dag)	maximaal debiet (m ³ /dag)	maximaal debiet (m ³ /jr)	totaal waterbezwaar (m ³)
2a: ontgraven bouwdok	34	2.500*	5.500	< 1,31*10 ⁶	< 1,31*10 ⁶
2b: gebruiksfase bouwdok	86	5.000	5.500	2,01*10 ⁶	3,32*10 ⁶

Tabel 10. Waterbezwaar voor ontrekkingsputten tijdens ontgraving en gebruik bouwdok.

* voor het schatten van een gemiddeld debiet van de bemaling gedurende de ontgravingsfase moeten veel aannames gemaakt worden. Het debiet schaaft ongeveer proportioneel met de verlaging. Dus bij de helft van de vereiste verlaging zal de helft van het debiet uit de gebruiksfase onttrokken worden. Met de aanname dat de ontgraving met hetzelfde tempo blijft verlopen vanaf het begin tot de einddiepte bereikt is zal het gemiddelde debiet tussen het einddebet en 0 liggen.

8.2.2 Retourbronnen

Het geïnjecteerde volume per dag en per jaar is opgenomen in onderstaande tabel voor de bemaling van het bouwdok.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddeld retourdebet (m ³ /dag)	maximaal retourdebet (m ³ /dag)	maximaal retourdebet (m ³ /jr)	totaal geretourneerd (m ³)
2a: ontgraven bouwdok	34	1.250*	2.750	655.000	655.000
2b: gebruiksfase bouwdok	86	2.500	2.750	1.01*10 ⁶	1.66*10 ⁶

Tabel 11. Retourdebieten voor bemaling bouwdok.

8.2.3 Lozing

Het water dat niet via de retourbemaling terug in de grond wordt geïnjecteerd wordt geloosd op het Boudewijnkanaal of op de dokken. Het te lozen volume aan grondwater per dag en per jaar is opgenomen in onderstaande tabel.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddelde lozing (m ³ /dag)	maximale lozing (m ³ /dag)	maximale lozing (m ³ /jr)	totaal geloosd (m ³)
2a: ontgraven bouwdok	34	1.250	2.750	655.000	655.000
2b: gebruiksfase bouwdok	86	2.500	2.750	1.01*10 ⁶	1.66*10 ⁶

Tabel 12. Overzicht lozingsdebieten voor bemaling bouwdok.

8.3 Geohydrologische effecten

8.3.1 Verandering stijghoogte en grondwaterstand

8.3.1.1 Algemeen

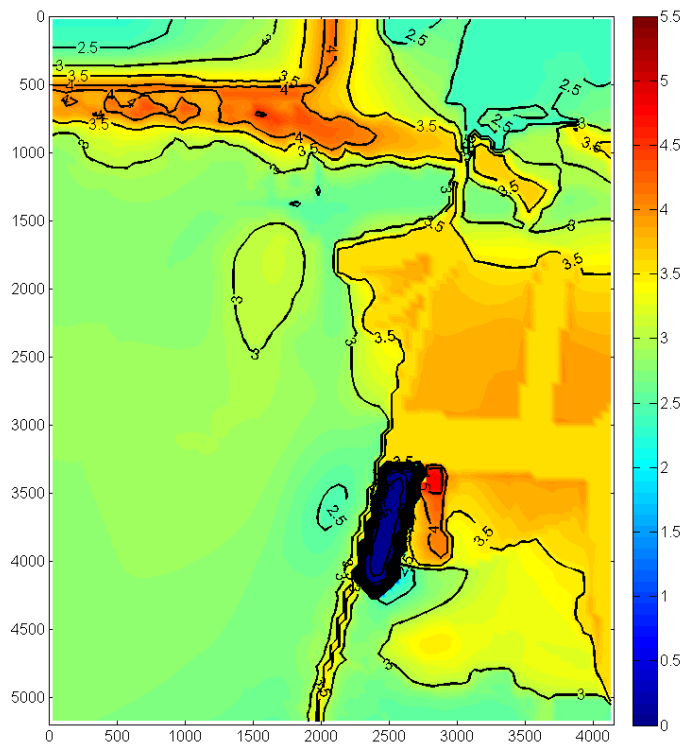
De verandering in stijghoogte, grondwaterstand en zoet-zoutverdeling ingevolge de bemaling om het bouwdok droog te houden is in beeld gebracht in de recente, geactualiseerde modellering door de Universiteit van Gent (effectmodel). Hierbij wordt uitgegaan van het toepassen van retourbemaling dewelke zorgt voor een milderend effect op de omgeving. De situatie zonder retourbemaling wordt enkel informatief weergegeven bij de doorsneden (paragraaf 7.3.1.2). De verlaging rondom het bouwdok wordt sterk verminderd door het toepassen van retourbemaling. Nabij het natuurgebied worden er geen effecten berekend. Wel is er een verlaging van de freatische grondwaterstand aan de westzijde van het Boudewijnkanaal van maximaal 0,5 m (zie ook punt 7.3.1.3). Ook onder de autoterminal wordt een verlaging berekend ten opzichte van de huidige situatie van 0,5 m. Met een nadere optimalisatie van de retourbemaling tussen het bouwdok en de autoterminal kan de verlaging ter plaatse verder gemitigeerd worden. Hierdoor zal het te onttrekken debiet iets toenemen. Essentieel hierbij is het reduceren van de negatieve effecten tot een aanvaardbaar niveau. Ter hoogte van autoterminal is het beperken van de zettingen tot een aanvaardbaar niveau bepalend voor de verdere optimalisatie van de retourbemaling (zie ook punt 7.3.1).

Het debiet van de bemaling wordt geschat op ca. 5900 m³/dag om het bouwdok droog te houden. Het debiet kan onderverdeeld worden in een lekdebet door de wanden en verticale stroming door de bodem:

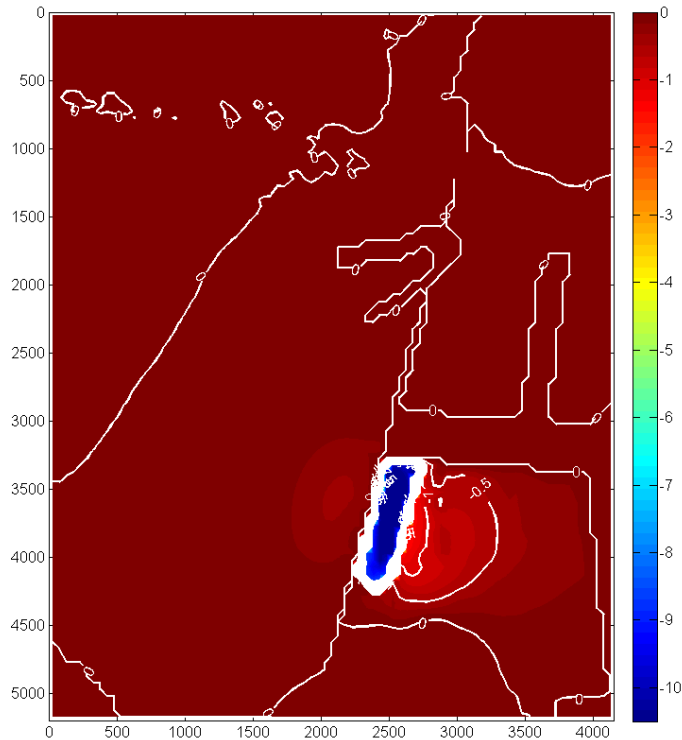
- Horizontaal lekdebet: ca. 300 m³/dag
- Verticale stroming door de bodem: ca. 5600 m³/dag
- Retourdebet is ca. 3000 m³/dag, of ca. 135 m³/dag per put

Het debiet is hoger dan in de situatie zonder retourbemaling, maar de toename is beperkt. Omgerekend moet er nu 43 mm/dag over het gehele oppervlak van het bouwdok weggepompt worden. Dit is een toename van ongeveer 13%.

De kwelsituatie wordt beschouwd aan de hand van de doorsneden in paragraaf 8.3.1.2.



Figuur 39. Freatische grondwaterstand in mTAW (stijghoogte in bouwput is lager dan 0 mTAW maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden).

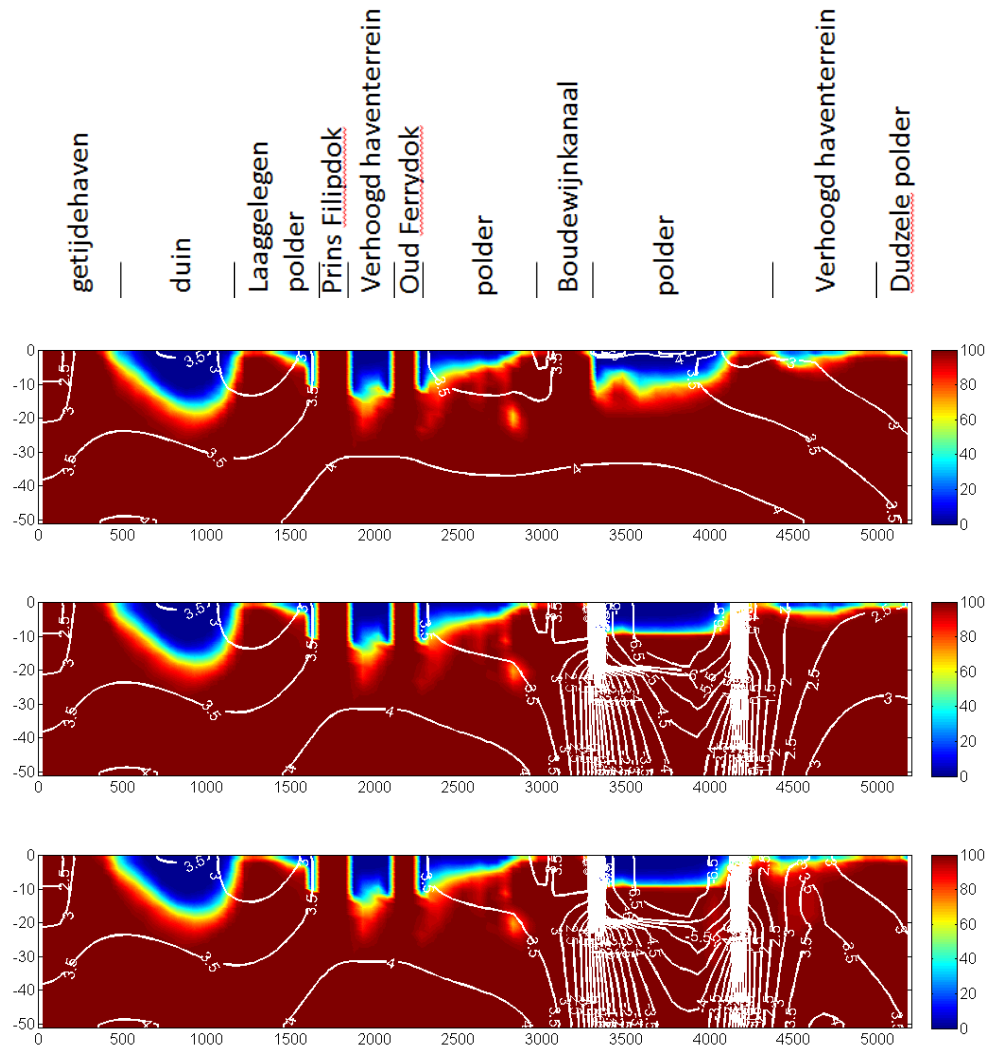


Figuur 40. Verschil stijghoogte in modellaag 2 t.o.v. referentiesituatie door aanwezigheid bouwdok met retourbemaling.

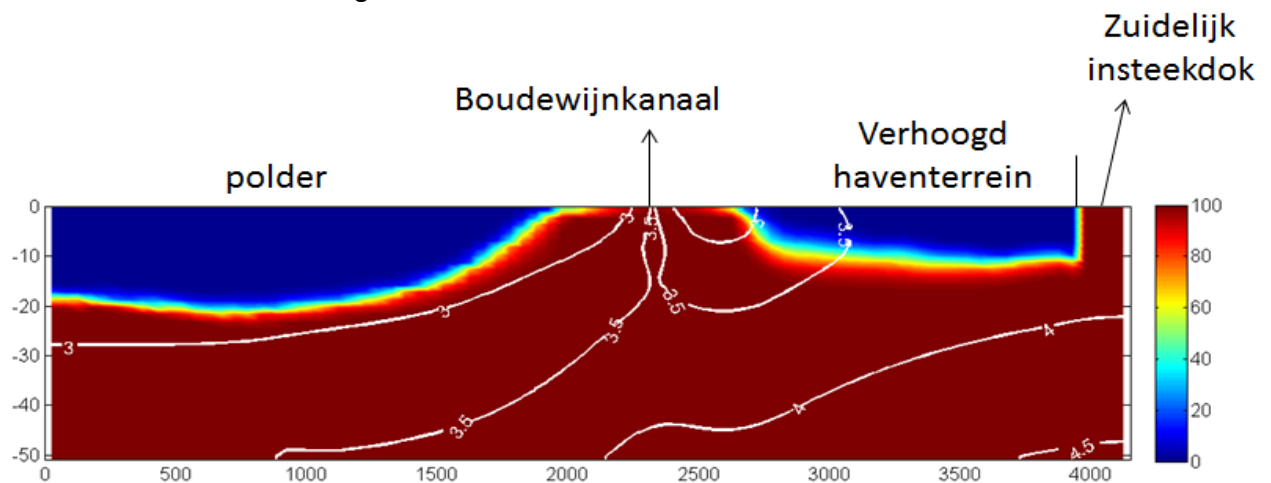
8.3.1.2 Doorsnedes – kwel

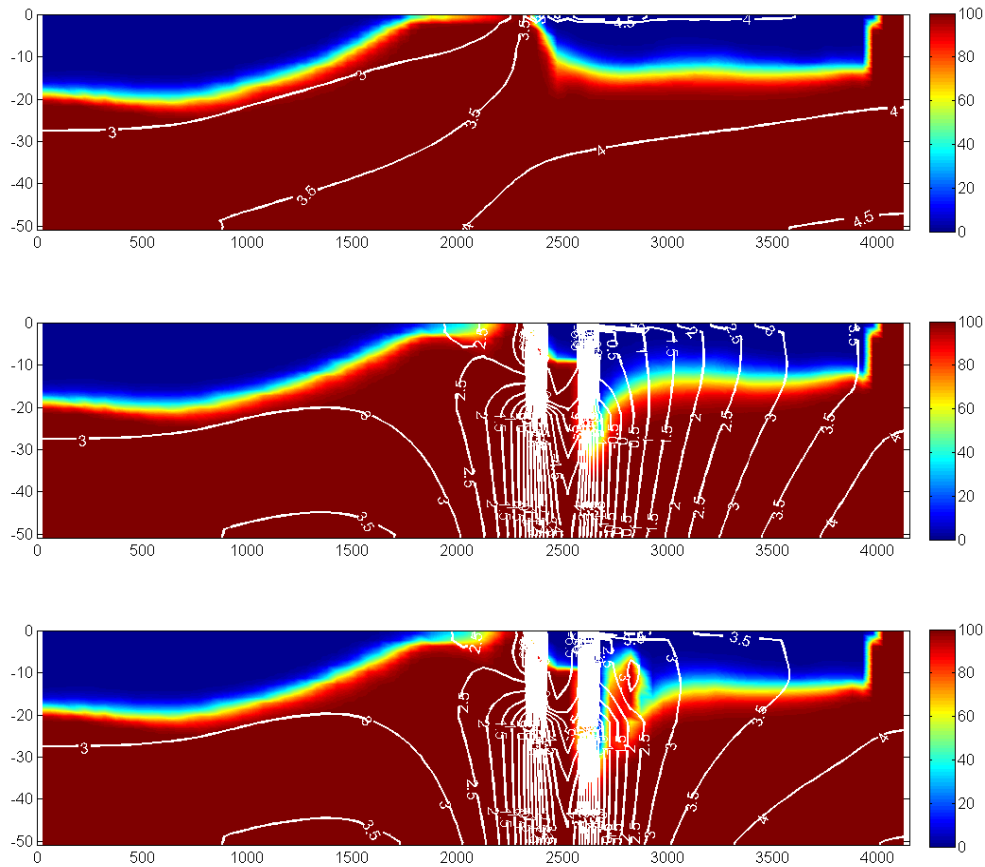
De volgende figuren laten een doorsnede van het model zien in de huidige situatie, het scenario met het bouwdok, en het scenario met het bouwdok en retourbemaling. In Figuur 41 is zichtbaar dat de hoeveelheid kwel afneemt bij aanwezigheid van het bouwdok ten opzichte van de huidige situatie. Voor het natuurgebied is het belangrijk dat er een kwelsituatie blijft bestaan. Dit is voor beide scenario's met het bouwdok het geval echter is de kwelflux bij toepassing van retourbemaling groter.

In Figuur 42 is de werking van retourbemaling duidelijk zichtbaar. De stijghoogte onder het verhoogde haventerrein wordt minder verlaagd en de situatie blijft dicht bij de huidige situatie. Voor het minimaliseren van de effecten van de bemaling voor het bouwdok is de toepassing van retourbemaling dan ook een geschikte maatregel.



Figuur 41. Doorsneden met zoutwaterpercentages (kleurenschaal) en stijghoogtes (witte contourlijnen) langs kolom 50 (zie Figuur 25) voor (van boven naar onder) de huidige situatie, scenario met bouwdok en scenario met bouwdok en retourbemaling.





Figuur 42. Doorsnedes met zoutwaterpercentages (kleurenschaal) en stijghoogtes (witte contourlijnen) langs rij 75 (zie Figuur 25) voor (van boven naar onder) de huidige situatie, scenario met bouwdok en scenario met bouwdok en retourbemaling.

8.3.1.3 Zone ten westen van het Boudewijnkanaal

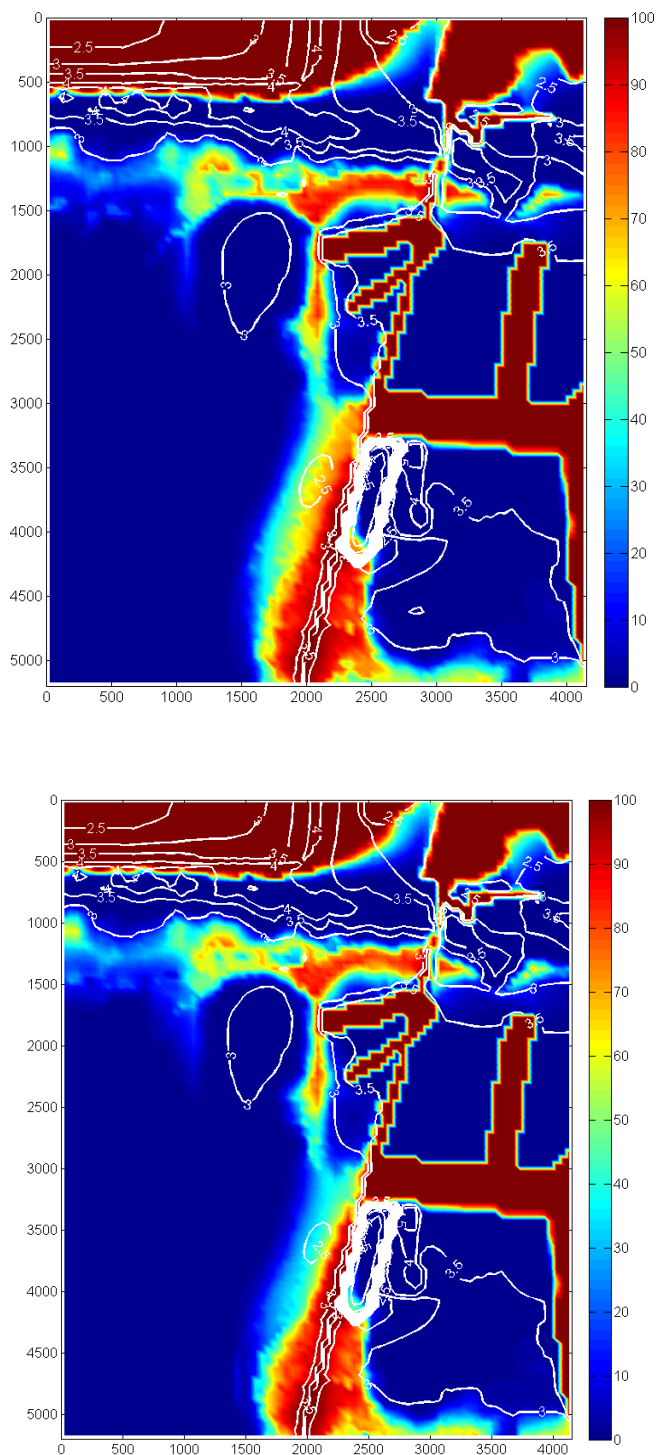
Zoals uit paragraaf 7.3.1.1 blijkt, kan een verlaging van de freatische grondwaterstand van maximaal 0,5 m aan de westzijde van het Boudewijnkanaal optreden ingevolge de bemaling voor het bouwdok. Deze verlaging wordt berekend voor een zeer beperkt gebied dat momenteel in landbouwgebruik is. Ter hoogte van het daarrond liggende, iets grotere gebied, wordt een beperktere verlaging (ong. 0,2 m) berekend. Ook deze ruimere zone is in landbouwgebruik.

De mate waarin de bemaling aanleiding zal geven tot het optreden van een negatieve impact op de landbouwfunctie (verdroging, droogteschade), zal in belangrijke mate bepaald worden door klimatologische omstandigheden. De mate van neerslag bepaalt immers in belangrijke mate de beschikbaarheid van water in de ondiepe bodem i.f.v. de gewasgroei en ook de aanrijking van de grondwatertafel. Monitoring van zowel de peilen als de saliniteit van het ondiepe grondwater in de zone ten westen van het Boudewijnkanaal is dan ook essentieel om de daadwerkelijke impact van de bemaling tijdens uitvoering in beeld te brengen. Een eventuele toegenomen saliniteit van het ondiepe grondwater zou immers de negatieve impact van verdroging sterk verhogen en is dan ook belangrijk om mee te monitoren. Uit de modellering van UGent blijkt evenwel een afname van de saliniteit ten westen van het Boudewijnkanaal, zodat dit geen probleem lijkt te vormen.

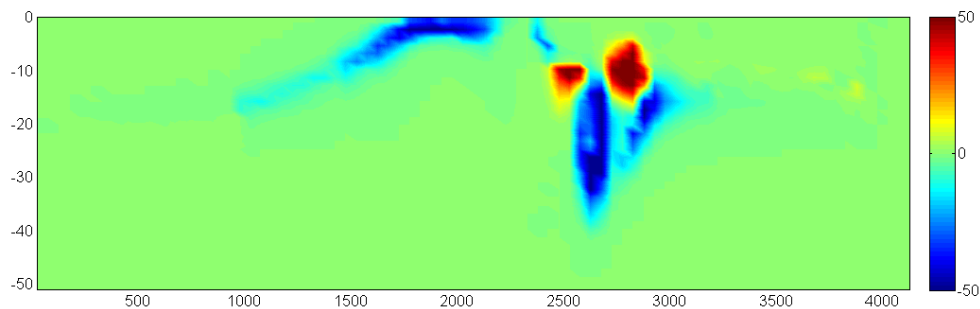
Om een vergelijkingsbasis te hebben is monitoring voorafgaandelijk aan de start van de bemaling aangewezen. Vergelijking van de gemeten peilen en saliniteit tijdens de referentiesituatie (voorafgaande aan de bemaling) en deze gemeten tijdens de bemaling laat toe om – samen met vaststellingen op terrein inzake eventuele verminderde gewasgroei – de negatieve impact van de bemaling in beeld te brengen. Indien nodig kunnen hieraan de nodige maatregelen gekoppeld worden om de impact te milderen. Deze maatregelen kunnen bestaan uit lokale beregening of irrigatie d.m.v. infiltratiedrains.

8.3.2 Verandering zoet-zoutverdeling

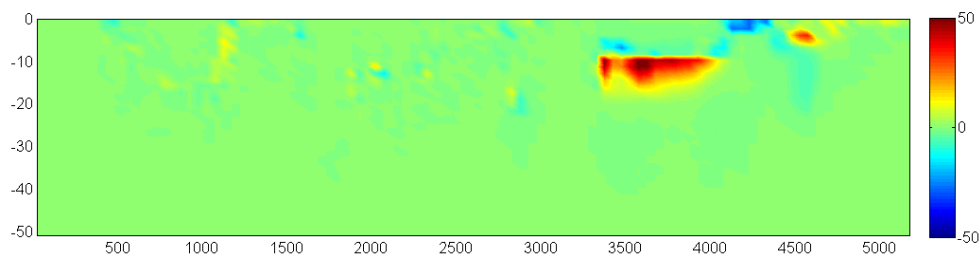
De zoet-zoutverdeling van het grondwater is weergegeven in na 1 en 3 jaar. Hierin is te zien dat de situatie weinig verandert ten opzichte van de referentiesituatie. Nabij het natuurgebied worden iets hogere zoutwaterconcentraties berekend. Dit komt tegemoet aan het belang van de Dudzeelse polder als habitat voor vegetaties gelinkt aan zilte kwel.



Figuur 43. Zoutwaterpercentages in modellaag 1 in scenario met retourbemaling na 1 en 3 jaar.



Figuur 44 Verschil zoutwaterpercentage tussen scenario met retourbemaling en huidige situatie langs rij 75.



Figuur 45 Verschil zoutwaterpercentage tussen scenario met retourbemaling en huidige situatie langs kolom 50.

8.3.3 Risico's door zettingen

[Nog in te vullen in afwachting van zettingsberekening.]

8.3.4 Interferentie met vergunde grondwaterwinningen

Er bevindt zich 1 vergunde grondwaterwinning in de ruimere omgeving van het bouwdok, nl. ten westen van het Boudewijnkanaal t.h.v. het aldaar gelegen landbouwbedrijf. Het betreft een vergunde grondwaterwinning van het landbouwbedrijf op een diepte van 9 m in het Quartair aquifersysteem. Het vergunde dagdebiet is 8,2 m³ en het vergund jaardebiet is 3000 m³.

Er wordt een verlaging berekend van maximaal 1 m op een diepte van -5 mTAW aan de westzijde van het Boudewijnkanaal. Daarmee is er geen risico dat de grondwateronttrekking ter plaatse droogvalt. Het grondwater op die diepte is zout volgens de initiële zoet-zoutverdeling in het grondwatermodel van de Universiteit van Gent. Dit wijzigt niet gedurende de bemaling van het bouwdok. Er wordt geen nadelige invloed verwacht op deze onttrekking als gevolg van de bemaling van het bouwdok.

8.3.5 Interferentie met oppervlaktewater

Er is aangenomen dat de aanvoer van oppervlaktewater voldoende is om het peil in te handhaven in alle waterlopen (zowel de lokale waterlopen als het Boudewijnkanaal en de dokken). Er zal water vanaf het oppervlaktewater infiltreren in de bodem als gevolg van de verlagingen die worden veroorzaakt door de bemaling.

8.3.6 Risico's door verontreiniging

Op basis van de resultaten van het Grondwateronderzoek OWV7-ATL-RAP-009, de informatie bekomen uit de OVAM-dossiers gelegen binnen de invloedsstraal van de bemaling en de begrote invloedsstraal van de bemaling kan besloten worden dat er geen risico bestaat voor het aantrekken van antropogene verontreinigingen.

9 Bemaling ontlastvloer

Voor de aanleg van de ontlastvloer is een bemaling nodig waarbij de grondwaterstand verlaagd wordt tot +1,5 m TAW. Hiervoor is een freatische bemaling benodigd. In dit hoofdstuk is een ontwerp voor de bemaling gepresenteerd die is bepaald met behulp van het ontwerpmodel. Het waterbezwaar en de effecten op de omgeving zijn ook ingeschat met hetzelfde ontwerpmodel.

9.1 Configuratie bemaling

Om het grondwater weg te pompen wordt vacuümbemaling voorgesteld met afstand tussen de bronnen van 3 m. De totale lengte van de vloer is ca. 900m. Het aantal bronnen komt daarmee op ca. 290 stuks. Per 50 m wordt een vacuümpomp aangesloten om het grondwater te onttrekken, waarmee het benodigde aantal vacuümpompen op ca. 17 komt.

De maximale verlaging van de grondwaterstand is 4m. De bronnen worden aan de oostkant van de locatie van de ontlastvloer aangebracht.



Figuur 46. Locatie freatische bemaling voor aanleg ontlastvloer

9.1.1 Technische specificaties freatische bemaling

Hieronder zijn de technische specificaties van de freatische bemaling weergegeven.

- aantal putten : vacuüm onttrekkingsputten met h.o.h. afstand 3 m (ca. 290 stuks)

- locaties : locaties zijn weergegeven in Figuur 46.
- pomp : vacuümpompen om de 50 m, (ca. 17 stuks)
- diameter filter : 50 mm
- boorsysteem : door aannemer nader te bepalen
- diepte boorgat : ca. TAW -1 meter
- filterlengte : gehele lengte buis
- filterstelling : ca. tussen +1 m TAW en -1 m TAW, door aannemer nader te bepalen
- sleufperforatie : door aannemer nader te bepalen
- zandvang : 0.5 meter, door aannemer nader te bepalen
- omstorting : grind (diameter door aannemer nader te bepalen) rondom het filter
aanbrengen, de storende lagen afdichten met
zweklei, de resterende meters in het boorgat
opvullen met schoon zand of grind

9.2 Waterbezwaar

Het waterbezwaar van de bemaling en het lozingsdebiet is berekend per dag en per jaar.

9.2.1 Onttrekkingsbronnen

Het berekende waterbezwaar voor deze bemaling is maximaal ca. 400 m³/dag. De totale duur van de bemaling wordt geschat op ca. 30 weken. Het totale waterbezwaar komt daarmee op 84.000 m³.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddeld debiet (m ³ /dag)	maximaal debiet (m ³ /dag)	maximaal debiet (m ³ /jr)	totaal waterbezwaar (m ³)
3: bemaling ontlastvloer	30	350	400	84.000	84.000

Tabel 13. Onttrekkingsdebieten voor bemaling ontlastvloer.

9.2.2 Retourbronnen

Er wordt niet per definitie retourbemaling voorzien voor de (ondiepe) bemaling van de ontlastvloer omdat er als gevolg van de bemaling geen noemenswaardige negatieve afgeleide effecten op de omgeving worden verwacht..

Wel wordt – op vraag van de VMM – de mogelijkheid open gehouden om het bemalingswater ondiep te retourneren t.h.v. het opgespoten haventerrein. De kwaliteit van het bemalingswater is (naast praktische aspecten) bepalend voor het al dan niet toepassen van retourbemaling. Indien de saliniteit van het ondiepe bemalingswater voldoende laag is (d.w.z. zoet of licht brak), is ondiep retourneren ervan in de lokaal aanwezige zoetwaterlens t.h.v. het opgespoten haventerrein te overwegen, mits dit praktisch haalbaar is. Mogelijk is voorbehandeling van het bemalingswater nodig alvorens te retourneren. Dit aspect is door de aannemer tijdens de bemalingen te evalueren in overleg met de betrokken actoren en rekening houdende met de gestelde eisen.

Omdat er niet per definitie retourbemaling wordt toegepast is het te lozen debiet gelijk aan het onttrekkingsdebiet van de bemaling, tenzij er alsnog retourbemaling wordt toegepast. Dit debiet wordt geloosd op het Boudewijnkanaal of de dokken.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddelde lozing (m ³ /dag)	maximale lozing (m ³ /dag)	maximale lozing (m ³ /jr)	totaal geloosd (m ³)
3: bemaling ontlastvloer	30	350	400	84.000	84.000

Tabel 14. Overzicht lozingsdebieten voor de bemaling ontlastvloer.

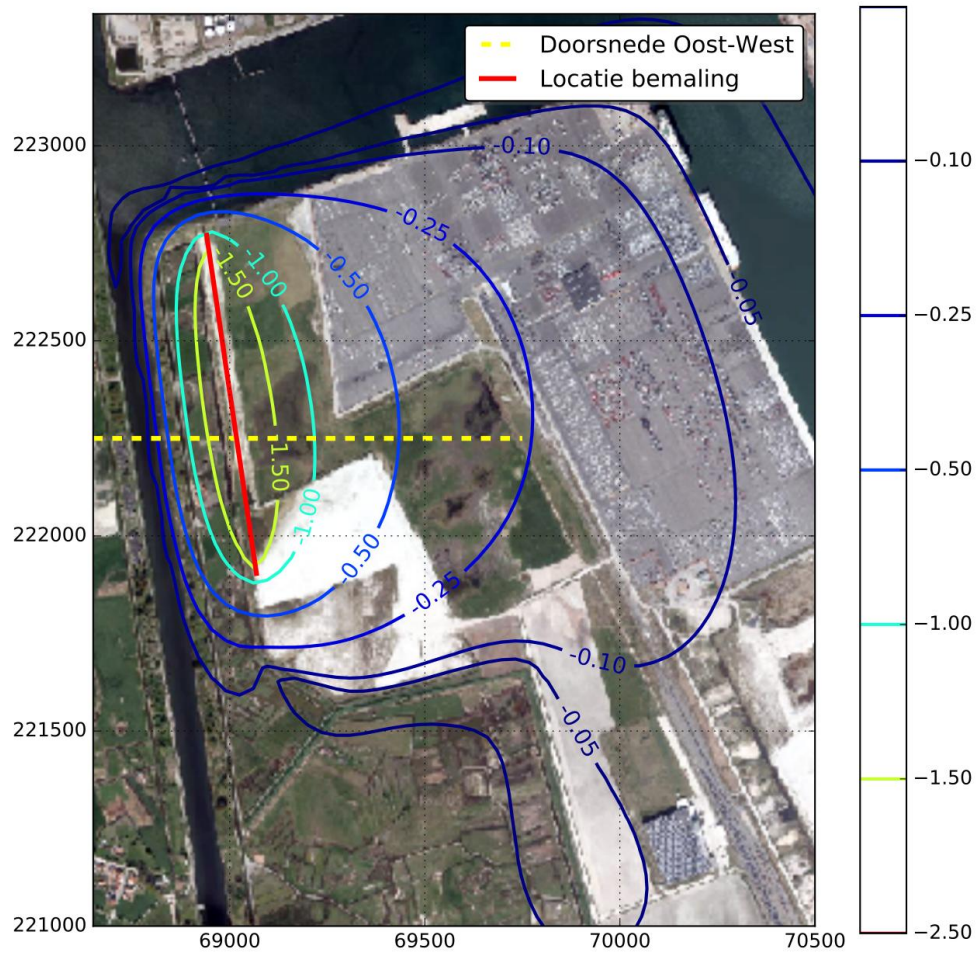
9.3 Geohydrologische effecten

9.3.1 Verandering stijghoogte en grondwaterstand

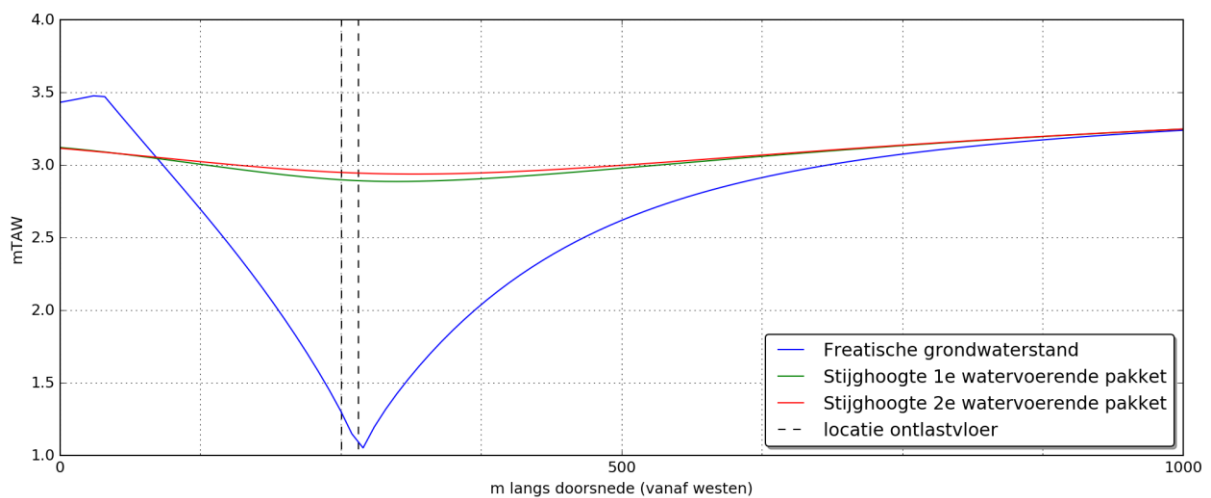
De geohydrologische effecten van de bemaling zijn berekend met het ontwerpmodel.

De geohydrologische effecten van de bemaling voor de aanleg van de ontlastvloer zijn weergegeven in onderstaande afbeeldingen. Figuur 47 toont de freatische verlaging als gevolg van de bemaling. De berekende verlaging ter plaatse van de Dudzeelse polder is kleiner dan 0,05 meter. Vanwege de ruwe invoer van het oppervlaktewatersysteem ter plaatse zal de verlaging van de grondwaterstand nog lager uitvallen dan in de berekening. Hiermee worden geen negatieve afgeleide effecten verwacht op het natuurgebied. De zoute kwelsituatie zal ook in stand blijven.

In Figuur 48 is de stijghoogte in mTAW langs de west-oost doorsnede weergegeven. Hierin is ook de locatie van de ontlastvloer weergegeven. De vereiste verlaging tot TAW +1,5 m wordt onder de gehele vloer bereikt.



Figuur 47. Freatische grondwaterstandsverlaging als gevolg van de bemaling voor de aanleg van de ontlastvloer.



Figuur 48. Grondwaterstand en stijghoogte langs oost-west doorsnede

9.3.1 Verandering zoet-zoutverdeling

Voorliggende bemaling heeft een eerder beperkte duur (ong. 30 weken) en betreft louter een ondiepe grondwaterverlaging. Door de ondiepe bemaling wordt zoeter water onttrokken, hetgeen aangevuld via horizontale en verticale stroming van grondwater. De verticale component (bestaande uit zouter dieper grondwater) kan zorgen voor een verzilting nabij de bemaling. Dit effect zal echter door de korte duur van de bemaling lokaal zijn. Gezien de toekomstige gebruiksfunctie van de bovenliggende grond (haventerrein) zal een verzilting niet tot negatieve afgeleide effecten leiden.

9.3.1 Risico's door zettingen

De bemaling voor de ontlastvloer is niet maatgevend voor het risico op zettingen in het gebied rondom het bouwdok. Voor een samenvatting van het zettingsrisico wordt verwezen naar paragraaf 8.3.3.

9.3.2 Interferentie met vergunde grondwaterwinningen

Er zijn geen belangrijke vergunde grondwaterwinningen in de nabije omgeving van het projectgebied aanwezig. De dichtstbij gelegen vergunde grondwaterwinning betreft een ondiepe winning uit het Quartaire Aquifersysteem aan de overzijde van het Boudewijnkanaal. Deze grondwaterwinning bevindt zich op zo'n 400 m afstand. Gezien de beoogde grondwaterverlaging eerder beperkt is (ondieper dan de betrokken grondwaterwinning) en gezien het Boudewijnkanaal en de diepwand (cfr. hoofdstuk 5) zich als hydrologische barrières tussen de bemaling en de grondwaterwinning bevinden, wordt niet verwacht dat er een noemenswaardige interferentie zal optreden tussen deze bemaling en reeds vergunde grondwaterwinningen.

9.3.3 Interferentie met oppervlaktewater

Er is aangenomen dat de aanvoer van oppervlaktewater voldoende is om het peil in te handhaven in alle waterlopen (zowel de lokale waterlopen als het Boudewijnkanaal en de dokken). Ter hoogte van het bouwdok zullen de momenteel aanwezige waterlopen reeds opgeheven zijn op het ogenblik dat de bemaling voor de ontlastvloer wordt uitgevoerd. Er zal water vanaf het oppervlaktewater infiltreren in de bodem als gevolg van de verlagingen die worden veroorzaakt door de bemaling.

9.3.1 Risico's door verontreiniging

De bemaling voor de ontlastvloer is niet maatgevend voor het risico op verspreiding van aanwezige antropogene verontreinigingen in het gebied rondom het bouwdok. De bemaling voor het bouwdok is hiervoor maatgevend (zie punt 7.3.6).

10 Overzicht waterbezwaar per bemaling

In dit hoofdstuk is een samenvatting opgenomen van de berekende onttrekkingsdebieten, retourdebieten en lozingsdebieten voor de verschillende bemalingen. Het jaarlijkse debiet is berekend op basis van de duur van de bemaling en het maximaal dagelijkse debiet en is naar boven toe afgerond. De voorziene bemalingen overlappen elkaar niet in de tijd.

10.1 Onttrekkingen

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van het verwachte waterbezwaar per bemaling op dag basis, op jaar basis, en over de totale duur van de bemaling.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddeld debiet (m ³ /dag)	maximaal debiet (m ³ /dag)	maximaal debiet (m ³ /jr)	totaal waterbezwaar (m ³)
1a: bemaling diepwand	43	1.100	1.200	365.000	365.000
1b: bemaling kesp	43	350	400	125.000	125.000
2a: ontgraven bouwdok	34	2.500*	5.500	< 1,31*10 ⁶	< 1,31*10 ⁶
2b: gebruiksfase bouwdok	86	5.000	5.500	2,01*10 ⁶	3,32*10 ⁶
3: bemaling ontlastvloer	30	350	400	84.000	84.000

Tabel 15. Onttrekkingsdebieten voor verschillende bemalingen.

* voor het schatten van een gemiddeld debiet van de bemaling gedurende de ontgravingsfase moeten veel aannames gemaakt worden. Het debiet schaalte ongeveer proportioneel met de verlaging. Dus bij de helft van de vereiste verlaging zal de helft van het debiet uit de gebruiksfase onttrokken worden. Met de aanname dat de ontgraving met hetzelfde tempo blijft verlopen vanaf het begin tot de einddiepte bereikt is zal het gemiddelde debiet tussen het einddebet en 0 liggen.

10.2 Retourdebet en lozing

De retourdebieten zijn berekend zodanig dat de verandering van de stijghoogte en grondwaterstand ter plaatse van de Dudzeelse polder en de autoterminal voldoende klein zijn dat er geen noemenswaardige negatieve afgeleide effecten worden verwacht. Zie hoofdstuk 3 voor de geformuleerde eisen. Het overige onttrokken water wordt geloosd. De maximale en totale debieten zijn berekend op basis van het maximale dagdebet.

Het benodigde retourdebiet in fase 1, voor de bemaling voor de aanleg van de diepwand, varieert tussen 100 m³/dag als de werkzaamheden in het noorden plaatsvinden en 600 m³/dag als de werkzaamheden in het zuiden plaatsvinden. Het gemiddelde debiet is bepaald op basis van een lineair verloop van het retourdebiet naarmate de werkzaamheden dichter bij de Dudzeelse polder aankomen.

Voor de bemaling van de ontlastvloer en kesp wordt in principe geen retourbemaling voorzien. De mogelijkheid wordt wel onderzocht.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddeld retourdebiet (m ³ /dag)	maximaal retourdebiet (m ³ /dag)	maximaal retourdebiet (m ³ /jr)	totaal geretourneerd (m ³)
1a: bemaling diepwand	43	350	600	181.000	181.000
1b: bemaling kesp	43	nvt	nvt	nvt	nvt
2a: ontgraven bouwdok	34	1.250*	2.750	655.000	655.000
2b: gebruiksfase bouwdok	86	2.500	2.750	1.01*10 ⁶	1.66*10 ⁶
3: bemaling ontlastvloer	30	nvt	nvt	nvt	nvt

Tabel 16. Retourdebieten voor verschillende bemalingen

Het water dat niet geretourneerd wordt, wordt geloosd op het Boudewijnkanaal of op het verbindingdok. In **Error! Reference source not found.** zijn de gemiddelde en maximaal dagelijkse optredende lozingsdebieten voor de verschillende bemalingen opgenomen. . Bij de lozing van water uit de watervoerende lagen moet rekening gehouden worden dat het opgepompte water brak of zout zal zijn. Dit is het geval bij de bemaling voor de diepwand en voor het bouwdok. Bij de bemaling voor de ontlastvloer en de freatische bemaling voor de aanleg van de diepwand wordt zoet tot brak water onttrokken.

fase	duur bemaling (weken)	gemiddelde lozing (m ³ /dag)	maximale lozing (m ³ /dag)	maximale lozing (m ³ /jr)	totaal geloosd (m ³)
1a: bemaling diepwand	43	750	1.100	332.000	332.000
1b: bemaling kesp	43	350	400	125.000	125.000
2a: ontgraven bouwdok	34	1.250	2.750	655.000	655.000
2b: gebruiksfase bouwdok	86	2.500	2.750	1.01*10 ⁶	1.66*10 ⁶
3: bemaling ontlastvloer	30	350	400	84.000	84.000

Tabel 17. Overzicht lozingsdebieten voor de verschillende bemalingen.

11 Geohydrologie post-bouwdok

In dit hoofdstuk is de geohydrologische beschouwing gepresenteerd van de fase na het bouwdok. Na de vervaardiging van de tunnelementen voor de Scheldetunnel wordt het bouwdok opgebroken en wordt het Boudewijnkanaal verbreed en verdiept. Hiermee verandert de geohydrologische situatie in de omgeving. Hieronder worden de belangrijkste geohydrologische effecten van deze verandering omschreven.

11.1 Uitgangspunten

Nadat de tunnelementen voor de Scheldetunnel zijn vervaardigd in het bouwdok en getransporteerd worden richting Antwerpen zal een nieuwe fase aanbreken voor de omgeving. In deze fase wordt het Boudewijnkanaal verbreed tot aan de diepwand (de oostelijke wand van het bouwdok). Het kanaal wordt daarmee ca. 200 m breder langs de gehele lengte van het bouwdok. In een later stadium wordt de verbreding ook doorgezet richting het zuiden. Het kanaal wordt ook verdiept naar een peil van -9,0 mTAW (en in een latere fase naar -15,0 mTAW).



Figuur 49. Omschrijving situatie post bouwdok.

11.2 Geohydrologische effecten

11.2.1 Uitgangspunten modellering

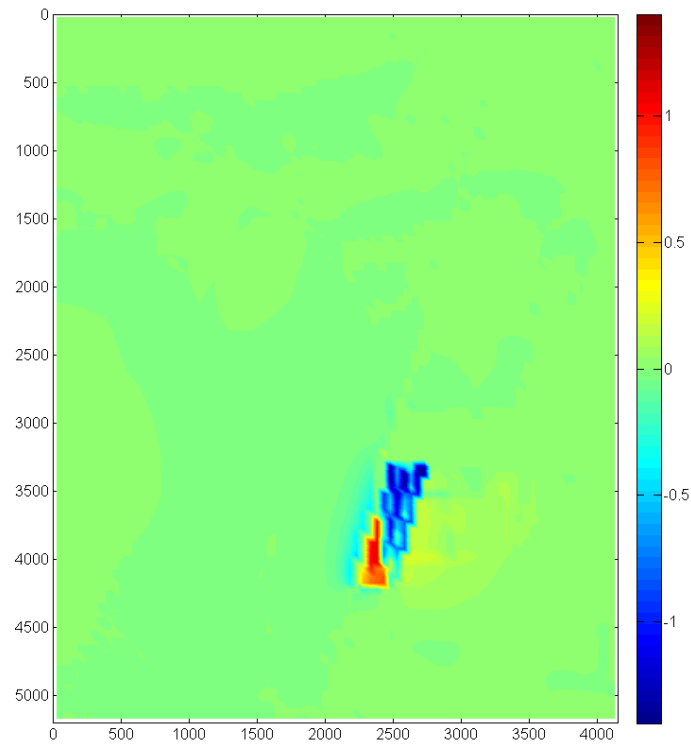
De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd in de modellering.

- Boudewijnkanaal wordt verbreed (tot ca 250 m = over 5 modelcellen) over een lengte van ca 900 m
- Dit aangepaste kanaaltraject wordt verdiept tot -15 mTAW (van laag 1 t.e.m. laag 11).
- Het kanaal is gevuld met zout water over zijn volledige diepte en staat op een peil van 3,54 mTAW
- Aan de oostzijde heeft het aangepaste deel van het kanaal een diepwand tot op het peil van -27mTAW (horizontale doorlatendheid is er sterk gereduceerd).
- De damwand van het tijdelijke bouwdok wordt verwijderd.
- De westelijke wand van het aangepaste deel van het kanaal heeft een doorlatendheid die weinig gereduceerd is (ca. 4 maal kleiner dan omringende afzettingen).

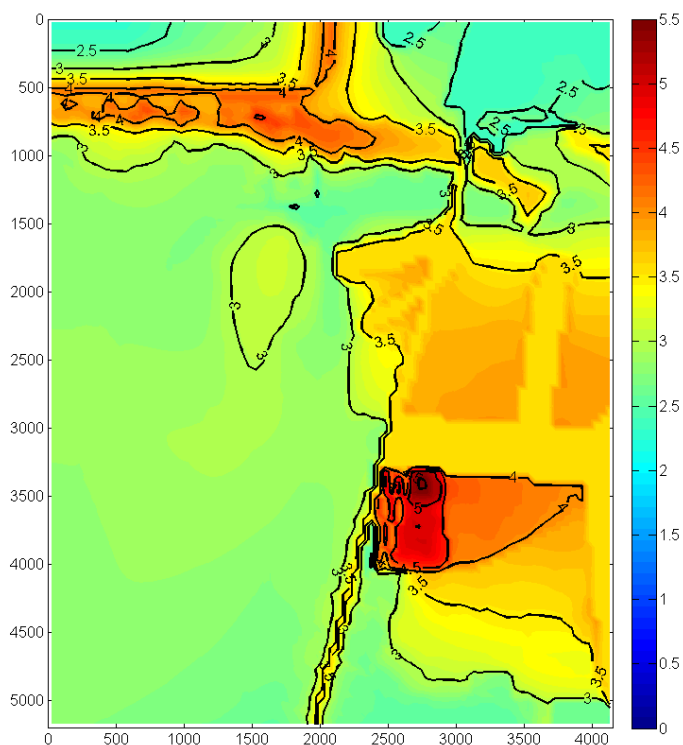
11.2.2 Verandering grondwaterstand en stijghoogte

De grondwaterstand en stijghoogte veranderen beperkt als gevolg van de verbreding van het Boudewijnkanaal. Onderstaande afbeelding toont het verschil in zoetwaterstijghoogte tussen het scenario met verbreding van het Boudewijnkanaal en een scenario van de huidige situatie na 5 jaar. De situatie na 50 jaar is nagenoeg gelijk aan de situatie na 5 jaar. De grote effecten (fel blauwe en fel rode kleur) treden op waar de verbreding van het Boudewijnkanaal plaatsvindt en zijn eigenlijk niet relevant (deze zijn weergegeven omdat het model hier nog wel grondwaterstanden berekend). Ten oosten van de verbreding treedt een lichte stijging in grondwaterstand op (< 0,25 m). Door de aanwezigheid van de kaaimuur kan grondwater ten oosten van de kaaimuur niet direct afstromen richting het oppervlaktewater. Dit veroorzaakt een toename van de grondwaterstand en stijghoogte aan de binnenzijde van de kaaimuur.

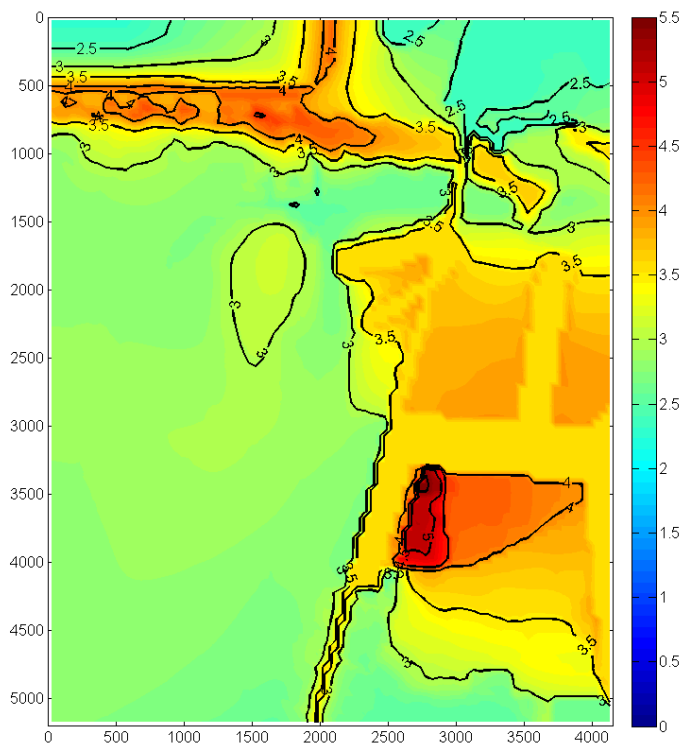
In Figuur 51 en Figuur 52 zijn de grondwaterstanden t.o.v. TAW weergegeven voor het scenario van de evolutie van de huidige situatie en de het scenario met de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal.



Figuur 50. Verandering van de grondwaterstand als gevolg van de verbreding van het Boudewijnkanaal na 5 jaar.



Figuur 51. Grondwaterstand t.o.v. TAW na 5 jaar evolutie van de huidige situatie.

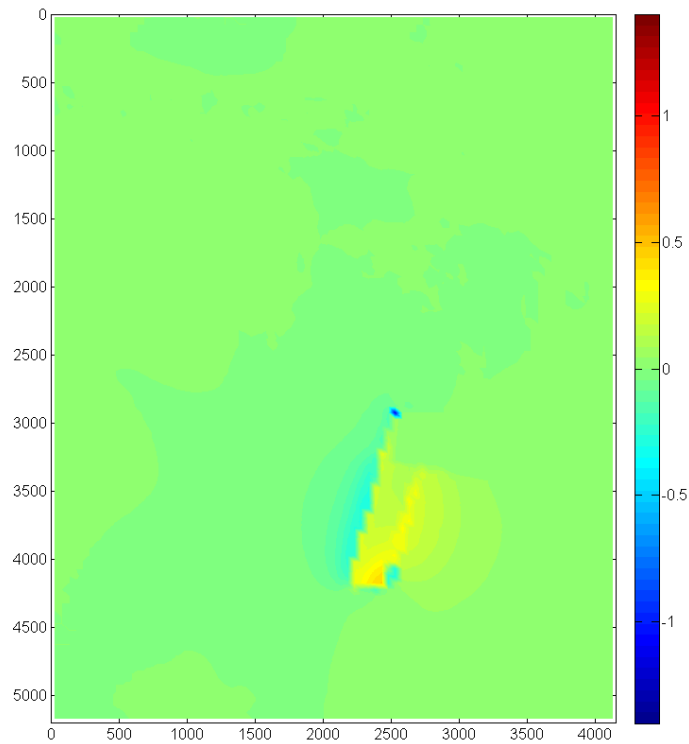


Figuur 52. Grondwaterstand t.o.v. TAW 5 jaar na verdieping en verbreding Boudewijnkanaal.

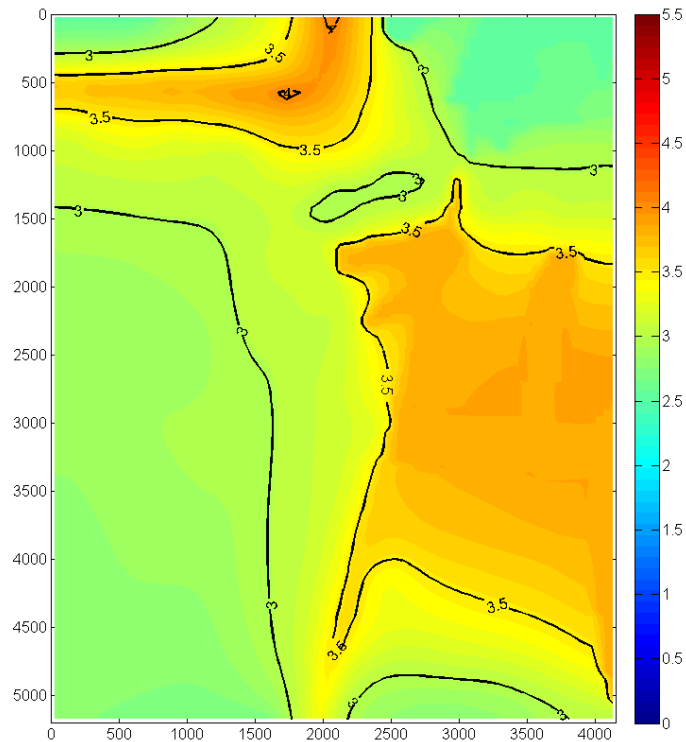
In onderstaande afbeelding is de verandering in stijghoogte weergegeven als gevolg van de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal na 5 jaar. Hierin is op te maken dat de stijghoogte als gevolg van het verdiepen en verbreden van het kanaal toeneemt onder het kanaal en in het gebied ten oosten van het kanaal. De toename is te verklaren door de verbeterde interactie tussen het Boudewijnkanaal en de watervoerende laag, en omdat het freatische grondwater niet kan afstromen richting het kanaal (vanwege de kaaimuur) en dus een verhoging van de grondwaterstand veroorzaakt. Aan de westzijde van het Boudewijnkanaal wordt een verlaging van de stijghoogte berekend als gevolg van de verbreding van het Boudewijnkanaal.

In Figuur 54 en Figuur 55 zijn de stijghoogtes weergegeven t.o.v. TAW na 5 jaar voor het scenario huidige evolutie en het scenario verbreding en verdieping Boudewijnkanaal.

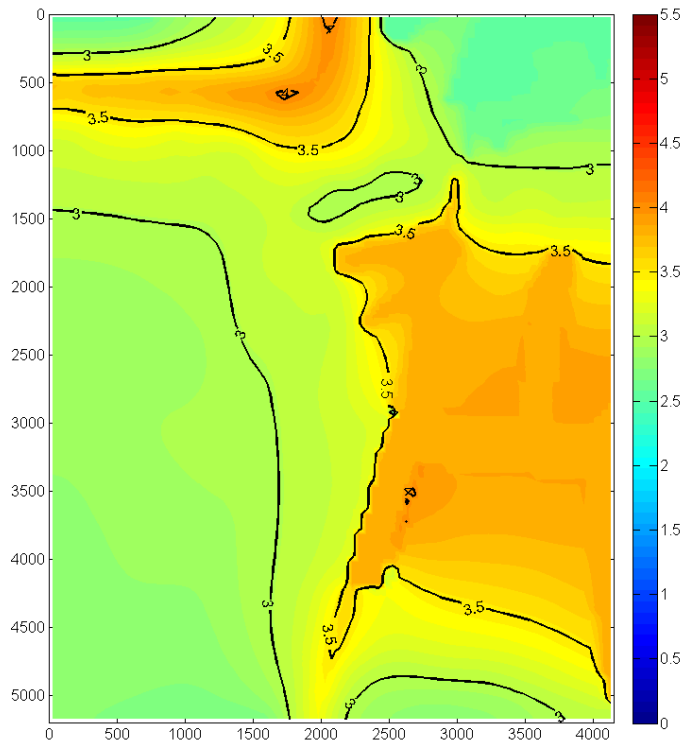
De effecten op de stijghoogte zijn beperkt ($< 0,25$ m) en zullen naar verwachting geen negatieve afgeleide effecten tot gevolg hebben. Doordat de stijghoogte en de grondwaterstand vrijwel niet veranderen ter hoogte van de Dudzeelse Polder zal de kwel daar ook niet veranderen.



Figuur 53. Verandering van de stijghoogte op ca. -12 mTAW als gevolg van de verbreding van het Boudewijnkanaal na 5 jaar



Figuur 54. Stijghoogte t.o.v. TAW na 5 jaar evolutie van de huidige situatie.



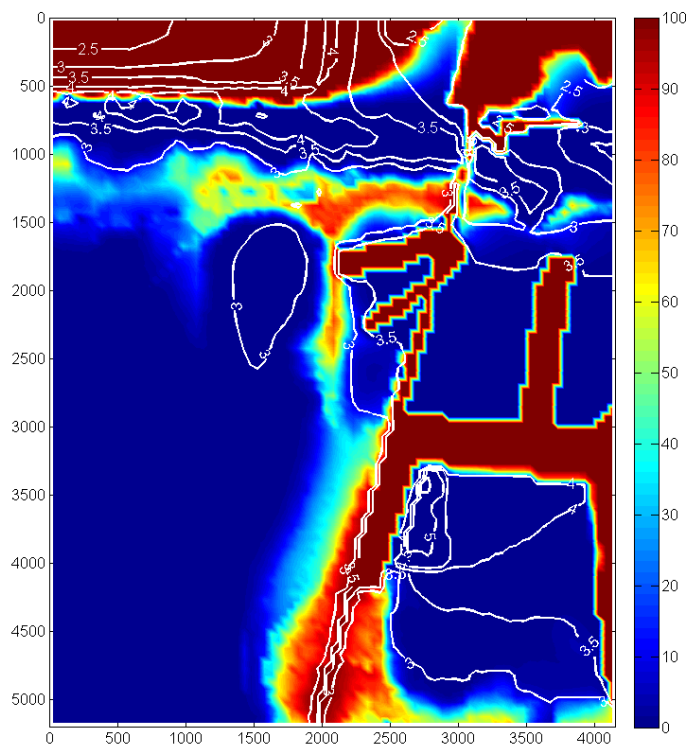
Figuur 55. Stijghoogte t.o.v. TAW 5 jaar na verdieping en verbreding Boudewijnkanaal.

11.2.3 Verandering zoet-zoutverdeling

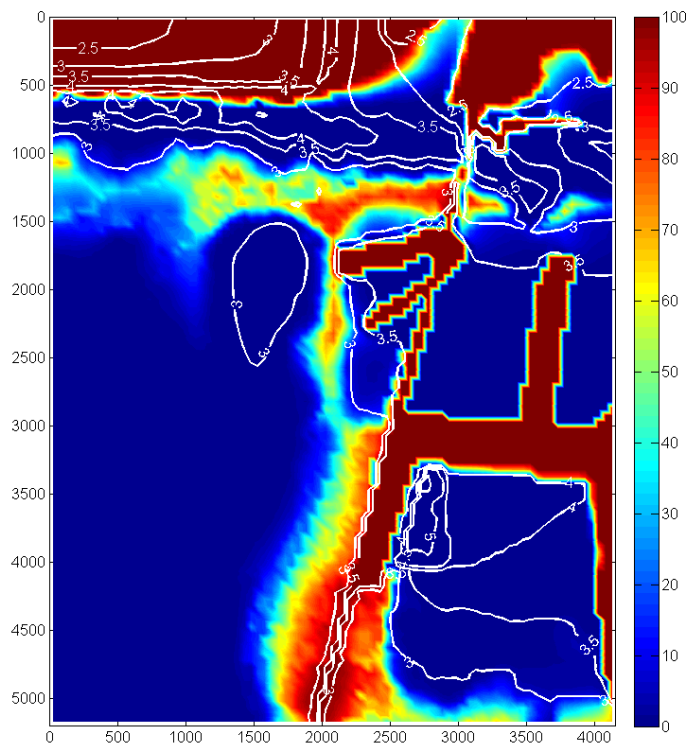
De zoet-zoutverdeling van het freatische grondwater is na 15 dagen, 5 jaar en 50 jaar weergegeven in onderstaande 3 figuren. In Figuur 59 is het verschil in de zoet-zoutverdeling weergegeven ten opzichte van de evolutie van de huidige situatie na 50 jaar (de huidige situatie is 50 jaar doorgerekend).

Tussen het Zuidelijk Insteekdok en het Boudewijnkanaal bevindt zich een zoetwaterlens ter hoogte van de opgehoogde terreinen. Een deel van deze zoetwaterlens verdwijnt door de verbreding van het Boudewijnkanaal. Door de aanwezigheid van de kaaimuur kan grondwater ten oosten van de kaaimuur niet direct afstromen richting het oppervlaktewater. Dit veroorzaakt een toename van de grondwaterstand en stijghoogte aan de binnenzijde van de kaaimuur en zorgt ervoor dat de zoetwaterlens zich in de diepte en richting het zuiden uitbreidt. Ten opzichte van de beginfase van de situatie post bouwdok is er na 50 jaar een verzilting van het grondwater opgetreden, met name aan de westzijde van het kanaal. Dit zoute grondwater was feitelijk al aanwezig in de huidige situatie maar is door de bemaling van het bouwdok teruggedrongen. Na de verbreding en verdieping van het kanaal en het stopzetten van de bemaling kan de verzilting weer toenemen. In de vergelijking met de evolutie van de huidige situatie is zichtbaar dat ondanks de verbreding en de verdieping er weinig effect is op de zoet-zoutverdeling in het freatische grondwater. Er is zelfs een netto verzoeting opgetreden ten westen van het Boudewijnkanaal. Ter plaatse van de verbreding en daar vlak omheen is een verzilting opgetreden.

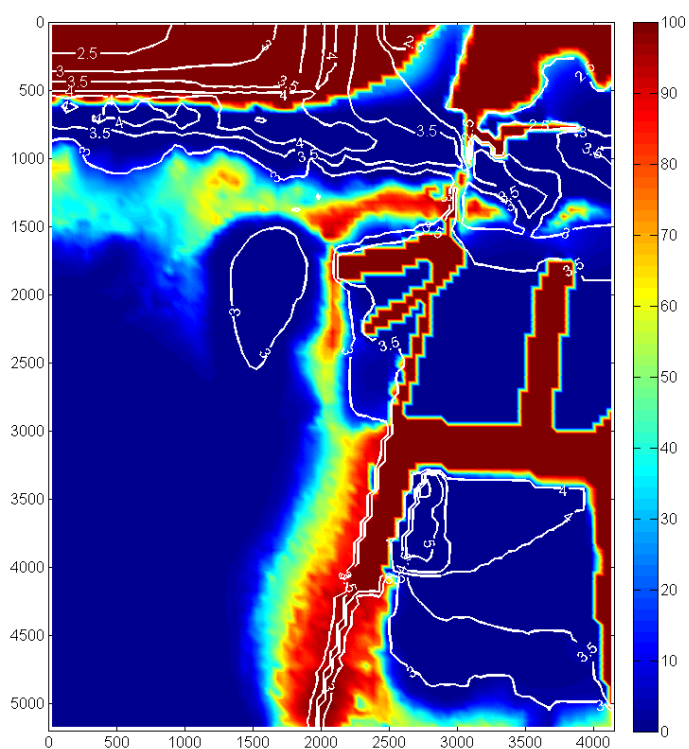
Samenvattend, na 50 jaar is er weinig verschil tussen de zoet-zoutwaterverdeling bij de huidige evolutie en bij de evolutie na de aanleg van het bouwdok en de verbreding van het traject van het Boudewijnkanaal.



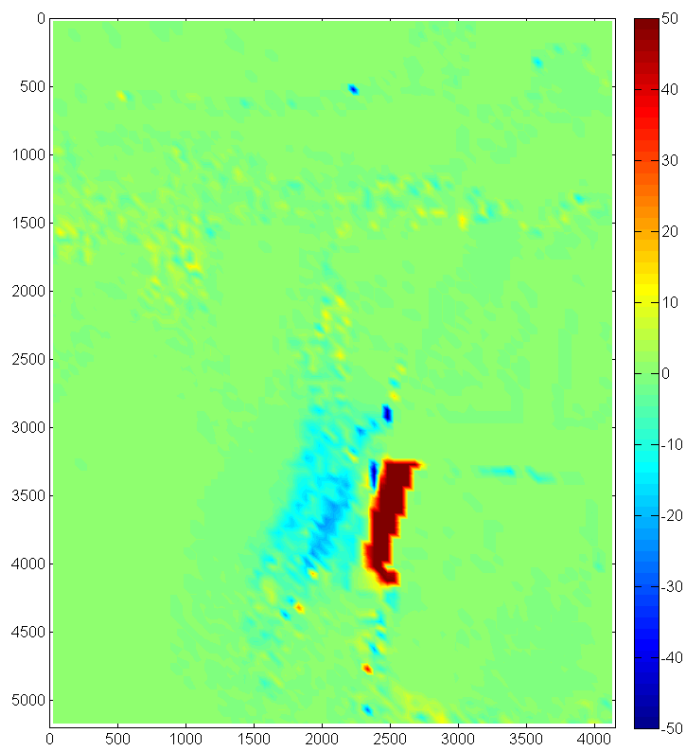
Figuur 56. Zoet zout verdeling en freatische grondwaterstand (witte contourlijnen) na 15 dagen post-bouwdok.



Figuur 57. Zoet zout verdeling en freatische grondwaterstand (witte contourlijnen) na 5 jaar.



Figuur 58. Zoet zout verdeling en freatische grondwaterstand (witte contourlijnen) na 50 jaar.



Figuur 59. Verandering zout-zoutgehalte freatisch grondwater in vergelijking met huidige evolutie na 50 jaar.

11.2.4 Risico op zettingen

De grondwaterstand en stijghoogtes nemen beperkt toe aan de oostzijde van de kaaimuur doordat de wand de interactie tussen het grondwater en het oppervlaktewater belemmert. Bij een toename de grondwaterstand is er geen risico op zettingen. Bovendien is de toename beperkt ten opzichte van de grondwaterstand en stijghoogte in de huidige situatie. Er wordt ingeschat dat het risico op zettingen niet toeneemt ten opzichte van de huidige situatie.

11.2.5 Interferentie met vergunde grondwaterwinningen

Er bevindt zich 1 vergunde grondwaterwinning in de ruimere omgeving van het bouwdok, nl. ten westen van het Boudewijnkanaal t.h.v. het aldaar gelegen landbouwbedrijf. Het betreft een vergunde grondwaterwinning van het landbouwbedrijf op een diepte van 9 m in het Quartair aquifersysteem. Naar kwantiteit heeft de situatie post bouwdok geen relevante impact op deze grondwaterwinning. De kwalitatieve impact dient nog beschouwd te worden.(zoetzoutwaterevenwicht)

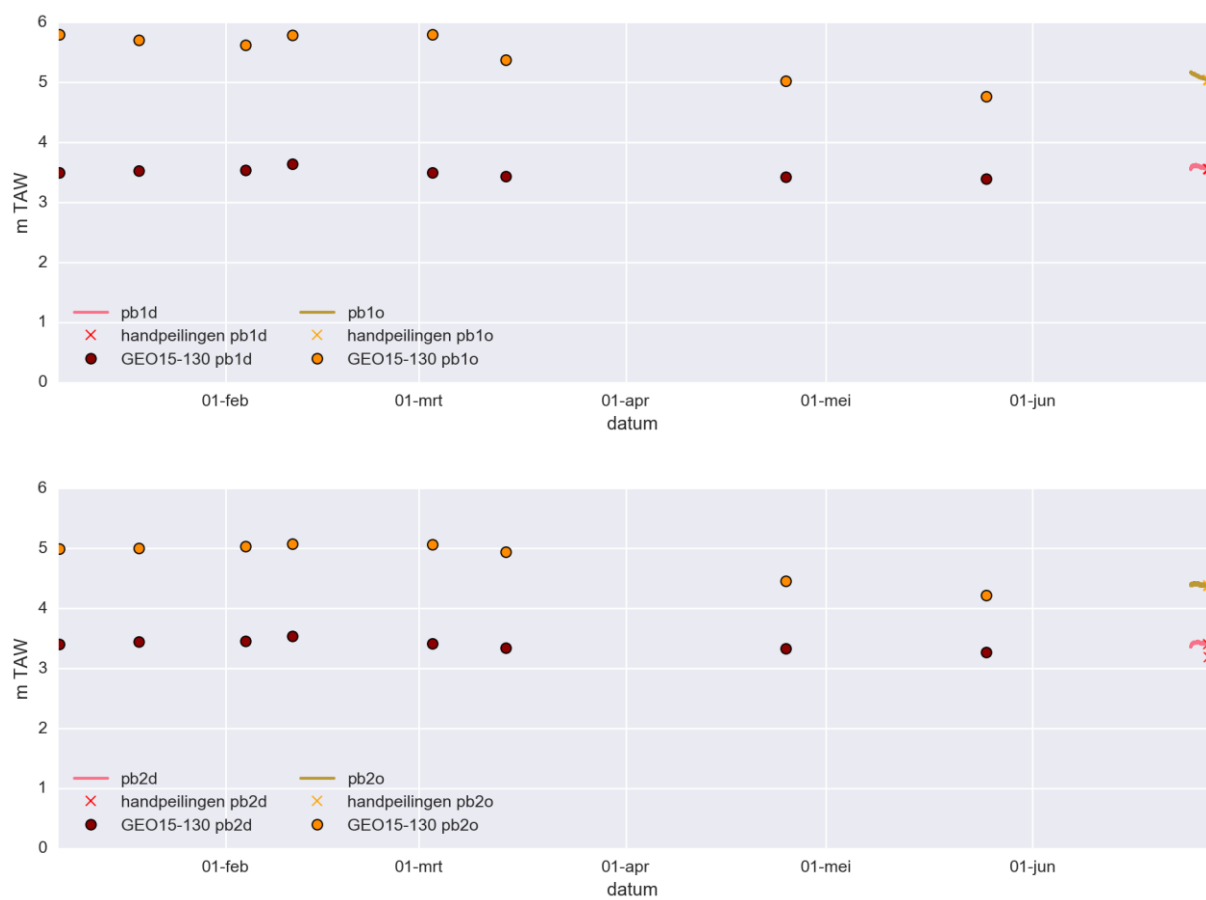
11.2.6 Interferentie met oppervlaktewater

De zout-zout verdeling van de freatische grondwaterstand verandert beperkt (en gedeeltelijk gunstig) ten opzichte van de huidige evolutie na 50 jaar. Er wordt daarom verwacht dat er geen interferentie (zoals verzilting) met oppervlaktewater optreedt. In de Dudzeelse Polder worden geen significante effecten ingevolge de verbreding en verdieping van het Boudewijnkanaal berekend.

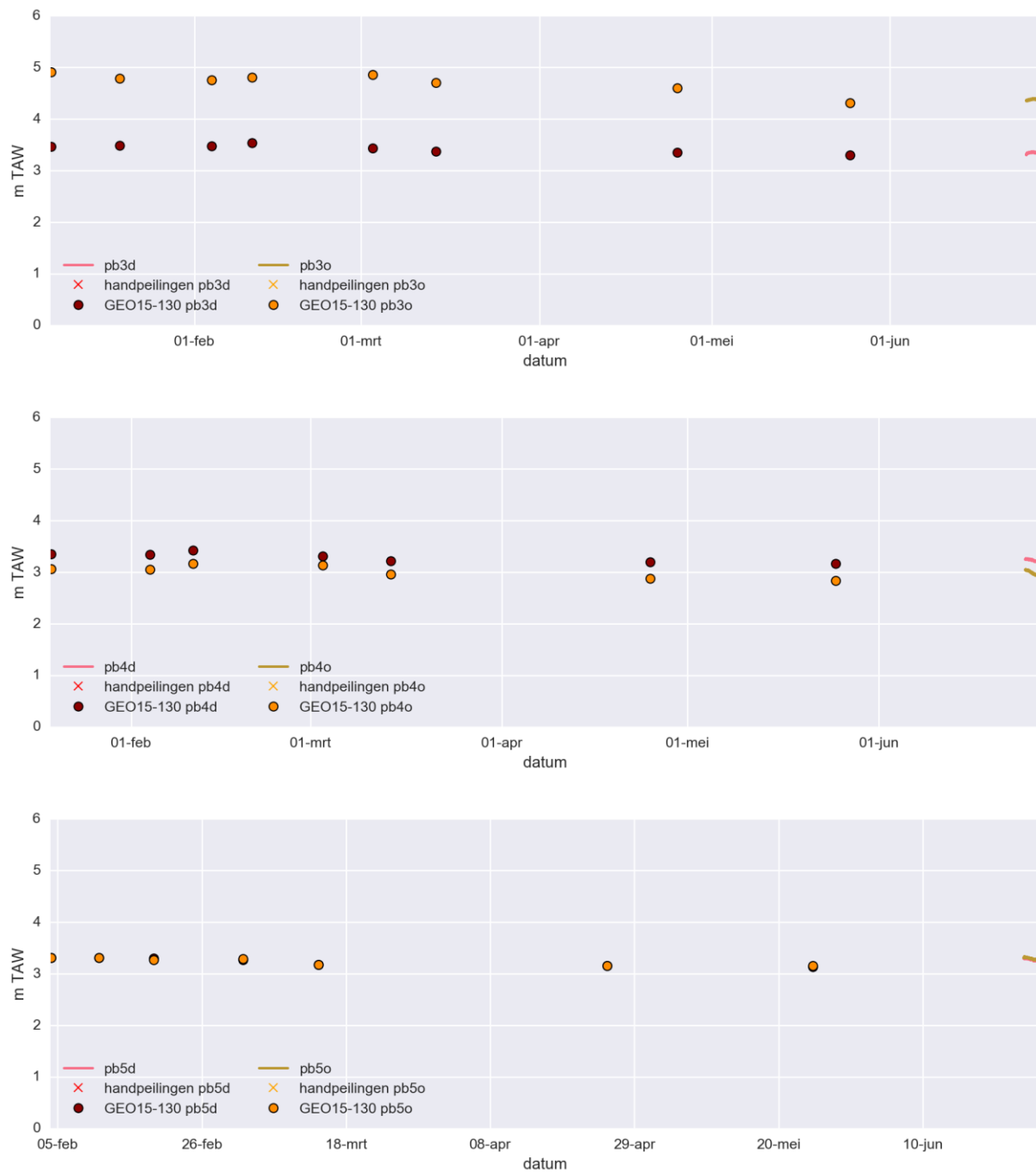
BIJLAGE I Grondwaterstanden en stijghoogtes

In deze bijlage zijn de grondwaterstand en stijghoogte van de peilbuisdoubletten van MOW en de VLM weergegeven. Hiermee kan een inschatting gemaakt worden van de kwelsituatie op verschillende locaties in het gebied.

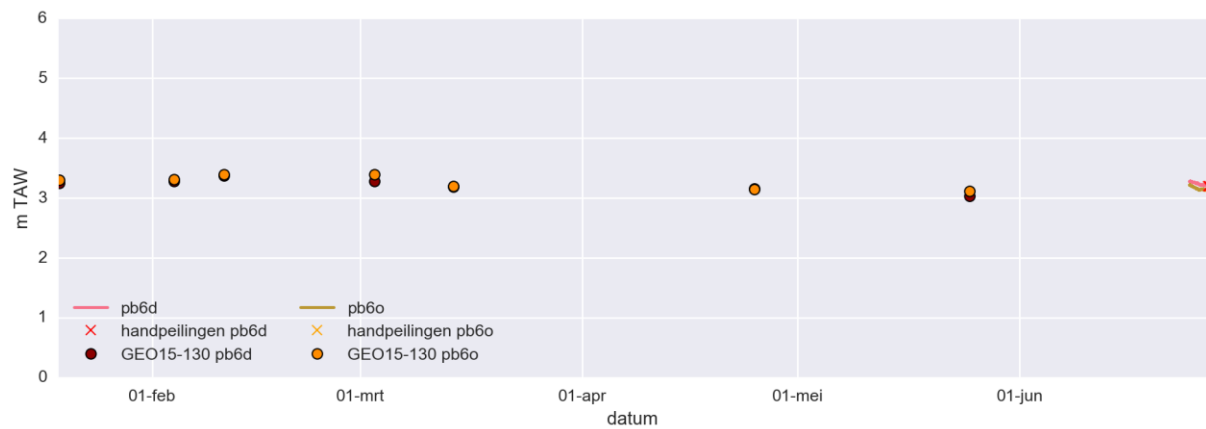
Peilbuizen MOW



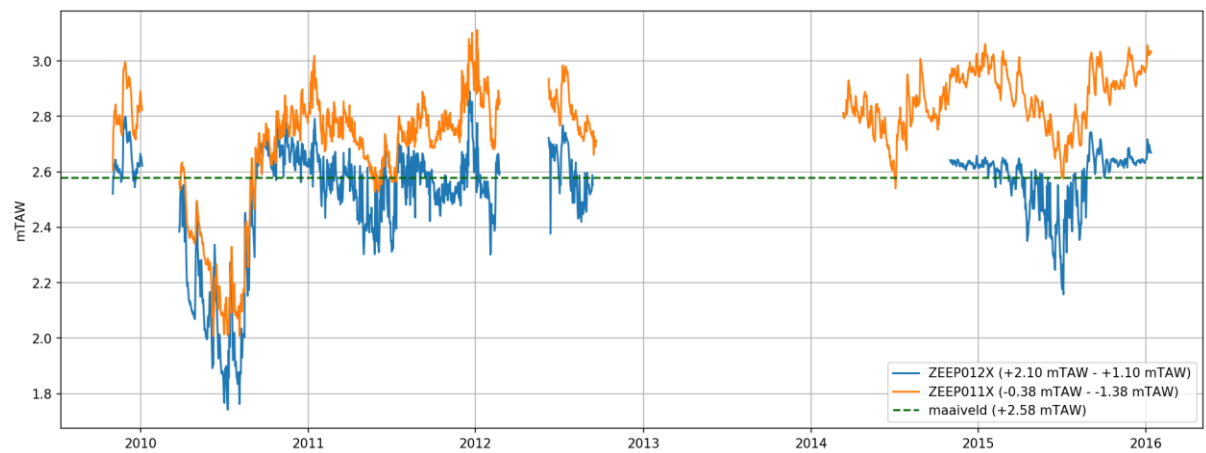
Hydrogeologische studie Bouwdok Zeebrugge
 OWL3-ATL-RAP-013-DO-Hydrogeologische studie Bouwdok Zeebrugge-3-ECO



Hydrogeologische studie Bouwdok Zeebrugge
 OWL3-ATL-RAP-013-DO-Hydrogeologische studie Bouwdok Zeebrugge-3-ECO



Peilbuizen VLM



Hydrogeologische studie Bouwdok Zeebrugge
 OWL3-ATL-RAP-013-DO-Hydrogeologische studie Bouwdok Zeebrugge-3-ECO



BIJLAGE II Kalibratie “effect” grondwatermodel

Kalibratie van het MOCDENS3D model aan de waarnemingen

L. Lebbe (Hydrogeo Consult 02/03/2017) opdracht van THV Atlas

1.1 Observaties

Twee reeksen van peilmetingen werden me toegezonden door David Brakenhoff van de THV Atlas. Deze twee reeksen werden in twee verschillende periodes uitgevoerd. De eerste reeks zijn MOW metingen en zijn uitgevoerd in zes dubbele peilputten tussen de periode van 7 januari 2016 tot en met 21 november 2016. In deze periode werden in iedere peilbuis elf metingen uitgevoerd met een interval van twee weken of een maand. Een dubbele peilput bestaat uit twee peilbuizen die op een zelfde plaats geplaatst wordt (zelfde x- en y-coördinaten) maar waarvan de filters van de peilbuizen op verschillende niveau-intervallen gelokaliseerd zijn. Een dubbele peilput bevat dus twee peilbuizen met een filter die ondiep onder de watertafel geplaatst wordt (peilbuisaanduiding eindigt met letter o) en een peilbuis met een filter die dieper onder de watertafel geplaatst wordt (peilbuisaanduiding eindigt met letter d). Bij deze reeks werd de geleidbaarheid van het water in de peilbuis één maal opgemeten.

Tabel 1 Afgeleide gemiddelde zoetwaterstijghoogtes afgeleid uit de MOW en de VLM metingen

Peilbuis	Gemiddelde zoetwaterstijghoogte (mTAW)	Laag	Rij	Kolom
PB1o	5,36	1	68	54
PB1d	3,46	3	68	54
PB2o	4,66	1	73	53
PB2d	3,35	10	73	53
PB3o	4,63	1	78	52
PB3d	3,40	3	78	52
PB4o	3,01	1	82	48
PB4d	3,42	10	82	48
PB5o	3,27	2	89	46
PB5d	3,35	7	89	46
PB6o	3,28	1	95	46

PB6d	3,33	8	95	46
ZEEO001X	2,77	1	74	50
ZEEO003X	2,55	1	101	45
ZEEO005X	2,62	1	BUITEN MODEL	BUITEN MODEL
ZEEO011X	2,96	2	97	54
ZEEO012X	2,58	1	97	54
ZEEO014X	3,10	2	101	45
ZEEO016X	2,85	2	BUITEN MODEL	BUITEN MODEL
ZEEO018X	2,82	2	BUITEN MODEL	BUITEN MODEL
ZEEO019X	2,52	1	BUITEN MODEL	BUITEN MODEL
ZEEO021X	3,16	2	BUITEN MODEL	BUITEN MODEL
ZEEO022X	2,85	1	BUITEN MODEL	BUITEN MODEL
ZEEO024X	2,76	2	BUITEN MODEL	BUITEN MODEL
ZEEO025X	2,50	1	BUITEN MODEL	BUITEN MODEL

De tweede reeks zijn VLM metingen. Deze metingen werden uitgevoerd in dertien verschillende peilbuizen. Deze metingen zijn uitgebreider: over een langer periode, met een hoger frequentie maar zijn wel discontinue. Ze bestaan uit dagelijkse metingen van drukhoogte en geleidbaarheid tijdens een eerste periode die loopt van 1 november 2009 tot en met 8 maart 2011. Vanaf 31 oktober 2014 tot 12 januari 2016 werden nog eens dagelijks drukhoogte metingen uitgevoerd. De naam van deze peilbuizen eindigt op een X.

Uit deze reeks metingen werd een gemiddelde zoetwaterstijghoogte afgeleid. Deze wordt weergegeven in tabel 1. De gemiddelde voor de MOW metingen slaat op de periode van 7 januari tot 21 november 2016. De gemiddelde van de VLM metingen zijn de gemiddelden van de dagelijkse metingen tussen 1 januari 2015 t.e.m. 31 december 2015.

1.2 Aanpassing van het model tijdens de kalibratie

Bij de vergelijking tussen de geobserveerde en de reeds gesimuleerde zoetwaterstijghoogtes vielen onmiddellijk drie waarnemingen op. Het zijn de drie hoogste waarnemingen: namelijk, 5,36 mTAW in PB1o, 4,66 mTAW in PB2o en 4,63 mTAW in PB3o. De filters van deze peilbuizen zitten in laag 1 van het eindig-verschil netwerk (tussen watertafel en -0.7 mTAW). Op deze drie plaatsen is er een groot verschil tussen de gemiddelde zoetwaterstijghoogtes tussen de diepe en de ondiepe peilbuizen: namelijk 1,90m tussen PB1o en PB1d, 1,32 m tussen PB2o en PB2d en 1,23m tussen PB3o en PB3d. Dergelijke grote verticale

stijghoogtegradiënten kunnen optreden over min of meer gecompacteerd veen. Op deze plaatsen komt zandige klei op veen voor met een grote hydraulische weerstand. Dit voorkomen werd eveneens beschreven bij de bemalingsproef (zie figuur 1 van Brakenhoff, 2017). Op deze plaatsen was de ingevoerde hydraulische weerstanden tussen laag 1 en laag 2 onvoldoende groot.

In de ondiepe peilbuizen PB4o, PB5o en Pb60 (ten zuiden van de peilbuizen PB1o, PB2o en PB3o) worden beduidend lagere zoetwaterstijghoogtes waargenomen (respectievelijk 3,01 mTAW, 3,27 mTAW en 3,28 mTAW). Uit het grote verschil in zoetwaterstijghoogte tussen PB1o, PB2o en PB3o enerzijds en PB4o, PB5o en Pb60 anderzijds kan afgeleid worden dat er een stuwende slecht doorlatende laag voorkomt die bestaat uit zandige klei op veen en dat deze discontinue is tussen de peilbuizen PB3o en PB4o. Deze discontinuïteit is kenmerkend voor de polders van het modelgebied. Deze polders bestaan uit een afwisseling van poelgronden en kreekgronden. Onder de poelgronden komt er zandige klei op veen voor onmiddellijk onder het maaiveld. Bij de kreekgronden komt voornamelijk kleiig fijn zand op fijn zand voor onder het maaiveld. De grens tussen de poelgronden en de kreekgronden moet ergens tussen de peilbuizen PB3o en PB4o gelegen zijn.

Om een betere fit te krijgen tussen de waargenomen en de gesimuleerde stijghoogte werd tussen het verbindingsdok en de ingeschatte grens tussen de poel- en de kreekgronden een groter hydraulische weerstand ingevoerd in een strook tussen het Boudewijnkanaal en het zuidelijke insteeddok (zie figuur 1, overgenomen uit Claus & Lebbe, 2012). Ter hoogte van de peilbuizen Pb1o, PB2o en PB3o is de noord-zuidbreedte van deze strook ca. 800 m (tussen de rijen 66 t.e.m. 81) in de nabijheid van het zuidelijk insteeddok versmald de strook tot ca. 550 m (tussen de rijen 67 t.e.m. 77). In deze strook werd de hydraulisch weerstand tussen laag 1 en 2 aanvankelijk een constante waarde toegekend, namelijk gelijk aan 3000 d. Deze constante waarde werd ingeschat aan de hand van het stijghoogteverschil tussen de diepe en de ondiepe peilbuizen PB1, PB2 en PB3 en een ingeschatte waarde voor de verticale snelheid door het veen. Uit de er opvolgende simulaties bleek dat zoetwaterstijghoogte in laag 1 zeer gevoelig was voor de ingevoerde waarde van hydraulische weerstand tussen laag 1 en 2. Hierop steunend werd de hydraulische weerstanden binnen de strook aangepast. Binnen in de strook verandert de hydraulische weerstanden lateraal en is begrepen tussen 5000 d en 200 d. Op deze wijze werd de overeenkomst tussen de waargenomen en de gesimuleerde zoetwaterstijghoogtes van de peilbuizen PB1o, Pb2o en PB3o verbeterd. Deze laterale variaties in de hydraulische weerstand van de slecht doorlatende laag die voorkomt onder de poelgronden is kenmerkend voor het Vlaamse kustgebied.



Figuur 1: Luchtfoto van de Zeebrugse achterhaven met aanduiding van de locatie van het geplande bouwdok

Na deze eerste correctie van de hydraulische weerstanden tussen de laag 1 en 2 bleek dat de gesimuleerde stijghoogten in de diepere lagen van het model (laag 2 tot 10) hoger waren dan de waargenomen. Door het verhogen van de transmissiviteiten van de laag 4 tot en met 14 (tussen -0,7 mTAW en -17,2 mTAW en die hoofdzakelijk uit fijn zand bestaan) met een factor 1,4 zou men kunnen verwachten dat de gesimuleerde stijghoogtes in de diepere lagen zullen verminderen. Uit de er opvolgende simulaties bleek dat de zoetwaterstijghoogten inderdaad afnamen maar in een zeer beperkte mate (in de orde van 1 tot 3 cm). Ten opzichte van het bestaande verschil tussen de waargenomen en de gesimuleerde stijghoogte bleek dat de waargenomen verlagingen niet kunnen gesimuleerd worden, zelfs niet door het invoeren van een uitzonderlijk hoge waarde voor de horizontale doorlatendheden van de lagen 4 tot en met 14. Daarom werd dan ook beslist om de horizontale doorlatendheid niet meer te verhogen en op de waarde van 10 m/d te houden.

1.3 Vergelijking waargenomen met gesimuleerde zoetwaterstijghoogte na kalibratie

Ter vergelijking staan in tabel 2 de waargenomen of geobserveerde zoetwaterstijghoogten weergegeven tegenover de gesimuleerde stijghoogten samen met het verschil tussen beide en het gekwadrateerde verschil.

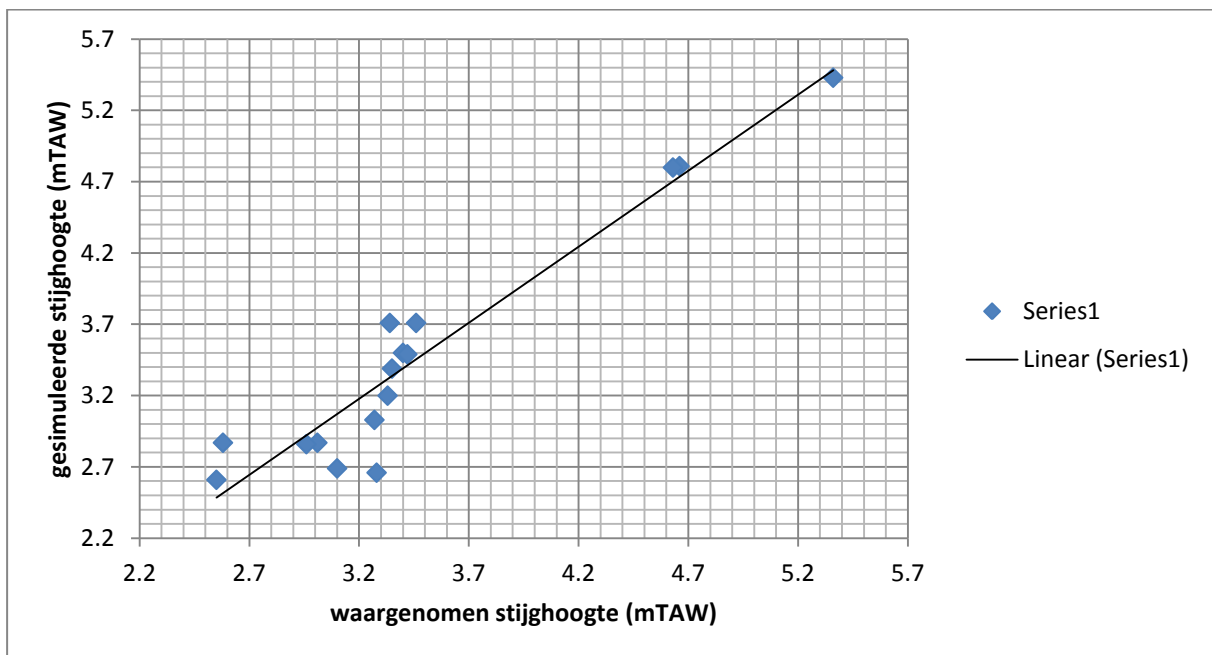
Tabel 2: Vergelijking tussen de geobserveerde en gesimuleerde zoetwaterstijghoogtes samen met het verschil en het kwadraat van het verschil

Put	Observatie (mTAW)	Simulatie (mTAW)	Verskil (m)	Gekwadrateerde verschil (m ²)
PB1o	5,36	5,43	0,07	0,0049
PB1d	3,46	3,71	0,25	0,0625
PB2o	4,66	4,81	0,15	0,0225
PB2d	3,34	3,71	0,37	0,1369
PB3o	4,63	4,8	0,17	0,0289
PB3d	3,40	3,5	0,1	0,0100
PB4o	3,01	2,87	-0,14	0,0196
PB4d	3,42	3,49	0,07	0,0049
PB5o	3,27	3,03	-0,24	0,0576
PB5d	3,35	3,39	0,04	0,0016
PB6o	3,28	2,66	-0,62	0,3844
PB6d	3,33	3,2	-0,13	0,0169
ZEEP003X	2,55	2,61	0,06	0,0036
ZEEP011X	2,96	2,86	-0,1	0,0100
ZEEP012X	2,58	2,87	0,29	0,0841
ZEEP014X	3,10	2,69	-0,41	0,1681

Bij deze vergelijking werd de peilbuis ZEEP001X niet opgenomen. De gemiddelde zoetwater-stijghoogte is er gelijk aan 2,77 mTAW. Deze filter van deze put zou gelokaliseerd zijn in laag 1 van het model (tussen watertafel en -0.7 mTAW) en is gelegen in de nabijheid van de peilbuizen Pb2o en PB3o, die eveneens een filter in laag 1

hebben. Deze peilbuizen zijn in het model zeer dicht van elkaar gelokaliseerd: namelijk Pb2o (rij 73, kolom 53), ZEEP001X (rij 74, kolom 50) en PB3o (rij 78, kolom 52). De gemiddelde zoetwaterstijghoogte van ZEEP001X (2,77 mTAW) verschilt echter heel sterk van de gemiddelde zoetwaterstijghoogte van PB2o (4,66 mTAW) en PB3o (4,63 mTAW) en is zelfs lager dan de stijghoogte in de omringende diepere peilbuizen. Dergelijk verschillen in zoetwaterstijghoogtes op een kleine afstand van elkaar zijn echter moeilijk te simuleren met een model waarvan het vierkante basisvlak van de cellen 50m op 50m is. Om deze reden werd de gemiddelde zoetwaterstijghoogte van peilbuis ZEEP001X uit de observatiereeks verwijderd.

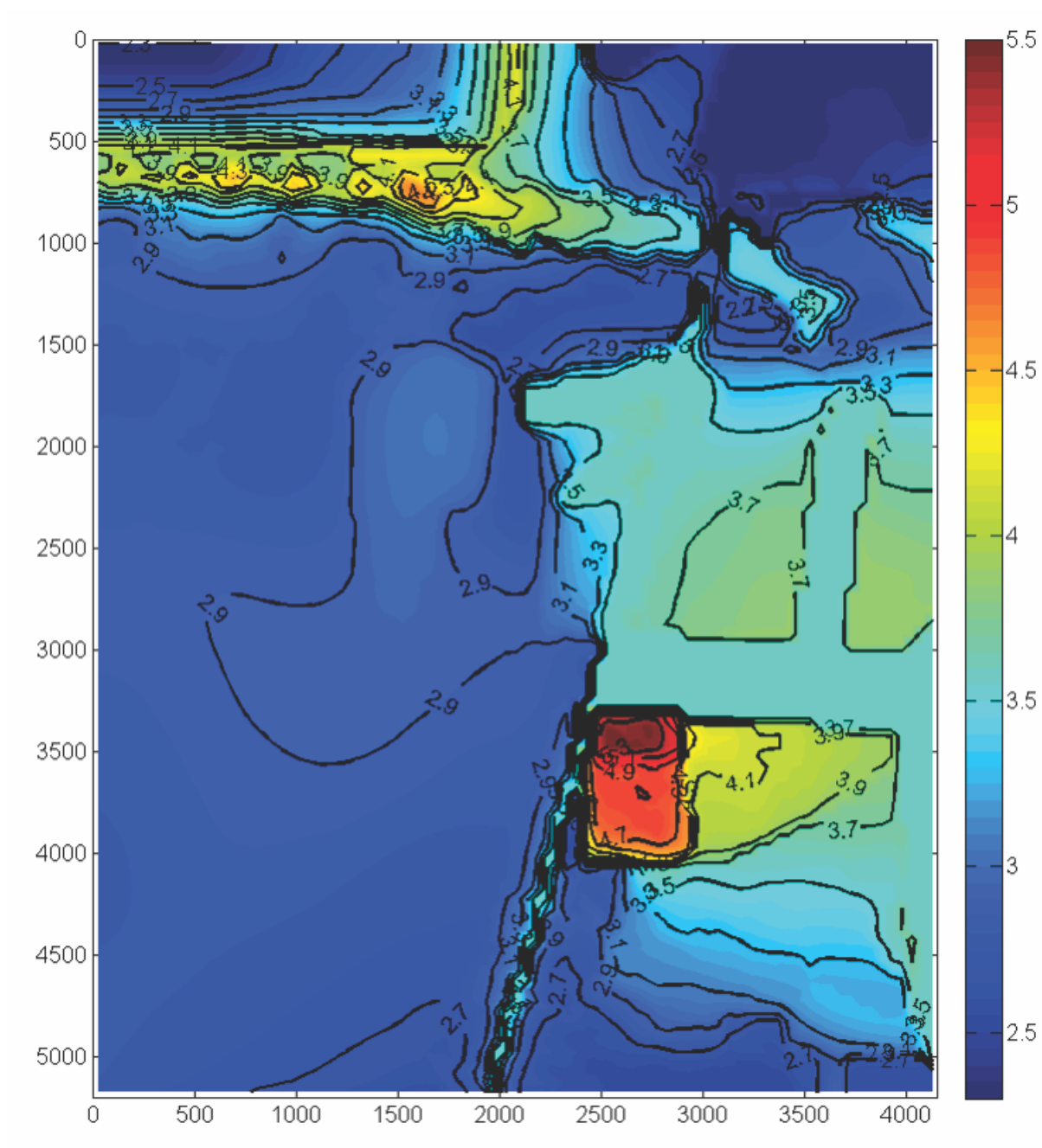
Het gemiddelde verschil tussen de geobserveerde en gesimuleerde zoetwaterstijghoogte is gelijk aan -0.004 m. De som van de vijftien gekwadrateerde verschillen is gelijk aan 1.02 m² en de standaard afwijking van de verschillen is gelijk aan 0.260 m. In figuur 2 staan de gesimuleerde zoetwater-stijghoogtes weergegeven t.o.v. de waargenomen zoetwaterstijghoogtes te samen met de best passende rechte doorheen de waarnemingsreeks. De richtingscoëfficiënt van deze best passende rechte is bij benadering gelijk aan 1 en loopt nagenoeg doorheen de oorsprong van het assenstelsel.



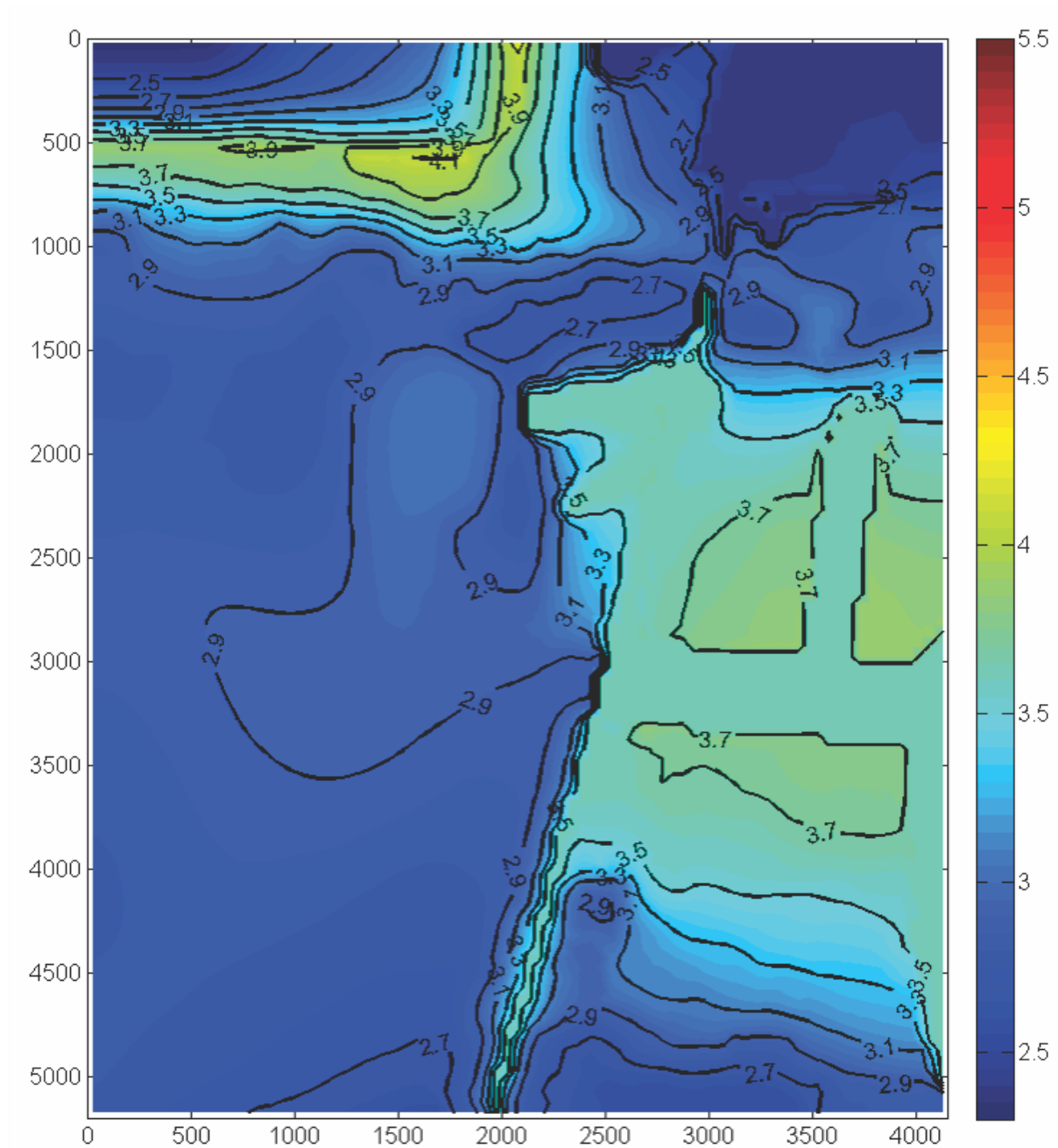
Figuur 2: Gesimuleerde zoetwaterstijghoogtes ten opzichte van waargenomen te samen met de best passende rechte doorheen de waarnemingsreeks

1.4 Gesimuleerde stijghoogteconfiguratie na kalibratie

Het verschil in zoetwaterstijghoogte tussen laag 1 en laag 2 kan duidelijk afgeleid worden uit de figuren 3 en 4. Er is een duidelijk verschil in zoetwaterstijghoogte ter hoogte van de peilbuizen PB1o, PB2o en PB3o (juist ten zuiden van het verbindingsdok) en een veel kleiner verschil ter hoogte van de peilbuizen PB4o, PB5o en PB6o. Uit de stijghoogteverschillen kan ook duidelijk de strook afgeleid worden waar de hydraulische weerstanden tussen laag 1 en 2 vergroot zijn. Als vergelijken met de resultaten van de vorige simulaties dan is er enkel een groot verschil in gesimuleerde stijghoogten van laag 1 ter hoogte van deze strook. Het verschil ten opzichte van de vorige simulatie (Claus & Lebbe, 2012) is gering voor alle andere plaatsen in het modelgebied inclusief de stijghoogten in laag 2 onder de strook waar de hydraulische weerstand sterk verhoogd werd.



Figuur 3: Gesimuleerde zoetwaterstijghoogtes in laag 1



Figuur 4: Gesimuleerde zoetwaterstijghoogtes in laag 2

1.5 Discussie van resultaten van kalibratie

Door de kalibratie is de som van de vijftien gekwadrateerde afwijkingen (die hier als een doelfunctie kan beschouwd worden) verminderd van 14,5 m² naar 1,02 m². De reductie van de doelfunctie is vooral te wijten aan de betere overeenkomst tussen de gesimuleerde en de waargenomen stijghoogten van de peilbuizen PB1o, PB2o en PB3o. Deze verbetering is hoofdzakelijk ten gevolge van de invoer van een strook met grotere hydraulische weerstanden tussen laag 1 en laag 2.

In tabel 2 worden de drie grootste resterende verschillen tussen de waargenomen en de gesimuleerde zoetwaterstijghoogtes aangeduid. De som van deze drie restafwijkingen is gelijk aan 0.6894. De grootste restafwijking komt voor bij peilbuis PB6o de waargenomen zoetwaterstijghoogte (3,28 mTAW) is 0,62 m hoger dan de gesimuleerde stijghoogte (2,66 mTAW). Dit verschil is wellicht terug te wijten aan het voorkomen aan een plaat van zandige klei op veen met een beperkte laterale afwijking.

De tweede grootste restafwijking komt voor bij peilbuis ZEEP014X. De waargenomen zoetwater-stijghoogte is 3,10 mTAW terwijl dat de gesimuleerde stijghoogte 2,69 mTAW. De waarnemingen werden representatief beschouwd voor laag 2 (de meest doorlatende afzettingen over het filterinterval van -1,0 mTAW tot -2,30 mTAW). In het numeriek model is laag 2 gelegen tussen -0,7 mTAW en -2,2 mTAW. Voor een peilbuis met een dergelijk filter is 3,10 mTAW een uitzonderlijke hoge waarde. De grote restafwijking is hier wellicht te wijten aan een relatief grote waarnemingsfout (zie verder laatste paragraaf van dit deel).

De derde grootste hydraulische weerstand is deze van peilbuis PB2d in laag 10. De waargenomen zoetwaterstijghoogte is 3,34 mTAW is geringer dan de gesimuleerde stijghoogte 3,71 mTAW. Deze waarneming is lager dan de zoetwaterstijghoogte in de omringende diepe peilbuizen PB1d en PB3d die gelokaliseerd zijn in laag 3. In de gesimuleerde zoetwaterstijghoogtes is dit verschil minder duidelijk. Dit zou er kunnen op wijzen dat de hydraulische weerstanden tussen de lagen 2 tot en met 14 iets te klein zijn in het model. Het verschil tussen de waargenomen en de gesimuleerde zoetwaterstijghoogte is echter te groot en deze ene waarneming te gering om over te gaan tot een aanpassing tussen de hydraulische weerstand tussen de lagen 2 tot en met 14.

De restafwijkingen zijn niet alleen het gevolg van het verschil tussen de waargenomen en de gesimuleerde zoetwaterstijghoogte. Ze zijn deels ook te wijten aan het verschil tussen de afgeleide waargenomen stijghoogtes en de werkelijke 'foutloze' stijghoogtes. Hierbij kan gewezen worden op de verschillende periodes en de verschillende frequenties van waarnemingen waaruit de gemiddelden afgeleid werden (zie deel 1.1).

Referentie

Brakenhoff, D.A. (2017). Oosterweelverbinding Linkeroever: Resultaten van bemalingsproef Zeebrugge. 72 p. THV ATLAS OWL – ATL_RAP –O5 _ DO

Claus, J & Lebbe, L. (2012). Bouwdok Boudewijnkanaal te Zeebrugge: grondwatermodel. 52p. Cel Grondwatermodellering UGent, Opdrachtgever BAM n.v.

***Bijlage 10 Natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge jaarrapport
2014 - 2015***

Natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge

Beheercommissie

jaarrapport 2014-2015

werkjaar 10

november 2015

VLM



Natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge

Colofon

Opdrachthouder:



Vlaamse Landmaatschappij Regio West

Vestiging Brugge

Velodroomstraat 28

8200 Brugge

Tel. 050 45 81 00

Fax 050 45 81 99

www.vlm.be

Opdrachtgever:

Beheercommissie Natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge

Secretariaat

Edgard Daemen

edgard.daemen@vlm.be

Coverfoto:

't Pompje (© VLM fotoarchief, 2014)

Datum rapport

november 2015

status / revisie

definitief

Inhoud

1.	INLEIDING EN SITUERING	6
2.	INRICHTING VAN DE ZOEKZONES: REALISATIE VAN DE COMPENSATIEMATRIX	9
	2.1 GEACTUALISEERDE COMPENSATIEMATRIX	9
	2.2 DOELSTELLING EN ALGEMENE STAND VAN ZAKEN INRICHTING	
	2.2.1. ALGEMENE STAND VAN ZAKEN GEACTUALISEERDE MATRIX	9
	2.2.2. BALANS INNAME ACHTERHAVEN EN REALISATIE COMPENSATIES	17
3	MONITORINGRESULTATEN	32
	3.1 EVOLUTIE VAN BROEDVOGELS IN DE SBZ-V	34
	3.2 MONITORING VAN DE VEGETATIE IN DE INGERICHTE GEBIEDEN	47
	3.3 ALGEMENE CONCLUSIE MONITORING	50
4.	PLANNING VAN DE REALISATIE VAN DE RESTERENDE TAAKSTELLING	51
	4.1 RESTEREND UITVOERINGSDOSSIER I	52
	4.2 RESTERENDE UITVOERINGSDOSSIER II: KWETSHAGE	58
	4.3 RESTEREND UITVOERINGSDOSSIER III: RESTEREND POLDERGRASLAND	64
5.	GRONDZAKEN	65
	5.1 DOELSTELLING EN UITGANGSSITUATIE	65
	5.2 NOG TE VERWERVEN NA INBRENG INGERICHTE EN POTENTIEEL IN TE RICHTEN GRONDEN	70
	5.3 NOG TE VERWERVEN NA VOLLEDIGE INBRENG VAN KWETSHAGE	70
	5.4 TOTAAL TE VERWERVEN NA INBRENG VAN POTENTIËLE RUILGRONDEN	70
6.	KWETSHAGE: STAND VAN ZAKEN GRONDVERWERVING	76
7.	FINANCIËLE STAND VAN ZAKEN	83
	7.1 INRICHTING	83
	7.2 GRONDZAKEN	84
8	CONCLUSIES	86

Tabellen

TABEL 1	<i>Geactualiseerde matrix 23 juli 2010</i>	10
TABEL 2	<i>Stand van zaken geactualiseerde matrix september 2015</i>	20
TABEL 3	<i>Stand van zaken inrichting oktober 2015</i>	21
TABEL 4	<i>De oppervlakten doorgeschoven habitat voor de realisatie van de verschillende habitats (stand van zaken oktober 2015)</i>	22
TABEL 5	<i>Bruto gerealiseerd habitat, bruto doelstelling en resterende doelstelling voor artikel 36ter in de verschillende zoekzones: stand van zaken oktober 2015</i>	23
TABEL 6	<i>Bruto gerealiseerd habitat, bruto doelstelling en resterende doelstelling voor artikel 14 in de verschillende zoekzones: stand van zaken oktober 2015</i>	24
TABEL 7	<i>Bruto gerealiseerd habitat, bruto doelstelling en resterende doelstelling voor het totaal van de natuurcompensaties (artikel 36ter en artikel 14) in de verschillende zoekzones: stand van zaken oktober 2015</i>	25
TABEL 8	<i>Balans tussen inname van de achterhaven voor havenontwikkeling en de realisatie van de natuurcompensaties: toestand oktober 2015</i>	26
TABEL 9	<i>Samenvattende tabel van de balans tussen inname van de achterhaven voor havenontwikkeling en de realisatie van de natuurcompensaties: toestand oktober 2015.</i>	27
TABEL 10	<i>Aantal territoria Kluut in het studiegebied tussen 2006 en 2014</i>	34
TABEL 11	<i>Procentuele bijdrage van de verschillende zones aan de totale populatie kluut van het studiegebied</i>	35
TABEL 12	<i>Evolutie van het aantal territoria kluut voor de ingerichte zoekzones</i>	36
TABEL 13	<i>Aantal territoria tureluur in het studiegebied tussen 2006 en 2014.</i>	38
TABEL 14	<i>Procentuele bijdrage van de verschillende zones aan de totale populatie tureluur van het studiegebied</i>	38
TABEL 15	<i>Evolutie van het aantal territoria tureluur voor de ingerichte zoekzones</i>	39
TABEL 16	<i>Aantal territoria bruine kiekendief in het studiegebied tussen 2006 en 2014</i>	41
TABEL 17	<i>Aantal territoria roerdomp in het studiegebied tussen 2006 en 2014</i>	41

TABEL 18	<i>Aantal territoria blauwborst in het studiegebied tussen 2006 en 2014</i>	42
TABEL 19	<i>Procentuele bijdrage van de verschillende zones aan de totale populatie blauwborst in het studiegebied</i>	42
TABEL 20	<i>Evolutie van het aantal territoria blauwborst voor de ingerichte zoekzones</i>	43
TABEL 21	<i>Aantal territoria grutto in het studiegebied tussen 2006 en 2014</i>	44
TABEL 22	<i>Procentuele bijdrage van de verschillende zones aan de totale populatie grutto in het studiegebied</i>	44
TABEL 23	<i>Evolutie van het aantal territoria grutto voor de ingerichte zoekzones</i>	45
TABEL 24	<i>Aantal territoria bergeend in het studiegebied tussen 2006 en 2014</i>	45
TABEL 25	<i>Procentuele bijdrage van de verschillende zones aan de totale populatie bergeend in het studiegebied</i>	46
TABEL 26	<i>Evolutie van het aantal territoria bergeend voor de ingerichte zoekzones</i>	46
TABEL 27	<i>Oppervlakten van effectief gerealiseerd zilt grasland en de gemiddelde procentuele bedekking met zilte vegetatie van de ingerichte percelen</i>	48
TABEL 28	<i>BWK-karteringseenheden van het zich ontwikkelend rietmoeras in het Pompje</i>	49
TABEL 29	<i>Evolutie van de oppervlakte zilt habitat op de ingerichte percelen in de Dudzeelse Polder</i>	49
TABEL 30	<i>Oppervlakten te realiseren habitat in het eerste resterende inrichtingsdossier over de verschillende zoekzones</i>	52
TABEL 31	<i>Geactualiseerde matrix na uitvoering van het resterende dossier I</i>	55
TABEL 32	<i>Gerealiseerd habitat uit de geactualiseerde matrix per zoekzone na uitvoering van het eerste resterende inrichtingsdossier</i>	56
TABEL 33	<i>Gerealiseerd habitat uit de geactualiseerde matrix per zoekzone na uitvoering van het eerste resterende inrichtingsdossier</i>	57
TABEL 34	<i>Gerealiseerd habitat uit de geactualiseerde matrix per zoekzone na volledige inrichting van het noordelijk deel van Kwetshage</i>	61
TABEL 35	<i>Gerealiseerd habitat uit de geactualiseerde matrix per zoekzone na realisatie van Kwetshage</i>	62
TABEL 36	<i>Gerealiseerd habitat uit de geactualiseerde matrix per zoekzone na realisatie van Kwetshage</i>	63

TABEL 37	<i>Uitgangssituatie en doelstelling grondverwerving bij begin van het project in 2005</i>	71
TABEL 38	<i>Doelstelling grondverwerving in oktober 2015</i>	72
TABEL 39	<i>Doelstelling grondverwerving na volledige verwerving van Kwetshage</i>	73
TABEL 40	<i>Totale doelstelling grondverwerving in relatie tot de ingerichte oppervlakte op het einde van het project</i>	74
TABEL 41	<i>Resterende doelstelling in 2015 met maximaal gebruik van beschikbare ruilgrond</i>	75
TABEL 42	<i>Gronden als potentiële ruilgronden in de lokale grondenbank</i>	75
TABEL 43	<i>Doelstelling grondverwerving voor de respectievelijke doelstellingen in het noordelijk deel van Kwetshage en stand van zaken</i>	82
TABEL 44	<i>Financiële stand van zaken inrichting oktober 2015</i>	84
TABEL 45	<i>Beschikbaar budget inrichting oktober 2015</i>	85

Figuren

FIGUUR 1	<i>Stand van zaken inrichting: uitgevoerd (west)</i>	28
FIGUUR 2	<i>Stand van zaken inrichting: uitgevoerd (oost)</i>	29
FIGUUR 3	<i>Ontwikkeling van de achterhaven van Zeebrugge oktober 2015</i>	30
FIGUUR 4	<i>Inname van habitats in de achterhaven van Zeebrugge oktober 2015</i>	31
FIGUUR 5	<i>Evolutie van aantal territoria kluut in het referentiegebied en in de zoekzones</i>	34
FIGUUR 6	<i>Dichtheden voor Kluut in de verschillende telgebieden van het studiegebied</i>	36
FIGUUR 7	<i>Dichtheden (n/100ha) voor tureluur in de verschillende telgebieden van het studiegebied</i>	38
FIGUUR 8	<i>Evolutie van aantal territoria blauwborst in het referentiegebied en in de zoekzones</i>	42
FIGUUR 9	<i>Evolutie van aantal territoria grutto in het referentiegebied en in de zoekzones</i>	44
FIGUUR 10	<i>Percelen die worden ingericht in 2017</i>	54
FIGUUR 11	<i>Optimaal inrichtingsscenario voor Kwetshage</i>	60
FIGUUR 12	<i>Stand van zaken grondverwerving oktober 2015 (deel west)</i>	67
FIGUUR 13	<i>Stand van zaken grondverwerving oktober 2015 (deel oost)</i>	68
FIGUUR 14	<i>Doelstelling per perceel (Kwetshage noord)</i>	78
FIGUUR 15	<i>Stand van zaken grondverwerving Kwetshage noord</i>	79
FIGUUR 16	<i>Nog te verwerven percelen Kwetshage noord</i>	80
FIGUUR 17	<i>Potentiële ruilgrond voor Kwetshage noord</i>	81

1. INLEIDING EN SITUERING

Voorliggende rapportering geeft uitvoering aan artikel 6, §5 van de 'Overeenkomst ter uitvoering van de maatregelen voor het vogelrichtlijngebied '3.2 Poldercomplex' die verband houden met de verdere uitbouw van de achterhaven van Brugge-Zeebrugge'. Deze overeenkomst werd op 22 april 2005 ondertekend door het Vlaamse Gewest, de Maatschappij van de Brugse Zeevaartinrichtingen NV. en de Vlaamse Landmaatschappij (bijlage 1).

De overeenkomst is het resultaat van de uitvoering van de beslissing van de Vlaamse regering van 6 februari 2004 over de effectieve inrichting van natuurcompensatiegebieden voor de verdere uitbouw van de achterhaven van Zeebrugge (VR/PV/20074/6 punt 40). De beslissing van 6 februari 2004 bouwt verder op de beslissing van de Vlaamse regering van 25 februari 2000 en het besluit van de Vlaamse regering van 17 juli 2000.

Deze beslissingen zijn er gekomen om tegemoet te komen aan de wettelijke verplichtingen en maatschappelijke verwachtingen met betrekking tot het verdwijnen van natuurwaarden bij de verdere ontwikkeling van de achterhaven van Zeebrugge als havengebied.

Er bestaat een kader voor de bescherming van natuurwaarden op Europees niveau. Dit kader is vastgelegd in de Europese Vogelrichtlijn (richtlijn 79/409/EEG) en de Europese habitatrichtlijn (richtlijn 92/43/EEG). Beide richtlijnen zijn vertaald in het Vlaamse wetgeving door invoering van artikel 36ter in het Decreet op het Natuurbehoud. Daarnaast bestaat natuurbeschermingsregelgeving op Vlaams niveau, vastgelegd in het Decreet op het Natuurbehoud en bijhorende uitvoeringsbesluiten.

In de overeenkomst van 2005 is opgenomen dat er 130 ha nieuwe habitats zullen gecreëerd worden om de betrokken vogelsoorten in een gunstige staat van instandhouding te houden bij inname van de 282 ha geschrapt SBZ-V '3.2 Poldercomplex' (Speciale Beschermingszone Vogelrichtlijn) in de achterhaven. Dit betekent dat er 130 ha nieuw habitat zal gecreëerd zijn, vooraleer de 282 ha in de achterhaven zal worden ingenomen voor verdere ontwikkeling van de haven.

Verder is in de overeenkomst van 2005 opgenomen om te voorzien in de creatie van 232 ha habitats voor het verdwijnen van natuurwaarden in de achterhaven en gelegen buiten het geschrapte SBZ-V. Het betreft de vervanging van natuurwaarden in evenwaardige kwaliteit en kwantiteit. Voor dit deel van de maatregelen is de timing evenwel minder strikt bepaald.

De bovenvermelde overeenkomst legt de verantwoordelijkheden van de ondertekenende partijen vast met betrekking tot alle activiteiten en handelingen die verband houden met de verwerving, de financiering, de inrichting en het beheer van de geplande maatregelen. Deze verantwoordelijkheden en maatregelen zijn beschreven in de taakverdelingsmatrix bijgevoegd aan de overeenkomst. In artikel 6, §1 van de overeenkomst wordt voorzien in de oprichting van een beheercommissie, die de uitvoering van de maatregelen opvolgt en begeleidt, de resultaten opvolgt en evalueert op basis van de in artikel 5 van de overeenkomst beschreven monitoring.

In het derde werkjaar (2007-2008) heeft de beheercommissie een actualisatie van de compensatiematrix doorgevoerd. In haar beslissing van 23 juli 2010 heeft de Vlaamse Regering deze geactualiseerde matrix en de gevoerde methodiek van de beheercommissie om tot deze geactualiseerde matrix te komen, goedgekeurd. De geactualiseerde matrix die in tabel 1 is

bijgevoegd, vervangt vanaf het werkjaar 2010–2011 formeel de oorspronkelijke compensatiematrix zoals deze in de overeenkomst van 2005 is opgenomen

De realisatie van de natuurcompensaties gebeurt grotendeels op gronden die in eigendom zijn (gekomen) van het Vlaamse Gewest.

Artikel 4 van de overeenkomst van 2005 voorziet in de financiering van de natuurcompensaties en legt de budgetten vast voor verwerving van gronden en voor de inrichting. Deze gronden worden rechtstreeks verworven binnen de perimeter van de zoekzones of worden verworven door uitruilen van gebruikers/eigenaars door middel van een aan te leggen grondenbank.

De financiering van de rechtstreekse aankoop van percelen binnen de zoekzones is in principe ten laste van het Agentschap voor Natuur en Bos (voorheen AMINAL afdeling Natuur).

De financiering van de grondenbank komt ten laste van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Afdeling Maritieme Toegang. Het beheer van de lokale grondenbank en het gebruik ervan voor het uitruilen uit de zoekzones is de verantwoordelijkheid van de VLM.

De financiering van de inrichtingsmaatregelen is ten laste van MBZ. De realisatie van de inrichting van de zoekzones in functie van de natuurcompensaties (inrichtingsplannen, technische ontwerpen, uitvoering van de werken) is de verantwoordelijkheid van de VLM.

In de beslissing van de Vlaamse Regering van 23 juli 2010 is goedgekeurd om in het noordelijk deel van de zoekzone Z7 Kwetshage financiële stimuli te voorzien bij de verwerving van de gronden. Ter uitvoering van deze beslissing van de Vlaamse Regering is op 16 november 2011 een overeenkomst ondertekend tussen de afdeling Maritieme Toegang en de Vlaamse Landmaatschappij.

LEESWIJZER VOOR DE VOLGENDE HOOFDSTUKKEN

In deze rapportering wil de beheercommissie een evaluatie brengen van de stand van zaken van de natuurcompensaties voor de Achterhaven van Zeebrugge op het einde van het werkjaar 2014 -2015 (werkjaar 10).

In hoofdstuk 2 van deze rapportering wordt de stand van zaken bekeken van de realisatie van de inrichting van de zoekzones in functie van de uitvoering van de compensatiematrix. Hierbij wordt de geactualiseerde matrix van de beslissing van de Vlaamse Regering van 23 juli 2010 als referentie genomen en wordt de resterende doelstelling bepaald. In dit hoofdstuk wordt ook de balans tussen inname van habitats voor havenontwikkeling en realisatie van de natuurcompensaties voorgesteld. Hoofdstuk 2 geeft dus een gedetailleerd beeld van de vordering van de invulling van de compensatiematrix.

In hoofdstuk 3 wordt gekeken welk het effect is van de gerealiseerde inrichting en de invulling van de compensatiematrix op de bijlage IV-soorten van de SBZ-V. Hiervoor worden de resultaten van de broedvogelmonitoring gebruikt uit het monitoringrapport van 2014 van het INBO (Verstraete et al., 2015). Voor de natuurcompensaties voor artikel 36ter (Europese compensaties) is het namelijk van essentieel belang dat de inname van de achterhaven voor havenontwikkeling geen negatieve impact heeft op de aantallen van de bijlage IV-soorten binnen de volledige SBZ-V 'Poldercomplex'. Voor de natuurcompensaties voor artikel 14 (artikel 7 uitvoeringsbesluit 1998 decreet natuurbehoud) is er een oppervlakte-doelstelling voor de verschillende habitats. In het monitoringrapport van het INBO zijn daarom ook een groot aantal vegetatieopnames opgenomen van percelen in de ingerichte zoekzone. Deze gegevens worden gebruikt om na te gaan of de resultaten van de inrichtingsmaatregelen beantwoorden aan de doelstellingen van de natuurcompensaties.

In hoofdstuk 4 wordt de resterende taakstelling van de natuurcompensaties verder uitgewerkt. De realisatie van de natuurcompensaties is momenteel ver genoeg gevorderd waardoor het mogelijk is om een zeer realistische inschatting te geven van de resterende doelstelling voor inrichting, waarbij deze grotendeels al op perceelsniveau kan worden vastgelegd.

In hoofdstuk 5 wordt de stand van zaken van de grondverwerving gegeven en op basis van de bevindingen in hoofdstuk 4, wordt een zeer realistische prognose gegeven van de oppervlakte aan gronden die nog moeten verworven worden om aan de doelstellingen van de natuurcompensaties te voldoen.

In hoofdstuk 6 wordt kort de stand van zaken van het noordelijk deel van de zoekzone Kwetshage gegeven. Aangezien de Vlaamse Regering in 2010 heeft beslist om het noordelijk deel van Kwetshage volledig te verwerven en hiervoor een flankerend beleid voor landbouw heeft goedgekeurd, is het noodzakelijk de stand van zaken in deze zoekzone meer gedetailleerd te bekijken.

In hoofdstuk 7 worden de financiële aspecten belicht van zowel de inrichting als van de grondverwerving. De financiële stand van zaken wordt getoetst aan de resterende doelstellingen van inrichting en van grondverwerving.

In de conclusie (hoofdstuk 8) wordt een samenvatting gegeven van de stand van zaken voor de verschillende behandelde aspecten in dit jaarrapport.

2. INRICHTING VAN DE ZOEKZONES: REALISATIE VAN DE COMPENSATIEMATRIX

2.1 GEACTUALISEERDE COMPENSATIEMATRIX

Op 23 juli 2010 keurde de Vlaamse Regering de geactualiseerde matrix goed. Deze geactualiseerde versie van de oorspronkelijke compensatiematrix uit de overeenkomst van 22 april 2005 werd door de beheercommissie voorgesteld op basis van een aantal aanpassingen:

- a. Toepassing van de conversiemethodiek bij de inbreng van gerealiseerd habitat voor art. 36ter in de compensatiematrix
- b. Verlaten van de zoekzone Z10 'Polder tussen Dudzele en Damme' en de vervanging door de zoekzone Z10bis.
- c. Aanpassingen aan de gestelde doelstellingen per zoekzone op basis van vergaarde kennis inzake inrichtingsmogelijkheden en mogelijkheden tot verwerving van gronden in specifieke zoekzones

De geactualiseerde matrix is voorgesteld in tabel 1.

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

	Tot. Opp.	Poldergrasland						Grasland met zilte elementen						Moeras						Brakke Plas	
		Artikel 36ter			Vegetatiebesluit			Artikel 36ter			Vegetatiebesluit			Artikel 36ter			Vegetatiebesluit			Vegetatiebesluit	
		R	V	R-V	R	V	R-V	R	V	R-V	R	V	R-V	R	V	R-V	R	V	R-V	R	OM
Z1	300	4,1	20,3	16,20	18,9	7,6	11,3	28,7	0,0	28,7	9,5	0,0	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z2	17	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,0	0,0	0,00	1,9	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z4	150	4,2	3,4	0,78	0,0	16,4	-16,4	32,2	12,2	20,0	34,8	10,6	24,2	9,3	0,0	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z5	47	0,0	0,0	0,00	0,0	5,2	-5,2	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	19,0	7,0	12,00	0,0	40,0	-40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	7,0	40,0	0,0	40,0	0,0	0,0
Z8	175	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z9	23	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,0
Z10bis	3406	3,4	0,0	3,40	96,4	4,0	92,4	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	5,0	8,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	4327	30,7	30,7	0,0	117,2	73,2	44,0	60,9	12,2	48,7	134,5	10,6	123,9	24,3	0,0	24,3	40,0	0,0	40,0	9,0	9,0

	Tot. Opp.	Totaal								
		Artikel 36ter			Vegetatiebesluit			Totaal		
		R	V	R-V	R	V	R-V	R	V	R-V
Z1	300	32,8	20,3	12,5	28,4	7,6	20,8	61,2	27,9	33,3
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,0	0,0	0,0	1,9	0,0	1,9	1,9	0,0	1,9
Z4	150	45,7	15,6	30,1	34,8	27,0	7,8	80,5	42,6	37,9
Z5	47	0,0	0,0	0,0	5,2	5,2	0,0	5,2	5,2	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	26,0	7,0	19,0	40,0	40,0	0,0	66,0	47,0	19,0
Z8	175	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0	80,0	80,0	0,0	80,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	9,0	9,0	0,0	9,0
Z10bis	3406	11,4	0,0	11,4	101,4	4,0	97,4	112,8	4,0	108,8
Totaal	4327	115,9	42,9	73,0	300,7	83,8	216,9	416,6	126,7	289,9

Z1 Klemskerke- Vlissegem

Z2 Palingpot

Z3 Vijfwegen

Z4 Pompje

Z5 Paddegat

Z6 Ettelgem

Z7 Kwetshage

Z8 Dudzeelse Polder

Z9 Put van Vlissegem / Eendenkooi Ter Doest

Z10bis Uitbreidingsperimeters reservaten SBZ-V '3,2 Poldercomplex'

totaal

R :Realiseerbare habitatcreatie
V :Verlies aan bestaand habitat
R-V: netto creatie van habitat

Tabel 1: Geactualiseerde matrix 23 juli 2010

2.1.1 DOELSTELLING INRICHTING EN ALGEMENE STAND VAN ZAKEN INRICHTING

2.1.1.1 ALGEMENE STAND VAN ZAKEN EN GEACTUALISEERDE MATRIX

De geactualiseerde matrix geeft een gedetailleerde inschatting van de doelstelling van de realisatie van de natuurcompensaties voor de Achterhaven van Zeebrugge op basis van de situatie van grondverwerving en inrichting in het voorjaar van 2010 (tabel 1).

Vanaf de tweede helft van 2010 is deze geactualiseerde matrix als basis gehanteerd voor de verdere realisatie van de natuurcompensaties.

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken van de geactualiseerde matrix. In vergelijking met de geactualiseerde matrix zoals opgenomen in het jaarrapport van 2013, zijn er beperkte wijzigingen van de inzet van ingerichte percelen voor respectievelijk de compensaties voor artikel 36ter en voor artikel 14. Dit is gebeurd om percelen efficiënter in te zetten voor de respectieve doelstellingen. De volledige berekening van de netto invulling van de compensatiematrix aan de hand van de bruto realisatie met toepassing van de conversiemethodiek is nog eens grondig bekeken, waarbij nog een aantal fouten werden rechtgezet.

In dit jaarrapport worden een aantal versies van de geactualiseerde matrix getoond. De versie zoals deze in dit hoofdstuk wordt getoond is de actuele stand van zaken. In hoofdstuk 4 worden versies getoond die toekomstige verwerving en inrichting in rekening brengen, zodanig dat een definitieve doelstelling van inrichting en grondverwerving kan berekend worden. De definitieve doelstelling die op basis van deze versies is berekend wordt wel al gebruikt in de geactualiseerde in dit hoofdstuk, waardoor we onmiddellijk al een goed beeld krijgen van de resterende doelstellingen.

In de verschillende versies van de geactualiseerde matrix worden progressief volgende elementen opgenomen:

a. Opname van ingerichte habitatoppervlakten

Volgende uitgevoerde inrichtingsdossiers zijn opgenomen:

- a. Pompje I + II
- b. Klemskerke – Vlissegem I
- c. Eendenkooi Ter Doest / Put van Vlissegem
- d. Dudzeelse polder
- e. Kleiputten van Wenduine

b. Opname van nog in te richten habitatoppervlakten

- De implementatie van een inrichtingsplan voor de realisatie van de resterende oppervlakte zilt grasland (art. 14) en voor de realisatie van een aanzienlijke oppervlakte poldergrasland, dat is opgemaakt om na verdere technische uitwerking in aanbesteding te gaan in 2016

- De veronderstelling van volledige verwerving van het noordelijk gedeelte van Kwetshage op korte termijn voor de realisatie van de resterende doelstelling rietmoeras (45 ha) en poldergrasland (19 ha)

De geactualiseerde matrix in dit hoofdstuk gebruikt alle elementen om de einddoelstelling te bepalen, maar gebruikt enkel de elementen onder punt 1 om de actuele stand van zaken aan te geven ten opzichte van de einddoelstelling.

Het inrichtingsplan voor 2016 wordt verder toegelicht in hoofdstuk 4. De uitvoering van dit inrichtingsplan zorgt er voor dat de doelstelling zilt grasland voor artikel 14 volledig kan worden gerealiseerd. Hierdoor krijgen we een definitief beeld van de oppervlakten door te schuiven habitat, d.i. grotendeels poldergrasland, ten gevolge van de inrichting van zilt grasland. Ook de oppervlakte door te schuiven poldergrasland door de inrichting van het rietmoeras in Kwetshage kan gedetailleerd op perceelsniveau worden berekend. Hierdoor krijgen we een juiste inschatting van de totale doelstelling van poldergrasland voor artikel 14 en van de resterende doelstelling voor poldergrasland buiten Kwetshage. De bruto doelstelling in de tabellen 2 en 3 is op basis hiervan berekend. In hoofdstuk 5 wordt verder ingegaan op de resterende doelstelling na opname van het nog uit te voeren inrichtingsplan en van de inrichting van Kwetshage. Nu worden de bruto doelstellingen gebruikt om de actuele stand van zaken van ingerichte habitatoppervlakten te toetsen aan de doelstellingen.

Op deze manier zijn er wel een beperkt aantal veranderingen in de geactualiseerde matrix van dit jaarrapport aangebracht in vergelijking met deze van het jaarrapport 2013.

In het werkjaar 2014 – 2015 is geen nieuw uitvoeringsdossier opgestart. Na de uitvoering van het laatste uitvoeringsdossier in 2012 -2013 (Kleiputten van Wenduine), is op 5,5 ha rietmoeras na, de compensatiedoelstelling voor artikel 36ter (*‘Europese compensaties’*) gerealiseerd. De resterende oppervlakte rietmoeras zal in Kwetshage worden ingericht, samen met de 40 ha rietmoeras die nog voor artikel 14 (*‘Vlaamse compensaties’*) moeten worden gerealiseerd. Voor de compensaties voor art. 14 moet nog zilt grasland, poldergrasland en rietmoeras worden ingericht.

TOELICHTING BIJ DE TABELLEN

TABEL 1

Tabel 1 geeft de geactualiseerde matrix zoals deze is goedgekeurd door de Vlaamse Regering op 23 juli 2010.

TABEL 2

In tabel 2 wordt de stand van zaken van gerealiseerde inrichting in de tabel van de geactualiseerde matrix ingebracht. Een vergelijking tussen tabel 1 en 2 geeft de voortgang van de natuurcompensaties weer.

In beide tabellen wordt een totale inschatting gegeven van netto en bruto te realiseren habitat. De netto en bruto gerealiseerde oppervlakten worden gegeven voor elke habitat en voor elke zoekzone, verdeeld over de compensaties voor artikel 36ter (art. 36ter Europese compensaties) en de compensaties voor artikel 14 van het decreet natuurbehoud. In deze tabel staat R voor de gerealiseerde oppervlakte habitat in de matrix (= bruto oppervlakte), V is het verlies aan habitat door de opwaardering van bestaand habitat en R-V geeft dan de netto oppervlakte die in de matrix kan worden ingebracht voor de verschillende habitats op het einde van 2013. De bruto oppervlakte is de oppervlakte die is gerealiseerd van een bepaald habitat, gecorrigeerd volgens de conversiemethodiek bij de compensaties voor artikel 36ter (art. 36ter). Het habitatverlies geeft de oppervlakte die wordt doorgeschoven in de matrix, indien voor de realisatie van een bepaald habitat een ander habitat wordt omgezet, of indien bestaand habitat wordt opgewaardeerd. Zo wordt zilt grasland gerealiseerd door opwaardering van bestaand zilt grasland, maar tevens door de omzetting vanuit poldergrasland. Rietmoeras kan worden gerealiseerd door omzetting vanuit bestaand zilt grasland en poldergrasland. Indien habitat wordt gerealiseerd vanuit akkerland of ingezaaid grasland wordt dus geen habitat doorgeschoven. Dit is het geval voor alle poldergrasland dat in de matrix wordt ingebracht. Voor de compensaties voor artikel 36ter wordt de doorgeschoven oppervlakte nog gecorrigeerd volgens de conversiemethodiek voor opwaardering van bestaand zilt grasland of voor de realisatie van zilt grasland vanuit poldergrasland. Voor de compensaties voor artikel 14 (art.14) wordt deze conversie niet toegepast en wordt de volledige oppervlakte doorgeschoven. Uit tabel 2 wordt duidelijk dat momenteel voor de compensaties voor art. 36ter in totaal netto 75,1 ha habitat in de matrix kan worden ingebracht. Deze netto oppervlakte werd gerealiseerd door bruto 97,8 ha te realiseren in de matrix, waarbij er een oppervlakte van 22,6 ha is gerealiseerd als doorgeschoven habitat. Voor de compensaties voor art. 14 is de totale netto oppervlakte habitat die in de matrix is ingebracht 113,5 ha. Hiervoor werd bruto 131,5 ha habitat gerealiseerd, waarvan 18 ha doorgeschoven habitat. In totaal is dus netto 188,6 ha habitat in de matrix ingebracht, met een bruto realisatie van 229,2 ha, waarvan 40,6 ha doorgeschoven habitat.

TABEL 3

Tabel 3 geeft dezelfde gegevens van tabel 2, maar met een explicietere weergave van de bruto en netto realisatie van habitats en de resterende doelstelling voor de compensaties voor artikel 36ter (Europees) en artikel 14 (Vlaams).

ARTIKEL 36TER (EUROPESE COMPENSATIES)

De netto doelstelling voor artikel 36ter is 73 ha. Om deze netto doelstelling te realiseren moet er bruto 103,6 ha worden gerealiseerd. De netto doelstelling voor zilt grasland is 48 ha. De bruto doelstelling hiervoor is 61,9 ha. Dit is te wijten aan het doorschuiven van habitat in de matrix door de realisatie van rietmoeras uit bestaand zilt grasland en uit de realisatie van zilt grasland door opwaardering van bestaand zilt grasland. Hiervoor is een conversie van oppervlakten toegepast volgens de methodiek die door de Vlaamse Regering is goedgekeurd in de Beslissing VR van 2010. Uit de tabel blijkt dat voor artikel 36ter nog 5,8 ha rietmoeras moet worden gerealiseerd. Deze resterende doelstelling zal in Kwetshage worden gerealiseerd. Hiervoor zal er 5,5 ha poldergrasland bijkomend moeten worden gerealiseerd als gevolg van het doorschuiven van habitat in de matrix. Deze 5,5 ha poldergrasland is nu al opgenomen in de matrix. Hierdoor komt de resterende doelstelling poldergrasland voor artikel 36ter op – 5,5 ha. De netto doelstelling voor poldergrasland is 0 ha. Uit de tabel 3 blijkt wel dat bruto 16,6 ha poldergrasland is gerealiseerd. Deze oppervlakte is volledig op rekening te brengen van doorgeschoven habitat als gevolg van de inrichting van zilt grasland. De uiteindelijke netto realisatie zal 0 ha zijn na de inrichting van de resterende 5,8 ha rietmoeras in Kwetshage. Er is een overschot van 2,4 ha zilt grasland. Dit overschot wordt later verrekend bij de invulling van de doelstelling zilt grasland voor artikel 14. De realisatiegraad voor poldergrasland en zilt grasland is dus 100%, terwijl rietmoeras voor 76,8% is gerealiseerd. In totaal is er bruto 97,8 ha gerealiseerd in de matrix.

ARTIKEL 14 (VLAAMSE COMPENSATIES)

De netto doelstelling voor artikel 14 is 217 ha. Om deze netto doelstelling te realiseren moet er 292,3 ha habitat worden ingericht. Hiervan is momenteel 131,5 ha gerealiseerd (45%). Voor de habitats rietmoeras en brakke plas zijn de netto en bruto doelstellingen gelijk. Voor poldergrasland en zilt grasland zijn er verschillen tussen netto te realiseren en bruto te realiseren habitat. Voor poldergrasland is het verschil aanzienlijk (106 ha bruto versus 44 ha netto) door de realisatie van zilt grasland en rietmoeras vanuit poldergrasland. De doorschuif van poldergrasland van huidig ingericht habitat is volledig op rekening van zilt grasland. Dit betekent dat er een doorschuif is van 5,1 ha (bruto 16,9 ha versus netto 11,8 ha) door de inrichting van zilt grasland vanuit poldergrasland. In totaal moet er bijkomend 62 ha poldergrasland worden gerealiseerd bovenop de netto doelstelling van 44 ha. Het grootste deel komt op rekening van de realisatie van rietmoeras vanuit poldergrasland in Kwetshage. Voor zilt grasland is er een bruto doelstelling van 137,4 ha tegenover een netto doelstelling van 124 ha. Dit betekent dat 13,4 ha extra zilt grasland moet worden gerealiseerd ten gevolge van de opwaardering van bestaand zilt grasland.

De bruto doelstelling is voor 76,9% gerealiseerd voor zilt grasland. Bruto moet er nog 31,8 ha zilt grasland ingericht worden, waarvan er netto 31,3 ha overblijft voor inbreng in de matrix. Er moet nog bruto 89,1 ha poldergrasland worden gerealiseerd, waarvan er uiteindelijk 32,2 ha in de matrix kunnen worden ingebracht. Dit betekent dat momenteel 15,9% van de doelstelling poldergrasland voor artikel 14 is gerealiseerd.

TABEL 4

De tabel 4 geeft een overzicht van de oppervlakten van habitats die moeten worden doorgeschoven bij de realisatie van de doelstellingen voor de vier habitats zoals voorgesteld in tabel 3. Deze tabel geeft het verband weer tussen de netto en bruto oppervlakten van tabel 3.

Voor artikel 36ter is er momenteel 11,5 ha zilt grasland en 11,1 ha poldergrasland doorgeschoven in de matrix, voor de creatie van zilt grasland en rietmoeras.

Voor artikel 14 wordt voor de realisatie van zilt grasland 18 ha doorgeschoven, waarvan 12,9 ha zilt grasland (opwaardering) en 5,1 ha poldergrasland.

Bij de huidige realisatie is er in de matrix in totaal 40,6 ha doorgeschoven, waarvan 24,4 ha zilt grasland en 16,2 ha poldergrasland.

TABEL 5, 6 EN 7

Deze tabellen geven dezelfde gegevens als tabel 3, maar met de expliciete verdeling van de realisatie en de doelstelling over de verschillende zoekzones. De oppervlakten in deze tabellen zijn de effectief gerealiseerde oppervlakten d.w.z. de bruto oppervlakten.

TABEL 5 – ARTIKEL 36TER

Er is enkel nog een resterende doelstelling van 5,8 ha voor rietmoeras. Deze oppervlakte komt in Kwetshage (Z7) te liggen wanneer hier de resterende 40 ha voor artikel 14 worden ingericht. De doelstellingen voor zilt grasland en poldergrasland (resp. 61,9 en 16,6 ha) zijn momenteel al bereikt. Het gerealiseerde zilt grasland ligt verdeeld over de zoekzones Klemskerke-Vlissegem (Z1) en Pompje (Z4). De 9,3 ha rietmoeras ligt in Pompje (Z4).

TABEL 6 – ARTIKEL 14

Van de 105,6 ha gerealiseerd zilt grasland voor artikel 14 liggen er 80 ha in Dudzeelse polder (Z8). De overige oppervlakte ligt grotendeels in Pompje (Z4) (22,9 ha) en een klein gedeelte in Klemskerke-Vlissegem (Z1) (2,7 ha). Er is nog een resterende doelstelling zilt grasland van 31,8 ha. Deze resterende oppervlakte zal verdeeld worden over Klemskerke-Vlissegem (2,3 ha), Pompje (11,3 ha) en de deelgebieden Uitkerkse Polder en Ter Doest van de zoekzone Z10bis (18,2 ha).

Er is momenteel 16,9 ha poldergrasland gerealiseerd. Deze ligt voor een groot gedeelte in de deelgebieden Stadswallen Damme en Uitkerkse polder van Z10bis (10,5 ha). De resterende doelstelling van 89,1 ha zal grotendeels in Uitkerkse polder en Meetkerkse Moeren van Z10bis komen te liggen (69,6 ha), naast 19 ha in Kwetshage (Z7).

Er is nog geen rietmoeras gerealiseerd voor artikel 14. De volledige oppervlakte van 39,9 ha zal in het noordelijk deel van Kwetshage komen te liggen.

De 9 ha brakke plas is al volledig gerealiseerd, verdeeld over de Eendenkooi Ter Doest en de Put van Vlissegem.

TABEL 7 – TOTALE COMPENSATIE

In deze tabel worden de gegevens van tabel 5 en 6 gesommeerd.. Hier krijgen we wel onmiddellijk een idee van de oppervlakten die per zoekzone al zijn gerealiseerd en nog moeten worden gerealiseerd. De zoekzones met de grootste oppervlakte doelstellingen zijn Z10bis (Uitkerkse polder, Meetkerkse Moeren, Ter Doest en Stadswallen Damme) (116 ha), Dudzeelse polder (Z8) (80 ha), Pompje (Z4) (81,4 ha), Kwetshage Z7 (64,7 ha) en Klemskerke-Vlissgem (Z1) (40 ha).

De zoekzones waar het grootste gedeelte van de nog resterende doelstelling zal komen te liggen zijn Z10bis en Kwetshage (Z7), waarbij in Kwetshage nog 45,7 ha rietmoeras en 19 ha poldergrasland moeten worden ingericht en in Z10bis nog 69,6 ha poldergrasland en 18,2 ha zilt grasland moeten worden gerealiseerd. In Pompje en in Klemskerke-Vlissgem wordt nog resp. 11,3 ha en 2,3 ha zilt grasland voorzien. De totale resterende doelstelling van zilt grasland (31,8 ha) zal in één inrichtingsdossier gerealiseerd worden. Dit dossier wordt verder besproken in hoofdstuk 4.

Conclusie stand van zaken geactualiseerde matrix

1. **94,4%** van de totale doelstelling van de natuurcompensaties voor **art. 36ter** is gerealiseerd.
2. Voor **art. 36ter** moet nog **5,8 ha rietmoeras** worden gerealiseerd. Deze oppervlakte zal komen te liggen in Kwetshage, samen met de resterende 40 ha rietmoeras voor art. 14.
3. Het negatief saldo voor nog bruto te realiseren zilt grasland (-2,4 ha) is te wijten aan het feit dat deze oppervlakten terug te brengen zijn naar werkelijk ingerichte percelen, waardoor het moeilijk is om op saldo 0 uit te komen. Dit betekent concreet dat er momenteel een **licht overschot** is voor de **compensaties voor art. 36ter**. Dit overschot blijft in de tabellen opgenomen en zal op het einde van het project in rekening gebracht worden voor de definitieve invulling van de totale doelstelling.
4. De doelstelling van de realisatie van de natuurcompensaties voor **art. 14** is **voor 45% gerealiseerd**. De **brakke plas** is **volledig gecompenseerd**, terwijl het **zilt grasland** voor ongeveer **76,9%** is **gerealiseerd**. Van het **poldergrasland** is nog maar **15,9%** **gerealiseerd**, terwijl de 40 ha **rietmoeras** nog volledig moet worden ingericht (**0% realisatie**).
5. Voor artikel 14 moeten nog volgende oppervlakte worden gerealiseerd (bruto):

a. Zilt grasland	31,8 ha
b. Poldergrasland	89,1 ha
c. Rietmoeras	39,9 ha

2.2 STAND VAN ZAKEN BALANS INNAME ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE EN REALISATIE VAN DE NATUURCOMPENSATIES

Het is noodzakelijk om de voortgang van de uitvoering van de natuurcompensaties te toetsen aan de parallelle voortgang van de verdere ontwikkeling van de achterhaven van Zeebrugge. Met name voor de compensaties voor art. 36ter van het decreet natuurbescherming is een strikte gelijktijdigheid van de uitvoering van de compensaties noodzakelijk. In dit deel willen we daarom de voortgang van de natuurcompensaties toetsen aan het verdwijnen van de habitats in de achterhaven van Zeebrugge door de verdere uitbouw voor havenactiviteiten. Er wordt een balans gegeven tussen realisatie van de natuurcompensaties en inname van de achterhaven. Deze balans is een maat voor de voortgang van de natuurcompensaties.

De referentie voor de balans is de gelijktijdigheid van bouwvergunningen tussen ontwikkeling van de achterhaven en realisatie van de natuurcompensaties. In 2015 is er geen oppervlakte van ingericht habitat zijn bijgekomen.

In figuur 3 wordt een beeld gegeven van de toestand oktober 2015 waarbij een overzicht wordt gegeven van de status van de verschillende zones in de achterhaven van Zeebrugge inzake uitbouw van havenactiviteiten.

In figuur 3 worden volgende statussen gegeven:

1. ZONES MET HAVENTERMINALS IN OPERATIE:

In deze zones zijn concessies verleend van MBZ aan bedrijven.

2. ZONES VOOR NOG TE REALISEREN TERMINALS:

In deze zones zijn reeds bouwvergunningen verleend aan de MBZ voor het voorbereiden van de gronden voor de verdere ontwikkeling als terminal. Deze gronden liggen klaar voor de vestiging van terminals. De habitats in deze zones zijn dus reeds verdwenen.

3. ZONES IN ONTWIKKELING WAARVOOR EEN STEDENBOUWKUNDIGE VERGUNNING IS VERLEEND EN DIE IN ONTWIKKELING ZIJN:

Dit zijn de zones waar de MBZ in 2012 een stedenbouwkundige vergunning voor heeft ontvangen, en die worden klaargelegd voor de vestiging van terminals. De habitats (art. 14) in deze zones zijn verdwenen.

4. ZONES WAAR EEN STEDENBOUWKUNDIGE VERGUNNING IS VERLEEND, MAAR WAAR NOG GEEN WERKEN IN HET KADER VAN HAVENONTWIKKELING ZIJN GEBEURD:

Dit is de zone in het verlengde van de Toyotakaai waar in 2013 de stedenbouwkundige vergunning voor is afgeleverd. De oppervlakte habitat zilt grasland (art. 14) in deze zone is nog aanwezig. Er is echter al een aanbesteding voor de werken in deze zone. Op kaart is dit de zone binnen de gele lijn.

5. ZONES WAAR NOG GEEN STEDENBOUWKUNDIGE VERGUNNING IN AANVRAAG IS:

Dit zijn de zones waar de habitats voor artikel 14 nog niet zijn ingenomen en waarvoor momenteel ook nog geen stedenbouwkundige vergunning in aanvraag is. Op de kaart zijn dit de zones binnen de dikke groene lijn.

Op figuur 4 worden de habitats in de achterhaven van Zeebrugge gegeven die betrokken zijn bij de natuurcompensaties. Er wordt in de figuur een onderscheid gemaakt tussen de oppervlakte van habitats die al verdwenen is, de oppervlakte die nog aanwezig is maar waar al een stedenbouwkundige vergunning voor is en de oppervlakte waarvoor nog geen stedenbouwkundige vergunning voor in aanvraag is. Deze figuur is een visualisering van de tabellen 8 en 9.

In de tabel 8 wordt de Achterhaven van Zeebrugge in een aantal zones onderverdeeld zoals deze zijn gedefinieerd in de overeenkomst van 22 april 2005. De zones A1, A2, A3 en A4 zijn gelegen buiten het geschrapte SBZ-V en zijn de zones waar het verdwenen of nog te verdwijnen habitat moet worden gecompenseerd voor artikel 14. De zones B1, B2 en B3 zijn de zones die binnen het geschrapte SBZ-V gelegen zijn. De inname van deze zone moet worden gecompenseerd voor artikel 36ter.

De tabel 9 geeft een samenvatting van tabel 8. Hieruit blijkt dat er momenteel nog een achterstand is van de realisatie van de natuurcompensaties ten opzichte van de inname van habitats voor havenontwikkeling van 83,2 ha. Voor artikel 36ter is er volgens deze tabel een overschot van 2,2 ha gerealiseerd voor de natuurcompensaties. Dit is te wijten aan de feit dat de toekomstige doorschuif voor de realisatie van de resterende 5,8 ha rietmoeras voor artikel 36ter nu al in de matrix is opgenomen, zodat er nu een overschot is aan poldergrasland in de matrix. De 2,4 ha zilt grasland op overschot voor de natuurcompensaties zijn ook in surplus gerealiseerd, maar zullen uiteindelijk in rekening worden gebracht bij de realisatie van het resterend zilt grasland voor artikel 14. Deze oppervlakten in surplus voor de natuurcompensaties zullen dus uiteindelijk verdwijnen.

Er is voor artikel 36ter nog wel een tekort van 5,7 ha rietmoeras aan de zijde van de natuurcompensaties, die al wel is ingenomen voor haventontwikkeling. Gezien de wettelijke verplichting van gelijktijdigheid van compensatie en habitatinname, is dit een situatie die best zo snel mogelijk wordt aangepakt. Er is voorzien om hiervoor 5,8 ha rietmoeras te realiseren in het noordelijk deel van Kwetshage, samen met de resterende 40 ha rietmoeras voor artikel 14 (zie verder). Gezien voor de inrichting van Kwetshage voor de ontwikkeling van rietmoeras een combinatie zal worden gehanteerd van een globale waterpeilverhoging en gelokaliseerde maatregelen, is het kostenefficiënter om de 5,8 ha rietmoeras voor artikel 36ter gelijktijdig in te richten met de 40 ha voor artikel 14. Gezien de globale maatregelen van waterpeilverhoging is het noodzakelijk dat eerst alle gronden in het noordelijk deel van Kwetshage worden verworven (zie verder hoofdstuk 5 Grondzaken).

Voor artikel 14 is er een achterstand van 85,4 ha, met vooral een grote achterstand voor rietmoeras (39,5 ha) en poldergrasland (29,9 ha). Voor zilt grasland is de achterstand beperkter, maar toch nog significant (16,2 ha).

Conclusie balans inname achterhaven Zeebrugg – realisatie natuurcompensaties

1. *Er is nog een belangrijk tekort van 5,7 ha voor rietmoeras voor artikel 36ter. De totale balans voor artikel 36ter is licht positief (+ 2,2 ha), met een licht overschot op de balans voor zilt grasland (+2,4 ha) en voor poldergrasland (5,5 ha). De resterende oppervlakte rietmoeras zal worden gerealiseerd in Kwetshage. In principe zijn de gronden voor deze realisatie al in eigendom. Het is echter pas bij de inrichting van het noordelijk deel van Kwetshage dat deze 5,7 ha in de balans zal kunnen verschoven worden naar gerealiseerd. Het overschot voor poldergrasland is te wijten aan het feit dat er geen netto doelstelling is voor poldergrasland, maar er toch poldergrasland wordt gerealiseerd voor art. 36ter als doorgeschoven habitat voor de realisatie van zilt grasland en rietmoeras. Netto is er momenteel een overschot gerealiseerd voor poldergrasland. Deze oppervlakte is nu reeds opgenomen in de matrix, maar zal grotendeels verdwijnen uit de matrix op het moment dat de resterende 5,8 ha rietmoeras, met bijhorende doorschuifoperatie van poldergrasland, zal worden gerealiseerd.*
2. *De balans is negatief voor de realisatie van de natuurcompensaties voor artikel 14 (-85,4 ha). Hierbij is er vooral een achterstand voor poldergrasland (- 39,9 ha) en voor rietmoeras (-39,5 ha).*
3. *Momenteel is er ongeveer 17,9 ha habitat in de achterhaven van Zeebrugge dat nog niet is ingenomen of waar er nog geen stedenbouwkundige vergunning is. De habitats in dit gebied zijn: 0,8 ha rietmoeras, 2,2 ha poldergrasland, 14,8 ha zilt grasland en 0,1 ha brakke plas.*

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

	Tot. Opp.	Poldergrasland						Grasland met zilte elementen						Moeras						Brakke Plas	
		Artikel 36ter			Vegetatiebesluit			Artikel 36ter			Vegetatiebesluit			Artikel 36ter			Vegetatiebesluit			Vegetatiebesluit	
		R	V	R-V	R	V	R-V	R	V	R-V	R	V	R-V	R	V	R-V	R	V	R-V	R	OM
Z1	300	4,3	9,3	5,0	2,0	2,7	-0,7	28,3	0,0	28,3	2,7	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,4	0,0	0,4	1,6	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z4	150	4,3	1,8	2,5	0,0	2,4	-2,4	33,6	11,5	22,1	22,9	12,9	10,0	9,3	0,0	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z5	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z8	175	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,0
Z10bis	3406	7,6	0,0	7,6	10,5	0,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Totaal	4327	16,6	11,1	5,5	16,9	5,1	11,8	61,9	11,5	50,4	105,6	12,9	92,7	19,3	0,0	19,3	0,0	0,0	0,0	9,0	9,0

	Tot. Opp.	Totaal								
		Artikel 36ter			Vegetatiebesluit			Totaal		
		R	V	R-V	R	V	R-V	R	V	R-V
Z1	300	32,5	9,3	23,2	4,7	2,7	2,0	37,2	12,0	25,2
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,4	0,0	0,4	1,6	0,0	1,6	1,9	0,0	1,9
Z4	150	47,2	13,3	33,9	22,9	15,3	7,6	70,1	28,6	41,5
Z5	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	2,8	2,8	0,0	2,8
Z8	175	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0	80,0	80,0	0,0	80,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	9,0	9,0	0,0	9,0
Z10bis	3406	17,6	0,0	17,6	10,5	0,0	10,5	28,2	0,0	28,2
Totaal	4327	97,8	22,6	75,1	131,5	18,0	113,5	229,2	40,6	188,6

Tabel 2: Stand van zaken geactualiseerde matrix september 2015

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

	Netto realisatie	Doelstelling (netto)	Nog te realiseren: netto	Bruto realisatie	Inschatting bruto doelstelling	Nog te realiseren: bruto	% gerealiseerd
Art 36ter							
Zilt grasland ¹	50,4	48,0	-2,4	61,9	61,9	-2,4	100,0%
Poldergrasland ²	5,5	0,0	-5,5	16,6	16,6	-5,5	100,0%
Rietmoeras ³	19,3	25,0	5,7	19,3	25,2	5,8	76,8%
Totaal	75,2	73,0	-2,2	97,8	103,6	-2,0	94,4%
Art 7							
Zilt grasland	92,7	124,0	31,3	105,6	137,4	31,8	76,9%
Poldergrasland ⁴	11,8	44,0	32,2	16,9	106,0	89,1	15,9%
Rietmoeras	0,0	40,0	40,0	0,0	39,9	39,9	0,0%
Brakke plas	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0	0,0	100,0%
Totaal	113,5	217,0	103,5	131,5	292,2	160,8	45,0%
TOTAAL	188,6	290,0	101,4	229,3	395,9	158,8	57,9%

¹ som van 20 ha zilt grasland en omzetting van 100 ha poldergrasland naar 28 ha zilt grasland met een gemiddelde bedekking van 7% zilt habitat

² er wordt art. 36ter poldergrasland gerealiseerd als doorgeschoven habitat voor de realisatie van zilt grasland en rietmoeras

³ doelstelling van 10 ha uit de oorspronkelijke matrix en 15 ha volgens de beslissing van de Vlaamse Regering van 23/07/2010 (rietveld De Pelikaan)oor

⁴ voor het percentage gerealiseerd voor poldergrasland art. 14 zijn de bruto oppervlakte gebruikt i.p.v. de netto omdat dat dit een beter beeld geeft van de resterende doelstelling

Tabel 3: Stand van zaken inrichting oktober 2015

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

<i>Doorgeschoven habitat (ha)</i>	Zilt grasland	Poldergrasland	Rietmoeras	Brakke plas	Totaal
<i>Gerealiseerd habitat</i>					
<i>Artikel 36ter</i>					
Zilt grasland	2,2	11,1	0,0	0,0	13,3
Poldergrasland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rietmoeras	9,3	0,0	0,0	0,0	9,3
Brakke plas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	11,5	11,1	0,0	0,0	22,6
<i>Artikel 14</i>					
Zilt grasland	12,9	5,1	0,0	0,0	18,0
Poldergrasland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rietmoeras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brakke plas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	12,9	5,1	0,0	0,0	18,0
<i>Totaal</i>	24,4	16,2	0,0	0,0	40,6

Tabel 4: De oppervlakten doorgeschoven habitat voor de realisatie van de verschillende habitats (stand van zaken oktober 2015)

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

Artikel 36ter	Oppervlakte zoekzone	Zilt grasland			Poldergrasland			Rietmoeras			Brakke plas			Totaal		
		Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren
Z1	300	28,3	28,3	0,0	4,3	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,5	32,5	0,0
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0
Z4	150	33,6	33,6	0,0	4,3	4,3	0,0	9,3	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	47,3	47,2	0,0
Z5	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	5,8
Z8	175	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z10bis	3406	0,0	0,0	0,0	7,6	7,6	0,0	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6	17,6	0,0
Totaal	4327	61,9	61,9	0,0	16,6	16,6	0,0	19,3	25,1	5,8	0,0	0,0	0,0	97,8	103,6	5,8

Tabel 5: Bruto gerealiseerd habitat, bruto doelstelling en resterende doelstelling voor artikel 36ter in de verschillende zoekzones: stand van zaken oktober 2015

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

Artikel 14	Oppervlakte zoekzone	Zilt grasland			Poldergrasland			Rietmoeras			Brakke plas			Totaal		
		Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren
Z1	300	2,7	5,0	2,3	2,0	2,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	7,5	2,8
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6	0,0
Z4	150	22,9	34,2	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,9	34,2	11,3
Z5	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	0,0	0,0	0,0	2,8	21,8	19,0	0,0	39,9	39,9	0,0	0,0	0,0	2,8	61,7	58,8
Z8	175	80,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0	0,0
Z10bis	3406	0,0	18,2	18,2	10,5	80,1	69,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,5	98,4	87,8
Totaal	4327	105,6	137,4	31,8	16,9	106,0	89,1	0,0	39,9	39,9	9,0	9,0	0,0	131,5	292,2	160,8

Tabel 6: Bruto gerealiseerd habitat, bruto doelstelling en resterende doelstelling voor artikel 14 in de verschillende zoekzones: stand van zaken oktober 2015

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

Totaal	Oppervlakte zoekzone	Zilt grasland			Poldergrasland			Rietmoeras			Brakke plas			Totaal		
		Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren
Z1	300	31,0	33,3	2,3	6,3	6,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,2	40,0	2,8
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9	0,0
Z4	150	56,5	67,8	11,3	4,3	4,3	0,0	9,3	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	70,2	81,4	11,2
Z5	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	0,0	0,0	0,0	2,8	21,8	19,0	0,0	45,7	45,7	0,0	0,0	0,0	2,8	67,5	64,7
Z8	175	80,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0	0,0
Z10bis	3406	0,0	18,2	18,2	18,2	87,8	69,6	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,2	116,0	87,8
Totaal	4327	167,5	199,3	31,8	33,4	122,5	89,1	19,3	65,0	45,7	9,0	9,0	0,0	229,3	395,8	166,6

Tabel 7: Bruto gerealiseerd habitat, bruto doelstelling en resterende doelstelling voor het totaal van de natuurcompensaties (artikel 36ter en artikel 14) in de verschillende zoekzones: stand van zaken oktober 2015

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

Inname voor havenontwikkeling							Tegenoverstaande natuurcompensaties			Balans compensaties/inname
Zone *	Habitat	Oppervlakte (ha)	Ingenomen	Vergund	Aanvraag vergunning	Niet vergund	Uitgevoerd	Vergund	Aanvraag vergunning	Totaal
A1	Hpr*	38,5	38,5	0	0	0	11,8	0	0	-26,7
	Hpr*+Da	32,75	32,7	0	0	0	32,8	0	0	0,0
	Mr	28,25	28,1	0	0	0,2	0,0	0	0	-28,1
	Ah	6,7	6,7	0	0	0	6,7	0	0	0,0
	Totaal	106,2	106,0	0	0	0,2	51,3	0	0	-54,7
A2	Hpr*+Da	44,81	35,7	5,2	0	3,9	44,8	0	0	3,9
	Mr	8	7,4	0	0	0,6	0,0	0	0	-7,4
	Totaal	52,81	43,1	5,2	0	4,5	44,8	0	0	-3,5
A3	Hpr*+Da	28,96	27,2	0	0	1,8	15,1	0	0	-12,0
	Totaal	28,96	27,2	0	0	1,8	15,1	0	0	-12,0
A4	Hpr*	5,36	3,2	0	0	2,2	0,0	0	0	-3,2
	Hpr*+Da	17,2	7,2	0,9	0	9,1	0,0	0	0	-8,1
	Mr	4	4,0	0	0	0	0,0	0	0	-4,0
	Ah	2,3	2,2	0	0	0,1	2,3	0	0	0,1
	Totaal	28,86	16,6	0,9	0	11,4	2,3	0	0	-15,2
Totaal		216,83	192,8	6,1	0	17,9	113,5	0	0	-85,4
B1-B2-B3	Hpr*+Da**	48	48	0	0	0	50,4	0	0	2,4
	Mr	25	18	7	0	0	19,3	0	0	-5,7
	Hpr*	0	0	0	0	0	5,5	0	0	5,5
Totaal	Totaal	73	66	7	0	0	75,2	0	0	2,2

* Zone A1, A2, A3 en A4: compensaties volgens artikel 14 decreet Natuurbehoud (zorgplicht, Vlaamse compensatie)

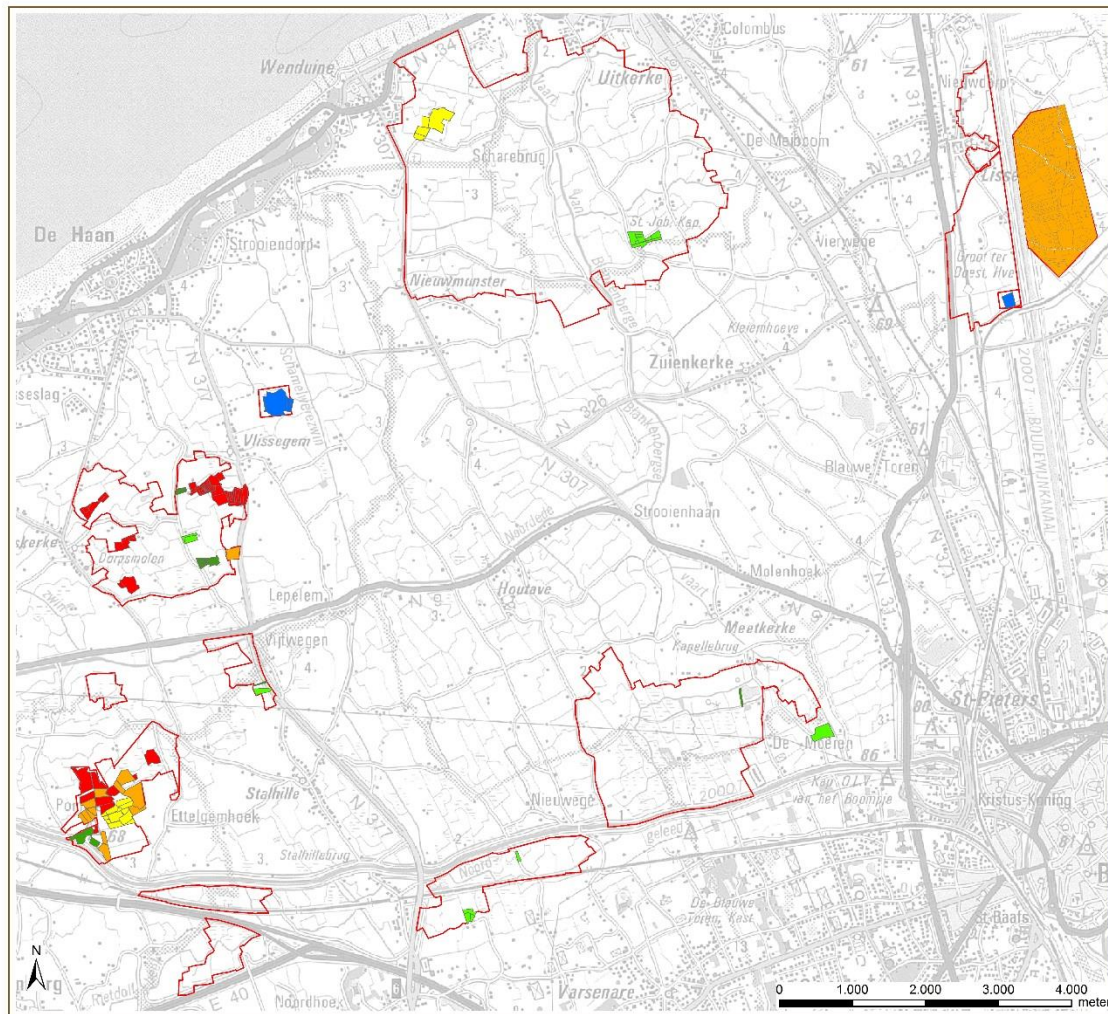
Zone B1, B2, B3: compensaties voor artikel 36ter decreet Natuurbehoud (Europese compensatie)

** Hierin zijn de 28 ha Hpr*+Da opgenomen als conversie van de 100 ha poldergrasland voor artikel 36ter

Tabel 8: Balans tussen inname van de achterhaven voor havenontwikkeling en de realisatie van de natuurcompensaties: toestand oktober 2015

Habitat	art.14	art. 36ter	Totaal
Poldergrasland (Hpr*)	-29,9	5,5	-24,4
Zilt grasland (Hpr*+Da)	-16,2	2,4	-13,8
Rietmoeras (Mr)	-39,5	-5,7	-45,1
Brakke plas (Ah)	0,1	0,0	0,1
Totaal	-85,4	2,2	-83,2

Tabel 9: Samenvattende tabel van de balans tussen inname van de achterhaven voor havenontwikkeling en de realisatie van de natuurcompensaties: toestand oktober 2015



Natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge

Inrichting

Stand van zaken

Westelijk deelgebied

Oktober 2015

Gerealiseerd habitat

Ingericht habitat voor artikel 14

- Ah
- Hpr*
- Hpr*+da

Ingericht habitat voor artikel 36ter

- Hpr*
- Hpr*+da
- Mr

Perimeter zoekzones

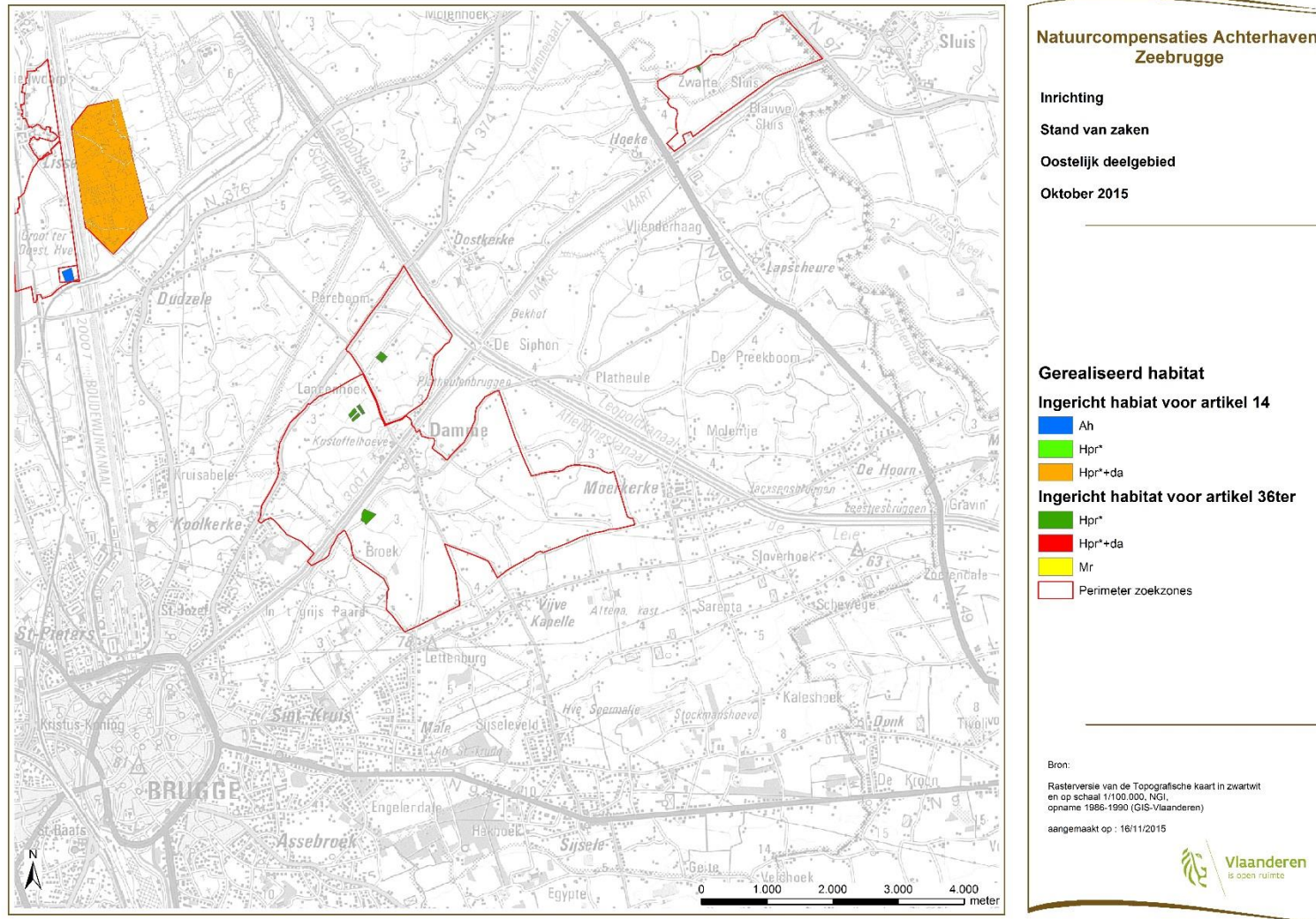
Bron:

Rasterversie van de Topografische kaart in zwartwit en op schaal 1/100.000, NGI, opname 1986-1990 (GIS-Vlaanderen)

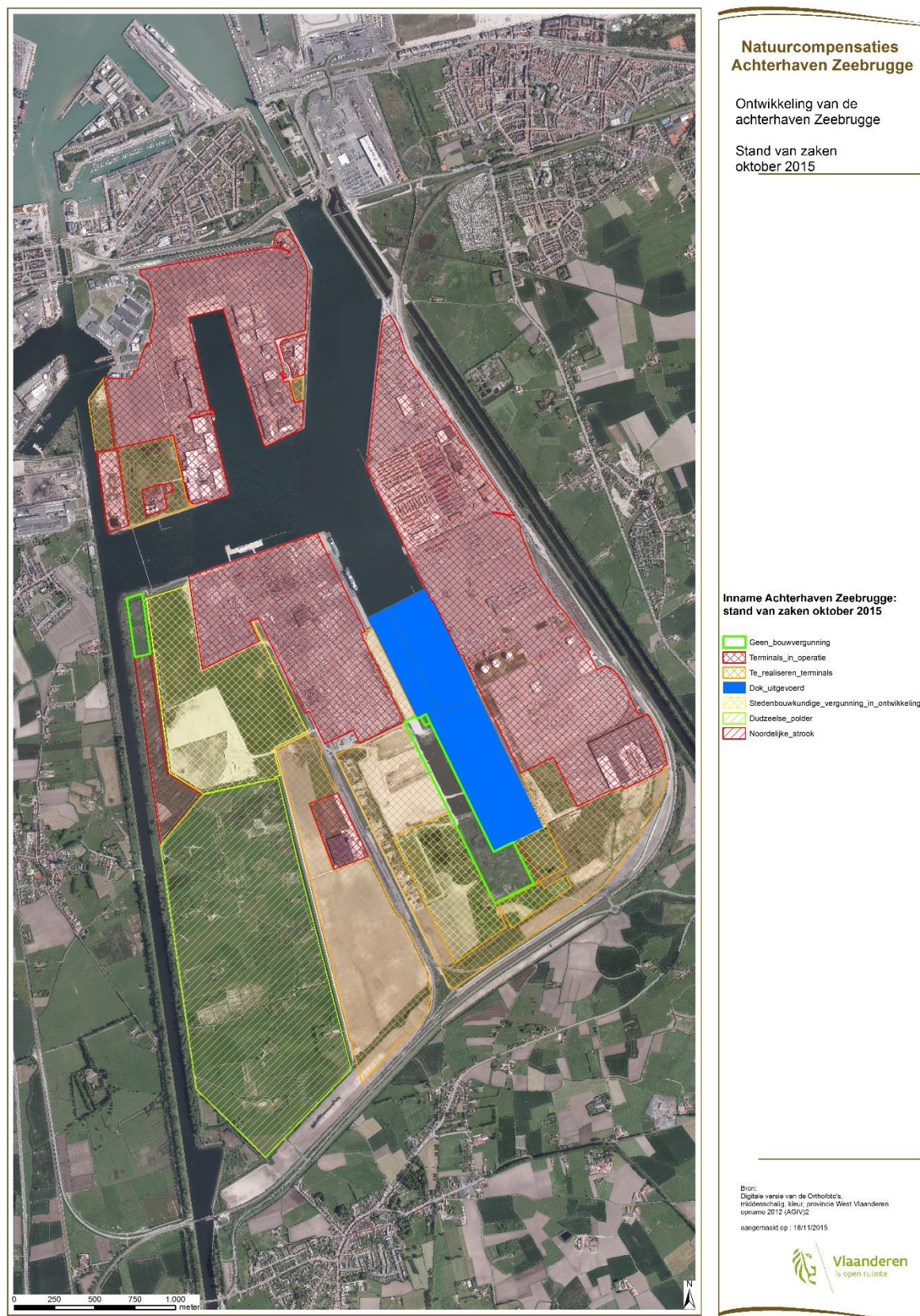
aangemaakt op : 16/11/2015

Vlaanderen
is open ruimte

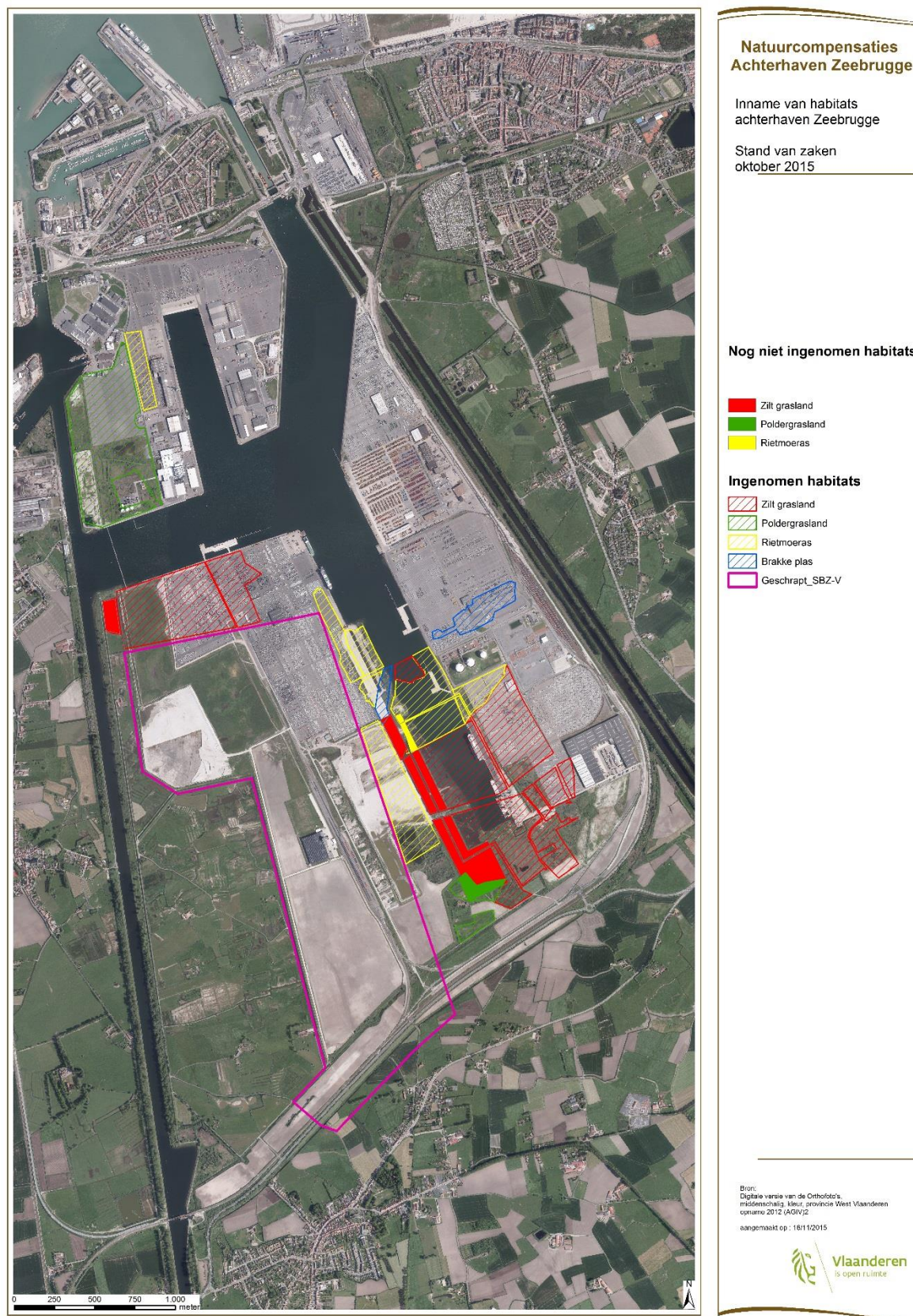
Figuur 1: Stand van zaken inrichting oktober 2015 deelgebied west



Figuur 2: Stand van zaken inrichting oktober 2015 deelgebied oost



Figuur 3: Ontwikkeling van de achterhaven van Zeebrugge oktober 2015



Figuur 4: Inname van habitats in de achterhaven van Zeebrugge oktober 2015

3 MONITORINGRESULTATEN

Om de natuurontwikkelingsmaatregelen te kunnen evalueren, werd door de Afdeling Maritieme Toegang van het Departement Mobiliteit en Openbare Werken (Vlaams Gewest) aan het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek de opdracht gegeven om de getroffen maatregelen van de compensatiematrix te evalueren. Daartoe werd in 2005 een monitoringsproject opgestart met de nadruk op het onderzoek naar broedvogels. Vanaf 2014 wordt de monitoring gericht op drie parameters: broedvogels, vegetatie en hydrologie met de achterliggende vraag: voldoen de compensatiemaatregelen aan de vooropgestelde doelstellingen.

Het verzamelen van de broedvogelgegevens wordt hoofdzakelijk uitgevoerd door vrijwilligers van de Vogelwerkgroep NW-Vlaanderen (vogelwerkgroep Mergus), de Werkgroep Uitkerkse Polders en de Vogelwerkgroep Middenkust en wordt verder aangevuld met gegevens van het INBO en Natuurpunt. Natuurpunt staat in voor de coördinatie van de vrijwilligers. De monitoring en rapportage van de hydrologie wordt uitgevoerd door de VLM. Het INBO is eindverantwoordelijke voor de wetenschappelijke opvolging en rapportage.

De gegevens die in dit rapport worden gebruikt zijn ontleend aan het monitoringrapport van het onderzoeksjaar 2014 zoals dit is gepubliceerd in ***'Vogelmonitoring van het SBZ-V 'Poldercomplex' en monitoring van de compensatie-inrichtingen voor de Achterhaven van Zeebrugge a.d.h.v. 3 parameters: vegetatie, broedvogels en hydrologie'*** door ***Verstraete H., Van de walle M., Courtens W., Vanermen N., Verbelen D., De Bie J., D'Heer J., Kuijken E., Verscheure C., Van de Meutter F. en Vriens L. (INBO.R.2015.9535155)***. Onderstaande discussie wil een samenvatting geven van de resultaten van het monitoringrapport in het licht van de realisatie van de compensatiematrix. Voor een beschrijving van de methodiek en een uitgebreide bespreking van de resultaten wordt verwezen naar het rapport zelf.

Voorafgaand aan de start van het project van de natuurcompensaties (2005) werd door het toenmalige Instituut voor Natuurbeheer een adviesnota opgemaakt (Kuijken en Courtens, 2004) waarin de doelstellingen voor de compensaties voor artikel 36ter werden bepaald voor een aantal bijlage IV-soorten. Er werd geconcludeerd dat door de inname van de achterhaven van Zeebrugge twee koppels bruine kiekendief broed- en jachthabitat zouden verliezen, en dat habitat voor elf broedkoppels kluut zou verdwijnen. Deze aantallendoelstelling werd vertaald naar een habitatdoelstelling. Voor het verdwijnen van habitat voor de bruine kiekendief moet er 100 ha poldergrasland als jachthabitat en 10 ha rietmoeras als broedhabitat worden ingericht als compensatie, terwijl voor kluut 20 ha zilt grasland moest worden ingericht. Samen komt dit op een habitatdoelstelling voor artikel 36ter van 130 ha. Deze habitatdoelstelling is in de oorspronkelijke compensatiematrix opgenomen. De habitatdoelstelling in de compensatiematrix voor artikel 36ter werd door de beslissing van de Vlaamse Regering van juni 2010 aangepast. Dit gebeurde volgens een methodiek die binnen de werking van de beheercommissie is ontwikkeld (conversiemethodiek) en die bij de realisatie van zilt grasland rekening probeert te houden met kwaliteit van het gerealiseerde zilt grasland, in casu de procentuele bedekking met zilte vegetatie van een zilt grasland of grasland met zilte elementen. Er werd ook beslist dat de 100 ha poldergrasland volgens dezelfde redenering kon vervangen worden door 28 ha waardevol zilt grasland. Er werd ook beslist dat door het recente voorkomen van een aantal bijlage IV-soorten in de zone van het Rietveld De Pelikaan in de achterhaven van Zeebrugge, ook in zones die buiten de SBZ-V gelegen zijn, in totaal 25 ha van het te compenseren rietmoeras voor artikel 36ter moet worden gecompenseerd, terwijl dit

oorspronkelijk slechts 10 ha bedroeg. De compensatiedoelstelling voor rietmoeras voor artikel daalde hiermee overeenkomstig met 15 ha tot 40 ha.

Eerder werd ook een studie uitgevoerd om na te gaan welke op Vlaams niveau beschermde habitats zullen verdwijnen bij de verdere ontwikkeling van de achterhaven van Zeebrugge en derhalve volgens artikel 7 van het uitvoeringsbesluit van 1998 van het decreet natuurbescherming, moeten worden gecompenseerd (Esher, 1999). De Vlaamse compensaties zijn dus in essentie terug te brengen tot de realisatie van oppervlakten van habitats (poldergrasland, zilt grasland, brakke plas en rietmoeras).

In de overeenkomst van 2005 werden de modaliteiten vastgelegd om de compensatiematrix uit te voeren. De taakstelling van de overeenkomst is het uitvoeren van de compensatiematrix. De kwantitatieve evaluatie gebeurt door middel van de opvolging van de geactualiseerde compensatiematrix zoals deze uitvoerig is besproken in hoofdstuk 2. Hieruit blijkt dat momenteel op 5,8 ha rietmoeras na, de volledige doelstelling van artikel 36ter is gerealiseerd, terwijl voor artikel 14 in totaal nog 160,8 ha moet worden gerealiseerd. Hiermee zitten we momenteel op een realisatiegraad van respectievelijk 94,4 % en 45 %. In het monitoringprogramma dat wordt uitgevoerd door het INBO wordt nagegaan hoe de kwalitatieve ontwikkeling is van de realisatie van de compensatiematrix. Hiertoe worden drie parameters geanalyseerd:

- Broedvogelaantallen
- Vegetatieontwikkeling
- Hydrologische condities

De drie parameters worden voor alle zoekzones en voor zowel de compensaties voor artikel 36ter als voor deze voor artikel 14 onderzocht. In combinatie met de kwantitatieve invulling van de compensatiematrix geeft dit de noodzakelijke informatie om na te gaan of de doelstellingen van de natuurcompensaties worden bereikt. In feite speelt hier een hiërarchisch systeem waarbij de hydrologische condities in belangrijke mate bepalend zijn voor de ontwikkeling van de vegetatie. De vegetatieontwikkeling bepaalt in grote mate ook het voorkomen van broedvogels. Er is ook een direct verband tussen de hydrologische condities en het voorkomen van soorten.

Een kwalitatieve evaluatie voor de compensaties voor artikel 36ter moet in eerste instantie het effect nagaan van de inrichtingswerken op de lokale populaties van de betrokken bijlage IV-soorten van de SBZ-V 'Poldercomplex'. In essentie houdt dit in dat de ontwikkeling van de achterhaven van Zeebrugge geen negatief effect mag hebben op de staat van instandhouding van de betrokken bijlage IV-soorten. In principe gaan we er vanuit dat de uitvoering van de doelstelling in de compensatiematrix hiervoor borg moet kunnen staan. De monitoringgegevens die sinds 2006 worden verzameld kunnen hier bijkomend uitsluitsel over geven.

Voor de compensaties voor artikel 14 moet worden bekeken of de vegetatiedoelstellingen worden bereikt, m.a.w. of er bijvoorbeeld zilt grasland is ontwikkeld op de percelen waar inrichtingswerken zijn uitgevoerd in functie van de ontwikkeling van zilt grasland en idem dito voor de ontwikkeling van rietmoeras, brakke plas en poldergrasland.

Met uitzondering van de Dudzeelse polder zijn er in geen enkele zoekzone exclusief compensaties voor artikel 36ter of artikel 14 uitgevoerd. In het monitoringrapport werd op

perceelsniveau toch de aparte bijdrage van de gerealiseerde compensaties voor artikel 36ter en voor artikel 14 apart bekeken. Voor sommige broedvogelsoorten is het moeilijk om de respons uitsluitend toe te kennen aan perceelsgebonden inrichtingswerken uitgevoerd voor artikel 36ter of artikel 14. Daarom wordt er geopteerd om hier eerst de broedvogelgegevens te gebruiken op niveau van het totaal van de ingerichte percelen (artikel 36ter en artikel 14 samen) van de zoekzones om het totale effect van de gerealiseerde inrichtingswerken op lokale broedvogelpopulaties na te gaan. Hierna worden dan de resultaten bekeken per compensatiedoelstelling.

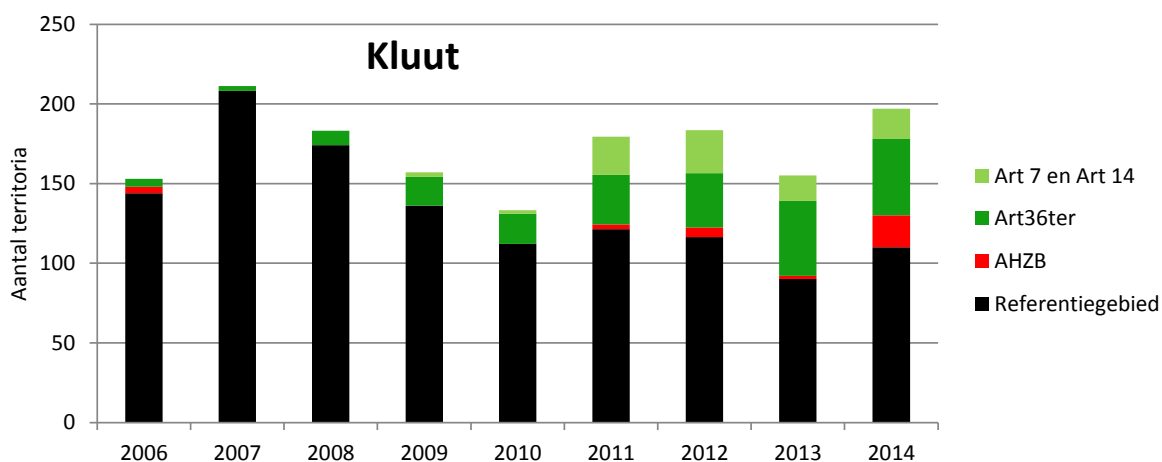
De vegetatiedoelstellingen voor artikel 14 kunnen wel op perceelsniveau worden geëvalueerd.

3.1 EVOLUTIE VAN BROEDVOGELS IN DE SBZ-V 'POLDERCOMPLEX'

3.1.1 SOORTEN VAN ZILT GRASLAND: KLUUT

Gezien de doelstelling zilt grasland voor artikel 36ter volledig is gerealiseerd, kunnen we al een goed idee krijgen van de effectiviteit van de uitgevoerde inrichtingswerken door de aantalsevolutie van de soorten kluut en tureluur te bekijken

De figuur 5 geeft mooi het aantalsverloop weer van kluut in de verschillende zones binnen de SBZ-V 'Poldercomplex'. We zien globaal dat het aantal territoria van deze soort sinds de start van de broedvogelmonitoring in 2006 blijft schommelen tussen 150 en 200. We zien wel dat het aandeel van de ingerichte gebieden binnen de ganse SBZ-V sterk toegenomen is. In tabel 10 worden de aantallen territoria gegeven vanaf 2006 tot en met 2014. In tabel 11 wordt de evolutie van kluut procentueel gegeven.



Figuur 5: Evolutie van aantal territoria kluut in het referentiegebied en in de zoekzones (uit Verstraete et al., 2015)

Kluut	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
AHZB	4	0	0	0	0	3	6	2	20
Art36ter	5	3	9	18	19	31	34	47	48
Art 7 en Art 14	0	0	0	3	2	24	27	16	19
Referentiegebied	144	208	174	136	112	121	116	90	110
Totaal	153	211	183	157	133	179	183	155	197

Tabel 10: Aantal territoria Kluut in het studiegebied tussen 2006 en 2014. (uit Verstraete et al., 2015)

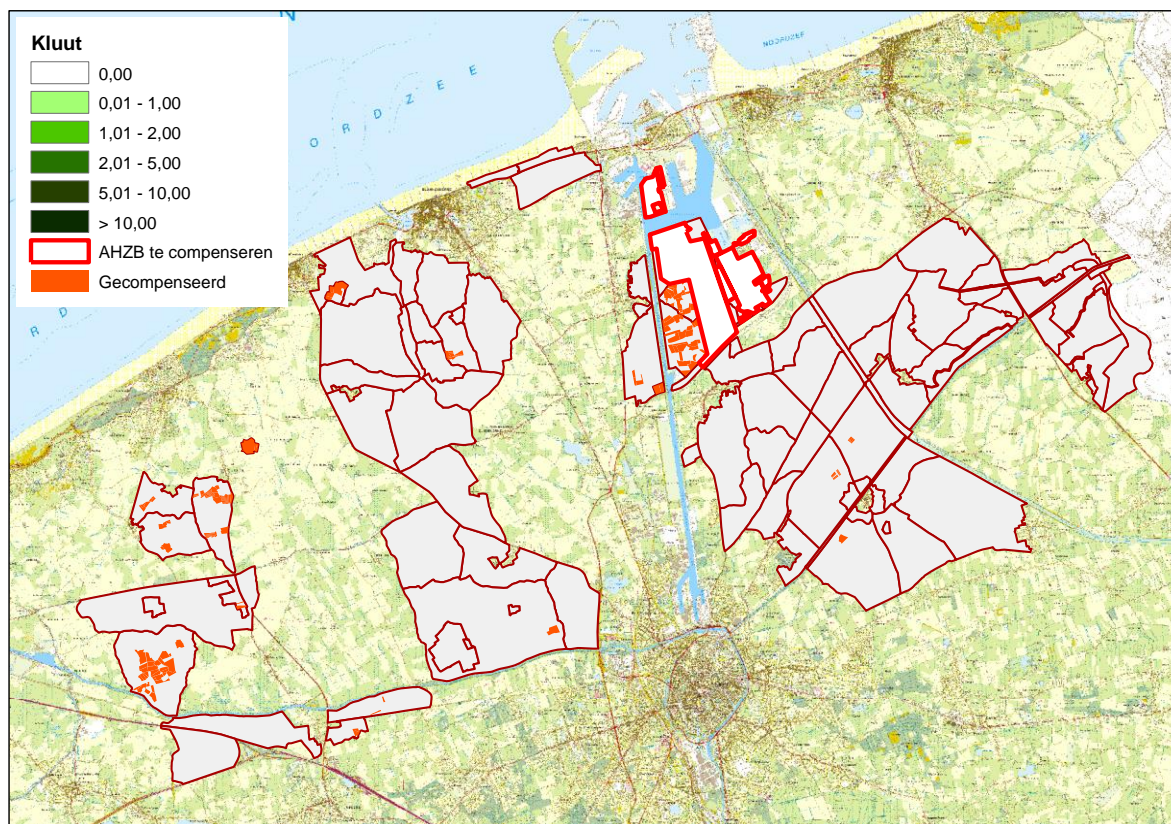
Kluut	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Achterhaven	3%	0%	0%	0%	0%	2%	3%	1%	10%
Inrichting artikel 36ter	3%	1%	5%	11%	14%	17%	19%	30%	24%
Inrichting artikel 14	0%	0%	0%	2%	2%	13%	15%	10%	10%
Referentiegebied	94%	99%	95%	87%	84%	68%	63%	58%	56%
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 11: Procentuele bijdrage van de verschillende zones aan de totale populatie kluut van het studiegebied (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015)

We zien de verdeling van de territoria binnen de SBZ-V is geëvolueerd naar 40% in de ingerichte zoekzones en 60% in de rest van de SBZ-V. In 2014 is het aantal territoria in de achterhaven zelf sterk gestegen (20 territoria) tengevolge van recente opspuitingen op het rietveld De Pelikaan. Dit is echter een tijdelijk fenomeen. Het aantal territoria binnen de ingerichte zoekzones is gestegen van 5 naar 67. Gezien de tendens in de rest van de SBZ-V eerder dalend is, is deze stijging duidelijk te wijten aan de inrichting van zilt grasland in de zoekzones Pompje, Klemskerke-Vlissegem, Dudzeelse polder, Put van Vlissegem, Eendenkooi Ter Doest en Eendenkooi Wenduine. De 11 koppels kluut die de basis vormden voor de invulling van de doelstelling zilt grasland voor artikel 36ter in de compensatiematrix wordt hiermee ruimschoots overschreden. Het valt echter te verwachten dat in de loop van de volgende jaren het aantal zal stabiliseren rond een lager aantal territoria. Kluut is een soort die sterk reageert op pioniersomstandigheden. Naargelang de successie zich in de ontwikkelende zilte graslanden voortzet, zullen deze pioniersomstandigheden immers voor een deel verdwijnen. Met momenteel een stijging van meer dan 60 territoria ten gevolge van de inrichtingswerken, valt te verwachten dat op termijn de doelstelling van 11 extra territoria voor kluut zeker haalbaar zal zijn. Van deze 60 territoria zijn er ongeveer 25 die gelegen zijn in gebieden die voor brakke plas of voor rietmoeras zijn ingericht en 35 in gebieden specifiek ingericht voor de ontwikkeling van zilt grasland. In totaal is momenteel 167,5 ha zilt grasland in de compensatiematrix ingebracht (bruto realisatie inclusief doorschuif bij opwaardering zilt grasland). Met een toename van ongeveer 35 territoria in de gebieden specifiek ingericht voor de ontwikkeling van zilt grasland betekent dit dat voor de nieuw ingerichte gebieden dichtheden van gemiddeld ongeveer 21 territoria per 100 ha worden bereikt. In Pompje en Klemskerke-Vlissegem bereiken we respectievelijk 31 en 22 territoria per 100 ha nieuw ingericht habitat. In Dudzeelse polder wordt een dichtheid bereikt van 13 territoria per 100 ha nieuw ingericht habitat.

Op de figuur 6 worden de zones binnen het referentiegebied en de SBZ-V gegeven waar territoria van kluut zijn geteld in 2014. In de tabel 12 worden de aantallen kluut gegeven voor een aantal zoekzones waar al inrichtingswerken zijn gebeurd vanaf 2006. Het is duidelijk dat de zoekzones Pompje, Klemskerke-Vlissegem en Dudzeelse polder en Kleiputten van Wenduine het grootste aandeel hebben in de vooruitgang van het aantal territoria voor kluut in de zoekzones. Er wordt verwacht dat het aandeel van de Kleiputten van Wenduine wel sterk zal zakken de komende jaren, aangezien hier de ontwikkeling van rietmoeras wordt voorzien. Zonder beheer zullen hier de pioniersvegetaties of de zones zonder vegetatie geleidelijk

ontwikkelen naar een moerasvegetatie, waardoor dit verloren gaat als habitat voor kluut. Er is al een sterke daling geweest van 2013 naar 2014 (25 versus 15 territoria).



Figuur 6: Dichtheden (n/100ha) voor Kluut in de verschillende telgebieden van het studiegebied. (uit Verstraete et al., 2015)

Kluut	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Klemskerke-Vlissegem	0	0	2	2	4	17	16	6	9
Pompje	5	3	7	19	17	20	25	19	26
Dudzeelse polder	0	0	0	0	0	13	8	11	10
Put van Vlissegem	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Eendenkooi Ter Doest	0	0	0	0	0	5	12	2	1
Eendenkooi Wenduine	0	0	0	0	0	0	0	25	15
Totaal	5	3	9	21	21	55	61	63	67

Tabel 12: Evolutie van het aantal territoria kluut voor de ingerichte zoekzones. Het jaar waarin de inrichtingswerken zijn uitgevoerd is geel aangeblokt (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015).

Wanneer de toename van territoria van kluut apart worden bekeken voor artikel 36ter en artikel 14, dan blijkt dat er voor de ingerichte percelen voor artikel 36ter een toename is van ongeveer 42 territoria. Een belangrijk aandeel (20 territoria) hiervan situeert zich in de Kleiputten van

Wenduine, een gebied ingericht voor de ontwikkeling van rietmoeras. Voor een ingerichte oppervlakte zilt grasland in de matrix voor artikel 36ter van 61,9 ha betekent dit dat hiermee een dichtheid wordt bereikt van 35 territoria per 100 ha. Voor artikel 14 is er een toename van 17 territoria voor een ingerichte oppervlakte van 105,6 ha, waardoor een dichtheid van ongeveer 17 territoria per 100 ha wordt bereikt. De dichtheden voor artikel 36ter liggen dus ongeveer 4 maal hoger dan deze voor artikel 14. Hieruit blijkt duidelijk de keuze die is gemaakt om bij de invulling van de compensatiematrix voor artikel 36ter de percelen op te nemen die het meest intensief zijn ingericht. Verderop zal worden bekeken in hoeverre deze hogere dichtheden ook gecorreleerd zijn met hoger percentage zilt habitat binnen de ingerichte percelen. Uit de gegevens blijkt ook dat indien de compensaties voor artikel 36ter op zich worden beschouwd ook ruimschoots aan de doelstelling van 11 extra koppels wordt voldaan, zelfs indien naar verwachting de dichtheden de komende jaren zullen afnemen.

In feite is van de netto doelstelling van 48 ha zilt grasland voor artikel 36ter enkel 20 ha zilt grasland bestemd voor de compensatie voor het verlies van habitat voor kluut. De overige 28 ha is afkomstig van de omzetting van 100 ha poldergrasland naar 28 ha zilt grasland als jachtgebied voor bruine kiekendief (Beslissing Vlaamse Regering, 2010). Een proportie van 20/48 ($\pm 42\%$) van het gerealiseerde zilt grasland kan dus worden beschouwd als uitgevoerd voor het behoud van de staat van instandhouding voor kluut. Het is onmogelijk om de doelstellingen voor kluut en bruine kiekendief op het niveau van gerealiseerd habitat uit elkaar te trekken. We kunnen enkel werken met de gemiddelde realisatie van nieuwe territoria kluut per ha en daarna extrapoleren naar de oppervlakte die in principe is ingericht voor kluut. Dit geeft dan een toename van aantal territoria kluut van 17,4. Dit is nog steeds meer dan de doelstelling van creatie van voldoende habitat voor de hervestiging van 11 broedkoppels kluut. Dus strikt genomen is de gemiddelde intensiteit van de inrichtingsmaatregelen voor de creatie van zilt grasland voldoende om via de oorspronkelijke doelstelling van de matrix (netto 20 ha zilt grasland) een behoud van de staat van instandhouding van kluut na inname van de achterhaven te kunnen realiseren.

In de tabel 12 is voor de verschillende zoekzones het jaar aangeblokt waarin de inrichtingswerken hebben plaatsgevonden. Hiermee wordt duidelijk het verband aangetoond tussen het aantal territoria en de voorafgaande inrichtingswerken voor de realisatie van zilt grasland.

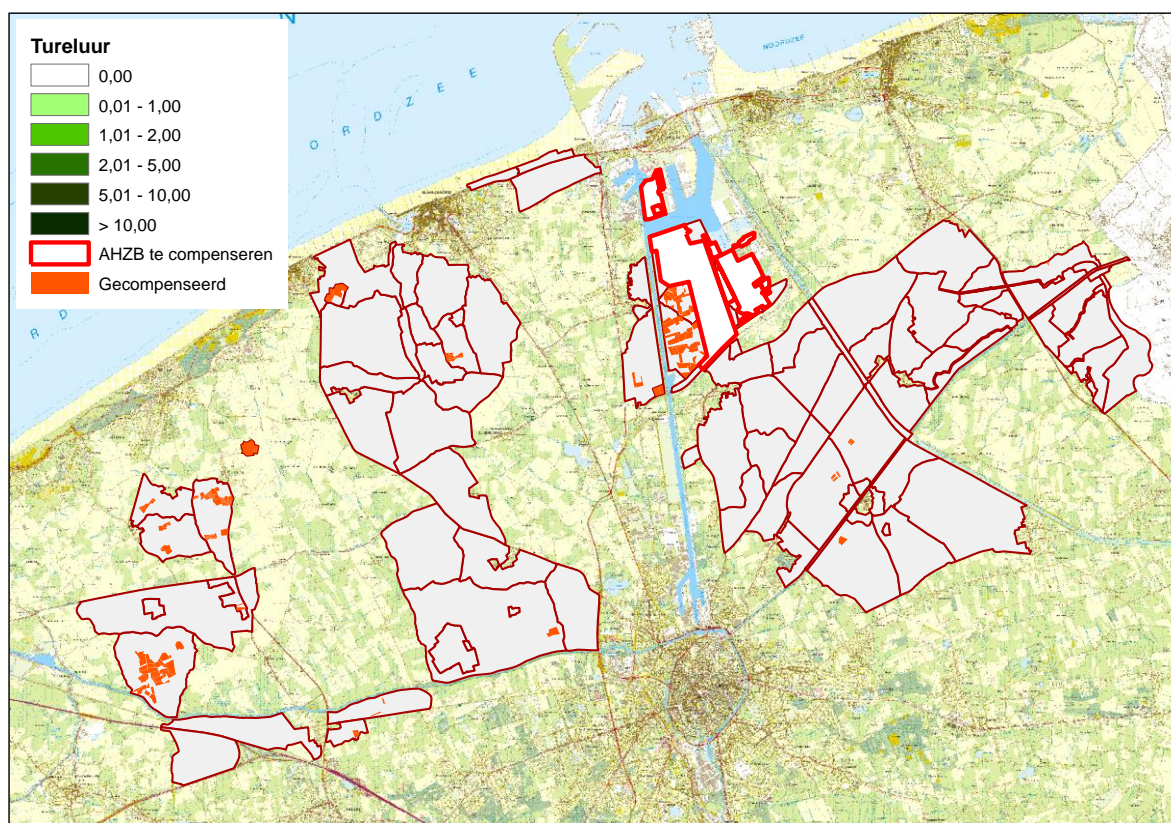
Een andere soort die typisch is voor het habitat van zilt grasland, maar geen soort van bijlage IV is, en waarvoor dus geen vertaling is gebeurd naar de compensatiematrix, is tureluur. De tabellen 13 en 14 toont de evolutie van territoria in de ingerichte zoekzones en rest van de SBZ-V. Alhoewel in de jaren 2006 -2008 ook ongeveer 5% van de totale populatie binnen het referentiegebied in de ingerichte zoekzones voorkwam (vergelijkbaar met kluut), zien we voor 2014 een aandeel van 15 %. Door de inrichtingswerken in de verschillende zoekzones zijn er in totaal ongeveer 20 territoria bijgekomen. Uit de tabel 15 blijkt ook hier dat na de inrichting van de verschillende zoekzones er een stijging is van het aantal territoria, alhoewel de procentuele stijging iets minder is dan voor kluut. Met bijkomend 20 territoria betekent dit dat de nieuw ingerichte gebieden dichtheden van territoria bereiken van gemiddeld ongeveer 12 per 100 ha. We krijgen dichtheden van 7, 16 en 16 territoria per 100 ha nieuw ingericht habitat voor respectievelijk Dudzeelse polder, Pompje en Klemskerke-Vlissegem.

Tureluur	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Achterhaven	23	7	7	2	1	1	2	1	6
Inrichting artikel 36ter	5	6	10	9	11	14	16	16	17
Inrichting artikel 14	2	0	3	3	5	11	10	15	14
Referentiegebied	152	146	179	188	181	166	176	198	168
Totaal	182	159	199	202	198	192	204	230	205

Tabel 13: Aantal territoria tureluur in het studiegebied tussen 2006 en 2014. (uit Verstraete et al., 2015)

Tureluur	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Achterhaven	13%	4%	4%	1%	1%	1%	1%	0%	3%
Inrichting artikel 36ter	3%	4%	5%	4%	6%	7%	8%	7%	8%
Inrichting artikel 14	1%	0%	2%	1%	3%	6%	5%	7%	7%
Referentiegebied	84%	92%	90%	93%	91%	86%	86%	86%	82%
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 14: Procentuele bijdrage van de verschillende zones aan de totale populatie tureluur van het studiegebied (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015)



Figuur 7: Dichtheden (n/100ha) voor tureluur in de verschillende telgebieden van het studiegebied (uit Verstraete et al., 2015)

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

Tureluur	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	2	2	5	2	5	9	11	9	7
Klemskerke-Vlissegem	4	4	6	10	9	10	13	11	17
Pompje	1	0	2	0	2	5	2	7	6
Dudzeelse polder	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Put van Vlissegem	0	0	0	0	0	1	0	2	0
Eendenkooi Ter Doest	0	0	0	0	0	0	0	2	1
Eendenkooi Wenduine									
Totaal	7	6	13	12	16	25	26	31	31

Tabel 15: Evolutie van het aantal territoria tureluur voor de ingerichte zoekzones. Het jaar waarin de inrichtingswerken zijn uitgevoerd is geel aangeblokt (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015).

Indien we de gerealiseerde compensaties apart bekijken voor artikel 36ter en artikel 14 dan blijkt dat er een toename is van respectievelijk ongeveer 10 en 13 territoria is. Dit geeft dichtheden van ongeveer 15 territoria/ 100 ha en 12 territoria/100 ha voor respectievelijk artikel 36ter en artikel 14. Hieruit blijkt dat de dichtheden hier, in tegenstelling tot kluut, zeer dicht bij elkaar liggen. Hoogstwaarschijnlijk speelt hier het gedrag van kluut als koloniebroeder tegenover tureluur als territoriale koppels een doorslaggevende rol. Dichtheden zullen voor kluut in optimaal ingericht gebied steeds veel hoger liggen.

In ieder geval tonen de resultaten voor zowel kluut als voor tureluur aan dat de gerealiseerde inrichting van zilt grasland zeker voldoende kwaliteitsvol habitat geeft voor broedvogels gebonden aan zilte graslanden en dat de aantallen van de doelsoort kluut, ruimschoots voldoet aan de verwachtingen.

CONCLUSIE VOOR DE SOORTEN VAN ZILT GRASLAND:

DOOR DE REALISATIE VAN DE VOLLEDIGE DOELSTELLING ZILT GRASLAND VOOR ARTIKEL 36TER EN DE GEDEELTELIJKE REALISATIE VAN DE DOELSTELLING ZILT GRASLAND VOOR ARTIKEL 14 (76,9%) COMPENSEERT DE TOENAME VAN HET AANTAL TERRITORIA KLUUT RUIMSCHOOTS HET VERLIES AAN TERRITORIA IN DE ACHTERHAVEN VAN ZEEBRUGGE. DE STERKE STIJGING VAN HET AANTAL TERRITORIA VAN TURELUUR IN DE INGERICHTE GEBIEDEN TOONT AAN DAT OOK ANDERE SOORTEN DIE GEBONDEN ZIJN AAN ZILT GRASLAND STERK VOORUITGAAN DOOR DE UITVOERING VAN DE INRICHTINGSWERKEN. ER KAN WORDEN GECONCLUDEERD DAT DE FORMELE INVULLING VAN DE COMPENSATIEMATRIX MET INGERICHT ZILT GRASLAND VOOR ARTIKEL 36TER, RUIMSCHOOTS WORDT BEVESTIGD DOOR DE HABITATWAARDE VAN HET GEREALISEERDE ZILT GRASLAND EN DAT DERHALVE DE REALISATIE VAN DE DOELSTELLING ZILT GRASLAND VOOR ARTIKEL 36TER SUCCESVOL IS UITGEVOERD.

3.1.2 SOORTEN VAN RIETMOERAS: BRUINE KIEKENDIEF, BLAUWBORST EN ROERDOMP

Op 5,8 ha na is de doelstelling van 25 ha rietmoeras voor artikel 36ter formeel gerealiseerd in de compensatiematrix. Aan de hand van de monitoringgegevens kunnen we evalueren hoe de respons is van broedvogels gebonden aan rietmoeras. Hiertoe behandelen we de aantalsevolutie van de bijlage IV-soorten bruine kiekendief, blauwborst en roerdomp. Enkel bruine kiekendief is in de adviesnota van 2004 in beschouwing genomen om aantallen om te zetten naar habitatoppervlakte. Er werd gesteld dat door de inname van de achterhaven 2 koppels bruine kiekendief jachthabitat en broedhabitat zouden verliezen. De oppervlakte nieuw habitat om dit verlies te compenseren werd begroot op 10 ha rietmoeras (2 x 5 ha) als broedhabitat en 100 ha poldergrasland (2 x 50 ha) als jachthabitat. Door de aanwezigheid van een broedterritorium van roerdomp in de achterhaven van Zeebrugge gedurende de opeenvolgende jaren 2009, 2010 en 2011, werd in de beslissing van de Vlaamse Regering van juni 2010 opgenomen dat de oppervlakte rietmoeras te compenseren voor artikel 36ter naar 25 ha werd gebracht door opname van een zone van het rietveld De Pelikaan die strikt genomen niet binnen het geschrapt deel van de SBZ-V ligt, maar één geheel is met het gedeelte van het voormalige rietveld De Pelikaan in de achterhaven, dat wel binnen SBZ-V ligt. Anderzijds werd de 100 ha poldergrasland vervangen door 28 ha zilt grasland. De redenering is dat de inrichting van het poldergrasland en zilt grasland gebeurt binnen een matrix van bestaand grasland en dat de vleksgewijze inrichting van zilt grasland binnen deze matrix een veel groter effect zou hebben op de waarde als jachthabitat voor bruine kiekendief dan eenzelfde inrichting van poldergrasland. De omzetting van poldergrasland naar zilt grasland is formeel gebeurd aan de hand van de criteria van de conversiemethodiek. Dit betekent dat de netto doelstelling poldergrasland in de compensatiematrix wegvalt. Aangezien er zilt grasland wordt gerealiseerd door de opwaardering van bestaand poldergrasland, dient het omgezet poldergrasland ook gecompenseerd worden (doorschuif van habitat). Daarom is poldergrasland toch met een bruto doeloppervlakte opgenomen. Dit betekent dat de evolutie van aantal territoria bruine kiekendief niet enkel moet worden bekeken voor het gerealiseerde rietmoeras, maar ook voor 28 ha van de 48 ha zilt grasland die wordt gerealiseerd voor artikel 36ter.

Tabel 16 geeft de evolutie van aantal territoria van bruine kiekendief in de zoekzones en het referentiegebied. In 2010 was er de laatste keer een territorium van bruine kiekendief in de achterhaven van Zeebrugge. Het is duidelijk dat in het referentiegebied de aantallen sinds 2011 achteruit gaan. In 2012 en 2013 is het aantal territoria gezakt tot 4 voor het volledige referentiegebied. Hierbij dient ook rekening gehouden te worden met het feit dat in de tijdsreeks sinds 2006 er steeds een succesvol territorium aanwezig is in de zoekzone het Pompje. Het territorium ligt steeds binnen de zone die is opgestuwd en waar 9,3 ha rietmoeras voor artikel 36ter in ontwikkeling is. Gezien het feit dat dit territorium al aanwezig was voor de uitvoering van de werken in 2008/2009, is dit territorium niet opgenomen bij artikel 36ter. Er wordt verondersteld dat ook zonder de inrichtingswerken dit territorium steeds jaarlijks bezet zou geweest zijn. We zien dus dat er enkel in 2013 een extra territorium is binnen de gebieden ingericht voor artikel 36ter. Dit extra territorium lag binnen de zone in het Pompje dat is ingericht om te ontwikkelen naar rietmoeras. Omdat er al een duurzaam territorium is gevestigd in dit gebied is het uiteraard moeilijk om een extra territorium te laten vestigen. In feite is het extra territorium in 2013 het bewijs dat dit gebied een hoge waarde heeft als broed- en foerageergebied voor bruine kiekendief. Het andere gebied waar voor artikel 36ter rietmoeras

is gerealiseerd zijn de Kleiputten van Wenduine. Dit gebied functioneert nu al wel als foerageergebied voor de aanwezige territoria in de Uitkerkse Polders, maar blijkbaar is het habitat van rietmoeras nog niet voldoende ontwikkeld om als broedhabitat te functioneren.

Bruine kiekendief	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Dit Achterhaven	2	1	0	0	1	0	0	0	0
Inrichting artikel 36ter	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Inrichting artikel 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Referentiegebied	9	6	8	7	10	6	4	4	6
Totaal	11	7	8	7	11	6	4	5	6

Tabel 16: Aantal territoria bruine kiekendief in het studiegebied tussen 2006 en 2014 (uit Verstraete et al., 2015)

De andere bijlage IV-soort die in het Rietveld De Pelikaan in de achterhaven voorkwam gedurende de laatste jaren voor de inname hiervan is roerdomp. In tabel 17 wordt de evolutie van het aantal territoria weergegeven.

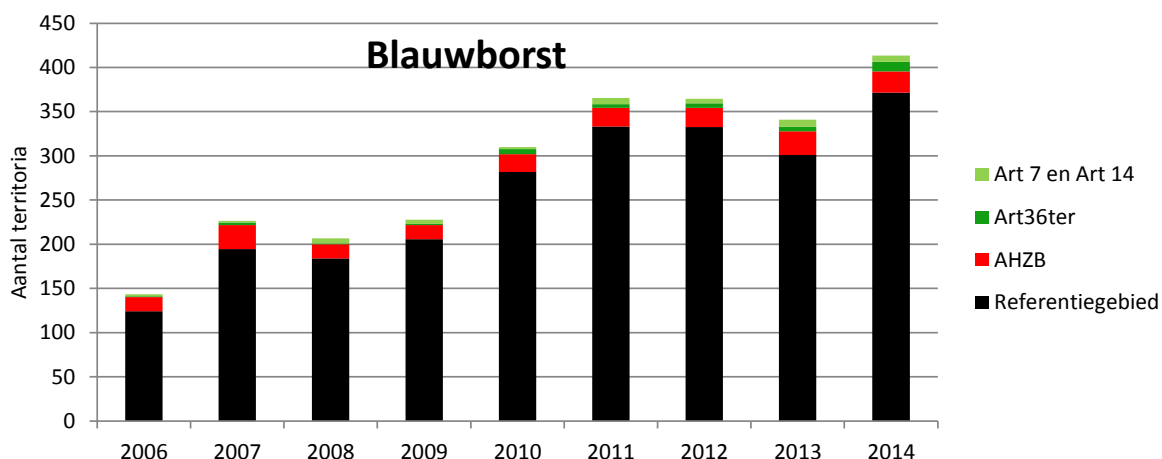
Roerdomp	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Achterhaven	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Inrichting artikel 36ter	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Inrichting artikel 14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Referentiegebied	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Totaal	0	0	1	1	1	1	1	1	1

Tabel 17: Aantal territoria roerdomp in het studiegebied tussen 2006 en 2014 (uit Verstraete et al., 2015)

In de periode 2009, 2010 en 2011 was er steeds één territorium aanwezig in het Rietveld De Pelikaan in de achterhaven van Zeebrugge. In 2012 is het rietveld verdwenen en dus ook het territorium van roerdomp. In tabel 17 zien we wel dat vanaf 2012 er jaarlijks een territorium is gevestigd in het referentiegebied. Dit territorium is ook gelegen binnen de zone in het Pompje waar de 9,3 ha rietmoeras voor artikel 36ter zich ontwikkelt. De puntlocatie van het territorium ligt echter in één van de waterplassen met rietvegetatie die al aanwezig waren voor de realisatie van de inrichtingswerken in 2008. Door een strikte interpretatie van de monitoringgegevens is het territorium daarom in de tabel 17 niet opgenomen voor artikel 36ter. Het is echter zeer aannemelijk dat het territorium er is gekomen door de combinatie van een waterpeilverhoging in gans de zone en het ontwikkelend rietmoeras op de percelen rondom de waterplas. In deze optiek kunnen we het verschijnen van een blijkbaar duurzaam territorium toeschrijven aan de inrichtingswerken in het gebied van het Pompje. Dit betekent dat door de uitvoering van de inrichtingswerken de juiste habitatcondities in het gebied aanwezig waren voor de vestiging van een territorium van roerdomp, op het moment dat het habitat van het bestaande territorium in het Rietveld De Pelikaan in 2011/2012 verdween. De inname van het Rietveld De Pelikaan heeft dus voor de bijlage IV-soort roerdomp geen negatief effect gehad: het enkele territorium heeft zich verplaatst van de achterhaven naar het Pompje.

Het is opvallend dat zowel het bijkomend territorium van bruine kiekendief in 2013 als het territorium van roerdomp vanaf 2012 in dezelfde zone zijn gelokaliseerd. Dit geeft toch wel duidelijke aanwijzingen dat dit gebied in het Pompje zich succesvol ontwikkelt tot rietmoeras met een habitatwaarde die voldoende is voor de vestiging van kritieke soorten als roerdomp en bruine kiekendief.

Blauwborst is een andere bijlage IV-soort die gebonden is aan het habitat van rietmoeras. In figuur 8 en tabel 18 wordt de evolutie gegeven van de aantallen territoria van blauwborst.



Figuur 8: Evolutie van aantal territoria blauwborst in het referentiegebied en in de zoekzones (uit Verstraete et al., 2015)

Blauwborst	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Achterhaven	16	27	16	16	20	21	22	27	24
Inrichting artikel 36ter	1	3	1	1	6	4	5	5	11
Inrichting artikel 14	2	2	6	5	2	7	5	8	7
Referentiegebied	124	195	184	206	282	333	332	301	371
Totaal	143	227	207	228	310	365	364	341	413

Tabel 18: Aantal territoria blauwborst in het studiegebied tussen 2006 en 2014 (uit Verstraete et al., 2015)

Blauwborst	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Achterhaven	11%	12%	8%	7%	6%	6%	6%	8%	6%
Inrichting artikel 36ter	1%	1%	0%	0%	2%	1%	1%	1%	3%
Inrichting artikel 14	1%	1%	3%	2%	1%	2%	1%	2%	2%
Referentiegebied	87%	86%	89%	90%	91%	91%	91%	88%	90%
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 19: Procentuele bijdrage van de verschillende zones aan de totale populatie blauwborst in het studiegebied (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015)

We zien dat de soort in het totale studiegebied en in het referentiegebied een zeer sterke toename heeft doorgemaakt sinds 2006. Indien het gemiddelde van de jaren 2006, 2007 en 2008 wordt genomen als referentieperiode en voor de huidige populatie de gemiddelde aantallen van de jaren 2013 en 2014 wordt genomen, bekomen we voor het referentiegebied ongeveer een verdubbeling (stijging 100%) van het aantal territoria (167 naar 336 territoria). Voor de ingerichte percelen voor artikel 36ter en artikel 14 krijgen we een stijging van respectievelijk 380% (bijna verviervoudiging) en 125% (meer dan verdubbeling). Indien artikel 14 en 36ter worden samengenomen komen we tot ongeveer een verdrievoudiging van het aantal territoria. Deze toename binnen de zoekzones ligt een stuk hoger dan de verdubbeling binnen het referentiegebied. Vooral de bijna verviervoudiging voor artikel 36ter is met hoge zekerheid toe te schrijven aan de uitgevoerde inrichtingsmaatregelen. De toename in de gebieden van artikel 14 ligt meer in de buurt van de toename in het referentiegebied. Dit lijkt

logisch aangezien er nog geen rietmoeras is gerealiseerd voor artikel 14. Uit tabel 20 blijkt dat op niveau van de zoekzones de grootste toename is gebeurd in Pompje en Dudzeelse polder. In beide zoekzones is er een waterpeilverhoging doorgevoerd en werden er percelen ingericht voor de ontwikkeling van rietvegetatie. In Dudzeelse polder lijken de aantallen al vanaf 2008 verhoogd te zijn. Dit is het jaar waarin alle akkerland in het gebied werd omgezet naar grasland. Het is onduidelijk of er hier een verband bestaat. Voor de andere zoekzones zien we wel een verband tussen uitvoering van de inrichtingsmaatregelen en stijging van aantal territoria nadien.

Blauwborst	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Klemskerke-Vlissegem	1	3	1	1	3	4	1	3	2
Pompje	0	0	0	0	2	1	3	1	6
Dudzeelse polder	2	1	5	4	2	5	3	5	5
Put van Vlissegem	0	1	0	0	0	1	0	0	1
Eendenkooi Ter Doest	0	0	0	0	0	1	1	2	2
Eendenkooi Wenduine	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Totaal	3	5	6	5	7	12	8	12	17

Tabel 20: Evolutie van het aantal territoria blauwborst voor de ingerichte zoekzones. Het jaar waarin de inrichtingswerken zijn uitgevoerd is geel aangeblokt (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015)

De aantallen blauwborst blijven echter zeer beperkt in de ingerichte zoekzones. In tabel 20 is echter duidelijk te zien dat de aantallen voor de inrichting in de meeste van deze zoekzones al zeer klein was.

CONCLUSIE VOOR DE SOORTEN VAN RIETMOERAS:

DE REALISATIE VAN HET GROOTSTE DEEL VAN DE DOELSTELLING RIETMOERAS (19,3 HA / 25 HA) VOOR ARTIKEL 36TER COMPENSEERT HET VERLIES VAN HET TERRITORIUM ROERDAMP IN DE ACHTERHAVEN VAN ZEEBRUGGE. DE DUURZAME VESTIGING VAN 2 EXTRA TERRITORIA VOOR BRUINE KIEKENDIEF IN DE ZOEKZONES WORDT VOORALSNOG NIET BEREIKT. DE VOLGENDE JAREN ZAL HET RIETMOERAS IN DE KLEIPUTTEN VAN WENDUINE VERDER ONTWIKKELEN EN IN KWETSHAGE WORDT NOG EEN TOTALE OPPERVLAKTE RIETMOERAS VOORZIEN VAN 45,8 HA (5,8 HA ART. 36TER EN 40 HA ART. 14). DIT BETEKEN DAT ER NOG EEN RUIME MARGE IS VOOR DE DUURZAME PLAATSING VAN 2 TERRITORIA BRUINE KIEKENDIEF.

3.1.3 POLDERGRASLAND

Alhoewel er in de geactualiseerde matrix voor artikel 36ter geen netto doelstelling is voor poldergrasland, wordt dit habitat hier wel opgenomen aangezien er voor de realisatie van zilt grasland voor artikel 36ter poldergrasland wordt ingericht en in principe als oppervlakte poldergrasland verdwijnt, waardoor de verdwenen oppervlakte, gecorrigeerd voor de habitatwaarde van het gerealiseerde zilt grasland, terug elders moet worden gecreëerd. Dit heeft mogelijk een impact op de lokale populatie van weidevogels gebonden aan het poldergrasland. Om deze impact te bekijken wordt grutto als referentiesoort genomen.

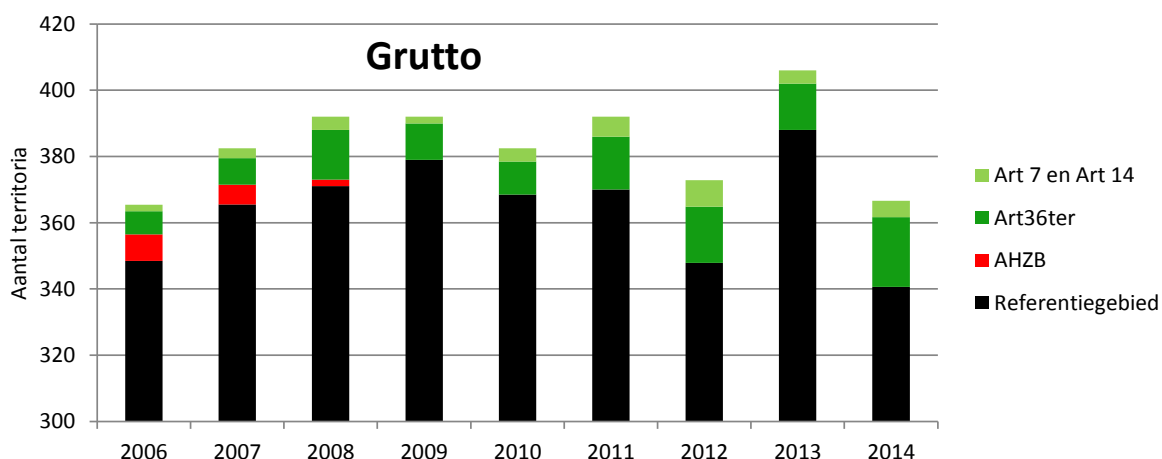
In de tabellen 21 en 22 wordt de evolutie van grutto gegeven in het studiegebied.

Grutto	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Achterhaven	8	6	2	0	0	0	0	0	0
Inrichting artikel 36ter	7	8	15	11	10	16	17	14	21
Inrichting artikel 14	2	3	4	2	4	6	8	4	5
Referentiegebied	348	365	371	379	368	370	348	388	341
Totaal	365	382	392	392	382	392	373	406	367

Tabel 21: Aantal territoria grutto in het studiegebied tussen 2006 en 2014 (uit Verstraete et al., 2015)

Grutto	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Achterhaven	2%	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Inrichting artikel 36ter	2%	2%	4%	3%	3%	4%	5%	3%	6%
Inrichting artikel 14	1%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	1%	1%
Referentiegebied	95%	96%	95%	97%	96%	94%	93%	96%	93%
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 22: Procentuele bijdrage van de verschillende zones aan de totale populatie grutto in het studiegebied (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015)



Figuur 9: Evolutie van aantal territoria grutto in het referentiegebied en in de zoekzones (uit Verstraete et al., 2015)

We zien min of meer de stabilisatie van het aantal territoria in de periode 2006-2016 in het referentiegebied, terwijl er een toename is van 75% en 50% voor de ingerichte gebieden voor respectievelijk artikel 36ter en artikel 14. Het aandeel van het aantal territoria van grutto van de ingerichte gebieden gaat van 3 % in 2006 naar 6% in 2014. Gemiddeld gezien doet grutto het dus beter in de ingerichte gebieden. Uit de tabel 23 blijkt duidelijk dat dit enkel geldt voor de zoekzones Klemskerke-Vlissegem en Pompje. In de Dudzeelse polder zien we deze toename niet. Duidelijk spelen hierbij ook gebiedsgebonden factoren een rol. In de gebieden grotendeels ingericht voor artikel 36ter betekent dit dat de omzetting van poldergrasland door middel van al dan niet grootschalige grondwerken, met hieraan gekoppeld de additionele creatie van de oppervlakte van omgezet poldergrasland, zeker geen negatieve impact heeft op het voorkomen van een soort gebonden aan poldergraslanden zoals grutto.

grutto	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Klemskerke-Vlissegem	4	5	9	6	7	13	13	8	13
Pompje	4	5	10	7	7	8	12	10	13
Dudzeelse polder	1	1	0	0	0	1	0	0	0
Put van Vlissegem	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eendenkooi Ter Doest	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eendenkooi Wenduine	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	9	11	19	13	14	22	25	18	26

Tabel 23: Evolutie van het aantal territoria grutto voor de ingerichte zoekzones. Het jaar waarin de inrichtingswerken zijn uitgevoerd is geel aangeblokt (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015).

Een gelijkaardig maar nog meer uitgesproken beeld geeft de evolutie van bergeend, die ook wordt beschouwd als soort indicatief voor poldergrasland (Verstraete et al., 2015). Uit de tabel 24 blijkt dat de soort in het referentiegebied een terugval kent tussen de periode 2006-2007-2008 en de periode 2013-2014 (van gemiddeld 225 naar 175 territoria). In dezelfde periode tekenen we een verviervoudiging op voor de gebieden ingericht voor artikel 36ter en een vernegenvoudiging voor de gebieden ingericht voor artikel 14. Dit blijkt ook uit de tabel 25, waar we zien dat het gecombineerde aandeel voor de ingerichte gebieden (artikel 36ter en artikel 14) een aandeel uitmaakt van 25% van het totaal aantal territoria in het studiegebied in 2014, terwijl dit in de periode voor de inrichting ongeveer 3% was. In de tabel 26 zien we dat deze sterke voortuitgang op rekening komt van de zoekzones Klemskerke-Vlissegem, Pompje en Dudzeelse polder. In tegenstelling tot grutto zien we in de Dudzeelse polder wel een zeer sterke toename van bergeend. In de tabel 26 zien we weer duidelijk de correlatie tussen toename van het aantal territoria en het tijdstip van uitvoering van de inrichtingswerken.

Bergeend	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Achterhaven	12	6	3	1	3	1	4	3	8
Inrichting artikel 36ter	2	4	10	11	16	15	15	15	34
Inrichting artikel 14	3	1	2	8	3	16	9	18	19
Referentiegebied	259	201	217	220	231	184	227	198	152
Totaal	276	212	232	240	253	216	255	234	213

Tabel 24: Aantal territoria bergeend in het studiegebied tussen 2006 en 2014 (uit Verstraete et al., 2015)

Bergeend	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Achterhaven	4%	3%	1%	0%	1%	0%	2%	1%	4%
Inrichting artikel 36ter	1%	2%	4%	5%	6%	7%	6%	6%	16%
Inrichting artikel 14	1%	0%	1%	3%	1%	7%	4%	8%	9%
Referentiegebied	94%	95%	94%	92%	91%	85%	89%	85%	71%
Totaal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 25: Procentuele bijdrage van de verschillende zones aan de totale populatie bergeend in het studiegebied (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015)

Bergeend	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Klemskerke-Vlissegem	1	1	3	0	5	5	5	3	7
Pompje	1	4	7	17	13	13	17	17	31
Dudzeelse polder	2	0	1	0	0	8	2	11	10
Put van Vlissegem	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eendenkooi Ter Doest	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eendenkooi Wenduine	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Totaal	4	5	11	17	18	26	24	31	48

Tabel 26: Evolutie van het aantal territoria bergeend voor de ingerichte zoekzones. Het jaar waarin de inrichtingswerken zijn uitgevoerd is geel aangeblokt (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015).

In de zoekzones Pompje, Klemskerke-Vlissegem en Dudzeelse polder is in totaal al bruto 167,5 ha zilt grasland is gerealiseerd. De soorten die meer indicatief zijn voor poldergrasland profiteren blijkbaar ook van de inrichtingsmaatregelen die zijn uitgevoerd voor de creatie van zilt grasland.

CONCLUSIE VOOR DE SOORTEN VAN POLDERGRASLAND:

DE OMZETTING VAN POLDERGRASLAND NAAR ZILT GRASLAND HEEFT EEN STERK POSITIEF EFFECT OP HET AANTAL TERRITORIA VAN EEN AANTAL SOORTEN DIE INDICATIEF ZIJN VOOR HET HABITAT POLDERGRASLAND. ZOWEL GRUTTO ALS BERGEEND VERTONEN EEN STERKE TOENAME IN DE GEBIEDEN WAAR ZILT GRASLAND IS INGERICHT IN TEGENSTELLING TOT DE TENDENS IN HET GANSE STUDIEGEBIED.

3.2 MONITORING VAN DE VEGETATIE VAN DE INGERICHTE GEBIEDEN

Sinds 2014 is in het monitoringcontract opgenomen om de vegetatieontwikkeling te evalueren van de ingerichte percelen in de zoekzones. Dit is voornamelijk van belang voor de compensaties van artikel 14 omdat deze een habitatdoelstelling nastreven. De compensaties voor artikel 36ter hebben een habitatdoelstelling in de compensatiematrix die gecorreleerd is met een onderliggende doelstelling voor aantallen van betrokken bijlage IV-soorten. Een evaluatie op niveau van de vegetatie kan ook voor deze compensaties waardevolle bijkomende informatie verstrekken om de resultaten van de broedvogelinventarisatie te interpreteren, maar is ook onmisbaar om de formele invulling van de compensatiematrix met gerealiseerd habitat na te gaan.

In 2013 zijn er van grotendeels alle percelen die sinds 2008 zijn ingericht in de zoekzones Klemskerke-Vlissegem, Pompje en Dudzeelse polder Tansley opnames gebeurd. Voor een gedetailleerde beschrijving van de methodiek, zie Verstraete et al. (2015).

In Pompje werden er opnames gemaakt van alle ingerichte percelen met als doelstelling zilt grasland, rietmoeras en poldergrasland. In Klemskerke-Vlissegem en Dudzeelse polder werden percelen met als doelstelling zilt grasland en poldergrasland geïnventariseerd. Van de percelen met als doelstelling zilt grasland werd ook steeds een inschatting gemaakt van het aandeel zilt habitat binnen het volledige perceel. Enerzijds zijn deze gegevens essentieel om na te gaan hoe succesvol de inrichtingsmaatregelen zijn geweest in het realiseren van zilt habitat. Anderzijds is binnen de werking van de beheercommissie bij de ontwikkeling van de methodiek van de habitatconversie in de compensatiematrix (artikel 36ter) uitgegaan van een aandeel zilt habitat van 7% voor een gemiddeld zilt grasland. Kennis van het uiteindelijke aandeel zilt habitat van ingerichte percelen geeft ons de mogelijkheid om de inrichtingsmaatregelen te evalueren op hun effectiviteit op niveau van vegetatie.

3.2.1 ARTIKEL 36TER

3.2.1.1 ZILT GRASLAND

Zoals besproken in hoofdstuk 2 is de volledige doelstelling zilt grasland voor artikel 36ter gerealiseerd in de compensatiematrix. Uit de broedvogelgegevens is verder gebleken (paragraaf 3.1) dat deze invulling van de matrix ook mooi gecorreleerd is met de evolutie van aantal territoria in de ingerichte gebieden van de doelsoort kluut. Met de vegetatiegegevens van deze percelen kan dan ten slotte worden nagegaan of de beoogde creatie van zilt habitat op alle percelen is gerealiseerd en welke verschillen er zijn tussen de procentuele bedekking met zilt habitat op de ingerichte percelen. Dit kan dan gebruikt worden als interne controle of interne evaluatie.

Tabel 27 geeft een samenvatting voor de effectieve oppervlakte van het gerealiseerde zilt grasland en de gemiddelde procentuele bedekking met zilt habitat voor de zoekzones waar zilt habitat is ingericht.

Voor artikel 36ter wordt hier aangegeven dat 41,7 ha is ingericht met een gemiddelde procentuele bedekking met zilte vegetatie van 7,6%. De zilte bedekking in het Pompje ligt hoger (9,1%) in vergelijking met Klemskerke-Vlissegem (6,3%). Dit komt overeen met het verschil in potenties tussen de twee zoekzones en weerspiegelt zich ook in de soortensamenstelling van het gerealiseerde zilt grasland. Uit Verstraete et al. (2015) blijkt dat de reikwijdte van zilte bedekking varieert van 0 tot 13,85% voor percelen in Klemskerke-Vlissegem en van 0% tot 20% voor percelen in het Pompje. Hieruit blijkt dat er toch een aantal percelen zijn met een zilte bedekking van 0%. Hiervan zijn er echter een aantal waar zich na inrichting een brakke plas (BWK-code Ah) heeft gevormd. Ah is hierbij niet gekarteerd als zilt grasland en komt derhalve niet voor in de procentuele bedekking met zilte vegetatie. Op deze manier wordt ook de habitatwaarde van een aantal percelen onderschat. Los hiervan zien we toch nog dat gemiddeld nog een bedekking van zilt habitat wordt bereikt van meer dan 7%. Dit ligt dus in de lijn van hetgeen werd beoogd bij de opmaak van de inrichtingsplannen.

	artikel 36ter		artikel 14	
	oppervlakte (ha)	% zilt (gem.)	oppervlakte (ha)	% zilt (gem.)
Klemskerke - Vlissegem	21,8	6,3%	2,5	8,6%
Pompje	19,9	9,1%	22,8	6,0%
Dudzeelse polder	0,0		80,0	7,4%
Totaal	41,7	7,6%	105,4	7,0%

Tabel 27: Oppervlakten van effectief gerealiseerd zilt grasland en de gemiddelde procentuele bedekking met zilte vegetatie van de ingerichte percelen voor de compensaties voor artikel 36ter en artikel 14 (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015)

De soorten van zilte vegetatie die we aantreffen op de ingerichte percelen in Klemskerke-Vlissegem zijn zilte schijnsparrie, stomp kweldergras, zilte rus, heen spiesmelde en aardbeiklaver. Op de ingerichte percelen in het Pompje worden bijkomend sterkere indicatoren van zilt habitat aangetroffen zoals kortarige zeekraal, melkkruid, zilte waterranonkel, zannichellia.

3.2.1.2 RIETMOERAS

Uit paragraaf 3.1 is gebleken dat de 9,3 ha in het Pompje die zijn ingericht om te evolueren naar rietmoeras voor artikel 36ter van voldoende kwaliteit is om een duurzaam territorium te krijgen van de bijlage IV-soort roerdomp (sinds 2012) en naast het al lang aanwezige territorium van bruine kiekendief, occasioneel ook een bijkomend territorium van deze soort te laten vestigen. Uit de vegetatieopnames van deze percelen blijkt echter dat de mate waarin rietvegetatie zich op deze percelen vestigt nog beperkt is. In tabel 28 staan de BWK-codes die in 2013 aan deze percelen zijn toegekend. Hieruit blijkt dat rietmoeras slechts op ongeveer 4 ha van de 9,3 ha een substantiële oppervlakte van de percelen inneemt (blauw aangeblokte cellen). Het grootste gedeelte van de zone bestaat nog uit zilte vegetatie.

Natuurlijk moet de habitatwaarde van het gebied worden gezien in combinatie met de ongeveer 2,35 ha bestaand rietland en water die al aanwezig waren voor de inrichting. Blijkbaar geeft deze combinatie al een voldoende draagkracht voor kritieke soorten als roerdomp om een duurzaam territorium te vestigen. In 2014 werden twee uitgevlogen jongen

geconstateerd. Naarmate het rietmoeras zich zal uitbreiden over de volledige 9,3 ha zal de habitatwaarde nog verhogen.

Hpr*+da	Hpr*+da+k(mr)	Hpr*+da+mr	mz	Hpr+hr+k(mr)	Totaal
0,35	4,35	3,69	0,33	0,6	9,32

Tabel 28: BWK-karteringseenheden van het zich ontwikkelend rietmoeras in het Pompje (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015)

Van het ontwikkelend rietmoeras in de Kleiputten van Wenduine zijn nog geen vegetatieopnames beschikbaar.

3.2.2 ARTIKEL 14

3.2.2.1 ZILT GRASLAND

Voor artikel 14 werden in totaal ruim 105 ha ingericht. Het grootste deel hiervan is gelokaliseerd in de Dudzeelse polder (80 ha). De overige oppervlakte ligt in Pompje (22,8 ha) en Klemskerke-Vlissegem (2,5 ha). Dit is weergegeven in tabel 26. De gemiddelde procentuele bedekking met zilt vegetatie voor Pompje en Klemskerke-Vlissegem is respectievelijk 6% en 8,6%. Deze bedekking ligt volledig in de lijn met de bedekking van de percelen ingericht voor artikel 36ter in beide zoekzones.

De Dudzeelse polder is in tabel 26 opgenomen met een oppervlakte van 80 ha gerealiseerd zilt grasland. Het inrichtingsplan voor Dudzeelse polder is in de beheercommissie goedgekeurd als een plan voor de optimale inrichting van het gebied en waarmee de Dudzeelse polder in de matrix kan worden ingebracht als 80 ha zilt grasland. De inrichting bestaat voor een deel uit de opwaardering van bestaand poldergrasland naar zilt grasland, de omzetting van akkerland naar poldergrasland en de opwaardering van bestaand zilt grasland. Er kan derhalve geen effectieve 80 ha gerealiseerd zilt grasland worden aangeduid. In het inrichtingsplan is wel uitgegaan van het bereiken van een gemiddelde procentuele bedekking met zilte vegetatie van ongeveer 7%. Voor een oppervlakte van 80 ha betekent dit dat door de inrichtingsmaatregelen effectief 5 à 6 ha zilt habitat zou moeten worden gerealiseerd. In tabel 29 is de netto oppervlakte winst aan zilt habitat na inrichting van de Dudzeelse polder gegeven.

Oppervlakte ingericht	Oppervlakte zilt voor inrichting	Oppervlakte zilt na inrichting (2013)	% zilt na inrichting	Netto oppervlakte winst zilt habitat
51,03	0,40	6,33	12,40%	5,93

Tabel 29: Evolutie van de oppervlakte zilt habitat op de ingerichte percelen in de Dudzeelse Polder (volgens gegevens uit Verstraete et al., 2015)

De ingerichte percelen hebben na uitvoering van de inrichtingsmaatregelen een gemiddelde bedekking met zilte vegetatie van 12,4%. Voor inrichting was al 0,93 ha zilt habitat, zodat er door inrichting effectief 5,93 ha zilt habitat bijgekomen is. Dit ligt dus volledig in de lijn van hetgeen werd verwacht.

Ook naar soortensamenstelling lost de inrichting de verwachtingen in, met het abundant voorkomen van kortarige zeekraal, zulte, zilte schijnspurrie, zilte rus, stomp kweldergras, zilte greppelrus, spiesmelde en melkkruid op de ingerichte percelen.

3.2.2.2 Rietmoeras

Er is nog geen inrichting gebeurd van rietmoeras voor artikel 14.

3.2.2.3 Brakke plas

Er zijn nog geen vegetatiegegevens van de Eendenkooi Ter Doest en Put van Vlissegem

3.2.2.4 Poldergrasland

Er zijn nog onvoldoende inventarisatiegegevens om al conclusies te trekken voor de omzetting van akkerland naar poldergrasland.

CONCLUSIE VOOR DE VEGETATIEMONITORING:

DE PROCENTUELE BEDEKKING MET ZILTE VEGETATIE VAN HET GEREALISEERDE ZILT GRASLAND BLIJKT ZOWEL VOOR DE REALISATIES VOOR ARTIKEL 36TER ALS DEZE VOOR ARTIKEL 14 AAN DE VERWACHTINGEN TE VOLDOEN. HET RIETMOERAS VOOR ARTIKEL 36TER IN HET POMPJE IS NOG VOLOP IN ONTWIKKELING, WAARBIJ NOG SLECHTS EEN BEPERKT DEEL AL EFFECTIEF IS OMGEVORMD TOT RIETVEGETATIE.

3.3 ALGEMENE CONCLUSIE MONITORING

Uit de broedvogelmonitoring blijkt dat er een zeer sterke toename is van kluut in de ingerichte gebieden. Ook indien enkel de percelen in aanmerking worden genomen die in de compensatiematrix voor artikel 36ter worden ingebracht dekt de toename ruim het verlies van de territoria in de achterhaven van Zeebrugge. Ook andere indicatorsoorten van zilt grasland geven een sterke positieve respons op de inrichtingswerken. Roerdomp vertoont een mooie respons door de duurzame vestiging van een territorium in het Pompje, nadat het habitat in de achterhaven is verdwenen. Bruine kiekendief heeft slechts gedurende één broedseizoen een extra territorium gehad in het Pompje. Voor deze soort is er nog ruimte voor respons door de verdere ontwikkeling van het al ingericht rietmoeras en de resterende taakstelling rietmoeras die nog moet worden ingevuld in de compensatiematrix. Het nieuw gecreëerde zilt grasland voldoet zowel naar habitatoppervlakte habitat als naar soortensamenstelling aan de vooropgestelde verwachtingen. In het Pompje is de ontwikkeling van het rietmoeras, ondanks een mooie respons op niveau van broedvogels, nog in een vroeg stadium.

4 PLANNING VAN DE REALISATIE VAN DE RESTERENDE TAAKSTELLING

Uit de tabel 3 blijkt dat nog volgende oppervlakten habitat bruto moeten worden ingericht:

Artikel 36ter	Rietmoeras	5,8 ha
Artikel 14	Zilt grasland	31,8 ha
	Rietmoeras	39,9 ha
	Poldergrasland	89,1 ha

Hieronder wordt de concrete planning van uitvoering gegeven voor de realisatie van bovenstaande resterende doelstellingen. Het inrichtingsplan van een eerste inrichtingsdossier werd in juni 2015 door de beheercommissie goedgekeurd. De gronden noodzakelijk voor de realisatie van dit dossier zijn al verworven, waardoor dit dossier concreet kan worden uitgewerkt en aanbestedingsklaar kan worden gemaakt.

De resterende doelstelling rietmoeras moet worden gerealiseerd in Kwetshage. In 2015 werd een hydrologische studie opgeleverd welke de basis vormt voor de verdere uitwerking van het inrichtingsplan voor Kwetshage. Randvoorwaarde voor de uitvoering van het dossier is de volledige verwerving van het noordelijke deel van Kwetshage. Hier wordt in hoofdstuk 5 verder op in gegaan.

4.1 RESTEREND UITVOERINGSDOSSIER I - ZILT GRASLAND EN POLDERGRASLAND IN Z1, Z4 EN Z10BIS

In 2015 werd in de beheercommissie een inrichtingsplan goedgekeurd waardoor de volledige doelstelling zilt grasland voor artikel 14 en een belangrijk aandeel poldergrasland kunnen worden gerealiseerd. Het betreft de inrichting van verworven percelen gelegen in:

- 3.1.1 Z1 - Klemskerke-Vlissegem
- 3.1.2 Z4 - Pompje
- 3.1.3 Z10bis - Uitkerkse polder
- 3.1.4 Z10bis – Ter Doest
- 3.1.5 Z10bis – Meetkerkse Moeren

Het dossier wordt in 2015 en 2016 verder uitgewerkt met het oog op het aanvragen van een stedenbouwkundige vergunning en klaargemaakt voor aanbesteding. De uitvoering is voorzien in 2017. In de tabel 30 worden de oppervlakten gegeven per zoekzone die kunnen worden gerealiseerd.

	Zilt grasland	Poldergrasland	Totaal
Z1 Klemskerke-Vlissegem	2,3	0,5	2,8
Z4 Pompje	11,3	0,0	11,3
Z10bis Uitkerkse polder	8,2	19,4	27,6
Z10bis Ter Doest	10,0	0,0	10,0
Z10bis Meetkerkse Moeren	0,0	24,6	24,6
Totaal	31,8	44,5	76,3

Tabel 30: Oppervlakten te realiseren habitat in het eerste resterende inrichtingsdossier over de verschillende zoekzones

Naast de volledige realisatie van de resterende doelstelling zilt grasland, wordt er ook nog bijkomend 44,5 ha poldergrasland gerealiseerd vanuit akkerland. Het poldergrasland wordt voornamelijk in Uitkerkse polder en Meetkerkse Moeren gerealiseerd, terwijl de doelstelling zilt grasland grotendeels wordt verdeeld over Pompje, Uitkerkse polder en Ter Doest.

Op figuur 10 wordt de ligging gegeven van de percelen die zullen worden ingericht in dit dossier.

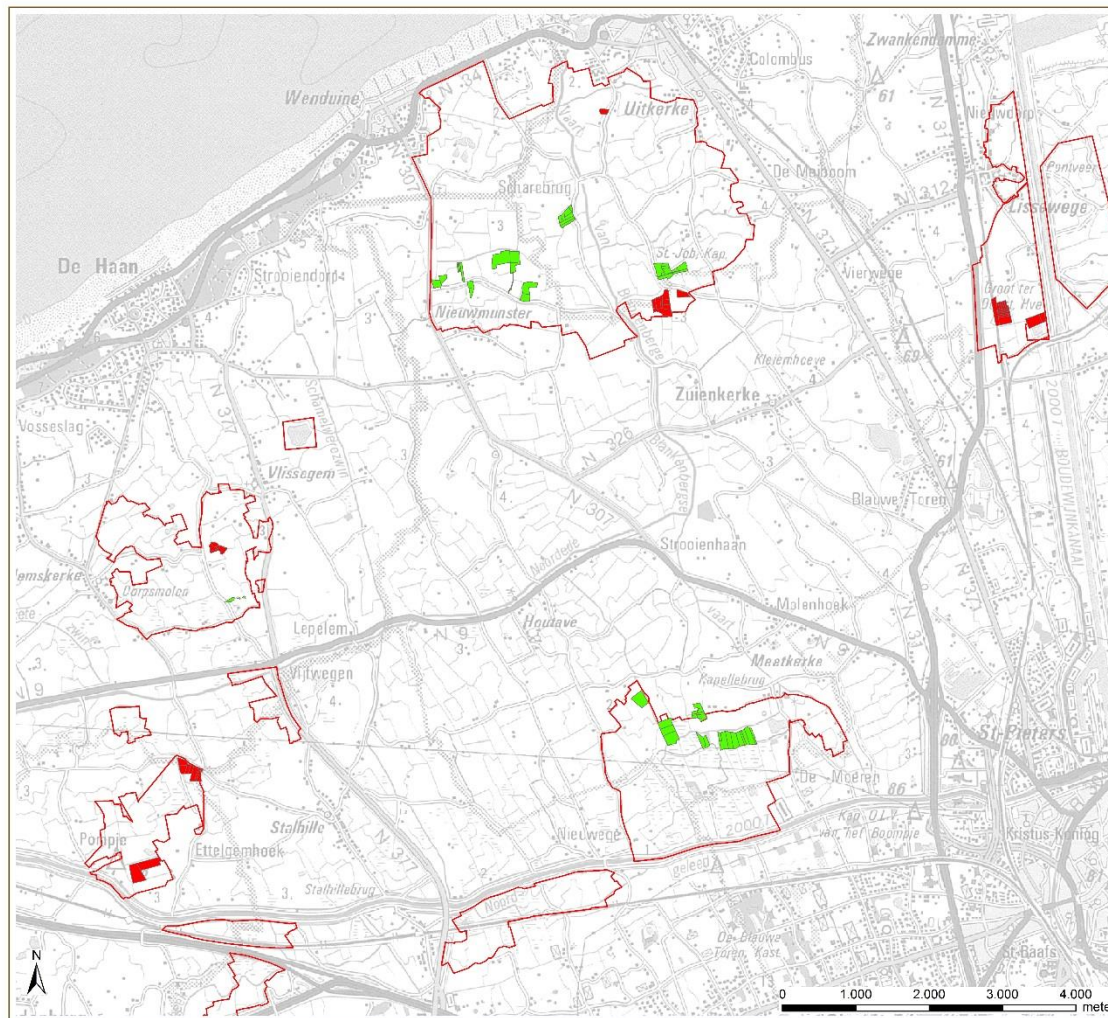
De tabel 31 geeft de geactualiseerde matrix na uitvoering van dit inrichtingsdossier.

De veranderingen t.o.v. de tabel 3 is dat de volledige doelstelling zilt grasland is gerealiseerd. Er rest nog een doelstelling van poldergrasland van 44,6 ha voor artikel 14. De resterende doelstellingen voor rietmoeras is onveranderd (5,8 ha voor artikel 36ter en 39,9 ha voor artikel 14). In totaal rest er nog de realisatie van 82,5 ha. Met de realisatie van dit uitvoeringsdossier komen we dus aan een totale realisatiegraad van 77%: 94,4% voor artikel 36ter en 71,1% voor artikel 14. Tabel 32 geeft de gerealiseerde oppervlakten per habitat en per zoekzone opgesplitst over artikel 36ter en artikel 14. Tabel 33 geeft de totale realisatie per zoekzone per habitat ongeacht het compensaties zijn voor artikel 36ter of voor artikel 14.

Belangrijk na de realisatie van dit dossier dat alle zilt grasland zal gerealiseerd zijn en dat de uiteindelijke bruto doelstelling poldergrasland kan worden vastgelegd. Tot nu toe gebeurde dit op basis van prognoses aan de hand van de ingeschatte oppervlakte poldergrasland die in de matrix wordt doorgeschoven bij omzetting van poldergrasland naar zilt grasland. Aangezien in de resterende bruto doelstelling van tabel 30 ook al de volledig doorgeschoven oppervlakte van poldergrasland ten gevolge van de inrichting naar rietmoeras van Kwetshage is opgenomen kunnen we nu de doelstelling poldergrasland definitief vastleggen.

Planning van het uitvoeringsdossier:

- | | |
|--|-------------------------------|
| - Opmaak technisch ontwerp: | december 2015 – februari 2016 |
| - Archeologisch vooronderzoek: | januari – maart 2016 |
| - Aanvraag stedenbouwkundige vergunning: | mei 2016 |
| - Aanbesteding overheidsopdracht | november 2016 |
| - Start werken | juli 2017 (na broedseizoen) |
| - Einde werken (inschatting) | najaar 2018 |



Natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge

Inrichting

Inrichtingsdossier 2017

Oktober 2015

Inrichtingsdossier uitvoering 2017

Doelhabitat

- Hpr*
- Hpr*+da
- Perimeter zoekzones

Bron:

Raeterversie van de Topografische kaart in zwartwit
en op schaal 1/100.000, NGI,
opname 1986-1990 (GIS-Vlaanderen)

aangemaakt op: 16/11/2015



Figuur 10: Percelen die worden ingericht bij het inrichtingsdossier dat volgens planning in 2017 zal worden uitgevoerd en waarbij de volledige resterende doelstelling zilt grasland zal worden gerealiseerd

	Netto realisatie	Doelstelling (netto)	Nog te realiseren: netto	Bruto realisatie	Inschatting bruto doelstelling	Nog te realiseren: bruto	% gerealiseerd (netto)
Art 36ter							
Zilt grasland ¹	50,4	48,0	-2,4	61,9	61,9	-2,4	100,0%
Poldergrasland ²	5,5	0,0	-5,5	16,6	16,6	-5,5	100,0%
Rietmoeras ³	19,3	25,0	5,7	19,3	25,2	5,8	76,8%
Totaal	75,2	73,0	-2,2	97,8	103,6	-2,0	94,4%
Art 7							
Zilt grasland	122,2	124,0	1,8	137,4	137,4	0,0	98,5%
Poldergrasland ⁴	37,9	44,0	6,1	61,4	106,0	44,6	58,0%
Rietmoeras	0,0	40,0	40,0	0,0	39,9	39,9	0,0%
Brakke plas	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0	0,0	100,0%
Totaal	169,0	217,0	48,0	207,8	292,2	84,5	71,1%
TOTAAL	244,2	290,0	45,8	305,6	395,9	82,5	77,2%

¹ som van 20 ha zilt grasland en omzetting van 100 ha poldergrasland naar 28 ha zilt grasland met een gemiddelde bedekking van 7% zilt habitat

² er wordt art. 36ter poldergrasland gerealiseerd als doorgeschoven habitat voor de realisatie van zilt grasland en rietmoeras

³ doelstelling van 10 ha uit de oorspronkelijke matrix en 15 ha volgens de beslissing van de Vlaamse Regering van 23/07/2010 (rietveld De Pelikaan)oor

⁴ voor het percentage gerealiseerd voor poldergrasland art. 14 zijn de bruto oppervlakte gebruikt i.p.v. de netto omdat dat dit een beter beeld geeft van de resterende doelstelling

Tabel 31: Geactualiseerde matrix na uitvoering van het resterende dossier I

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

Artikel 36ter	Oppervlakte zoekzone	Zilt grasland		Poldergrasland				Rietmoeras		Brakke plas			Totaal			
		Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren
Z1	300	28,3	28,3	0,0	4,3	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,5	32,5	0,0
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0
Z4	150	33,6	33,6	0,0	4,3	4,3	0,0	9,3	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	47,3	47,2	0,0
Z5	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	5,8
Z8	175	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z10bis	3406	0,0	0,0	0,0	7,6	7,6	0,0	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6	17,6	0,0
Totaal	4327	61,9	61,9	0,0	16,6	16,6	0,0	19,3	25,1	5,8	0,0	0,0	0,0	97,8	103,6	5,8
Artikel 14	Oppervlakte zoekzone	Zilt grasland			Poldergrasland			Rietmoeras			Brakke plas			Totaal		
		Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren
Z1	300	5,0	5,0	0,0	2,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	7,5	0,0
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6	0,0
Z4	150	34,2	34,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	34,2	0,0
Z5	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	0,0	0,0	0,0	2,8	21,8	19,0	0,0	39,9	39,9	0,0	0,0	0,0	2,8	61,7	58,8
Z8	175	80,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0	0,0
Z10bis	3406	18,2	18,2	0,0	54,5	80,1	25,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	72,8	98,4	25,6
Totaal	4327	137,4	137,4	0,0	61,4	106,0	44,6	0,0	39,9	39,9	9,0	9,0	0,0	207,8	292,2	84,4

Tabel 32: Gerealiseerd habitat uit de geactualiseerde matrix per zoekzone na uitvoering van het eerste resterende inrichtingsdossier

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

Totaal	Oppervlakte zoekzone	Zilt grasland			Poldergrasland			Rietmoeras			Brakke plas			Totaal		
		Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren
Z1	300	33,3	33,3	0,0	6,8	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	40,0	0,0
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9	0,0
Z4	150	67,8	67,8	0,0	4,3	4,3	0,0	9,3	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	81,5	81,4	0,0
Z5	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	0,0	0,0	0,0	2,8	21,8	19,0	0,0	45,7	45,7	0,0	0,0	0,0	2,8	67,5	64,7
Z8	175	80,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0	0,0
Z10bis	3406	18,2	18,2	0,0	62,2	87,8	25,6	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,4	116,0	25,6
Totaal	4327	199,3	199,3	0,0	78,0	122,5	44,6	19,3	65,0	45,7	9,0	9,0	0,0	305,6	395,8	90,2

Tabel 33: Gerealiseerd habitat uit de geactualiseerde matrix per zoekzone na uitvoering van het eerste resterende inrichtingsdossier. De compensaties voor artikel 36ter en artikel 14 worden hier samengenomen.

4.2 RESTEREND UITVOERINGSDOSSIER II - RIETMOERAS EN POLDERGRASLAND IN KWETSHAGE

Na de uitvoering van het eerste resterende inrichtingsdossier rest er nog een doelstelling van 45,7 ha rietmoeras en 44,6 ha poldergrasland. De doelstelling rietmoeras komt volledig in het noordelijk deel van Kwetshage te liggen. In beslissing van de Vlaamse Regering van 23 juli 2010 is voorzien om met behulp van een flankerend beleid voor landbouw het volledige noordelijke deel van Kwetshage te verwerven. In het hoofdstuk 5 van dit jaarrapport zal dieper worden ingegaan op de grondverwerving. Hieruit zal blijken dat in Kwetshage momenteel nog ongeveer 21 ha moet verworven worden. Een integrale inrichting van het gebied met de realisatie van de resterende doelstelling rietmoeras (45,7 ha) en een aanzienlijke oppervlakte poldergrasland (bruto 19 ha), kan pas gebeuren na volledige verwerving van het noordelijk gedeelte van Kwetshage. De grondverwerving is de voornaamste limiterende factor voor de startdatum van de inrichting van Kwetshage.

Aangezien er nog 5,8 ha rietmoeras moet worden gerealiseerd voor artikel 36ter en aangezien in de achterhaven van Zeebrugge alle zones waar voor artikel 36ter moet worden gecompenseerd al ingenomen zijn voor havenontwikkeling (zie hoofdstuk 2 - tabellen 8 en 9 - Balans natuurcompensaties – inname voor havenontwikkeling), en de gelijktijdigheid van natuurcompensaties wettelijk vastligt in artikel 36ter, is het van essentieel belang dat de verwerving van de resterende 21 ha in het noordelijk deel van Kwetshage zo snel mogelijk kan gebeuren.

In 2013 werd voor het noordelijk deel van Kwetshage per perceel de habitatdoelstelling vastgelegd in de beheercommissie. Deze habitatdoelstelling is gegeven in figuur 13 (hoofdstuk 5). In 2014 is op basis hiervan het inrichtingsconcept voor Kwetshage verder verfijnd. Dit inrichtingsconcept was de basis voor de uitvoering van een hydrologische studie (Witteveen en Bos, 2015) van het gebied. Deze studie is in juli 2015 opgeleverd. De resultaten van deze studie zullen gebruikt worden om een definitief ontwerp op te maken. De hydrologische studie is opgemaakt in de veronderstelling dat alle percelen in het studiegebied ter beschikking zijn. Er werd dus geen rekening gehouden met de grondverwerving als limiterende factor voor de inrichting van het gebied. De studie vormt dus de basis voor een integrale inrichting van het gebied met optimale inrichting in functie van de doelstelling rietmoeras. Het samenvattend resultaat van de studie is een kaart van het gebied met de habitatpotenties bij een optimaal gebruik van de hydrologische randvoorwaarden van het gebied. Deze kaart wordt gegeven in figuur 16 (hoofdstuk 5). De studie zal worden gebruikt om een definitief ontwerp op te maken gedurende 2016.

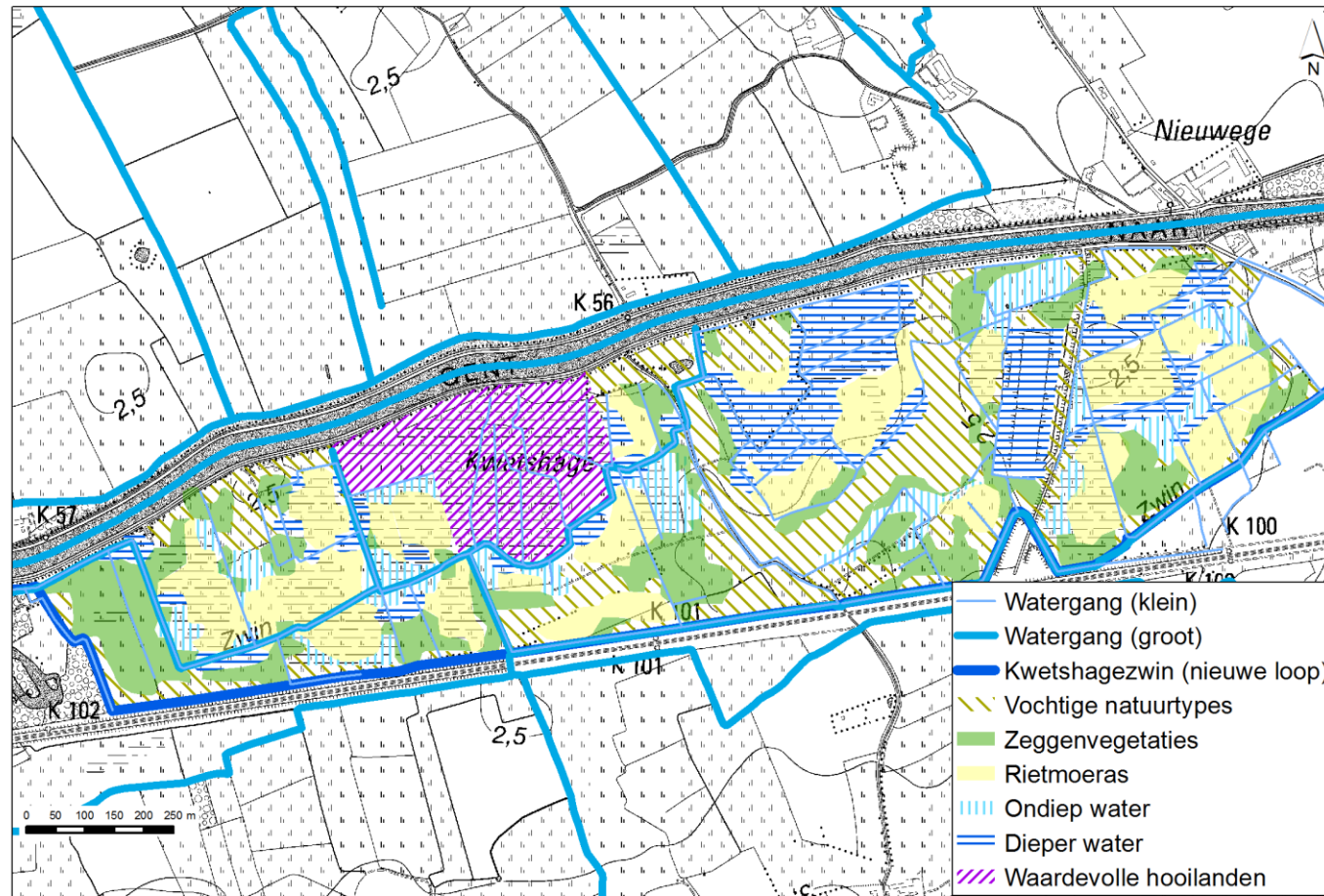
PLANNING VOOR DE UITVOERING VAN DE INRICHTING VAN KWETSHAGE (onder voorbehoud van volledige grondverwerving):

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| - 2016 (voorjaar en zomer) | opmaak ontheffingsdossier mer |
| - 2016 (najaar en winter) | opmaak technisch ontwerp |
| - 2017 (periode januari – maart) | aanvraag stedenbouwkundige vergunning |
| - 2017 (september – december) | aanbesteding |
| - 2018 (juli) | start van de werken |

Het is duidelijk dat deze planning een optimale planning is die er vanuit gaat dat eind 2016/ begin 2017 alle gronden van het noordelijke deel van Kwetshage verworven zijn, waarbij er nog een termijn van ruim een jaar wordt voorzien om op vrijwillige wijze de resterende 21 ha te verwerven. Deze termijn wordt beschouwd als een minimale termijn die enkel haalbaar is indien alle mogelijke middelen kunnen worden ingezet om een snelle vrijwillige verwerving van Kwetshage mogelijk te maken.

RESTERENDE DOELSTELLING NA INRICHTING VAN KWETSHAGE:

Met de inrichting van Kwetshage zal ook de doelstelling van rietmoeras van de compensatiematrix volledig gerealiseerd zijn. Door bijkomend de realisatie van bruto 19 ha bij de inrichting van Kwetshage zal ook de resterende doelstelling voor poldergrasland sterk dalen. In tabel 34 wordt de geactualiseerde matrix gegeven na inrichting van Kwetshage. Uit de tabel blijkt dat er nog een resterende doelstelling is van 25,6 ha poldergrasland. Deze doelstelling zal op alle percelen akkerland die kunnen worden verworven in de zoekzones kunnen worden gerealiseerd. Logischerwijze zal het grootste deel hiervan waarschijnlijk in de zoekzone Z10bis komen te liggen. Daarom wordt in tabel 35 en 36 de resterende doelstelling poldergrasland indicatief toegewezen aan de zoekzone Z10bis.



Figuur 11: Optimaal inrichtingsscenario voor Kwetshage als resultaat van de hydrologische studie van Witteveen en Bos (2015)

	Netto realisatie	Doelstelling (netto)	Nog te realiseren: netto	Bruto realisatie	Inschatting bruto doelstelling	Nog te realiseren: bruto	% gerealiseerd (netto)
Art 36ter							
Zilt grasland ¹	50,4	48,0	-2,4	61,9	61,9	0,0	100,0%
Poldergrasland ²	0,2	0,0	-0,2	16,6	16,6	0,0	100,0%
Rietmoeras ³	25,2	25,0	-0,2	25,2	25,2	0,0	100,0%
Totaal	75,7	73,0	-2,7	103,6	103,6	0,0	100,0%
Art 7							
Zilt grasland	122,2	124,0	1,8	137,4	137,4	0,0	100,0%
Poldergrasland ⁴	18,4	44,0	25,6	80,4	106,0	25,6	75,8%
Rietmoeras	39,9	40,0	0,1	39,9	39,9	0,0	100,0%
Brakke plas	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0	0,0	100,0%
Totaal	189,4	217,0	27,6	266,6	292,2	25,6	91,2%
TOTAAL	265,2	290,0	24,8	370,3	395,9	25,6	93,5%

Tabel 34: Gerealiseerd habitat uit de geactualiseerde matrix per zoekzone na volledige inrichting van het noordelijk deel van Kwetshage

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

Artikel 36ter	Oppervlakte zoekzone	Zilt grasland			Poldergrasland			Rietmoeras			Brakke plas			Totaal		
		Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren
Z1	300	28,3	28,3	0,0	4,3	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,5	32,5	0,0
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0
Z4	150	33,6	33,6	0,0	4,3	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,9	37,9	0,0
Z5	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	9,3	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	5,8	0,0
Z8	175	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z10bis	3406	0,0	0,0	0,0	7,6	7,6	0,0	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6	17,6	0,0
Totaal	4327	61,9	61,9	0,0	16,6	16,6	0,0	25,2	25,1	0,0	0,0	0,0	0,0	103,6	103,6	0,0
rtikel 14	Oppervlakte zoekzone	Zilt grasland			Poldergrasland			Rietmoeras			Brakke plas			Totaal		
		Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren
Z1	300	5,0	5,0	0,0	2,5	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	7,5	0,0
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	1,6	0,0
Z4	150	34,2	34,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2	34,2	0,0
Z5	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	0,0	0,0	0,0	21,8	21,8	0,0	39,9	39,9	0,0	0,0	0,0	0,0	61,7	61,7	0,0
Z8	175	80,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0	0,0
Z10bis	3406	18,2	18,2	0,0	54,5	80,1	25,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	72,8	98,4	25,6
Totaal	4327	137,4	137,4	0,0	80,4	106,0	25,6	39,9	39,9	0,0	9,0	9,0	0,0	266,6	292,2	25,6

Tabel 35: Gerealiseerd habitat uit de geactualiseerde matrix per zoekzone na realisatie van Kwetshage. De compensaties voor artikel 36ter en artikel 14 worden hier samengenomen.

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

Totaal	Oppervlakte zoekzone	Zilt grasland			Poldergrasland			Rietmoeras			Brakke plas			Totaal		
		Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren	Gerealiseerd	Doelstelling	Nog te realiseren
Z1	300	33,3	33,3	0,0	6,8	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	40,0	0,0
Z2	17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z3	33	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	1,9	0,0
Z4	150	67,8	67,8	0,0	4,3	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	72,1	72,1	0,0
Z5	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	9,3	0,0
Z6	47	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Z7	129	0,0	0,0	0,0	21,8	21,8	0,0	45,7	45,7	0,0	0,0	0,0	0,0	67,5	67,5	0,0
Z8	175	80,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	80,0	0,0
Z9	23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0	0,0
Z10bis	3406	18,2	18,2	0,0	62,2	87,8	25,6	10,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,4	116,0	25,6
Totaal	4327	199,3	199,3	0,0	96,9	122,5	25,6	65,1	65,0	0,0	9,0	9,0	0,0	370,3	395,8	25,6

Tabel 36: Gerealiseerd habitat uit de geactualiseerde matrix per zoekzone na realisatie van Kwetshage. De compensaties voor artikel 36ter en artikel 14 worden hier samengenomen.

4.3 RESTEREND UITVOERINGSDOSSIER III - REALISATIE VAN DE RESTERENDE DOELSTELLING POLDERGRASLAND

Na de inrichting van het noordelijk deel van Kwetshage rest er nog 25,6 ha poldergrasland om te realiseren. De gronden hiervoor moeten momenteel nog verworven worden. Ook hier zal de grondverwerving de limiterende factor zijn voor de uitvoering van dit laatste inrichtingsdossier. Het poldergrasland wordt gerealiseerd door de omzetting van akkerland naar grasland, al dan niet gecombineerd met beperkte inrichtingswerken.

De timing van de uitvoering van dit laatste dossier is nu enkel ruw in te schatten aan de hand van de verwachte snelheid waarmee de noodzakelijke gronden kunnen verworven worden. Dit wordt verder bekeken in het volgende hoofdstuk 5 van grondverwerving.

5 GRONDZAKEN

In de tabellen 37, 38 en 39 wordt de stand van zaken geven van de grondverwerving op 15 oktober 2015. Deze tabellenreeks wil een overzicht geven van de evolutie van de grondverwerving vertrekkende van de uitgangssituatie bij het begin van het project en de doelstelling voor grondverwerving. In de figuren 12 en 13 wordt op kaart een overzicht gegeven van de stand van zaken van de grondverwerving.

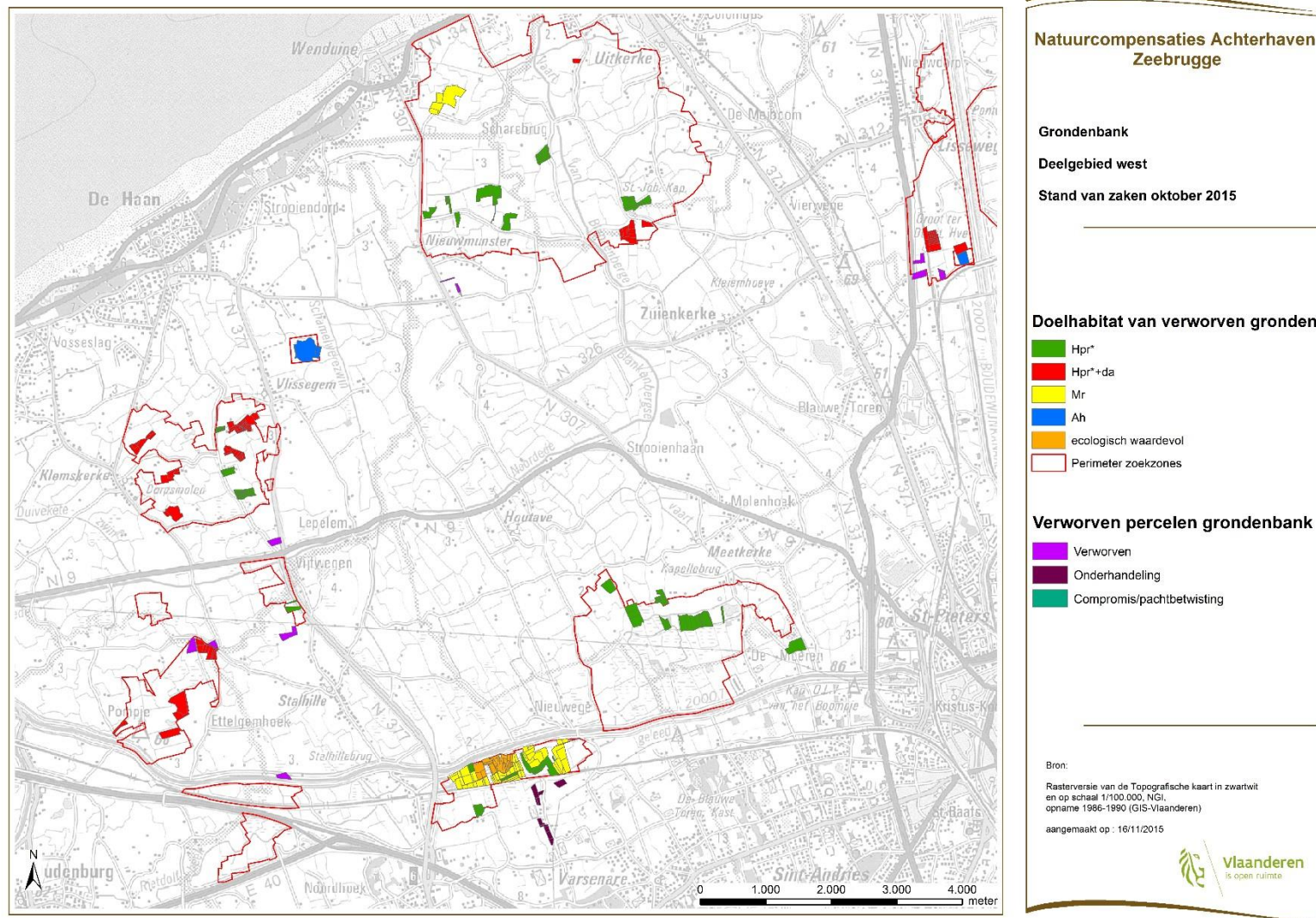
5.1 DOELSTELLING EN UITGANGSSITUATIE

In de tabel 37 wordt de uitgangssituatie en de doelstelling gegeven van de grondzaken. Voor de uitgangssituatie wordt een onderscheid gemaakt tussen de gronden die in eigendom zijn bij de start van het project, en derhalve niet meer binnen de context van het project moeten verworven worden (108,3 ha), en de gronden die in beheer zijn van ANB, met de mogelijkheid voor het uitvoeren van inrichtingswerken (40,7 ha). De gronden die reeds in eigendom zijn bij het begin van het project zijn enerzijds een aantal percelen die door het ANB ter beschikking worden gesteld om in te richten voor de natuurcompensaties (28,3 ha in de matrix) en anderzijds de oppervlakte van 80 ha zilt grasland in de Dudzeelse polder. Deze gronden zijn als onderdeel van de achterhaven al in de 70-er jaren van vorige eeuw mee onteigend. De gronden in beheer door ANB, betreft de percelen in eigendom van Defensie in de zoekzone Z4 Pompje (40,7 ha). Deze gronden moeten evenmin verworven worden. Hierdoor zijn bij het begin van het project in totaal 149 ha beschikbaar zijn voor inrichting: 47,2 ha is gebruikt voor de compensaties voor artikel 36ter en 101,8 ha voor de compensaties voor artikel 14, waaronder de 80 ha in de Dudzeelse polder.

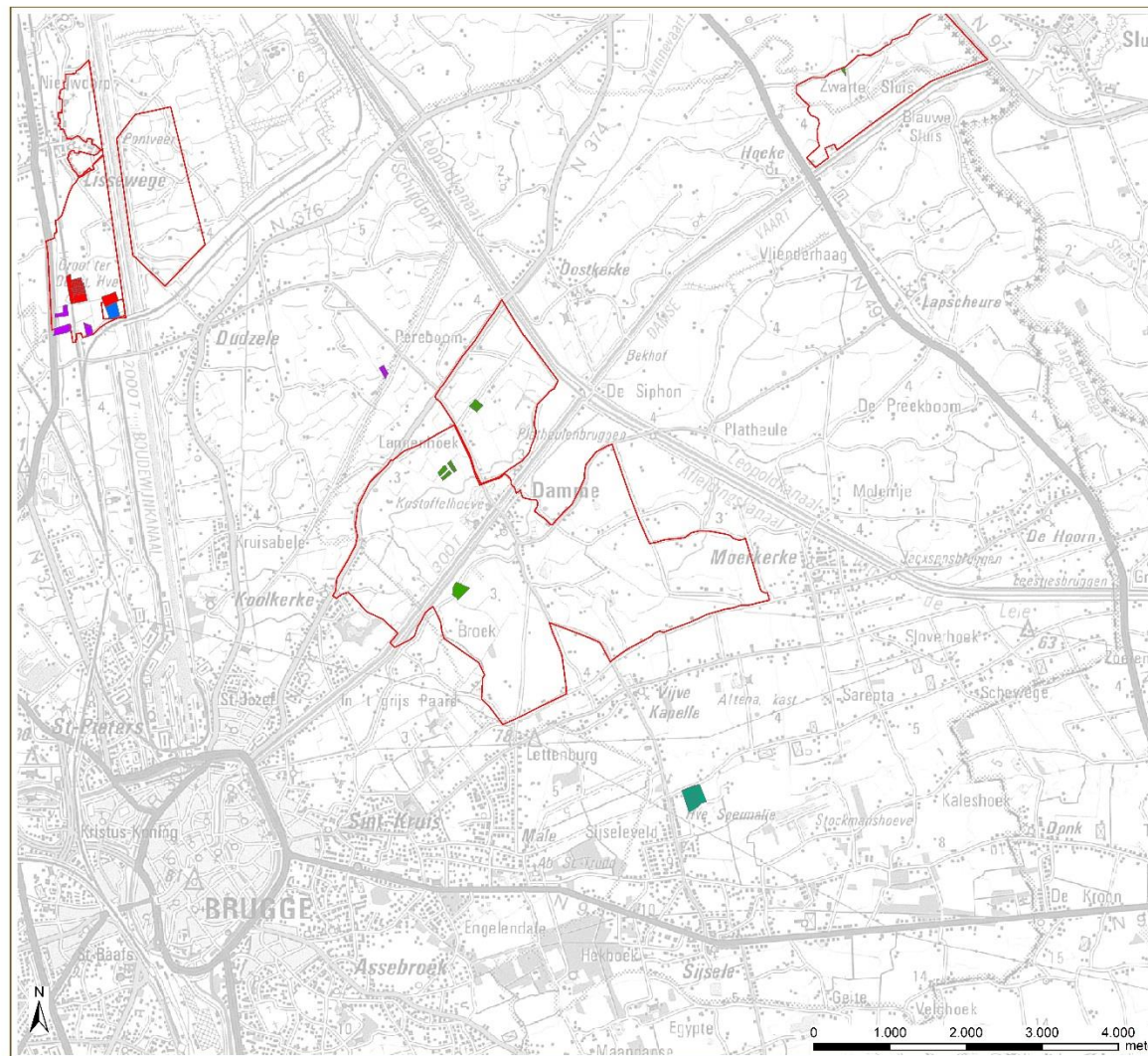
De netto oppervlakte die bij inrichting van de beschikbare gronden in 2005 in de matrix kan worden ingebracht is in totaal 143,2 ha: 41,4 ha voor artikel 36ter en 101,8 ha voor artikel 14. Bij het begin van het project lag de doelstelling voor de grondverwerving in totaal op 168,5 ha. Deze oppervlakte gaat er echter vanuit dat elke hectare die wordt verworven en ingericht ook netto in de compensatiematrix kan worden ingebracht. Dit is dus geen realistische doelstelling aangezien zilt grasland en rietmoeras worden gerealiseerd vanuit bestaand poldergrasland en zilt grasland, waardoor de ingerichte oppervlakte moet worden doorgeschoven in de compensatiematrix. De tabellen 37 e.v. zijn dus dynamische tabellen waarin de totale doelstelling grondverwerving bij elke uitvoering van een inrichtingsdossier of wanneer de nodige gronden verworven zijn om een inrichtingsdossier uit te voeren wordt herbekeken. De uiteindelijke doelstelling grondverwerving kan pas naar het einde van het project correct worden vastgelegd. Tussentijds kan de doelstelling wel worden ingeschat. In de tabellen 37 e.v. zijn er drie referentiepunten ingebouwd. Bij elk referentiepunt wordt een berekening gedaan van de totale doelstelling grondverwerving aan de hand van de kennis van de manier waarop de beschikbare gronden op dat moment in de matrix kunnen worden ingebracht. De referentiepunten zijn:

- Begin van het project / 2005: aan de hand van gronden in eigendom of beheer kan een prognose worden gemaakt van de resterende doelstelling grondverwerving en dus ook de totale doelstelling
- 2015: alle uitgevoerde inrichtingsdossiers, het inrichtingsdossier voor de realisatie van de resterende doelstelling zilt grasland (uitvoering gepland in 2017) en de gronden die al in eigendom zijn in Kwetshage worden in rekening gebracht

- Einde project: de resterende verwerving in Kwetshage en de resterende doelstelling voor poldergrasland wordt in rekening gebracht



Figuur 12: Stand van zaken grondverwerving oktober 2015 (deel west)



Natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge

Grondenbank

Deelgebied oost

Stand van zaken oktober 2015

Doelhabitat van verworven gronden

- Hpr*
- Hpr*+da
- Mr
- Ah
- ecologisch waardevol
- Perimeter zoekzones

Verworven percelen grondenbank

- Verworven
- Onderhandeling
- Compromis/pachtbetwisting

Bron:

Rasterversie van de Topografische kaart in zwartwit
en op schaal 1/100 000, NGI
opname 1986-1990 (GIS-Vlaanderen)

aangemaakt op: 16/11/2015



Figuur 13: Stand van zaken grondverwerving oktober 2015 (deel oost)

5.2 NOG TE VERWERVEN NA INBRENG INGERICHTE EN POTENTIEEL IN TE RICHTEN GRONDEN

In de tabel 38 wordt de totale doelstelling aangepast op basis van:

- De inrichtingsdossiers die vóór 2015 al zijn uitgevoerd
- Inrichtingsplan voor realisatie resterende oppervlakte zilt grasland
- Gronden in eigendom in Kwetshage volgens doelstelling

De uitgevoerde dossiers zitten onder de kolommen van '*Verworven en ingericht*' en '*Netto in matrix*'. Het inrichtingsplan uit te voeren in 2017 voor de resterende oppervlakte zilt grasland en de oppervlakte die al is verworven in Kwetshage vallen onder de kolom '*Potentieel in te richten*'.

De totale doelstelling grondverwerving in tabel 38 komt op 229,2 ha: 44,5 ha voor artikel 36ter en 184,66 ha voor artikel 14. In deze oppervlakte zit dus ook al het door te schuiven poldergrasland voor de realisatie van het resterende zilt grasland en voor de potentie voor rietmoeras van 29,3 ha rietmoeras.

5.3 NOG TE VERWERVEN NA VOLLEDIGE INBRENG VAN KWETSHAGE

In de tabel 39 wordt dan de resterende oppervlakte in Kwetshage in rekening gebracht: nog 10,3 ha te verwerven voor de realisatie van rietmoeras en 10,8 ha voor poldergrasland. Uiteindelijk rest er dan 25,2 ha te verwerven voor de resterende doelstelling poldergrasland voor artikel 14.

Tabel 39 geeft nog eens expliciet de nog resterende verwerving in Kwetshage en in de andere zoekzones voor de realisatie van het resterende poldergrasland: in Kwetshage moet nog 21,1 ha verworven worden, terwijl er in de andere zoekzones nog 25,2 ha akkerland moet verworven worden voor omzetting naar poldergrasland. In totaal moet er momenteel dus nog 35,5 ha akkerland (Kwetshage en andere zoekzones) worden verworven en 10,8 ha grasland (Kwetshage).

In tabel 40 wordt dan nog eens een overzicht gegeven van de uiteindelijke doelstelling van grondverwerving. In totaal zal dus bij het einde van het project 239,5 ha verworven zijn in de zoekzones om in te richten. De totale oppervlakte die zal zijn ingericht op het einde van het project is 388,5 ha. Hiervan was dus al 108,3 ha in eigendom bij het begin van het project, waaronder 80 ha in de Dudzeelse polder (AMT) en 28,3 ha in de zoekzones Pompje en Klemskerke-Vlissegem (ANB). Ruim 60% van de ingerichte oppervlakte zal dus zijn verworven vanaf 2005.

5.4 TOTAAL TE VERWERVEN NA INBRENG VAN POTENTIELE RUILGRONDEN

Het totaal van de nog te verwerven 46,5 ha kan door rechtstreekse aankoop of door uitruilen verworven worden. In de tabel 41 is daarom ook de oppervlakte ruilgrond van de lokale grondenbank opgenomen. Tabel 42 geeft de ruilgrond weer die momenteel beschikbaar is en waarvoor momenteel onderhandelingen lopen. In de veronderstelling dat al deze ruilgrond kan worden gebruikt voor het uitruilen uit Kwetshage en de andere zoekzones, kan deze oppervlakte ook in rekening gebracht worden. Dit geeft dan de uiteindelijke oppervlakte binnen de zoekzones die nog is verworven en/of waarvoor nog geen ruilgrond voor ter beschikking is.

Onder de aanname van gemiddeld een één-op-één ruil bij het aanwenden van de beschikbare ruilgronden, wordt er ingeschat dat er momenteel een potentieel is voor het uitruilen van 13,7 ha uit de zoekzones: 6 ha voor het uitruilen van gronden met de doelstelling rietmoeras en 7,7 ha voor het uitruilen van akkers voor de realisatie van poldergrasland. Verder lopen er onderhandelingen in ver gevorderd stadium voor de verwerving van 6,6 ha: 4,3 ha akkerland om akkerland in de zoekzones uit te ruilen voor de realisatie van poldergrasland en 2,3 ha grasland voor het uitruilen van grasland in Kwetshage voor de realisatie van rietmoeras. Dit betekent dat op korte termijn met behulp van de grondenbank mogelijk 20,2 ha binnen de zoekzones kan worden verworven, die dan beschikbaar zullen zijn voor inrichting. Hiermee kan de resterende doelstelling op 26,3 ha komen en kan de doelstelling voor grondverwerving voor 89 % gerealiseerd worden. Uiteraard gaat deze inschatting uit van een optimaal scenario. In werkelijkheid zal de winst hoogstwaarschijnlijk wel minder zijn. Bijkomend is er nog een verwervingsdossier waar de compromis voor verkoop is ondertekend maar waar momenteel een pachtbetwisting juridisch wordt beslecht. Het gaat over 7 ha akkerland die kunnen worden ingezet als ruilgrond voor de realisatie van poldergrasland. Indien hier een uitspraak volgt waardoor de verkoop kan doorgaan, betekent dit dat we potentieel op een resterende doelstelling van 19,3 ha komen.

Er is momenteel nog een resterende doelstelling grondverwerving van 46,3 ha. Momenteel moet er nog 21,1 ha verworven worden in Kwetshage: 10,8 ha grasland en 10,33 ha akkerland voor respectievelijk de doelstellingen rietmoeras en poldergrasland. Hiernaast moet er uiteindelijk nog 25,2 ha akkerland verworven worden in de andere zoekzones om de doelstelling poldergrasland volledig te kunnen realiseren. Dit betekent dan de volledige realisatie van de totale doelstelling grondverwerving voor het project. In totaal zal er dan 239,5 ha in de zoekzones verworven zijn. Om de resterende 46,3 ha te verwerven is er momenteel 13,7 ha potentiële ruilgrond ter beschikking in de lokale grondenbank en worden er onderhandelingen gevoerd voor nog eens 6,6 ha. Dit betekent dat op korte termijn de resterende doelstelling tot op 26,3 ha kan worden gebracht.

	Doelstelling in te richten	In beheer begin project	In eigendom begin project	Totaal begin project	Netto in matrix beschikbare gronden	Doelstelling grondverwerving (2005)
Art 36ter						
Zilt grasland	48,00	11,8	17,9	29,7	32,0	16,0
Poldergrasland	0,00	4,3	0,0	4,3	-3,7	3,7
Rietmoeras	25,00	9,3	3,8	13,1	13,1	11,9
Subtot	73,00	25,4	21,7	47,2	41,4	31,6
Art 14						
Zilt grasland	124,00	15,3	86,4	101,7	88,7	35,3
Poldergrasland	44,00	0,0	0,2	0,2	-8,6	52,6
Rietmoeras	40,00	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0
Brakke plas	9,00	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
Subtot	217,00	15,3	86,5	101,8	101,8	136,8
Totaal	290,00	40,7	108,3	149,0	143,2	168,5

Tabel 37: Uitgangssituatie en doelstelling grondverwerving bij begin van het project in 2005, op basis van toen beschikbare gronden

	Doelstelling grondverwerving (2005)	Verworven en ingericht (2015)	Netto in matrix (2015)	Potentieel in te richten	Potentieel: netto in matrix	Nog te verwerven (2015)	Doelstelling grondverwerving (2015)
Art 36ter							
Zilt grasland	16,0	18,8	18,4	0,0	0,0	0,0	18,8
Poldergrasland	3,7	12,3	3,9	0,0	0,0	0,0	12,3
Rietmoeras	11,9	11,4	10,0	2,0	2,0	0,0	13,4
	31,6	42,5	32,3	2,0	2,0	0,0	44,5
Art 14							
Zilt grasland	35,3	7,6	7,6	28,1	25,8	0,0	35,7
Poldergrasland	52,6	16,9	16,9	53,2	10,5	25,2	95,3
Rietmoeras	40,0	0,0	0,0	29,3	29,1	10,9	40,2
Brakke plas	9,0	13,4	9,0	0,0	0,0	0,0	13,4
	136,8	37,8	33,5	110,6	65,4	36,2	184,6
Totaal	168,5	80,3	65,8	112,7	67,4	36,2	229,2

Tabel 38: Doelstelling grondverwerving in oktober 2015, op basis van ingerichte en beschikbare gronden

	Nog te verwerven in Kwetshage	Netto nog in te richten in Kwetshage	Nog te verwerven na Kwetshage	Inschatting totale doelstelling grondverwerving
Art 36ter				
Zilt grasland	0,0	0,0	0,0	18,8
Poldergrasland	0,0	0,0	0,0	12,3
Rietmoeras	0,0	0,0	0,0	13,4
Totaal	0,0	0,0	0,0	44,5
Art 14				
Zilt grasland	0,0	0,0	0,0	35,7
Poldergrasland	10,3	-0,2	25,5	105,8
Rietmoeras	10,8	10,8	0,0	40,1
Brakke plas	0,0	0,0	0,0	13,4
Totaal	21,1	10,6	25,5	195,0
Totaal	21,1	10,6	25,5	239,5

Tabel 39: Doelstelling grondverwerving na volledige verwerving van Kwetshage

	Totale doelstelling grondverwerving	Eigendom begin project	Totaal van gronden in eigendom	Gebruik gronden in beheer	Totale oppervlakte gronden
Art 36ter					
Zilt grasland	18,8	17,9	36,8	11,8	48,6
Poldergrasland	12,3	0,0	12,3	4,3	16,6
Rietmoeras	13,4	3,8	17,2	9,3	26,6
Totaal	44,5	21,7	66,3	25,4	91,7
Art 7					
Zilt grasland	35,7	86,4	122,1	15,3	137,4
Poldergrasland	105,8	0,2	106,0	0,0	106,0
Rietmoeras	40,1	0,0	40,1	0,0	40,1
Brakke plas	13,4	0,0	13,4	0,0	13,4
Totaal	195,0	86,5	281,5	15,3	296,8
Totaal	239,5	108,3	347,8	40,7	388,5

Tabel 40: Totale doelstelling grondverwerving in relatie tot de ingerichte oppervlakte op het einde van het project

	Verworven	Onderhandeling	Totaal	Compromis/pachtbetwisting
Akkerland	7,7	4,3	12,0	7,0
Grasland	6,0	2,3	8,3	0,0
Totaal	13,7	6,6	20,2	7,0

Tabel 41: Gronden als potentiële ruilgronden in de lokale grondenbank op 15 oktober 2015

	Nog te verwerven in Kwetshage (2015)	Nog te verwerven voor resterend poldergrasland	Totaal nog te verwerven in ZZ (2015)	Ruilgrond ter beschikking (2015)	Onderhandelingen verwerving ruilgrond (2015)	Nog te verwerven na optimaal gebruik ruilgrond (2015)
Art 36ter						
Zilt grasland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Poldergrasland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rietmoeras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Art 14						
Zilt grasland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Poldergrasland	10,3	25,5	35,7	7,7	4,3	23,8
Rietmoeras	10,8	0,0	10,8	6,0	2,3	2,6
Brakke plas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	21,1	25,5	46,5	13,7	6,6	26,3
Totaal	21,1	25,5	46,5	13,7	6,6	26,3

Tabel 42: Resterende doelstelling in 2015 met maximaal gebruik van beschikbare ruilgrond

6 KWETSHAGE: STAND VAN ZAKEN GRONDVERWERVING

In dit deel wordt een kort overzicht gegeven van de grondverwerving in de zoekzone Z7 Kwetshage. Deze zoekzone wordt apart behandeld aangezien de Vlaamse Regering beslist heeft (Beslissing Vlaamse Regering 23 juli 2010) om financiële stimuli te voorzien voor de verwerving van percelen in het noordelijk gedeelte van de zoekzone, zodoende een volledige en versnelde verwerving van dit noordelijk deel mogelijk te maken. Deze volledige en versnelde verwerving is noodzakelijk aangezien de resterende doelstelling van 5,8 ha rietmoeras voor artikel 36ter (naast de al gerealiseerde 9,3 ha in Pompje en 10 ha in Kleiputten van Wenduine) in het noordelijk deel van Kwetshage zal worden gerealiseerd, samen met de doelstelling rietmoeras van 40 ha voor artikel 14.

De volledige oppervlakte (kadastraal) van het noordelijk deel van de zoekzone is 88,1 ha. Een oppervlakte van 3,75 ha is ter hoogte van de afgebroken spookbruggen ingericht voor de natuurcompensaties voor de A11. Deze werken zijn opgeleverd in juni 2013. Hierdoor blijft een totale oppervlakte over van 84,35 ha die in principe zou moeten worden verworven.

In de beheercommissie is in de vergadering van 20 maart 2013 voor het noordelijk deel van de zoekzone Kwetshage een doelstelling per perceel goedgekeurd. De kaart van figuur 14 geeft de doelstelling per perceel weer.

De verschillende doelstellingen zijn:

a. Habitatdoelstelling rietmoeras (45,8 ha):

Grotendeels bestaand uit grasland (uitgezonderd 0,31 ha akkerland) en om te zetten naar rietmoeras. De huidige ecologische waarde van deze percelen is doorgaans beperkt.

b. Habitatdoelstelling poldergrasland (20,3 ha):

Akkerland dat zal worden omgezet naar poldergrasland

c. Ecologisch waardevol – geen habitatdoelstelling en te verwerven (meegesleurd) (14,3 ha)

Percelen die momenteel al een hoge ecologische waarde hebben, maar die moeten worden verworven door hun lage ligging, en een potentieel negatief effect op landbouwuitbating indien een waterpeilverhoging zal worden doorgevoerd.

d. Niet-cruciaal te verwerven percelen zonder doelstelling (3,96 ha)

Percelen grasland die gelegen zijn aan de rand van de zoekzone en die door hun hogere ligging niet kunnen worden ingezet voor de realisatie van het rietmoeras.

Door de toewijzing van doelstellingen per perceel wordt meer duidelijkheid verkregen over welke percelen moeten verworven worden zonder een bijdrage te leveren aan de natuurcompensaties (meegesleurde gronden) en welke percelen strikt genomen niet moeten verworven worden (niet-cruciale percelen). Het geeft ook een idee over welke percelen effectief uit landbouwgebruik zullen worden onttrokken (rietmoeras) en welke percelen nog in landbouwgebruik kunnen blijven onder voorwaarden van natuurbeheer (poldergrasland).

De kaart van figuur 15 geeft de huidige eigendomstoestand in het noordelijk deel van Kwetshage. Op figuur 16 worden expliciet de percelen gegeven die nog moeten verworven worden.

Op de kaart in figuur 17 worden de ruilgronden weergegeven die zouden kunnen worden ingezet voor de verwerving van de resterende 21,4 ha die nog moeten verworven worden. Dit zijn potentiële ruilgronden waarvoor momenteel onderhandelingen lopen voor verwerving. Het betreft gronden die eigendom zijn van het OCMW Brugge of van het Agentschap Wegen en Verkeer (AWV). De gronden zijn ondertussen wel al pachtvrij gemaakt door een overeenkomst met de pachter of zijn vrij van pacht (eigendom AWV). Aangezien er met beide eigenaars al een principe-sakkoord is, moeten enkel nog de formaliteiten worden vervuld voor de verwerving. Er is dus een grote zekerheid dat deze percelen op korte termijn als ruilgrond kunnen worden ingezet. Binnen de zoekzone heeft het OCMW Brugge nog een perceel in eigendom waar eveneens al een overeenkomst van einde pacht is bereikt, zodat we er van kunnen uitgaan dat ook dit perceel zal kunnen worden aangekocht.

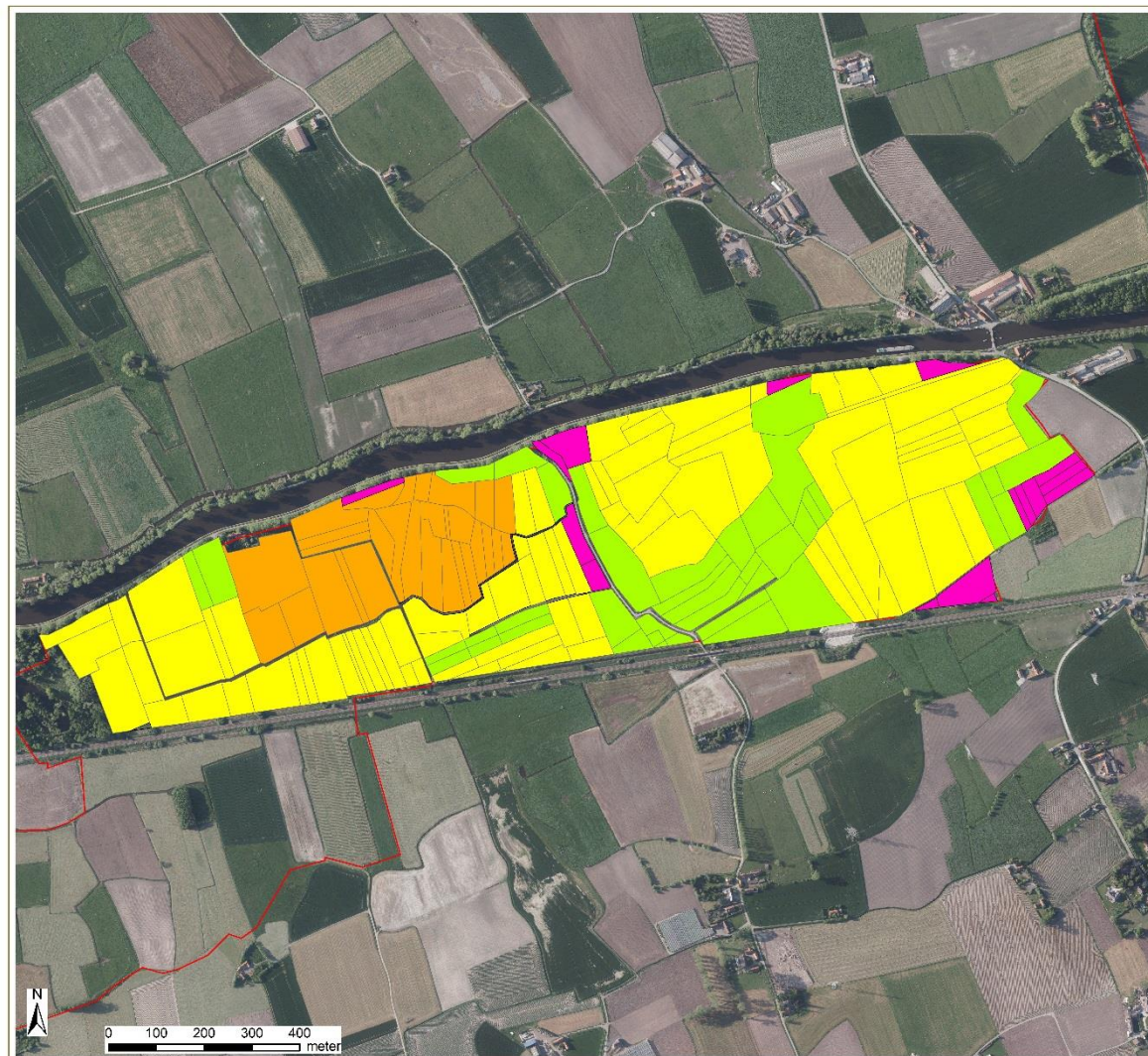
In de ruimere omgeving ligt nog 5,96 ha ruilgrond die al in eigendom is van de lokale grondenbank die eventueel ook in aanmerking komt als ruilgrond voor Kwetshage.

In tabel 43 wordt een overzicht gegeven van de potentiële verwervingsmogelijkheden met behulp van ruilgrond en voorziene rechtstreekse verwerving.

Bij een scenario waarbij de ruilgrond maximaal kan worden ingezet zou de resterende doelstelling grondverwerving op 8,12 ha komen. In een minimaal scenario zouden we kunnen stellen dat er van de 5,96 ha ruilgrond die al in eigendom zijn, niets kan worden ingezet voor Kwetshage. Hiermee zouden we dan op een resterende doelstelling grondverwerving van ruim 14 ha. Het is dus een realistische inschatting dat er op relatief korte termijn grond kan verworven worden zodat nog een doelstelling van 15 ha overblijft.

Op de kaart van figuur 16 is ook een perceel van het Agentschap Wegen en Verkeer aangebracht gelegen aan het Total tankstation aan de E40 in Jabbeke. Al in 2013 is aan AWV de vraag gesteld naar de mogelijkheid om dit perceel vrij te geven om in te zetten als ruilgrond voor Kwetshage. Eén van de eigenaars in Kwetshage is vragende partij hiervoor. Het perceel heeft momenteel de gewestplanbestemming van dienstverleningsgebied en wordt daardoor als reserveperceel aangehouden voor een eventuele uitbreiding van de concessie van Total in de toekomst.

De percelen van de eigenaar die vragende partij is voor de ruil zijn cruciaal aangezien het de laatste laaggelegen percelen zijn in het westelijke deel van Kwetshage die nog niet in eigendom zijn. Enerzijds kan er geen inrichting gebeuren van het gebied zolang deze percelen niet verworven zijn, anderzijds opent de verwerving van deze percelen de mogelijkheid om eventueel een gefaseerde uitvoering van de inrichting te voorzien, indien de verwerving van de resterende 13 ha (inschatting na inzet van potentiële ruilgrond) niet vlot genoeg zou verlopen om uitvoering van de werken te voorzien in 2018. AWV heeft na intern overleg en terugkoppeling naar het toenmalige kabinet van de minister van Mobiliteit en Openbare Werken beslist om het betreffende perceel te behouden als reserveperceel voor uitbreiding van de concessie van het tankstation en dus niet vrij te geven om in te zetten als ruilgrond voor Kwetshage.



Natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge

Kwetshage

Habitatdoelstelling per perceel

Legend

Kwetshage_doelstelling_perceelen_2014

<all other values>

Doelhabita

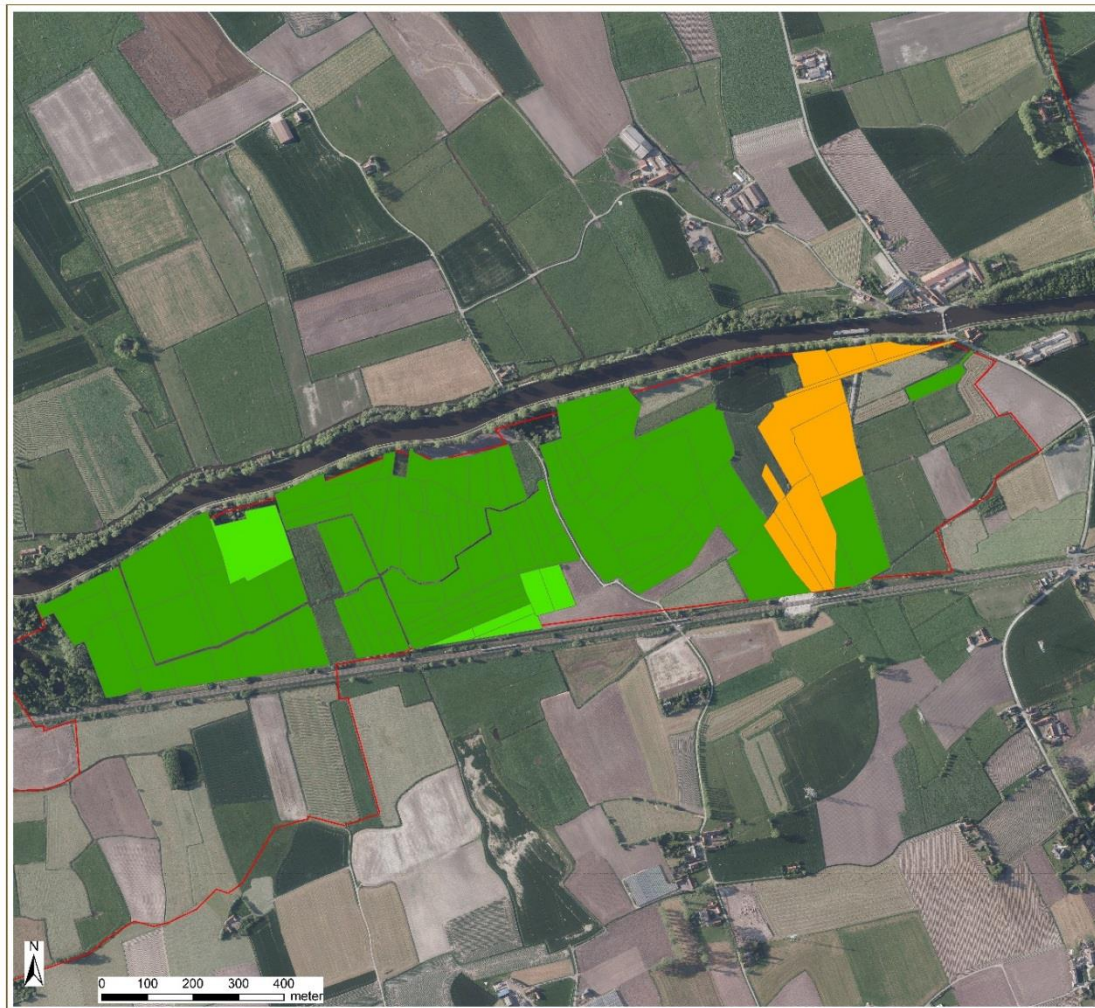
- Rietmoeras
- Rietmoeras ZB (x ha); A11 4 ha; waardevol
- Poldergrasland
- Niet cruciaal

Bron:

Rasterversie van de Topografische kaart in zwartwit
en op schaal 1/100.000, NGI,
opname 1995-1999 (GIS-Vlaanderen)

aangemaakt op : 11/03/2014

Figuur 14: Doelstelling per perceel (Kwetshage noord)



Natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge

Kwetshage

Stand van zaken grondverwerving

Oktober 2015

Legend

Kwetshage_noord_kadastraal_okt_2015

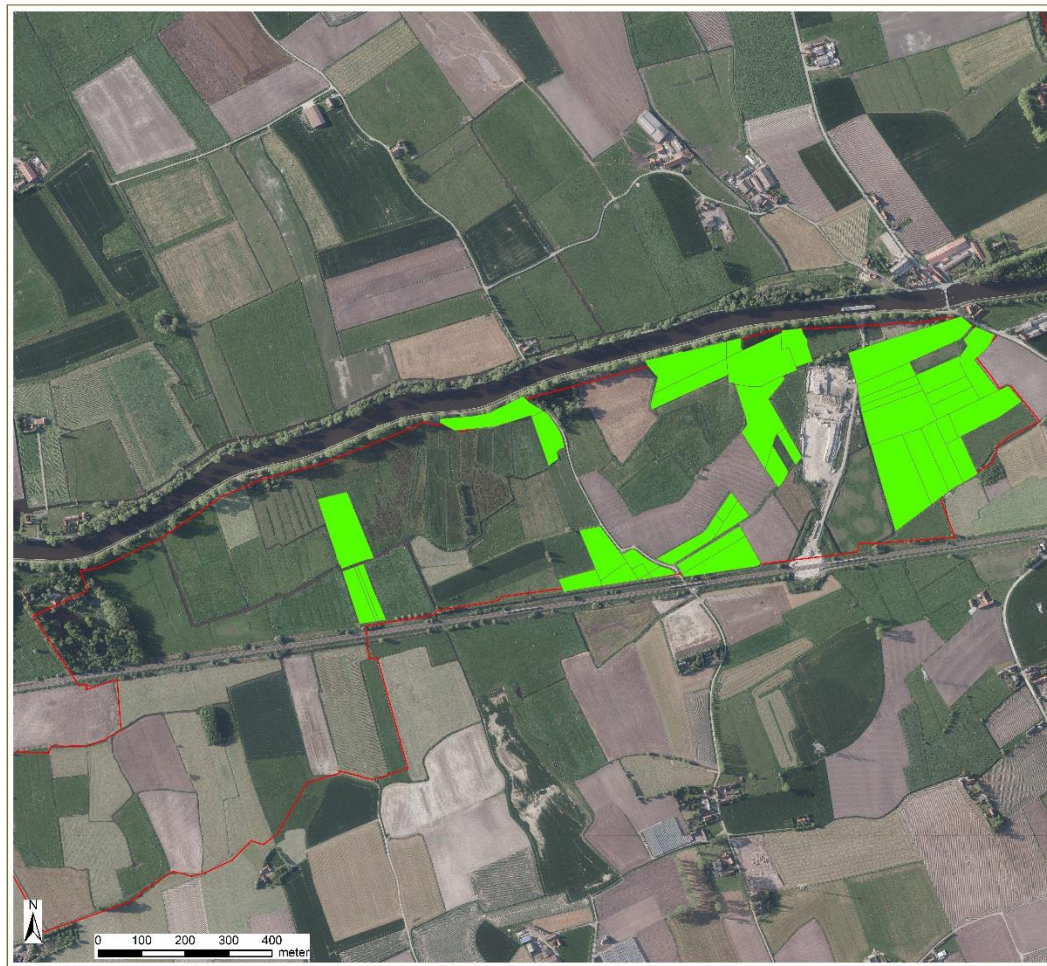
Eigenaar

- ANB
- ANB/pacht
- AWV

Bron:

Rasterversie van de Topografische kaart in zwartwit
en op schaal 1:100 000, NGI
opname 1966-1990 (GIS-Vlaanderen)
aangemaakt op : 11/03/2014

Figuur 15: Stand van zaken grondverwerving Kwetshage noord (oktober 2015)



Natuurcompensaties Achterhaven Zeebrugge

Kwetshage

Nog te verwerven percelen

Oktober 2015

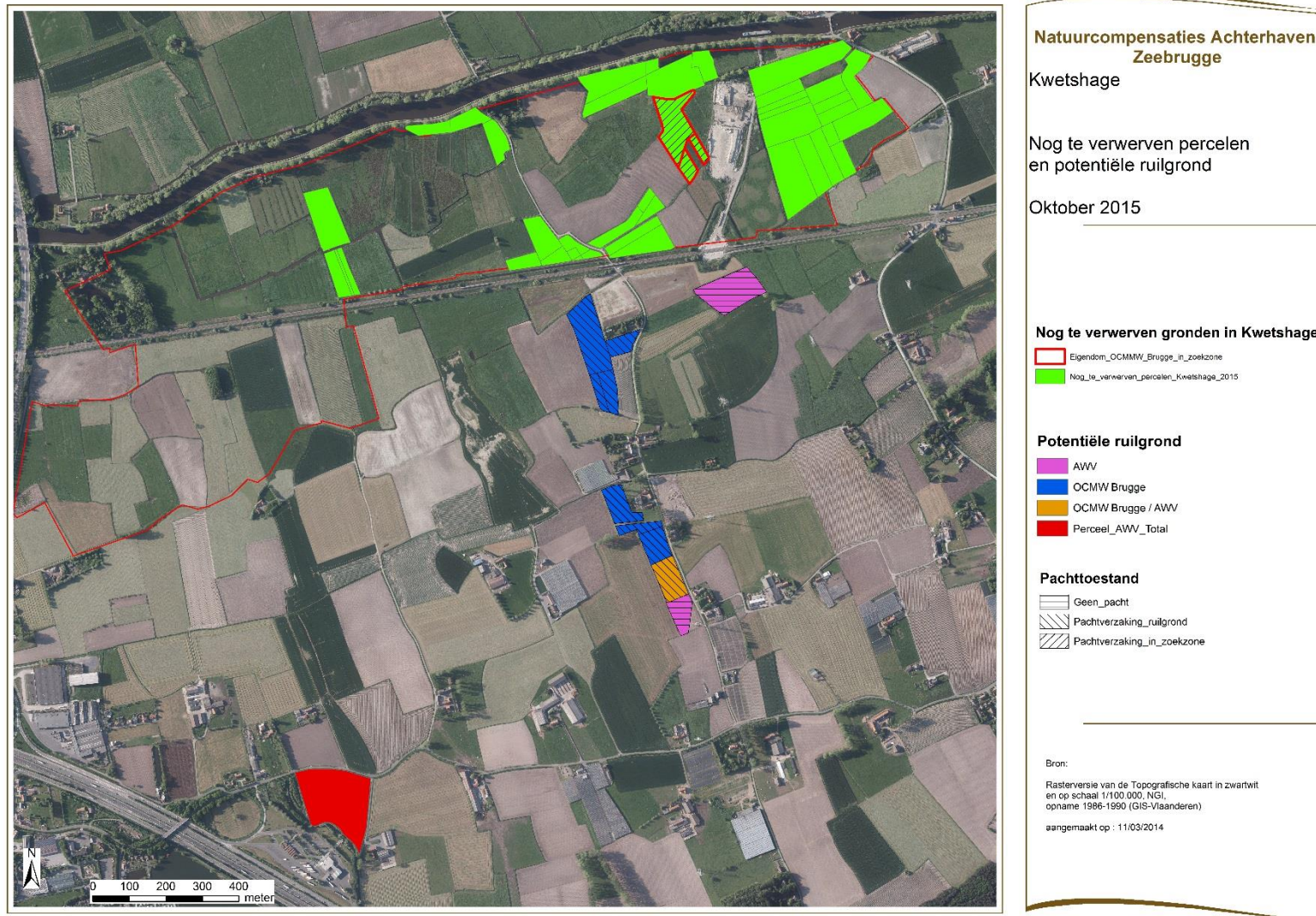
Legend

Nog te verwerven percelen_Kwetshage_2015

Bron:

Rasterversie van de Topografische kaart in zwartwit
en op schaal 1/100.000, NGI,
opname 1986-1990 (GIS-Visanderen)
aangemaakt op : 11/03/2014

Figuur 16: Nog te verwerven percelen Kwetshage noord (oktober 2015)



Figuur 17: Potentiële ruilgrond voor Kwetshage noord (oktober 2015)

RAPPORTERING NATUURCOMPENSATIES ACHTERHAVEN ZEEBRUGGE OKTOBER 2015

	Nog te verwerven in ZZ	Verworven ruilgrond	Potentiële ruilgrond (onderhandeling)	Rechtstreekse verwerving in ZZ (onderhandeling)	Inschatting resterende verwerving
Akkerland	10,28	0	4,28	1,68	4,32
Grasland	12,06	5,96	2,3		3,8
Totaal	22,34	5,96	6,58	1,68	8,12

Tabel 43: Doelstelling grondverwerving voor de respectieve doelstellingen in het noordelijk deel van Kwetshage en stand van zaken (oktober 2015)

7 FINANCIËLE STAND VAN ZAKEN

7.1 INRICHTING

Tabel 44 geeft de financiële stand van zaken van het budget inrichting.

De tabel bestaat uit 2 delen: bovenaan een gedeelte dat een inschatting geeft van de investering die nog moet gebeuren om de inrichtingsdoelstelling te behalen en onderaan het gedeelte met de gegevens van het budget dat reeds is gebruikt en het budget dat nog beschikbaar is.

De kostprijs voor de ongeveer 162,66 ha habitat die nog moet worden gerealiseerd wordt ingeschat op € 1.205.022,96. Dit gebeurt aan de hand van eenheidsprijzen per hectare voor de realisatie van de verschillende habitats, en de oppervlakte die van elk habitat nog moet worden gerealiseerd.

Momenteel € 1.291.056,16 voor inrichting geïnvesteerd. Er is op 15 oktober 2015 nog € 213.549,84 beschikbaar op de rekening van de VLM.

Het totale geraamde budget is € 2.500.000:

- € 750.000 ten laste van MBZ volgens de overeenkomst van 22 april 2005 (waarvan nog € 245.394)
- € 250.000 bijkomend budget ten laste van MBZ voor de inrichting van de noordelijke strook van de Dudzeelse polder (de inrichting hiervan is in het uitgegeven bedrag opgenomen) (beslissing beheercommissie 16/06/2008)
- € 500.000 van het budget grondenbank van aMT (officiële goedkeuring van aMT op 20/04/2011 om dit bedrag aan te wenden, aangezien minder gronden moeten verworven worden dan oorspronkelijk is voorzien)¹

Dit betekent dat nog € 1.208.943,84 te besteden is voor de realisatie van de inrichting. Dit bedrag is in een eerste benadering voldoende voor de realisatie van de resterende doelstelling voor inrichting onder de vermelde eenheidsprijzen van inrichting per hectare voor de verschillende habitats (€ 1.205.022,96).

Hierbij gaan we uit van een budget van ongeveer € 800.000 voor de inrichting van Kwetshage. Een eerste inschatting op basis van onder meer het optimale inrichtingsscenario dat door het studiebureau Witteveen en Bos in de hydrologische studie is ontwikkeld, geeft echter een kostprijs van minstens € 1.500.000. Ook gezien het feit dat naast habitatcreatie ook rekening moet gehouden worden flankerende maatregelen zoals het compenseren van verlies aan

¹ aMT maakt voorbehoud bij dit engagement. Reden is dat volgens de overeenkomst van 2005 aMT instaat voor financiering van grondverwerving en monitoring. Naar aanleiding van de Beslissing van de Vlaamse Regering van 2010 is het budget van grondverwerving al verhoogd met 467.667 euro, terwijl de voorziene kosten voor monitoring sterk zijn opgelopen ten opzichte van het budget dat door aMT zou worden voorzien in de overeenkomst van 2005: geraamd aan 1 VTE gedurende 6 jaren tegenover nu 1,5 VTE gedurende 10 jaren. In de loop van 2016 zal hierover een definitieve beslissing vallen.

overstromingsbuffer door de waterpeilverhoging die zal moeten worden doorgevoerd, zal € 800.000 niet voldoende zijn om de doelstelling van 45 ha rietmoeras te realiseren.

Het uiteindelijke bedrag zal pas duidelijk worden in de loop van 2016 wanneer het definitief inrichtingsplan en het technisch ontwerp wordt opgemaakt.

	Nog te realiseren	Inschatting kost	Eenheidsprijs /ha
Zilt grasland	31,80	€ 159.000,00	€ 5.000,00
Poldergrasland	89,09	€ 222.713,76	€ 2.500,00
Rietmoeras	45,74	€ 823.309,20	€ 18.000,00
Brakke plas	0,00	€ 0,00	
Totaal	166,62	€ 1.205.022,96	
Uitgave inrichting	€ 1.291.056,16		
Voorzien budget ov	€ 1.750.000,00		
Bijkomend MBZ NS	€ 250.000,00		
Bijkomend aMT²	€ 500.000,00		
Totaal budget	€ 2.500.000,00		
Nog te besteden	€ 1.208.943,84		

Tabel 44: Financiële stand van zaken inrichting oktober 2015

7.2 GRONDVERWERVING

De grondverwerving gebeurt vanaf 2014 enkel door VLM. In de zoekzones die binnen de aankoopperimeter van het ANB zijn gelegen worden de door VLM verworven gronden overgedragen aan ANB. In 2013 is een eerste grondoverdracht gebeurt en in 2014 volgde een andere. In totaal is voor een bedrag van € 1.921.561 een oppervlakte van 78,36 ha overgedragen aan ANB. Er is nog een derde overdracht voorzien aan ANB ten belope van € 443.826. Met dit bedrag kan de restende oppervlakte in Kwetshage (21 ha) worden overgedragen, zodat het volledige gebied van Kwetshage in eigendom zal komen van ANB.

² Zie voetnoot 1

In tabel 45 wordt op basis van de huidige stand van de rekening van de lokale grondenbank natuurontwikkeling Poldercomplex een prognose gegeven voor de evolutie van de rekeningstand in functie van verwachte inkomsten en uitgaven de komende jaren, tot aan realisatie van de volledige doelstelling grondverwerving. Om deze doelstelling te realiseren moet er nog 46,5 ha verworven worden.

Financiële prognose rekening lokale grondenbank	
Saldo rekening 30/09/2015	€ 2.884.240
Nog af te rekenen dossiers	€ 204.191
Saldo	€ 2.680.049
Dotatie ANB voor overdracht III	€ 443.826
Totaal na invulling alle dotaties AMT en ANB	€ 3.123.875
Inschatting kost resterende verwerving	€ 1.750.000
Saldo na volledige verwerving	€ 1.373.875
Budget voorzien voor inrichting	€ 500.000
Verwacht eindsaldo	€ 873.875

Tabel 45: Beschikbaar budget inrichting oktober 2015

Indien de volledige verwerving in rekening wordt genomen, samen met de derde overdracht naar ANB, komen we op een saldo na volledige verwerving van € 1.373.875. Dit saldo is meer dan voldoende om € 500.000 in te zetten voor inrichting³. Er rest dan nog een eindsaldo van € 873.875.

De voorziene financiële middelen zijn dus zeker voldoende om de volledige doelstelling grondverwerving te realiseren.

Conclusie:

Het voorziene budget voor grondverwerving zal ruim voldoende zijn om de volledige doelstelling grondverwerving te kunnen realiseren, zelfs indien zoals afgesproken € 500.000⁴ van de rekening van de lokale grondenbank kan worden ingezet voor de financiering van inrichtingswerken.

Het budget voor inrichting zal hoogstwaarschijnlijk onvoldoende zijn om in Kwetshage een inrichting te kunnen realiseren zodat aan de doelstellingen kan worden voldaan. In de loop van 2016 zal dit meer gekwantificeerd kunnen worden.

³ Zie voetnoot 1

⁴ Zie voetnoot 1

8 CONCLUSIES

8.1 INRICHTING

De compensaties voor **artikel 36ter** zijn op het einde van 2015 grotendeels gerealiseerd. Er dient enkel nog een oppervlakte van 5,8 ha rietmoeras te worden gerealiseerd. Dit zal gebeuren bij de inrichting van de zoekzone Z7 Kwetshage.

De compensaties voor **artikel 14** zijn voor ongeveer 40% gerealiseerd. De compensaties voor de brakke plas zijn volledig gerealiseerd, terwijl ongeveer 77% (105,7 ha) van het zilt grasland is gerealiseerd op het einde van 2015. De realisatiegraad voor poldergrasland (16 %, netto 11,8 ha gerealiseerd) is nog beperkt, terwijl er nog niets van het rietmoeras (40 ha) is gerealiseerd.

In 2015 werd het inrichtingsplan in de beheercommissie goedgekeurd voor de realisatie van de resterende oppervlakte zilt grasland (31,8 ha) en de creatie van 44,5 ha poldergrasland. Na uitvoering van dit dossier, voorzien in 2017, zal de volledige doelstelling zilt grasland gerealiseerd zijn en zal in totaal 77% van de compensaties gerealiseerd zijn.

In totaal is ongeveer 58 % van de natuurcompensaties gerealiseerd en moet nog 158,8 ha worden gerealiseerd. Er is een inrichtingsplan goedgekeurd waardoor in 2017 de resterende doelstelling van zilt grasland volledig kan worden gerealiseerd. In 2016 worden de nodige voorbereidingen hiertoe gedaan.

8.2 BALANS INNAME ACHTERHAVEN – REALISATIE NATUURCOMPENSATIES

Op het einde van 2015 is er voor de realisatie van de natuurcompensaties voor **artikel 36ter** nog een belangrijk **deficit voor rietmoeras** (- 5,8 ha). De globale balans over de habitats heen is wel positief (+ 2,2 ha).

Voor de realisatie van de natuurcompensaties voor **artikel 14** is de balans nog sterk **negatief** (- 85,4 ha). Dit is vooral te wijten aan de achterstand op de balans van de realisatie van rietmoeras (- 39,5 ha) en poldergrasland (- 29,9 ha).

Globaal is er dus een **negatieve balans** voor de realisatie van de natuurcompensaties ten opzichte van de ontwikkeling van de achterhaven (- 83,2 ha).

8.3 MONITORING

Er is een zeer sterke toename van kluut in de ingerichte gebieden. Deze toename dekt in ruime mate het verlies van de territoria in de achterhaven van Zeebrugge. Roerdomp vertoont een mooie respons door de duurzame vestiging van een territorium in het Pompje. Bruine kiekendief heeft slechts gedurende één broedseizoen een extra territorium gehad in het Pompje. Voor deze soort is er echter nog ruimte voor respons door de verdere ontwikkeling van al ingericht rietmoeras en de resterende taakstelling rietmoeras die nog moet worden ingevuld in de compensatiematrix.

Het nieuw gecreëerde zilt grasland voldoet zowel naar habitatoppervlakte habitat als naar soortensamenstelling aan de vooropgestelde verwachtingen. In het Pompje is de ontwikkeling van het rietmoeras, ondanks een mooie respons op niveau van broedvogels, nog in een vroeg stadium.

8.4 GRONDZAKEN

Op het einde van 2015 is **80 %** (193 ha/ 239,5 ha) van de **doelstelling van grondverwerving** in de zoekzones gerealiseerd.

Er moet nog ruim 46 ha worden verworven waaronder ongeveer 21 ha in Kwetshage en nog bijkomend 25,5 ha in de overige zoekzones voor de realisatie van poldergrasland.

8.5 FINANCIIEEL

8.5.1 INRICHTING

Met inbegrip van een inschatting van de kosten voor de inrichtingswerken die nog in uitvoering zijn, is er in totaal **1.291.056,16 €** geïnvesteerd. Gezien het totale budget van **2.500.000 €**⁵ voor inrichting, is er voor de inrichting nog een budget van **1.208.943,84 €** ter beschikking. Dit budget is voldoende indien een maximale inrichtingskost van **800.000 €**⁶ wordt voorzien voor de inrichting van Kwetshage. Dit zal hoogstwaarschijnlijk niet voldoende zijn om een gedegen inrichting te kunnen uitvoeren in Kwetshage. In de loop van 2016 zal hier meer duidelijkheid over komen.

8.5.2 GRONDZAKEN

Het saldo na volledige verwerving wordt geschat op **1.373.875 €**. Indien de **500.000 €** in rekening wordt gebracht die is voorzien om in te zetten als bijkomend budget voor inrichting⁷, eindigen we met een eindsaldo van **873.875 €**. Het is dus duidelijk dat bij het einde van het project het budget voor grondverwerving niet zal zijn opgebruikt.

⁵ Dit bedrag is met inbegrip van de 500.000 € van de lokale grondenbank. De inzet hiervan geldt onder voorbehoud van een akkoord van AMT (zie voetnoot 1).

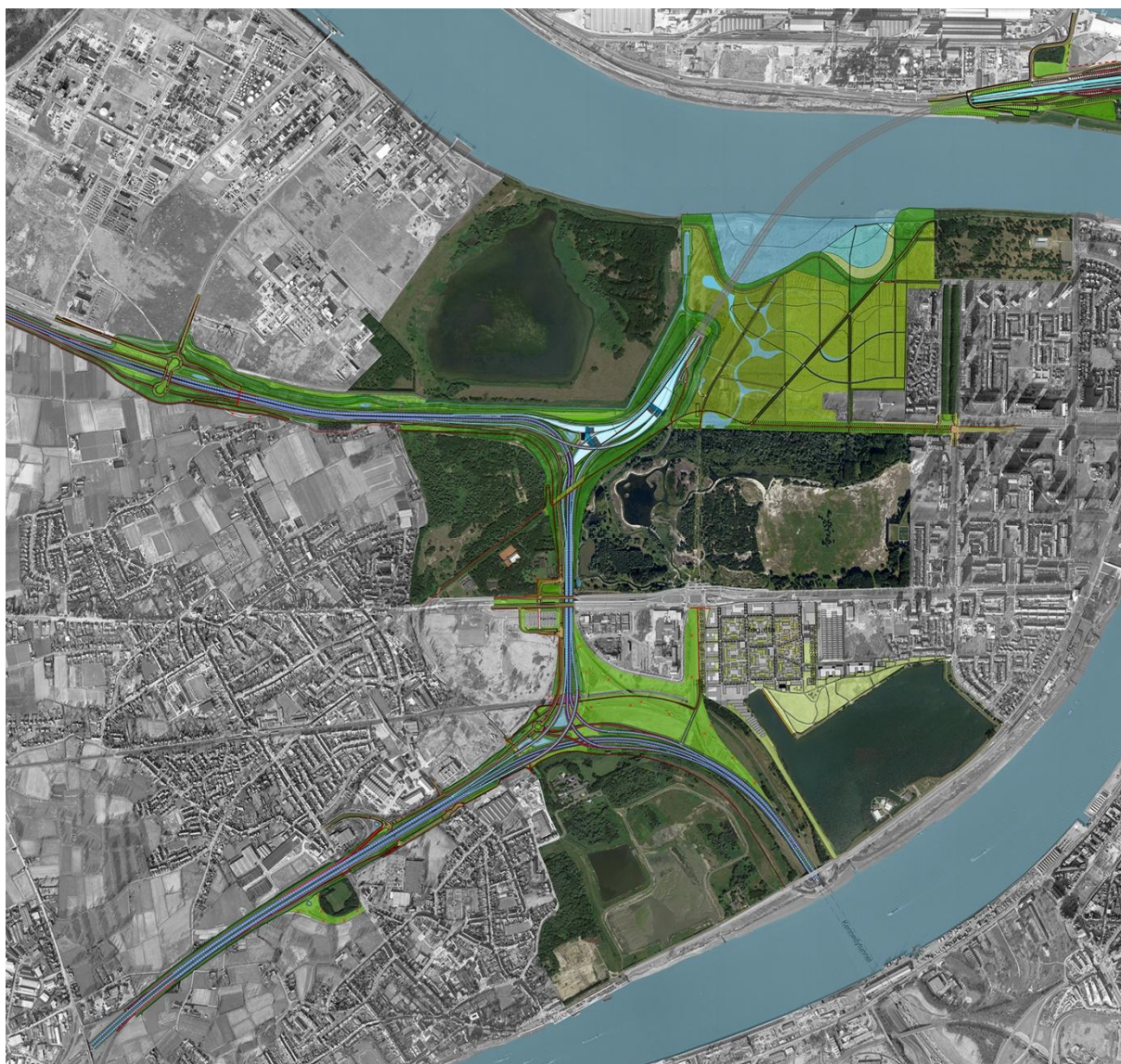
⁶ Zie voetnoot 5


⁷ Zie voetnoot 1



Bijlage 11 Ontwerpnota kaaimuur

Ontwerpnota kaaimuur



Verificatie			
Auteur	Verificatie	Autorisatie ATLAS	Autorisatie BAM NV
A. Greeuw A. Snijders	R. de Nijs C. Loeber	J. van de Velde 	G. Osselaer

Identificatie Document	
THV ATLAS	BAM NV
OWL3-ATL-RAP-003-DO-Ontwerpnota kaaimuur-5-ECO	

Distributielijst

Aantal	Functie	Contactpersoon
1	Projectmanager	J. van de Velde
1	Contractmanager	M. Van Put
1	Procesmanager	E. Holtrop
1	Deeltracé manager	C. Loeber
1	Documentbeheer	P. De Paep

Derden

Aantal	Bedrijf/functie	Contactpersoon
3	BAM - Projectmanager	G. Osselaer
1	BAM - Projectleider	M. Reyns

Revisiebeheer

Versie	Datum	Belangrijkste wijzigingen
01-ECO	09-10-2015	1 ^e concept VO
02-ECO	02-12-2015	2 ^e concept VO
02-GGB	22-12-2015	Goedgekeurd BAM VO
03-ECO	26-05-2016	1 ^e concept DO
04-ECO	09-08-2016	2 ^e concept DO
05-ECO	22-03-2017	3 ^e concept DO

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	5
1.1	Doel van dit document	5
1.2	Leeswijzer	5
1.3	Referenties	5
1.4	Aanpassingen ten opzichte van vorige rapportage	6
2	Scope analyse	7
2.1	Identificatie.....	8
2.2	Systeemoverzicht	8
2.3	Context / raakvlakbeschrijving.....	9
3	Ontwerp analyse.....	11
3.1	Aspect analyse	11
3.1.1	Omgevingshinder / bouwfaserings.....	11
3.1.2	Onderhoudbaarheid.....	11
3.1.3	Safety / veiligheid	11
3.1.4	Vormgeving	11
3.2	Risico analyse.....	12
4	Ontwerp eisen	13
4.1	Ontwerputgangspunten en randvoorwaarden	13
4.2	Normen & richtlijnen.....	13
4.3	Systeemeisen.....	13
4.4	Ontwerpvrijheid.....	13
5	Uitgangspunten	14
5.1	Geometrie en constructieve elementen.....	14
5.2	Grondopbouw en geotechnische parameters	15
5.3	Grondwater	15
5.4	Belastingen en combinaties.....	16
5.5	Bouwfaserings.....	16
6	Resultaten	19
6.1	Bouwdok.....	19
6.2	Eindfase kaaimuur (zonder kraanbaan).....	20
6.3	Eindfase kaaimuur (met kraanbaan)	21
6.4	Conclusies resultaten Plaxis.....	22
6.5	Aandachtspunten.....	22

6.5.1	Inpassing eind kaaimuur.....	22
6.5.2	Aandachtspunt m.b.t. de fasering.....	23
7	Constructieve elementen.....	24
7.1	Ontwerpbasis.....	24
7.1.1	Veiligheidsfilosofie.....	24
7.1.2	Bezwijkveiligheid.....	24
7.1.3	Materialen.....	24
7.1.4	Milieuklasse, dekking en scheurwijdte.....	25
7.1.5	Geometrie.....	25
7.1.6	Belastingen.....	26
7.2	Berekeningsmethode.....	26
7.3	Ontlastvloer.....	26
7.3.1	Ontlastvloer buigende momenten.....	26
7.3.2	Ontlastvloer dwarskracht.....	27
7.4	Kesp.....	28
7.4.1	Doorsnedecontrole kesp.....	28
7.4.1	Ankeruitval.....	28
7.4.2	Aansluiting MV-paal op de diepwand.....	29
7.5	Diepwand.....	29
7.6	Detallering.....	30
8	Conclusie.....	31
BIJLAGE I	Plaxis 2D berekeningen.....	32
BIJLAGE II	Overzicht interne krachten ontlastvloer.....	33
BIJLAGE III	Constructieve berekening ontlastvloer.....	34
BIJLAGE IV	Wapeningsberekening diepwand.....	35
BIJLAGE V	Wapening kesp.....	36

1 Inleiding

De Oosterweelverbinding is het project om de Antwerpse ring (R1) in het noorden te sluiten. Voor de studiefase is het project opgedeeld in twee deelprojecten: OWV Rechteroever (verdieping R1, Ondergrondse aansluiting OKA en dubbellaags tunnel Kanaalzone) en OWV Linkeroever (de Scheldetunnel, het bijbehorende Bouwdok en Technische Installaties en de Infrastructuurwerken Linkeroever).

Dit rapport maakt onderdeel uit van de studieopdracht OWV Linkeroever. De studieopdracht omsluit de fases ontwerp, basisvergunning, aanbesteding en uitvoeringsbegeleiding. De opmaak van het ontwerp bestaat uit twee fases: het Voorontwerp en het Definitief Ontwerp. Deze rapportage maakt deel uit van de deelfase Definitief Ontwerp.

1.1 Doel van dit document

Voor de bouw van tunnelementen voor de Scheldetunnel is een tijdelijk bouwdok voorzien in de achterhaven van Zeebrugge. Langs het Boudewijnkanaal is een locatie gekozen waar in de toekomst het kanaal wordt verbreed. De Maatschappij van de Brugse Zeehaven N.V. (MBZ) is voornemens in de toekomst een nieuwe kaaimuur langs het Boudewijnkanaal te realiseren.

In dit document is het gebruik van een verankerde diepwand als tijdelijke waterkering voor het bouwdok geanalyseerd. Vervolgens is beschouwd hoe de diepwand uitgebreid kan worden tot kaaimuur, met verankering en een ontlastvloer met funderingspalen. Deze kaaimuur zal gebruikt worden na uitbreiding van het Boudewijnkanaal.

Het doel van deze rekennota is het technisch onderbouwen van het Definitief Ontwerp (DO) van de verankerde diepwand. Hierbij wordt de haalbaarheid aangetoond en onderbouwd ter voorbereiding van het op te stellen klassieke bestek. Tevens wordt de haalbaarheid aangetoond op VO-niveau van de uitbreiding van de verankerde diepwand tot kaaimuur met ontlastvloer en in de laatste fase inclusief kraanbaan.

1.2 Leeswijzer

In deze nota vindt u in hoofdstuk 2 de analyse en afbakening van de scope en de locatie van dit object in het project OWV Linkeroever. In hoofdstuk 3 is de ontwerpanalyse opgenomen met een aspecten- en risicoanalyse. De eisenanalyse is opgenomen in hoofdstuk 4 met ontwerpuitgangspunten en randvoorwaarden, normen en richtlijnen, systeemeisen en wat zijn de ontwerp vrijheden van het betreffende kunstwerk. In hoofdstuk 5 en verder wordt het ontwerp verder beschreven en vastgelegd.

1.3 Referenties

De gehanteerde referenties in deze rapportage zijn uiteengezet in tabel 1.

Ref.nr	Doc.code	Doc.titel	Revisie	Datum
Ref. 1	GEO-10/139	Verslag over de resultaten van de sonderingen uitgevoerd voor de aanleg van een nieuwe zeesluis te Brugge (Zeebrugge)		06-02-2013
Ref. 2	GEO-10/140	Verslag over de resultaten van de boringen met bijhorend laboratoriumonderzoek uitgevoerd voor de aanleg van de nieuwe zeesluis te		16-09-2013

		Brugge (Zeebrugge)		
Ref. 3	ST-12-15 RO	Studienota betreffende de grondlagenopbouw van de rechteroever van het Boudewijnkanaal in Zeebrugge voor de mogelijke bouw van een bouwdok voor de tunnelementen van de Oosterweelverbinding		12-03-2012
Ref. 4	OWL3-ATL-NOT-001	Ontwerp tijdelijke damwand en diepwand	2-ECO	02-10-2015
Ref. 5		MBZ NV - Bestek 5 van 2011 - Bouwen van een aanlegplaats in het zuidelijk kanaaldok in de achterhaven		09-03-2012
Ref. 6	CUR 166	Damwandconstructies	6 ^e druk	2012
Ref. 7	OWV-ATL-RAP-002	Uitgangspunten Geotechniek	1-ECO	10-09-2015
Ref. 8	OWL3-ATL-NOT-012	Uitgangspunten kaaimuur bouwdok	2-ECO	25-03-2016
Ref. 9		Eurocode 7 EN 1997-1		2004
Ref. 10		Plaxis 2D - Material Models Manual		2015
Ref. 11	GEO-15/164	Labonderzoek (triaxiaalproeven en samendrukkingsproeven) uitgevoerd voor het ontwerp van de kaaimuur		12-04-2016
Ref. 12		NBN-EN 1990+A1+A1/C2 NBN-EN 1990+A1+A1/C2/ANB		
Ref. 13		NBN-EN 1991-1-1+C1 NBN-EN 1991-1-1+C1/ANB		
Ref. 14		NBN-EN 1991-1-3+C1 NBN-EN 1991-1-3+C1/ANB		
Ref. 15		NBN-EN 1991-1-4+A1+C2 NBN-EN 1991-1-4+A1+C2/ANB		
Ref. 16		NBN-EN 1991-1-5+C1 NBN-EN 1991-1-5+C1/ANB		
Ref. 17		NBN-EN 1991-1-6		
Ref. 18		NBN-EN 1991-3		
Ref. 19		NBN-EN 1992-1-1+C2 NBN-EN 1992-1-1+C2/ANB		
Ref. 20		Ervaringen met ontwerpen maken en testen van MV palen. Geotechniek Funderingsspecial, p. 29 - 35.		December, 2010

Tabel 1. Referenties

1.4 Aanpassingen ten opzichte van vorige rapportage

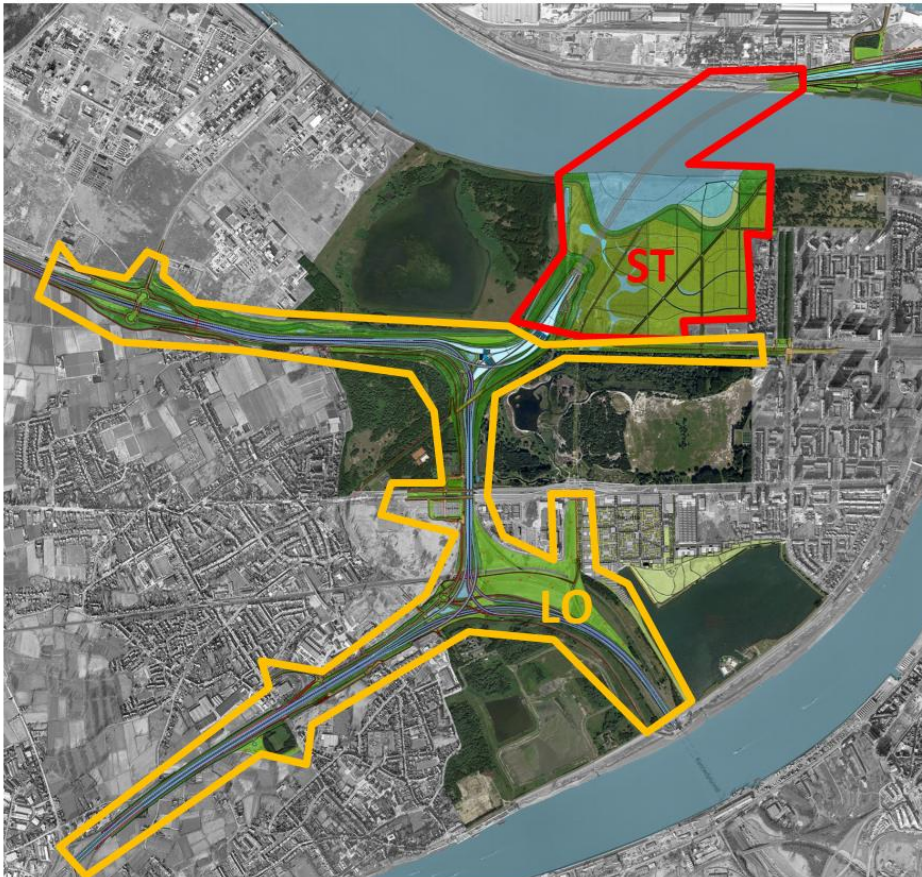
Het ontwerp is uitgevoerd met MV-trekpaal. De geotechnische parameters zijn aangepast conform ref. 8.

Daarnaast is de ontlastvloer hoger geplaatst, waarmee de uitbreidbaarheid eenvoudiger is doordat boven de (grond)waterstand gewerkt kan worden.

2 Scope analyse

De scopegrens van de deeltracés Linkeroever en Scheldetunnel is in hoofdlijnen weergegeven in figuur 1.

Het deelproject Bouwdok omvat de aanleg van een tijdelijk bouwdok inclusief definitieve kademuur voor de tunnelelementen in de achterhaven van Zeebrugge, ter hoogte van de toegang tot het Boudewijnkanaal.



Figuur 1. Scope afbakening deeltracé Linkeroever en Scheldetunnel

2.1 Identificatie

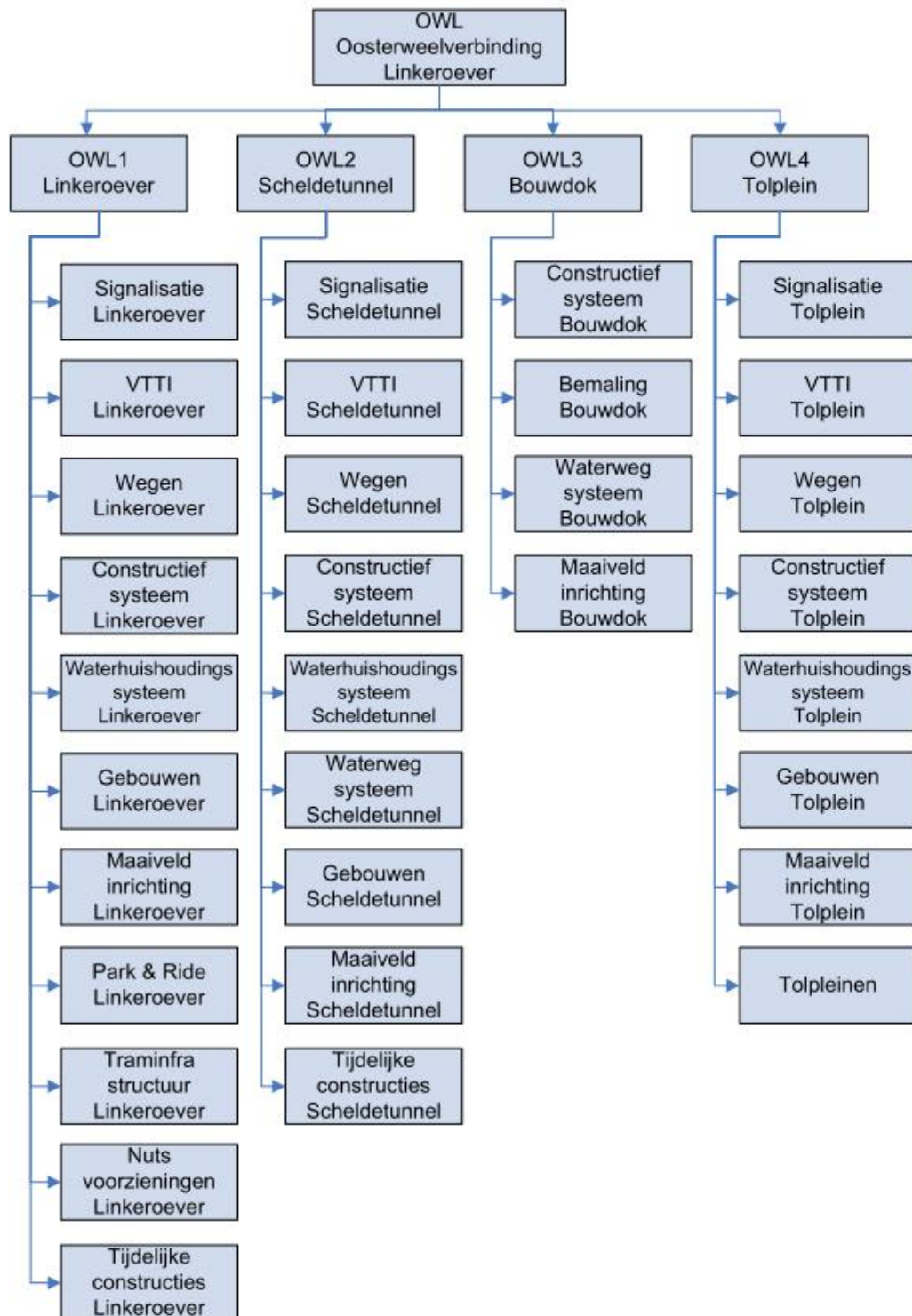
In figuur 2 is de locatie van de kaaimuur met rood omkaderd.



Figuur 2. OWL Locatie van de kaaimuur rood omkaderd

2.2 Systeemoverzicht

In figuur 3 is de fysieke objectenboom gegeven van de Oosterweelverbinding Linkeroever. De kaaimuur maakt deel uit van object Constructief systeem bouwdok.



Figuur 3. OWL objectenboom

2.3 Context / raakvlakbeschrijving

De context van de kaaimuur wordt gevormd door het bouwdok aan de westzijde en het opgehoogde terrein aan de oostzijde van de kaaimuur. In tabel 2 is de bijbehorende raakvlakomschrijving gegeven voor zowel de

interne als externe raakvlakken. Voor de actuele raakvlak specificaties wordt verwezen naar de Relaties database.

Onderwerp raakvlak	Beschrijving	Aanpak ontwerp	Issue / raakvlak ID
Diepte bouwdok	Diepte bouwdok als gevolg van ontwerp tunnelementen dient te worden verwerkt in het ontwerp van de kaaimuur	Diepte bouwdok vastgelegd op tekening OWL3-ATL-TEK-001. Afmetingen tunnelement vastgelegd op tekening OWL3-ATL-TEK-002.	IRv-00316

Tabel 2. Raakvlakbeschrijving

3 Ontwerp analyse

3.1 Aspect analyse

Aspecten beschrijven diverse eigenschappen of karakteristieken van een systeem. Met een aspectanalyse is onderzocht op welke wijze het systeem beschreven moet worden zodat de opdrachtgever krijgt wat hij verwacht. Niet alle aspecten zijn relevant om te beschrijven. Onderstaand is aangegeven welke aspecten in het ontwerp verder worden ontworpen of beschreven zodat een eenduidig beeld van het systeem ontstaat. Het systeem wordt vervolgens verder vastgesteld met afgeleide eisen.

3.1.1 Omgevingshinder / bouwfasering

De kaaimuur zal gefaseerd worden uitgevoerd. Deze nota beschouwt de fases zoals beschreven in Ref. 8.

3.1.2 Onderhoudbaarheid

Voor het aspect onderhoudbaarheid zijn voor dit object geen eisen geformuleerd.

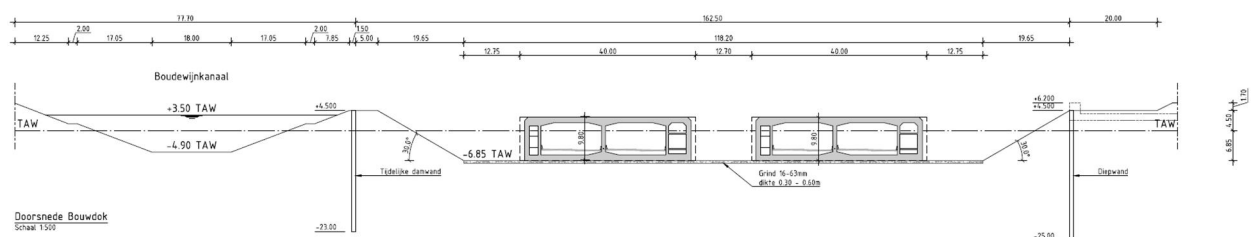
3.1.3 Safety / veiligheid

De volgende relevante veiligheidsaspecten zijn gedefinieerd:

- Constructieve veiligheid
- Veiligheid tegen overstroming van het bouwdok

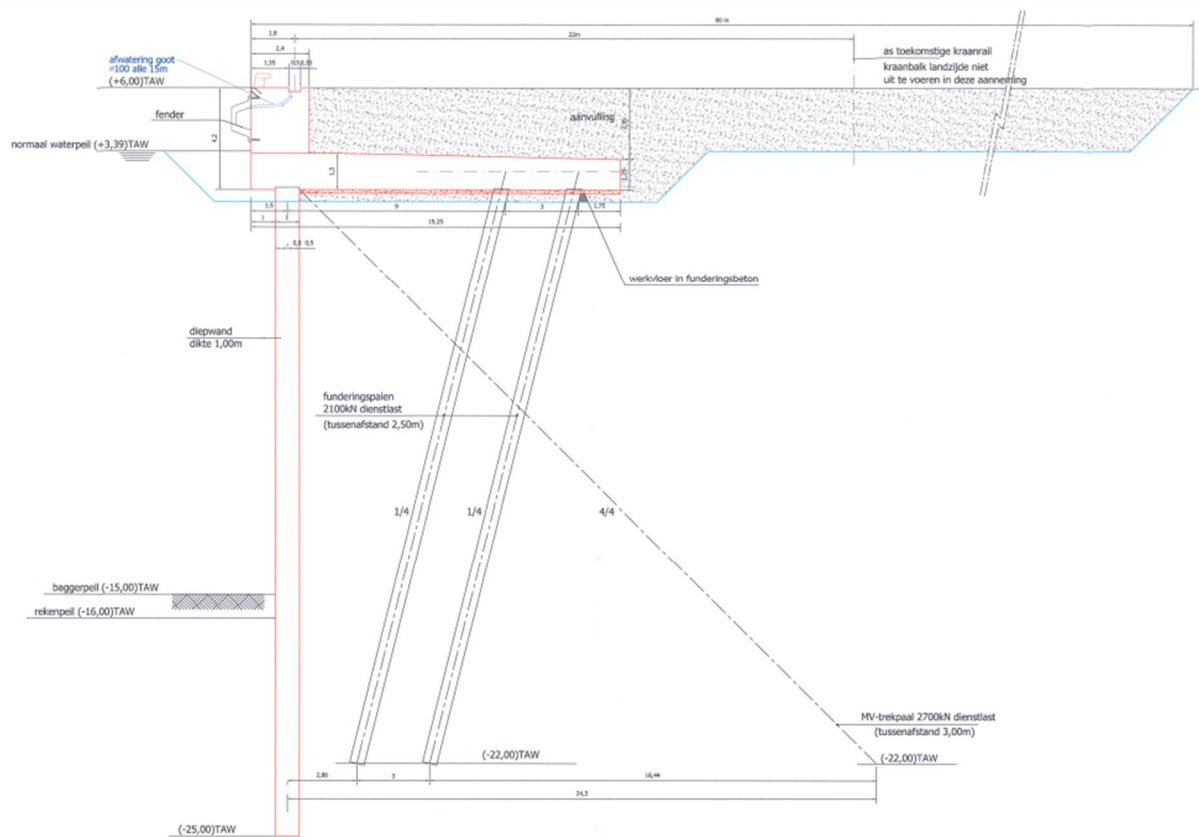
3.1.4 Vormgeving

Een doorsnede van het bouwdok is afgebeeld in Figuur 4. Het ontwerp van de kaaimuur is gebaseerd op een in 2011 reeds uitgevoerd ontwerp uit Ref. 5, een doorsnede van dit ontwerp is afgebeeld in Figuur 5.



Figuur 4. Doorsnede bouwdok met locatie diepwand

Ontwerpnota kaaimuur
OWL3-ATL-RAP-003-DO-Ontwerpnota kaaimuur-5-ECO



Figuur 5. Doorsnede bestaande kaaimuur (Ref. 5)

3.2 Risico analyse

Het DO ontwerp is risicogestuurd vorm gegeven. Voor de actuele risico omschrijving en beheersmaatregelen wordt verwezen naar de Relatics database.

4 Ontwerp eisen

4.1 Ontwerpuitgangspunten en randvoorwaarden

De ontwerpuitgangspunten en randvoorwaarden zijn opgenomen in het uitgangspuntenrapport geotechniek OWV-ATL-RAP-002 [Ref. 7] en de uitgangspuntennota kaaimuur bouwdok OWL3-ATL-NOT-012 [Ref. 8]

4.2 Normen & richtlijnen

De gebruikte normen en richtlijnen opgenomen in het uitgangspuntenrapport geotechniek OWV-ATL-RAP-002 [Ref. 7] en de uitgangspuntennota kaaimuur bouwdok OWL3-ATL-NOT-012 [Ref. 8]

4.3 Systeemeisen

In tabel 3 zijn alle eisen opgenomen aan het object. Het betreft hier zowel de systeemeisen (afgeleid van specifieke klanteisen) als aspecteisen (afgeleid uit de aspectanalyse, risico analyse, etc.). Elke eis wordt binnen het ontwerp aangetoond middels een verificatie. De eisen zijn onderverdeeld in diverse type eisen, te weten:

- Functionele eisen
- Raakvlak eisen (intern en extern)
- Aspect eisen

Tabel 3 bevat enkel een verwijzing naar de in deze rapportage behandelde eisen. Voor de actuele eisteksten wordt verwezen naar de Relatics database.

Klanteis ID	Systeem eis ID	Omschrijving	Eistype	Verificatie methode
KE-04035	SE-03169	De kaaimuur dient een ontwerpleeftijd van 100 jaar te hebben.		
KE-04036	SE-03168	In de gebruiksgrenstoestand dient te worden gerekend met een ontgravingsdiepte voor de kaaimuur van TAW -15 m.		
KE-04037	SE-03167	In de uiterste grenstoestand dient te worden gerekend met een ontgravingsdiepte voor de kaaimuur van TAW -16 m.		
KE-04038	SE-03166	De kaaimuur dient te zijn ontworpen op een grondwaterstand achter de kaaimuur van TAW +4,39 m.		
KE-04039	SE-03165	De kaaimuur dient te zijn ontworpen op de volgende waterstand in het kanaal (normaal TAW +3,50 m; minimaal TAW +3,39 m; maximaal TAW +3,70 m).		
KE-04040	SE-03164	De kaaimuur dient te zijn ontworpen op een kraanbelasting (dok- en landzijde); verticaal: 1200 kN/m per rail; horizontaal 120 kN/m per rail.		
KE-04041	SE-03163	De kaaimuur dient te zijn ontworpen op een terreinbelasting van 60 kN/m ² .		
KE-04042	SE-03162	De kaaimuur dient te zijn ontworpen op een bolderkracht van 1 bolder van 200 T per moot ontlastvloer van 30 m (gemeten langs de kaai).		

Tabel 3. Overzicht systeemeisen / verificatie methode

4.4 Ontwerpvrijheid

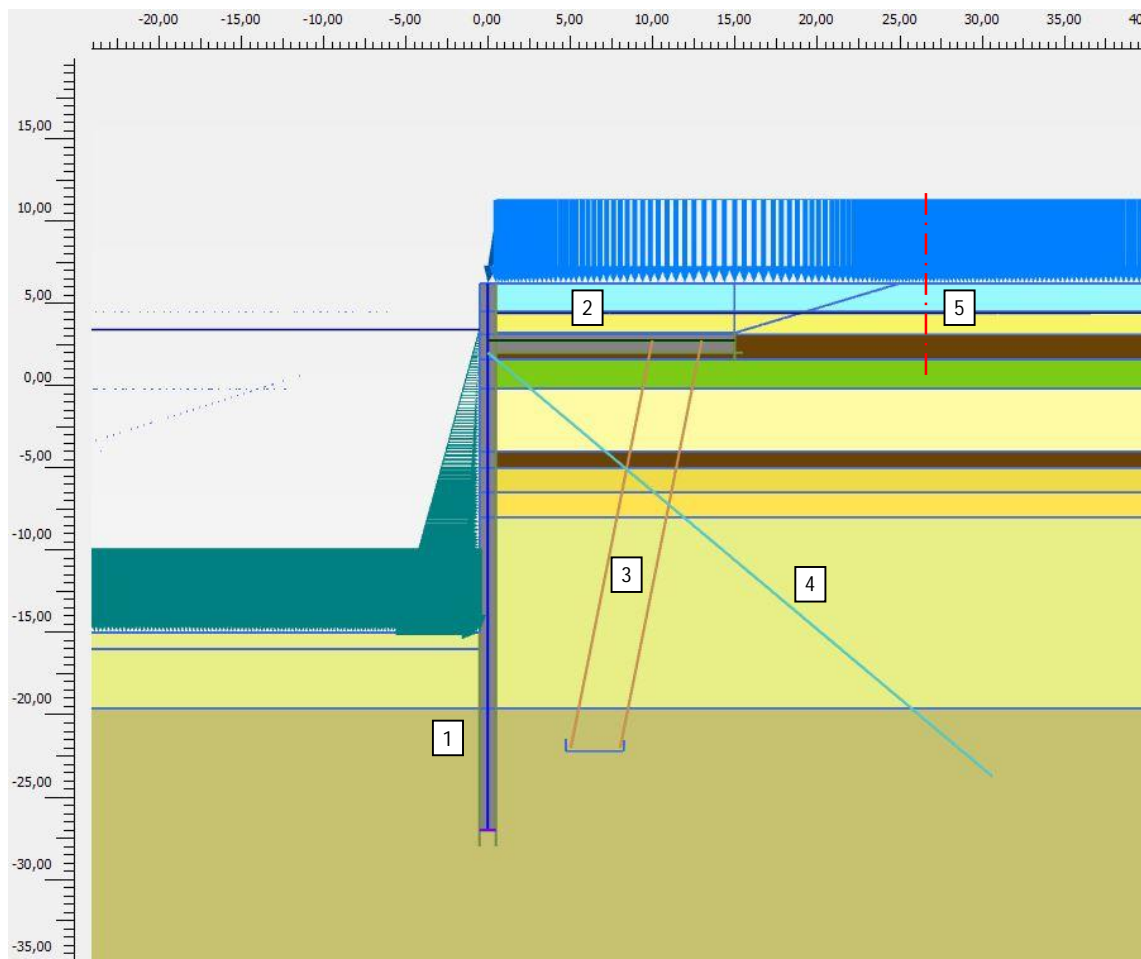
Deze constructie wordt zelfstandig als klassiek bestek in de markt gezet. Ontwerpvrijheid zal minimaal zijn, alhoewel de aannemer zelf de wapening zal moeten bepalen.

5 Uitgangspunten

5.1 Geometrie en constructieve elementen

Het uitgangspunt voor het ontwerp van de kaaimuur is beschreven in het bestek van MBZ (Ref. 5). Een doorsnede van de kademuur zoals gebouwd in 2011 is afgebeeld in Figuur 5. De onderstaande uitgangspunten van het ontwerp zijn gewijzigd ten opzichte van Figuur 5:

- De ontlastvloer is hoger geplaatst, zodat deze boven de (grond)waterstand gemaakt worden
- De diepwand wordt doorgezet tot TAW -27,0 m
- De schoorstand van de funderingspalen is aangepast tot 5:1, hierdoor ligt de paalpunten verder van de diepwand af



Figuur 6. Geometrie kaaimuur

De constructieve elementen zijn als volgt (zie nummers in Figuur 6):

1. Gewapende betonnen diepwand van 1 m dik
2. Betonnen ontlastvloer van 1,2 m dik
3. Geschoorde rij van 2 (1:5) betonnen funderingspalen, D = 600 mm en h.o.h. afstand van 2,0 m
4. MV-paal van 40 m onder hoek van 40° met de horizontaal, h.o.h. van 4,0 m.
5. As toekomstige kraanbalk landzijde, separaat gefundeerd (geen onderdeel van dit ontwerp)

De elementen 1 tot en met 4 zijn met de volgende Plaxis parameters gemodelleerd.

Element	Stijfheid	dikte m	E kN/m ²	EA kN/m'	EI kN/m ² /m'	w kN/m/m'
Diepwand	GGT (laag)	1,0	11 x 10 ⁶	11 x 10 ⁶	0,917 x 10 ⁶	25
	GGT (hoog)	1,0	22 x 10 ⁶	22 x 10 ⁶	1,833 x 10 ⁶	25
	UGT (laag)	1,0	6 x 10 ⁶	6 x 10 ⁶	0,500 x 10 ⁶	25
	UGT (hoog)	1,0	14,5 x 10 ⁶	14,5 x 10 ⁶	1,208 x 10 ⁶	25
Ontlastvloer	Gescheurd	1,5 - 1,25	12 x 10 ⁶	14,4 x 10 ⁶	1,728 x 10 ⁶	30

Tabel 4. Plaxis parameters diepwand en ontlastvloer (platen)

Element	A m ²	h.o.h. m	E kN/m ²	EA kN	EI kN/m ²	w kN/m ³
Funderingspaal	0,28	2,0	10 x 10 ⁶	2,83 x 10 ⁶	6,36 x 10 ⁴	25

Tabel 5. Plaxis parameters palen (embedded pile row)

Element	EA _{staal} kN	h.o.h. m	hoek. hor. °	L m	w kN/m ³
MV Paal*	5,11 x 10 ⁶	4,0	40	40,0	78,5

Tabel 6. Plaxis parameters MV-paal (node-to-node anchor + embedded pile row)

* vergelijkbaar met eigenschappen uit Ref.20

5.2 Grondopbouw en geotechnische parameters

De maatgevende grondopbouw en afleiding van de geotechnische (Plaxis) parameters zijn gepresenteerd in de uitgangspuntennota [Ref. 8].

5.3 Grondwater

De uitgangspunten uit Ref. 8 zijn aangehouden. Een samenvatting is weergegeven in Tabel 7, waarin ook het onderscheid is weergegeven tussen GGT en UGT. Aan de kanaalzijde is de UGT waterstand 0,5 m lager dan de GGT waterstand in de bouwfase. In de gebruiksfase is de waterstand conform de bestekseisen van MBZ [Ref. 5] gehanteerd, dit resulteert dan in een meter waterstandsverschil aan beide zijden van de diepwand. Aan de landzijde is in de bouwdok fase en bouwfase van de kaaimuur een UGT grondwaterstand gelijk aan maaiveld aangehouden. De grondwaterstand van TAW +4,4 m in de kaaimuur fase is reeds een ontwerpwaterstand (UGT), welke ook voor de GGT is aangehouden.

Fase	Kanaalzijde		Landzijde	
	GGT [m+TAW]	UGT [m+TAW]	GGT [m+TAW]	UGT [m+TAW]
Bouwdok	-8,0	-8,5	+4,0	+4,5
Bouwphase	+3,5	+3,0	+4,0	+4,5
Kaaimuur	+3,5	+3,4	+4,4	+4,4
Kaaimuur + kraan	+3,5	+3,4	+4,4	+4,4

Tabel 7. Grondwaterstanden per fase

In de berekening wordt het grondwaterstandsverschil aan beide zijden van de kaaimuur meegenomen. De berekening neemt dus ook grondwaterstroming (flow berekening in Plaxis) mee.

5.4 Belastingen en combinaties

De uitgangspunten voor de belastingen zijn gepresenteerd in de uitgangspuntennota [Ref. 8]. In de kaaimuurfase zijn combinaties van belastingen mogelijk, waarvoor combinatiefactoren ψ_0 zijn toegepast [Ref. 8]. De berekende belastingcombinaties zijn weergegeven in Tabel 8. Per combinatie is er een dominante belasting (vet gedrukt) en wordt op de andere belasting(en) een combinatiefactor toegepast.

Fase	Belastingcombinatie	Terrein	Bolderkracht	Kraan
Bouwdok	BC1	1,0	-	-
Bouwfase	BC2	1,0	-	-
Kaaimuur	BC3.1	1,0	-	-
	BC3.2	1,0	0,7	-
	BC3.3	0,7	1,0	-
Kaaimuur + kraan	BC4.1	1,0	0,7	0,6
	BC4.2	0,7	1,0	0,6
	BC4.3	0,7	0,7	1,0

Tabel 8. Belastingcombinaties en combinatiefactoren

Op circa 20 meter achter de kaaimuur is een tijdelijke grondopslag gedurende voorzien, deze is niet toegevoegd aan het model. Vanwege de grote afstand tot de wand en de al aanwezige maaiveld belastingen in het model zal dit geen effect hebben op de kade. Vereiste is wel dat dit gronddepot niet dichterbij de kaaimuur geplaatst worden.

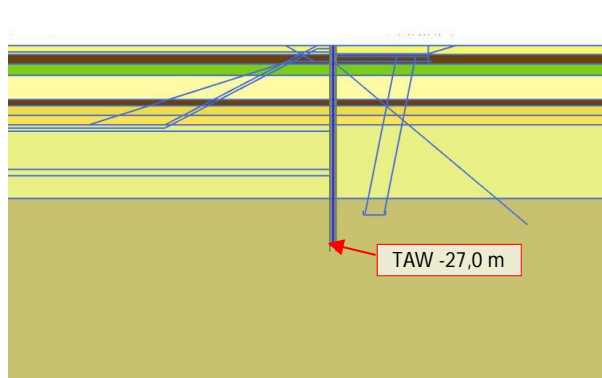
5.5 Bouwfasering

De fasering in het model is weergegeven in onderstaande figuur. Hierbij wordt de ontlastvloer met palen na de bouwdokfase gemaakt. Dit is de meest ongunstige situatie met betrekking tot vervormingen en stabiliteit van de kaaimuur. Om de fasering te verduidelijken is deze gevisualiseerd en toegelicht in Tabel 9.

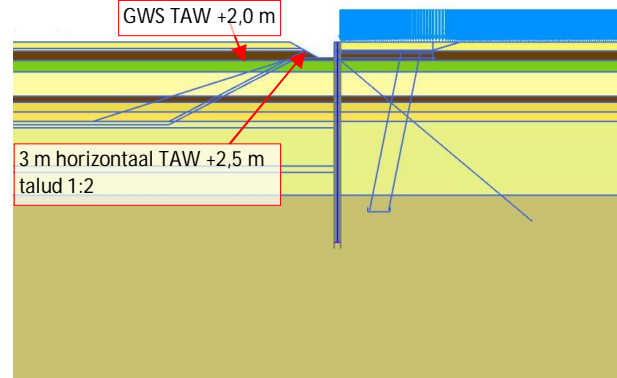


Figuur 7. Fasering in het model

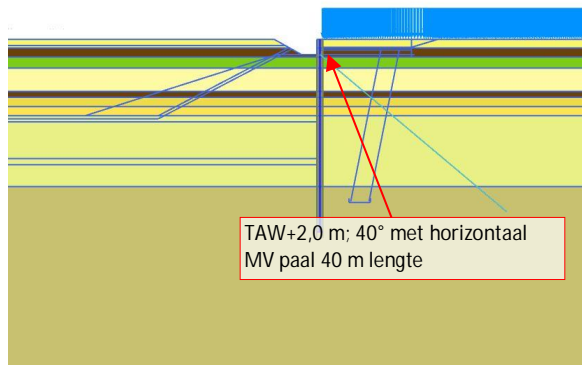
Fasering



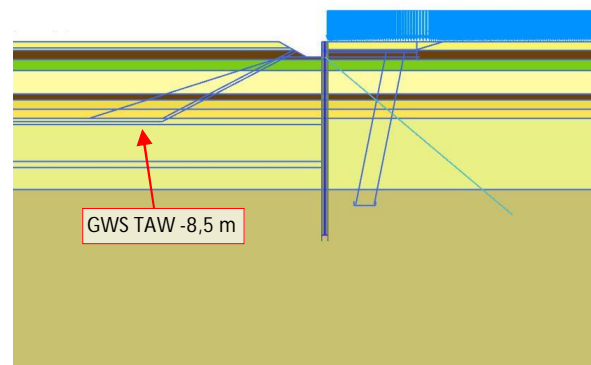
Installatie diepwand



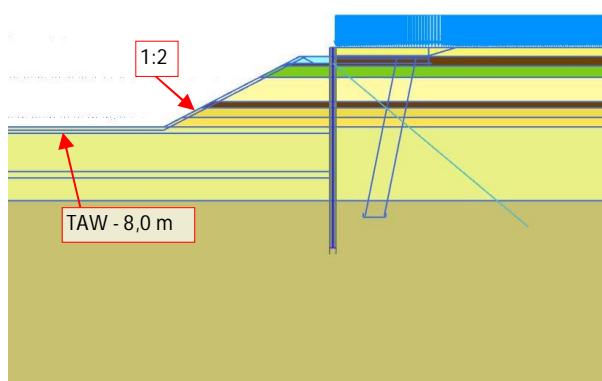
Bemalen TAW+2,0 m + ontlastsleuf anker



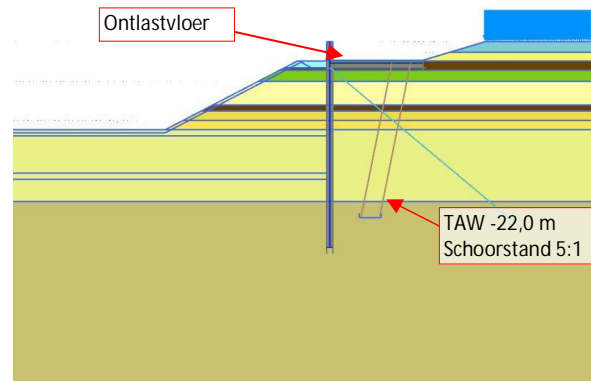
Installatie MV paal



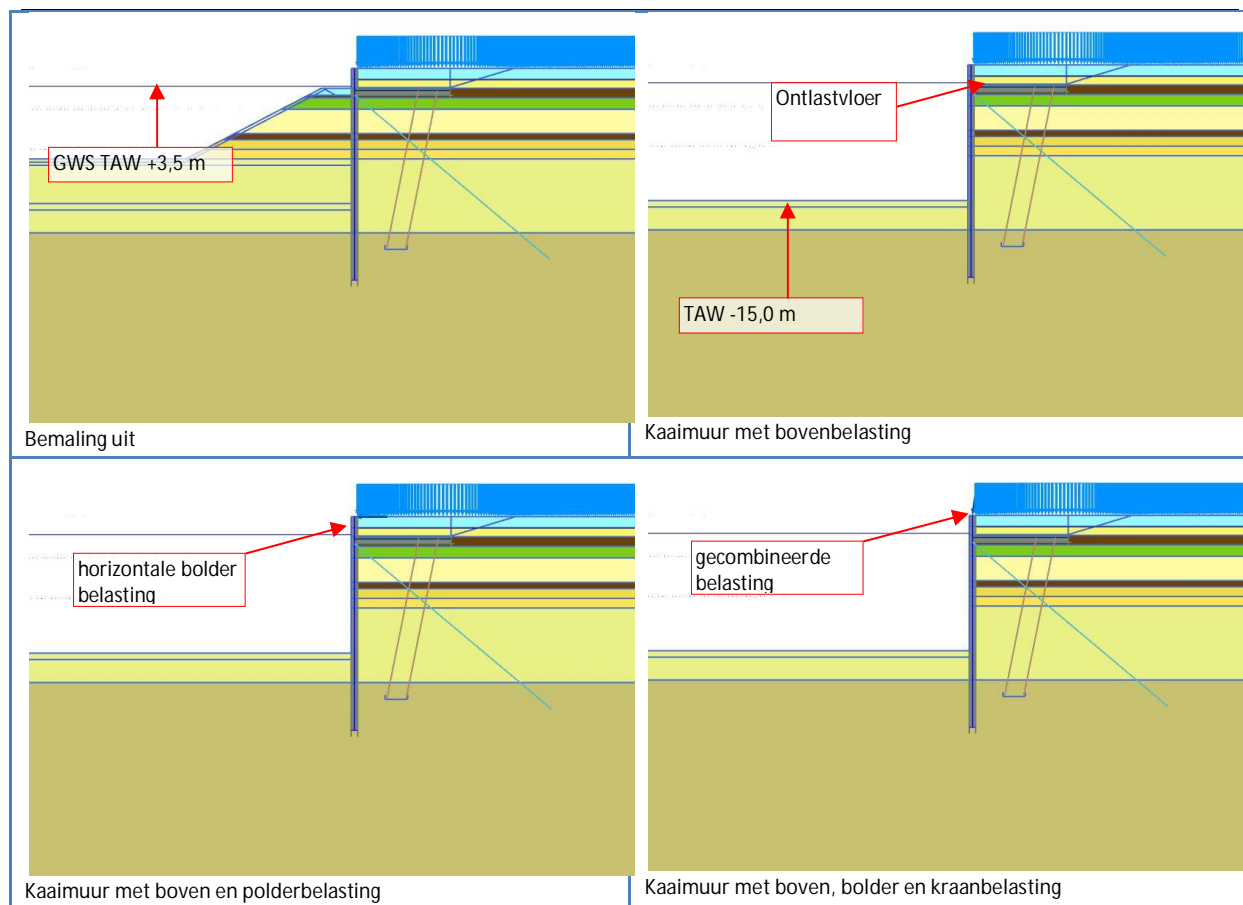
Bemalen TAW -8,5 m



Ontgraven Bouwdok



Installatie ontlastvloer



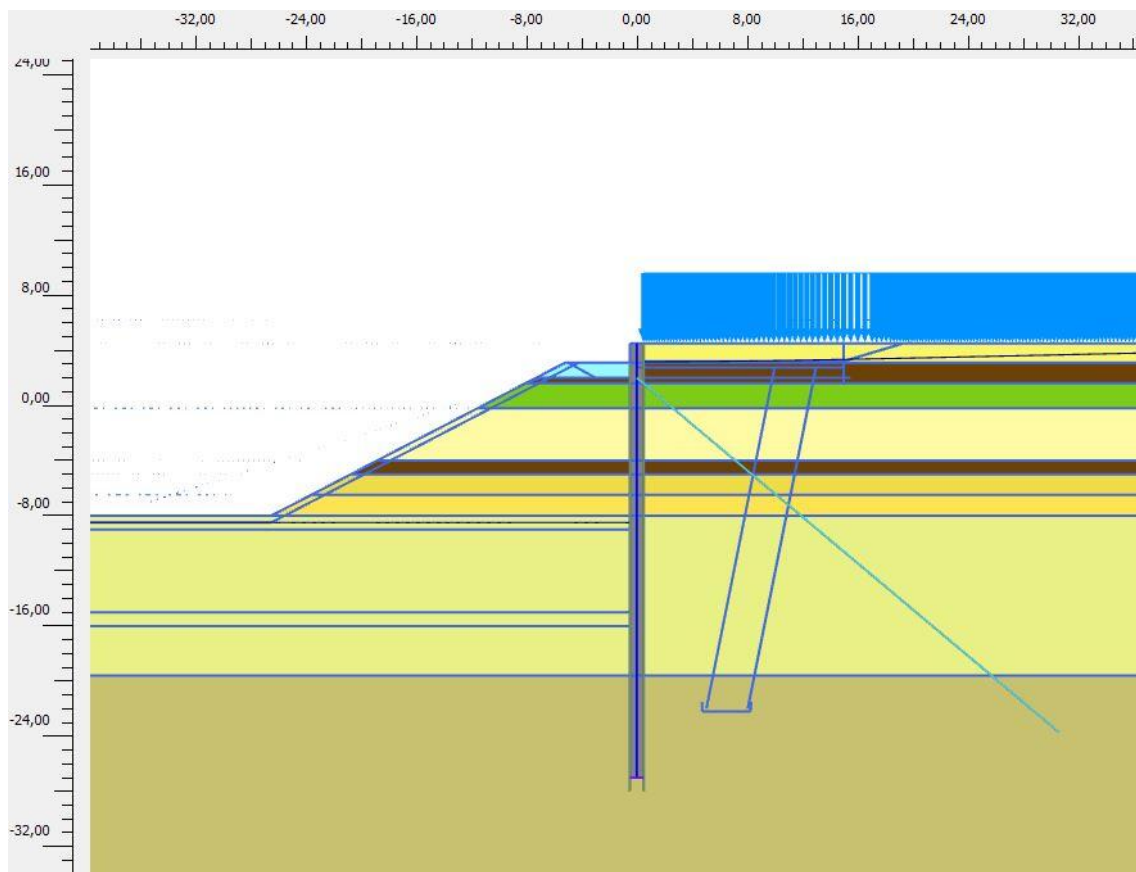
Tabel 9. Visualisering van de fasering in het model

6 Resultaten

De resultaten van de bouwdokfase en eindfase van de kaaimuur zijn afzonderlijk weergegeven. In de berekeningen zijn deze fasen opeenvolgend gemodelleerd. Een selectie van de Plaxis output, met de volledige fasering, is gegeven in Bijlage I.

6.1 Bouwdok

Een doorsnede uit Plaxis is afgebeeld in Figuur 8.



Figuur 8. Doorsnede bouwdokfase

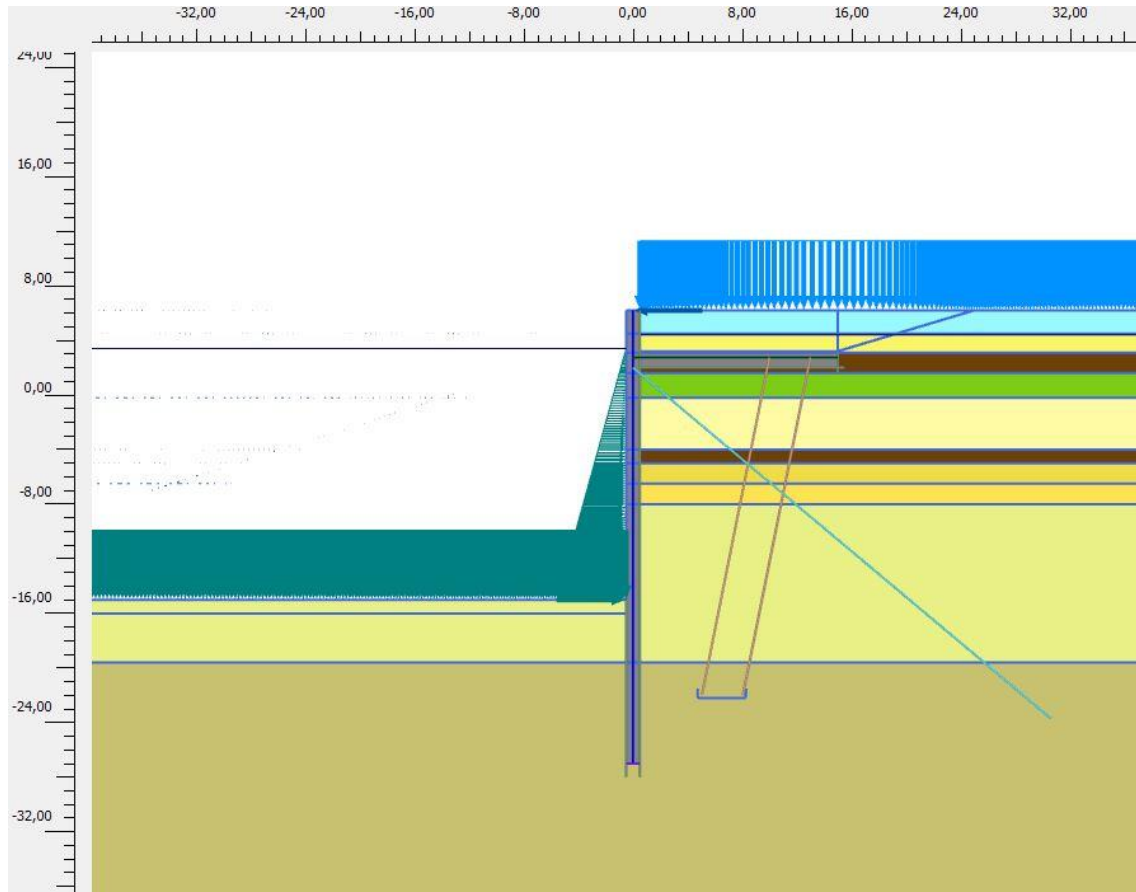
De horizontale verplaatsingen, momenten en ankerkracht zijn gegeven in Tabel 10. UGT verplaatsingen zijn niet van toepassing en daarom niet opgenomen in de tabel.

Resultaat	Symbool	Eenheid	Belastingcombinatie	GGT	UGT
Verplaatsing diepwand	$u_{hor;dw}$	mm	-	41	
Moment diepwand	M_{max}	kNm/m	BC1.2	417	677
Normaalkracht diepwand t.p.v. maximaal moment	N_{Mmax}	kN/m	BC1.2	387	486
Kracht MV-paal	F_{max}	kN/paal	BC1.2	1.190	1.590

Tabel 10. Resultaten bouwdokfase

6.2 Eindfase kaaimuur (zonder kraanbaan)

Een doorsnede uit Plaxis is afgebeeld in Figuur 9.



Figuur 9. Doorsnede kaaimuur zonder kraanbaan

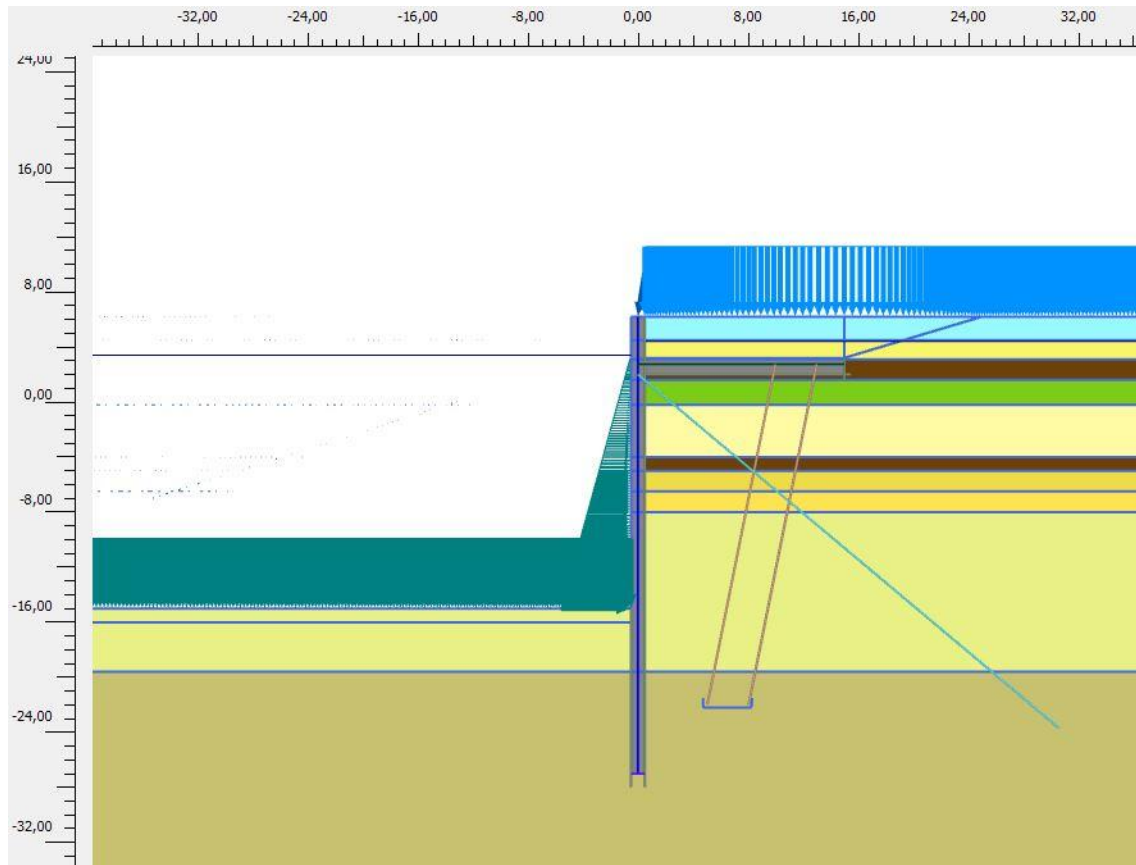
De horizontale verplaatsingen, momenten en ankerkracht zijn gegeven in Tabel 11. UGT verplaatsingen zijn niet van toepassing en daarom niet opgenomen in de tabel.

Resultaat	Symbool	Eenheid	Belastingcombinatie	GGT	UGT
Verplaatsing diepwand	$u_{hor;dw}$	mm	-	119	
Verplaatsing ontlastvloer	$u_{hor;ov}$	mm	-	112	
Moment diepwand	M_{max}	kNm/m	BC3.1	1.442	2.321
			BC3.2		2.394
			BC3.3		1.981
Normaalkracht diepwand t.p.v. maximaal moment	N_{Mmax}	kN/m	BC3.1	1.235	1.513
			BC3.2		1.661
			BC3.3		1.593
Kracht MV-paal	F_{max}	kN/Paal	BC3.1	2.921	4.267
			BC3.2		4.488
			BC3.3		4.136

Tabel 11. Resultaten fase kaaimuur (zonder kraanbaan)

6.3 Eindfase kaaimuur (met kraanbaan)

Een doorsnede uit Plaxis is afgebeeld in Figuur 10.



Figuur 10. Doorsnede kaaimuur met kraanbaan

De horizontale verplaatsingen, momenten en ankerkracht zijn gegeven in Tabel 12. In UGT zijn de verplaatsingen niet van toepassing en daarom niet opgenomen in de tabel.

Resultaat	Symbol	Eenheid	Belastingcombinatie	GGT	UGT
Verplaatsing diepwand	$u_{hor,dw}$	mm	-	171	
Verplaatsing ontlastvloer	$u_{hor,ov}$	mm	-	171	
Moment diepwand	M_{max}	kNm/m	BC4.1	1.488	2.579
			BC4.2		2.104
			BC4.3		2.164
Normaalkracht diepwand t.p.v. maximaal moment	N_{Mmax}	kN/m	BC4.1	2.449	2.323
			BC4.2		2.245
			BC4.3		2.604
Kracht MV-paal	F_{max}	kN/paal	BC4.1	3.655	4.688
			BC4.2		4.480
			BC4.3		4.644

Tabel 12. Resultaten fase kaaimuur (met kraanbaan)

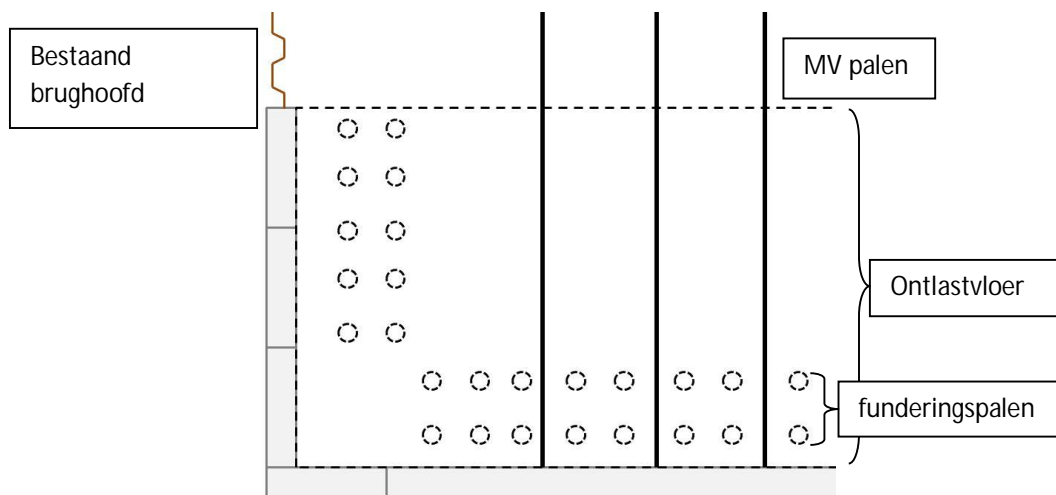
6.4 Conclusies resultaten Plaxis

- De horizontale verplaatsing van de diepwand in de bouwdoekfase is voldoende klein (41 mm) zodat hier later een volwaardige kaaimuur gebouwd kan worden. In de kaaimuurfase is de maximale horizontale verplaatsing 171 mm wanneer er een kraan op staat. Dit is kleiner dan 1/100 van de kerende hoogte ($1/100 \times 21,2 \text{ m} = 212 \text{ mm}$), en voldoet.
- Het geotechnisch draagvermogen van de funderingspalen is impliciet in Plaxis getoetst. Het paal draagvermogen is opgegeven in Plaxis, waarmee vervolgens de lastverplaatsing (grondconstructie interactie) integraal is uitgerekend. De maximale zakking van de palen na installatie is 2 cm (fase met kraanbaan). Tussen de twee paalrijen zit een afstand van 3 m, voor de verschilzetting is de helft van de maximale paalzetting aangehouden, dus 1 cm. De rotatie tussen de palen is daarmee 1:300, wat voldoende klein is.
- De verplaatsing van de ontlastvloer als gevolg van kraanbelasting is $171 - 112 = 59 \text{ mm}$. Deze vervorming treden vooral op door het verder samendrukken van de slappe lagen direct onder de ontlastvloer. Voor het gebruik van de kraanbaan wordt hier grondverbetering aanbevolen.
- De interne krachten in de diepwand zijn opneembaar. De uitgebreide berekening hiervan is gepresenteerd in hoofdstuk 7 en bijlage IV.
- De krachten in de MV-paal variëren per belastingscombinatie. Deze krachten zijn op te nemen door een MV-paal.

6.5 Aandachtspunten

6.5.1 Inpassing eind kaaimuur

Ten noorden van de kaaimuur bevindt zich het Verbindingsdok. Op enige afstand van de voorziene kade constructie is deels een bestaande brughoofd (damwand) aanwezig. De overgang van de kaaimuur op de bestaande constructie is in onderstaande figuur schematisch weergegeven.



Figuur 11. Bovenaanzicht aansluiting kaaimuur op

De diepwanden worden een aantal panelen doorgezet, haaks op de kaaimuur. De ontlastvloer, inclusief funderingspalen, wordt hier ook geplaatst. De MV-palen worden niet doorgezet, zie Figuur 11. Door de stijfheid van de ontlastvloer zal deze constructie als één geheel werken. Op dit laatste stuk van de kade is geen aanmeervoorziening aanwezig, er mogen hier ook geen schepen aanmeren.

Doordat het materieel voor de diepwanden al ter plaatse is, is het doorzetten van de diepwand een economische oplossing. Als er ander materieel om bijvoorbeeld een combiwand te installeren moet komen brengt dit kosten voor mobilisatie en demobilisatie van materieel mee met zich mee. Dit is niet efficiënt, zeker gezien de beperkte lengte waarover de constructie gemaakt moet worden.

6.5.2 Aandachtspunt m.b.t. de fasering

- De toekomstige kraanbalk aan de landzijde komt ter plaatse van de rode lijn in Figuur 6. Om beïnvloeding van de (funderingspalen van de) kraanbalk met de MV-paal te voorkomen, dient deze boven MV-paal te blijven. Een andere optie is het plaatsen van funderingspalen tussen de MV-palen, vanwege de h.o.h. afstand van 4,0 meter is dit ook een optie.

7 Constructieve elementen

De constructieve elementen van de kaaimuur zijn in dit hoofdstuk toegelicht. Voor deze toetsing zijn aanvullende uitgangspunten en randvoorwaarden beschreven.

7.1 Ontwerpbasis

In de onderstaande paragrafen is de ontwerpbasis vastgelegd aan de hand van bindend document, relevante normen en richtlijnen. Daarnaast is de veiligheidsfilosofie van de constructie toegelicht en is aangegeven welke toetsingen worden verricht.

7.1.1 Veiligheidsfilosofie

De ontwerplevensduur van de constructie is vastgelegd op $t_{ref} = 100$ jaar. Gedurende deze periode dient de constructie de functie van kaaimuur te kunnen vervullen.

De veiligheidsfilosofie conform de Eurocode is gehanteerd voor de constructieve elementen. De gevolgklasse (consequence class, CC) is vastgelegd op CC2 volgens Ref. 12. De aan deze gevolgklasse inherente betrouwbaarheidsklasse RC2, geeft de ten grondslag liggende betrouwbaarheidsindex β die gelijk is aan $\beta \cong 3,8$ bij een referentieperiode van 50 jaar. Deze gevolgklasse wordt beschreven als Matige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, en/of aanzienlijke economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.

De karakteristieke waarden van de belastingen ten gevolge van weersinvloeden (sneeuw, wind en temperatuur) zijn gebaseerd op een herhalingstijd van 50 jaar. De referentieperiode van de belastingen moet overeenkomen met de ontwerplevensduur van de constructie, hier 100 jaar. De karakteristieke waarde van de belasting dient ten gevolge van weersinvloeden te zijn aangepast aan de herhalingstijd behorende bij de ontwerplevensduur.

7.1.2 Bezwijkveiligheid

De bezwijkveiligheid van de constructieve onderdelen van de constructie dient getoetst te worden in de UGT fundamentele belastingscombinaties conform (Ref. 12).

Buitengewone belastingen dienen getoetst te worden in de UGT buitengewone belastingscombinaties conform (Ref. 12).

7.1.3 Materialen

7.1.3.1 Beton

De beton eigenschappen zijn bepaald met behulp van Ref. 19. In de uitwerking dient rekening te zijn gehouden met een bilineair spannings-rek diagram. In de onderstaande tabel zijn de eigenschappen voor de betonsterkteklasse gegeven.

Fysische grootheid	C35/45	eenheid
f_{ck} :	35,0 N/mm ²	[N/mm ²]
$f_{cd}^{1)}$ (0,85 x f_{ck} /1,5 =)	19,8 N/mm ²	[N/mm ²]
ϵ_{c3}	1,75 x 10 ⁻³	[-]
ϵ_{cu3}	3,5 x 10 ⁻³	[-]
$f_{ctk;0,05}$:	2,2 N/mm ²	[N/mm ²]
$f_{ctk;0,95}$	4,2 N/mm ²	[N/mm ²]
f_{ctm}	3,2 N/mm ²	[N/mm ²]
E_{cm} (ongescheurd):	34.000 N/mm ²	[N/mm ²]
Soortelijk gewicht γ_c :	25 kN/m ³	[kN/m ³]
Poissonfactor ν :	0,15	[-]
Uitzettingscoëfficiënt:	10 ⁻⁵ K ⁻¹	[K ⁻¹]

Tabel 13. Materiaaleigenschappen beton

7.1.3.2 Betonstaal

De eigenschappen van het betonstaal zijn gegeven in tabel C.1 van Ref. 19. De toegepaste staalsoort voor het betonstaal is BE500S.

Fysische grootheid	Staalsoort BE500S	eenheid
f_{yk} :	500 ¹⁾	[N/mm ²]
f_{yd} :	435 ¹⁾	[N/mm ²]
ϵ_{uk}	5,0	[%]
ϵ_{ud}	4,0	[%]
E_s	2,0·10 ⁵	[N/mm ²]
soortelijk gewicht:	78,5	[kN/m ³]
uitzettingscoëfficiënt:	10 ⁻⁵	[K ⁻¹]

Tabel 14. Materiaaleigenschappen wapening

7.1.4 Milieuklasse, dekking en scheurwijdte

In deze fase worden alleen de globale afmetingen van de betonnen onderdelen bepaald. De milieuklasse, dekking en scheurwijdte zijn volgens tabel 15 aangehouden:

Onderdeel	Beton sterkte klasse	Milieuklasse	Omgevings-klasse	Construc-tie klasse	C_{min}	ΔC_{de} v	C_{nom}	Ctoeg epast
Kaaimuren								
L-muren	C35/45			5				
Vloer, boven grondwater		XC2, XD2	EE1		45	10	55	60
Vloer, onder grondwater		XC1, XD2, XS2	ES3		45	10	55	60
Diepwand		XC4, XD3, XF2	EE4		50	10	75	75

Tabel 15. Milieuklasse, dekking en toegepaste dekking

7.1.5 Geometrie

De volgende geometrie is aangehouden in de uitwerking van de berekening:

- Dikte van de diepwand bedraagt 1.000 mm
- Dikte van de ontlastvloer bedraagt 1.250 mm oplopend tot 1.500 mm
- Dikte van de kesp bedraagt 3.500 mm met een hoogte van circa 5.500 mm

7.1.6 Belastingen

In de PLAXIS berekening zijn alle externe belastingen op de kaaimuur in rekening gebracht. De optredende interne krachten in de betonnen constructieve elementen zijn hierdoor overgenomen uit deze berekening. Intern kunnen additionele spanningen optreden ten gevolge van verhinderde vervormingen. Gedurende de gebruiksfase bevindt de ontlastvloer zich onder het maaiveld. Hierdoor ligt de ontlastvloer zelf beschut tegen klimatologische invloeden. De kesp daarentegen niet, deze wordt wel aangestraald door de zon. Hiervoor wordt conform de Eurocode 1-1-5 artikel 6.1.6 een temperatuurverschil in rekening gebracht van 15°C.

De krimp en de kruip van het beton zijn tijdsafhankelijke eigenschappen. Deze dienen in het algemeen getoetst te worden in bruikbaarheidsgrenstoestanden. In de UGT wordt uitgegaan dat deze spanningen zich herverdelen op het moment van scheuren. De kruip van het beton geeft in deze situatie geen additionele spanningen. Doordat de betonnen ontlastvloer op de palen en de diepwand gestort wordt, ontstaan spanningen bij de krimp van het beton ten gevolge van de verhinderde vervorming. In de tijd zullen, ten gevolge van de kruip van het beton, deze spanningen enigszins relaxeren.

7.2 Berekeningsmethode

Met behulp van het eindige elementen programma Plaxis is de kaaimuur berekend. In dit EEM-programma worden de constructie-elementen in rekening gebracht door deze een relatief veel grotere stijfheid te geven dan de grond. De ontlastvloer wordt hierin monoliet (momentvast) gemodelleerd aan de diepwand. Voor de modellering zie ook de voorgaande hoofdstukken. Voor de berekening van de maatgevende krachten in de constructie beschouwd voor zowel de bouwdokfase als kaaimuurfase.

Ten aanzien van de bepaling van de maatgevende krachten in de constructie zijn omhullende grafieken opgesteld voor zowel de gebruiksgrenstoestand (GGT) als de uiterste grenstoestand (UGT). Deze omhullende grafieken omvatten de maximaal optredende momenten gecombineerd met de bijhorende optredende normaalkracht. De gepresenteerde omhullende grafieken, te vinden in bijlage II, zijn een combinatie van de bouwfase en de gebruiksfase van de kaaimuur. Tevens representeren de omhullende grafieken de bouwdokfase als de toekomstige situatie waarbij de diepwand als kaaimuur wordt gebruikt.

Voor de diepwand en de ontlastvloer zijn omhullende grafieken opgesteld. Op basis van de maatgevende krachten wordt het constructieonderdeel gedimensioneerd.

De interne krachten worden vervolgens ingevoerd in een EXCEL-sheet waarmee de capaciteit van de doorsnede wordt bepaald. De Plaxis berekening is uitgevoerd in een 2D-omgeving. De interne krachten welke optreden in de langsrichting van ontlastvloer kunnen hierdoor niet worden afgelezen uit het model. Voor de uitwerking in deze fase worden de krachten in deze richting niet bepaald. Gezien de breedte van de ontlastvloer zullen deze waarden niet maatgevend zijn boven de aangehouden waarden in dwarsrichting.

7.3 Ontlastvloer

In de Plaxis berekening is de ontlastvloer gemodelleerd, waardoor de interne krachten met behulp van deze berekening zijn bepaald. In deze paragraaf wordt de constructieve berekening van de ontlastvloer uitgewerkt.

7.3.1 Ontlastvloer buigende momenten

In Tabel 16 zijn de maatgevende interne krachten gegeven voor zowel de GGT als de UGT grenstoestanden. De maatgevende waarden zijn getoetst met behulp van een EXCEL-sheet.

PLAXIS model	M_{min} [kNm/m ¹]	$N_{M,min}$ [kN/m ¹]	M_{max} [kNm/m ¹]	$N_{M,max}$ [kN/m ¹]	N_{max} [kN/m ¹]
UGT	1.492	126	509	-152	+248
GGT	1.034	-2	536	21	+148

PLAXIS model	M_{min} [kNm/m ¹]	$N_{M,min}$ [kN/m ¹]	M_{max} [kNm/m ¹]	$N_{M,max}$ [kN/m ¹]	N_{max} [kN/m ¹]
1,5 x GGT	1.551	-2	807	32	+222

Tabel 16. Resultaten interne krachten ontlastvloer

De hoofdwapening in de ontlastvloer is berekend op basis van de omhullende van de interne krachten en wordt aangebracht in de tweede laag. De krimpwapening evenwijdig aan de kadeconstructie wordt in de eerste laag aangebracht. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage III. In Tabel 17 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.

		N	M	h_{toets}	$\Delta\sigma_s$	M_u	w_k	w_{max}	Wapening
		[kN/m ¹]	[kNm/m ¹]	[mm]	[N/mm ²]	[kNm/m ¹]	[mm]	[mm]	
UGT	MyD+	+250	850	1.400	30	1.100	0,26	0,30	Ø25-125
GGT		+150	550						
UGT	MyD-	+250	1.550	1.400	30	3.450	0,28	0,30	Ø32-125
GGT		+250	1.050						
	MxD+	op basis van krimp							Ø25-125
	MxD-	op basis van krimp							Ø20-125

Tabel 17. Controle momentcapaciteit

Omdat de ontlastvloer pas aangebracht wordt in de kaaimuurfase dienen koppelankers gebruikt te worden om de wapening vanuit de ontlastvloer op te nemen in de betonnen kesp. Tijdens de bouwdoekfase dienen deze koppelankers afgeschermd te worden ten aanzien van de duurzaamheid.

Aanvullend wordt ophangwapening toegepast te worden om de (trek)krachten vanuit de ontlastvloer over te dragen op de kesp.

7.3.2 Ontlastvloer dwarskracht

De omhullende resultaten van de dwarskracht in de ontlastvloer zijn in Tabel 18 weergegeven.

PLAXIS model	V_{min} [kN/m ¹]	V_{max} [kN/m ¹]	N_{min} [kN/m ¹]	N_{max} [kN/m ¹]
UGT	-485	506	-196	248
GGT	1,5 x 351 = 527	1,5 x 403 = 605	-101	1,5 x 148 = 222

Tabel 18. Resultaten interne krachten ontlastvloer

De dwarskrachtcapaciteit van de ontlastvloer is getoetst aan de omhullende waarden van dwarskracht en normaalkracht. In Tabel 19 zijn rekenresultaten weergegeven, hieruit volgt dat beugelwapening benodigd is. Deze beugelwapening is zowel nodig aan de diepwandzijde als nabij de funderingspalen.

V_{Ed} [kN/m ¹]	N_d [kN/m ¹]	h_{toets} [mm]	hoofd- wapening	$V_{Rd,c}$ [kN/m ¹]	$V_{Rd,s}$ [kN/m ¹]	Beugels
650	+250	1.300	Ø 20-125	38	850	2-snedig Ø16-250

Tabel 19. Controle dwarskrachtcapaciteit

De hart op hart afstand van de beugelwapening is afgestemd op de berekende hoofdwapening in de ontlastvloer.

7.4 Kesp

De betonnen kesp wordt aangebracht bovenop de diepwanden waarop tevens de MV-palen aansluiten. In de bouwdokfase vormt dit de constructie. In deze paragraaf wordt de kesp constructief beschouwd.

7.4.1 Doorsnedecontrole kesp

De belasting vanuit de MV-paal dient overgedragen te worden naar de betonnen kesp en is uitgewerkt bijlage V. Hierbij is de kesp geschematiseerd tot een ligger op meerdere verende steunpunten met een uniforme belasting. De veerwaarde van de MV palen is bepaald als de elastische verlenging van het staalprofiel. Om de gevoeligheid van deze veerwaarde te beoordelen is een variatiecoëfficiënt ter grootte van $\sqrt{2}$ aangehouden. De invloed van deze variatie op de interne krachten blijkt beperkt te zijn.

In de doorsnedeberkening is een temperatuurverschil van 15 °C aangehouden met de onderliggende diepwand. Dit temperatuurverschil resulteert in een toename van de staalspanning ter grootte van 30 N/mm². De rekenresultaten zijn samengevat in Tabel 20.

		N [kN]	M [kNm]	h_{toets} [mm]	$\Delta\sigma_s$ [N/mm ²]	M_u [kNm]	w_k [mm]	w_{max} [mm]	Wapening
UGT	M	0	10.000	3.500	30	50.500	0,13	0,30	Ø32-125
GGT		0	5.750						

Tabel 20. Controle momentcapaciteit kesp

Door de afmetingen van de kesp is de minimale wapening maatgevend boven de wapening benodigd vanuit de krachtsverdeling. De dwarskrachtcapaciteit van de kesp is tevens gecontroleerd in bijlage V waarvan de resultaten samengevat zijn in Tabel 21.

V_{Ed} [kN/m ¹]	N_d [kN/m ¹]	h_{toets} [mm]	hoofd- wapening	$V_{Rd,c}$ [kN/m ¹]	$V_{Rd,s}$ [kN/m ¹]	Beugels
4.000	0	3.500	Ø 32-125	5.000	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 21. Controle dwarskrachtcapaciteit kesp

7.4.1 Ankeruitval

Het uitvallen van één anker wordt gekenmerkt als calamiteit. De constructie mag in deze situatie significant vervormen maar mag niet voorschrijdend bezwijken. In de bouwdokfase dient de kesp de krachten her te verdelen. Omdat de partiële factoren gelijkgesteld mogen worden aan 1,0 gedurende een calamiteit kan de GGT belasting op de kesp gehanteerd worden.

		N [kN]	M [kNm]	h_{toets} [mm]	$\Delta\sigma_s$ [N/mm ²]	M_u [kNm]	w_k [mm]	w_{max} [mm]	Wapening
CAL	M	0	18.000	3.500	-	50.500	-	-	Ø32-125

Tabel 22. Controle momentcapaciteit kesp

V_{Ed} [kN/m ¹]	N_d [kN/m ¹]	h_{toets} [mm]	hoofd- wapening	$V_{Rd,c}$ [kN/m ¹]	$V_{Rd,s}$ [kN/m ¹]	Beugels
4.000	0	3.500	Ø 32-125	5.000	n.v.t.	n.v.t.

Tabel 23. Controle dwarskrachtcapaciteit kesp

De capaciteit van de kesp is voldoende om de krachten gedurende ankeruitval her te verdelen.

7.4.2 Aansluiting MV-paal op de diepwand

In de 2D Plaxis berekening is de krachtsverdeling in de kaaimuur bepaald. Waarbij de diepwand verankerd wordt middels MV-palen. Deze MV-palen zijn geschikt voor het opnemen van grote trekkrachten. Vervolgens dienen deze krachten overgedragen te worden op de kesp en de diepwand. Deze berekening is opgenomen in bijlage V waarvan de resultaten in deze paragraaf beschreven zijn.

Voor het overdragen van de trekkracht op het beton worden aangelaste kopdeuvels voorzien. Uit de gemaakte ontwerpberekening volgt dat 72 kopdeuvels Ø19 mm in de staalkwaliteit S235 benodigd zijn. Deze kopdeuvels dienen pas aangebracht te worden na installatie van de MV-palen. Door trillingen gedurende installatie van de MV-paal kan schade ontstaan aan de lasverbinding als de kopdeuvels van de voren worden aangebracht.

De kopdeuvels en de MV-paal dienen omsloten te worden met splijtwapening. Hiervoor worden gesloten beugels Ø16 mm voorzien. Vervolgens dient splijtwapening aangebracht te worden evenwijdig aan de kade. Dit is berekend als 16Ø32.

7.5 Diepwand

De wapening van de diepwand is bepaald op basis van twee grenstoestanden, te weten: de frequente GebruiksGrensToestand (GGT-FRQ) en de Uiterste GrensToestand (UGT).

De toetsing van de GGT-FRQ is een duurzaamheidtoets op basis van scheurwijdte ten gevolge van de representatieve krachtswerking. Hierin is getoetst op:

- een toelaatbare scheurwijdte van 0,30 mm;
- nominale dekking van 50 mm op de korfwapening;
- gewapende zone van 85%.

De toetsing van de UGT is op basis van sterkte. Voor beide grenstoestanden zijn omhullende grafieken opgesteld waarin zowel de bouwdokfase als de toekomstige situatie waarbij de diepwand als kaaimuur wordt gebruikt zijn beschouwd.

De diepwandstijfheden zijn bepaald voor de verschillende wapeningstypen.

h = 1.000 mm	bouwfase			gebruiksfase		eenheid
Plaxismodel	t = 0	t = 1	t = 6	6 t/m 100		[jaar]
GGT-hoog	22.000	18.500	17.000	17.000		[N/mm ²]
GGT-laag	14.000	11.500	11.000	12.000		[N/mm ²]
UGT-hoog	14.500	11.500	10.500	13.000		[N/mm ²]
UGT-laag	7.500	6.500	6.000	7.000		[N/mm ²]

Tabel 24. Diepwandstijfheden

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de maximaal benodigde wapening in de diepwand. In Bijlage IV zijn de momentenlijnen en dwarskrachtenlijnen inclusief dekkingslijnen weergegeven.

UGT					GGT			
	wanddikte [mm]	Max. HW wap. type	gewicht staal [kg/m ³]	max. BGL wap. type	gewicht staal* [kg/m ³]	max. HW wap. type	gewicht staal [kg/m ³]	Σ kg staal* [kg/m ³]

Diepwand	1.000	15	84	5	7	16	99	106
----------	-------	----	----	---	---	----	----	-----

Tabel 25. Hoofd en beugelwapening diepwanden

* Maximale kg wapening HW UGT of GGT + kg beugelwapening. Wapening betreft de minimale langs- en dwarswapening op basis van de snedekrachten.

waptyp	t	n	økm	s
[-]	[mm]	[-]	[mm]	[mm]
k	1.000	2	16	300
l	1.000	2	16	200
m	1.000	2	20	200
n	1.000	4	20	200
o	1.000	8	20	200

Tabel 26. Hoofd en beugelwapening diepwanden

waptyp	wand-dikte	laag	trek/drukzijde	økm	s	Asl	seff	Asl,eff
[-]	[mm]	[a,b,c]	[-]	[mm]	[mm]	[mm ²]	[mm ²]	[mm ²]
13	1.000	laag a	trekzijde	25	175	2.805	206	2.383
		laag b	trekzijde	-	-	-	-	-
		laag c	drukzijde	25	175	2.805	206	2.383
14	1.000	laag a	trekzijde	32	175	4.596	206	3.904
		laag b	trekzijde	-	-	-	-	-
		laag c	drukzijde	32	175	4.596	206	3.904
15	1.000	laag a	trekzijde	40	175	7.181	206	6.100
		laag b	trekzijde	-	-	-	-	-
		laag c	drukzijde	25	175	2.805	206	2.383
16	1.000	laag a	trekzijde	40	175	7.181	206	6.100
		laag b	trekzijde	32	175	4.596	206	3.904
		laag c	drukzijde	25	175	2.805	206	2.383
17	1.000	laag a	trekzijde	40	175	7.181	206	6.100
		laag b	trekzijde	40	175	7.181	206	6.100
		laag c	drukzijde	40	175	7.181	206	6.100

Tabel 27. Verklaring wapeningtypes

7.6 Detaillering

In de voorgaande paragrafen zijn de hoofdafmetingen en de hoofdwapening berekend. De detaillering van de wapening en de diverse aansluitingen dienen in een vervolgfase uitgewerkt te worden.

8 Conclusie

Een uitvoering van de bouwdokfase met een diepwand is mogelijk, waarbij de diepwand later uitgebreid kan worden naar een kaaimuur. In de bouwdokfase zal een verankering met MV-paal toegepast worden, daarna of tijdens deze fase worden de ontlastvloer en funderingspalen geïnstalleerd. Uiteindelijk kan deze kadeconstructie uitgebreid worden tot een kaaimuur met kraanbaan.

Bijlage 12 Effecten langdurige bemaling

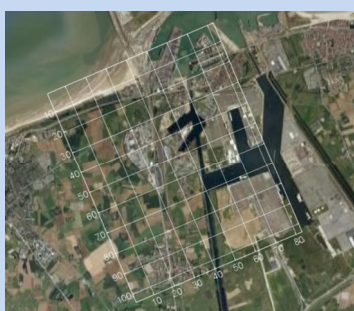
Bouwdok Boudewijnkanaal te Zeebrugge

Bijkomende scenario's
Na kalibratie

Em. Prof. Dr. L. Lebbe

ALGEMENE INFORMATIE

Modelgebied

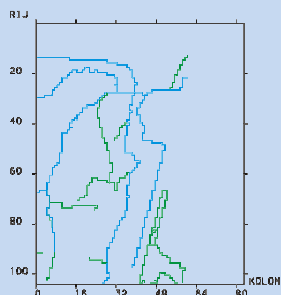


Modelopbouw

- 104 rijen, 83 kolommen, 34 lagen
- Afmetingen iedere cel = 50m op 50m op 1,5m
→ Totale afmeting: 5,2km op 4,15km op 51m
- Hoek van rijen
t.o.v. het noorden over het oosten: 67°
- Basis bovenste laag = 0,80mTAW
- Basis model = -48,7mTAW (ondoorlatend)

Waterlopen

- Onbevaarbare waterlopen in modelgebied
 - Blauw (categorie 3)
 - Groen (categorie 9)



EXTRA INFORMATIE VOORGESTELDE RESULTATEN

Voorgestelde resultaten

Er worden steeds 3 elementen voorgesteld:

- Zoetwaterstijghoogtes laag 1 en laag 2
- Zoet-zoutwaterverdeling lagen 1, 2, 5, 9 en 13
- Verticale doorsnedes doorheen rij 75 en kolom 50

Voorstelling is net zoals in eerder power-point presentaties

Peilinterval lagen

Peilinterval van de lagen:

- Laag 1 (van watertafel tot -0,7mTAW)
- Laag 2 (van -0,7m tot -2,2mTAW)
- Laag 5 (van -5,2m tot -6,7mTAW)
- Laag 9 (van -11,2m tot -12,7mTAW)
- Laag 13 (van -17,2 tot -18,7mTAW)

Zoet-zoutwaterverdeling

De zoet-zoutwaterverdeling wordt voorgesteld met behulp van een zoutwaterpercentage (of Sw%) waarbij:

- 0% ('puur' zoet water) = TDS ≤ 800mg/l
- 100% ('puur' zout water) = TDS ≥ 28.000mg/l

Tussenvallende percentages worden via volgende formule berekend:

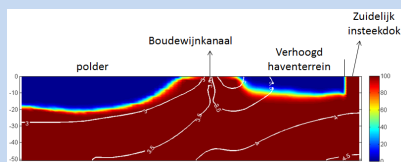
$$- x\% = \frac{TDS \left(\frac{mg}{l} \right) - 800}{28.000 - 800}$$

Positie doorsnedes



Rij 75

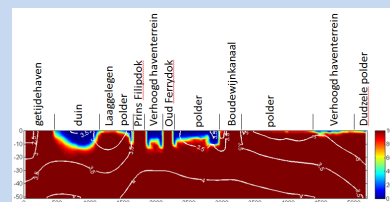
Belangrijkste elementen die doorsneden worden in rij 75



Merk op dat deze figuur de huidige toestand voorstelt, in beide scenario's komt ten oosten (rechts op de figuur) van het Boudewijnkanaal het bouwdoek te liggen.

Kolom 50

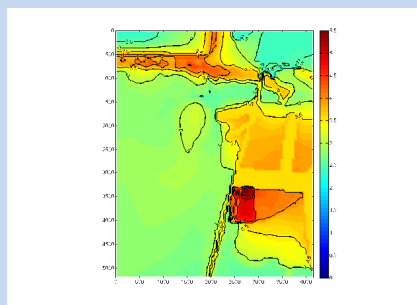
Belangrijkste elementen die doorsneden worden in kolom 50



Merk op dat deze figuur de huidige toestand voorstelt, in beide scenario's komt ten zuiden (rechts op de figuur) van het Boudewijnkanaal het bouwdoek te liggen.

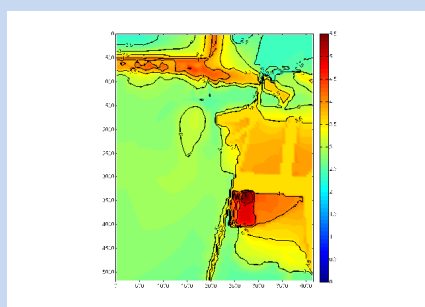
HUIDIGE EVOLUTIE IN KOMENDE 3 JAAR

Zoetwaterstijghoogte laag 1 na 1 jaar



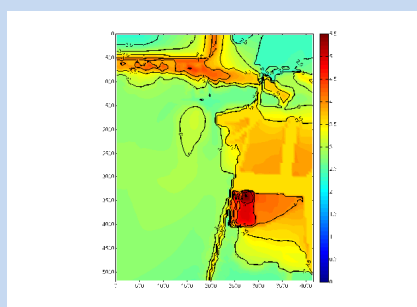
Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Zoetwaterstijghoogte laag 1 na 2 jaar



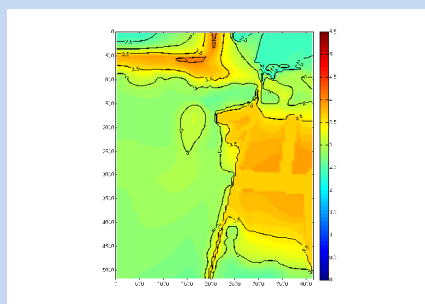
Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Zoetwaterstijghoogte laag 1 na 3 jaar



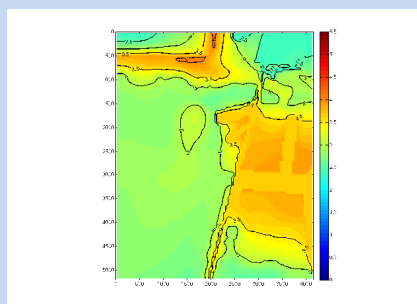
Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Zoetwaterstijghoogte laag 2 na 1 jaar



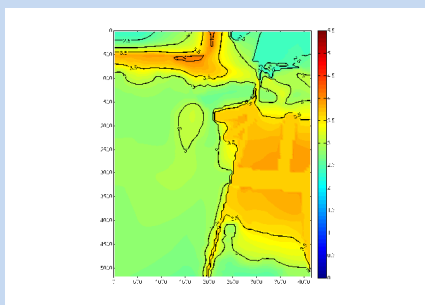
Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Zoetwaterstijghoogte laag 2 na 2 jaar



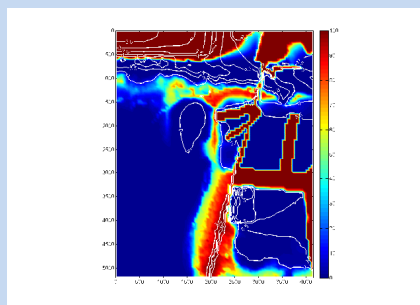
Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Zoetwaterstijghoogte laag 2 na 3 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

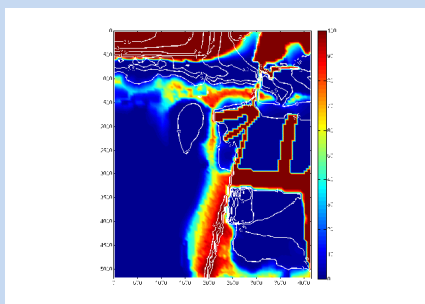
Zoutwaterpercentages laag 1 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

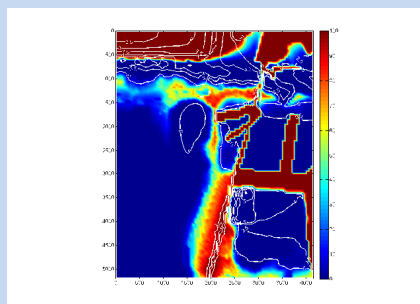
Zoutwaterpercentages laag 1 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

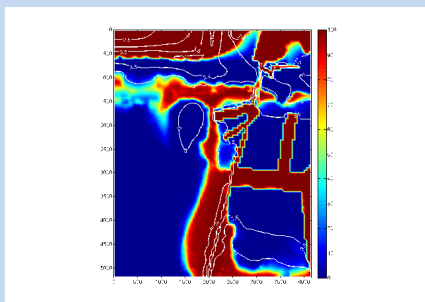
Zoutwaterpercentages laag 1 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

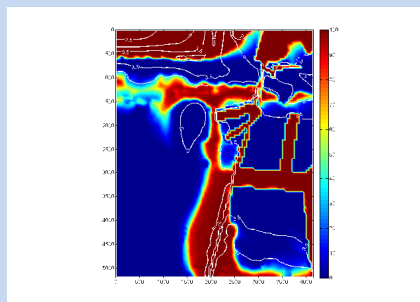
Zoutwaterpercentages laag 2 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

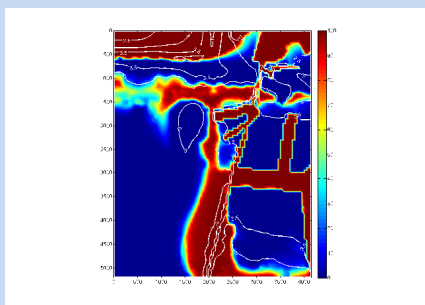
Zoutwaterpercentages laag 2 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

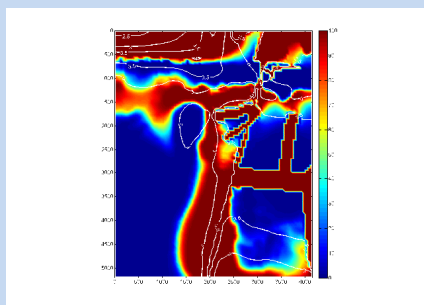
Zoutwaterpercentages laag 2 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

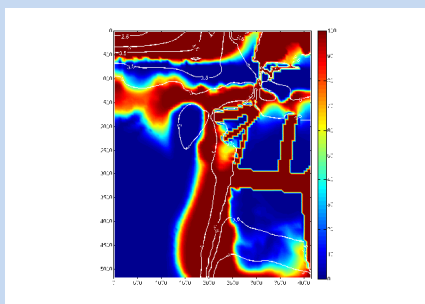
Zoutwaterpercentages laag 5 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

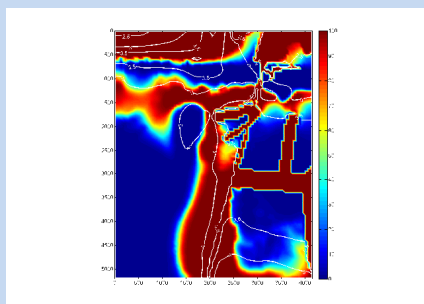
Zoutwaterpercentages laag 5 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

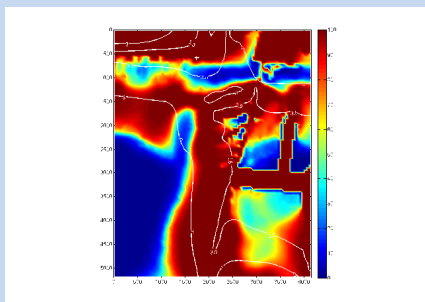
Zoutwaterpercentages laag 5 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

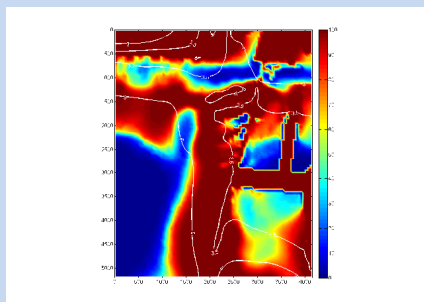
Zoutwaterpercentages laag 9 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

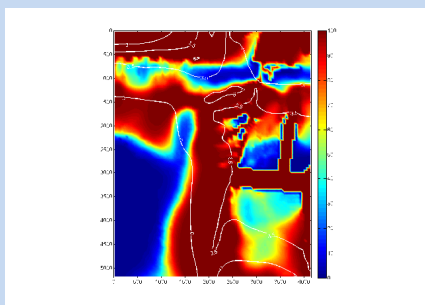
Zoutwaterpercentages laag 9 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

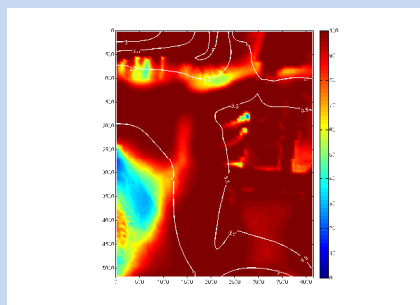
Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

Zoutwaterpercentages laag 9 na 3 jaar



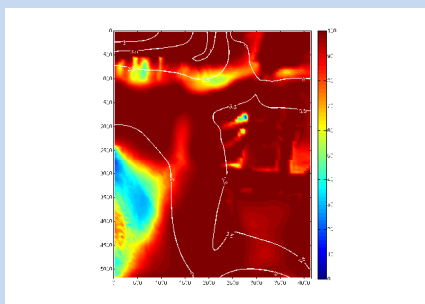
Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

Zoutwaterpercentages laag 13 na 1 jaar



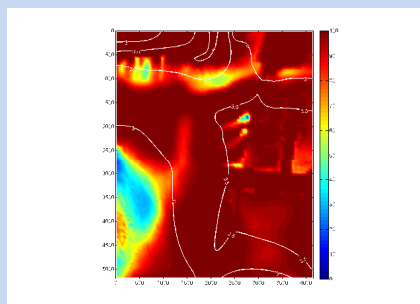
Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

Zoutwaterpercentages laag 13 na 2 jaar



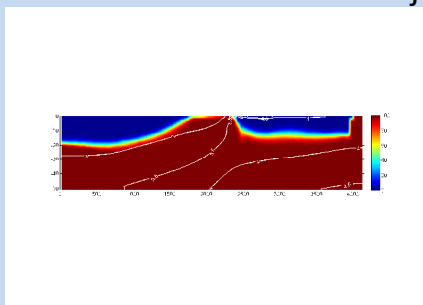
Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

Zoutwaterpercentages laag 13 na 3 jaar



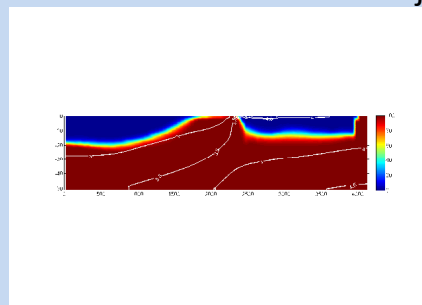
Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede r75 na 1 jaar



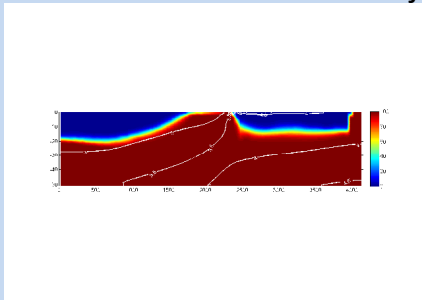
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede r75 na 2 jaar



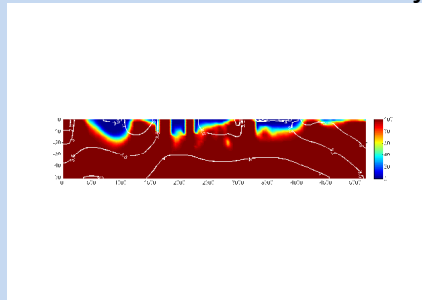
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede r75 na 3 jaar



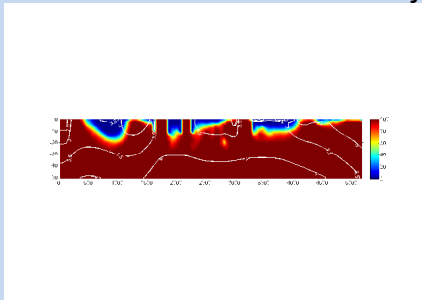
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede k50 na 1 jaar



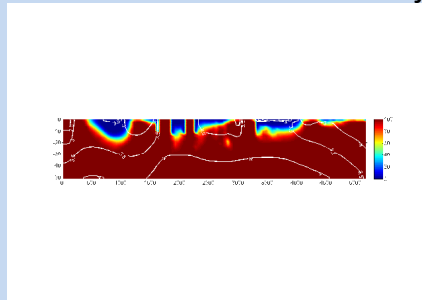
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede k50 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

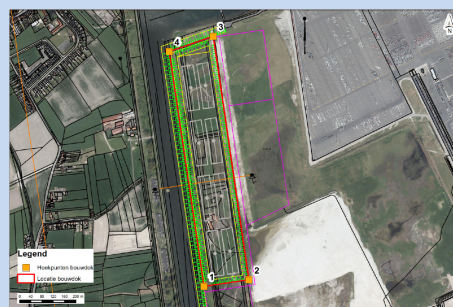
Verticale doorsnede k50 na 3 jaar



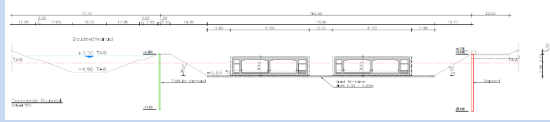
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

SCENARIO 1 (BOUWDOK MET BEMALING)

Positie bouwdok



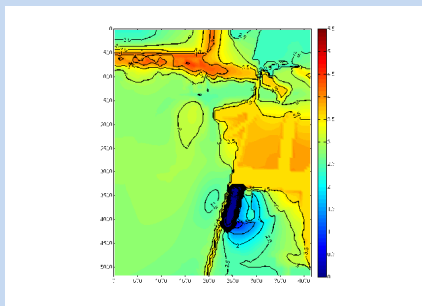
Opbouw bouwdok



Eigenschappen bouwdoek

- Afmetingen
 - 845m lang, 163m breed, basis -6,75mTAW
- Bemalingspeil: -7,6mTAW
- Bemalingsinterval: -8,2 tot -18,2mTAW
- Damwanden tot -19,0mTAW
- Kaaimuur (oostelijke wand) tot -25,0mTAW
- Horizontale doorlatendheid wanden: 0,006 m/d

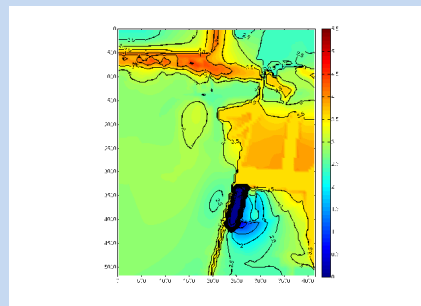
Zoetwaterstijghoogte laag 1 na 1 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan OmTAW, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

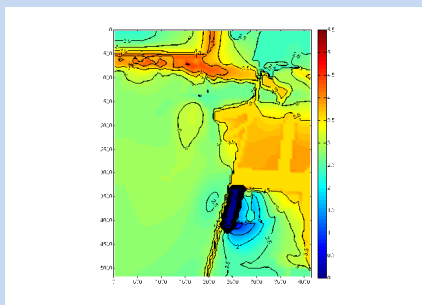
Zoetwaterstijghoogte laag 1 na 2 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan OmTAW, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

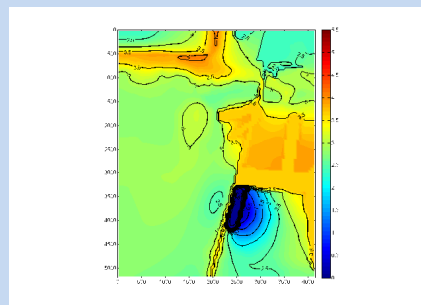
Zoetwaterstijghoogte laag 1 na 3 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan $OmTAW$, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

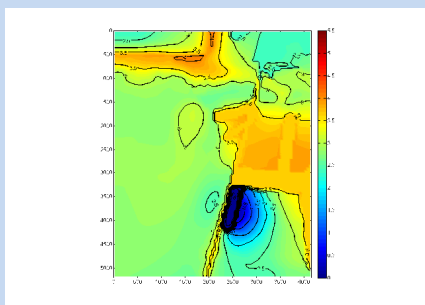
Zoetwaterstijghoogte laag 2 na 1 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan OmTAW, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

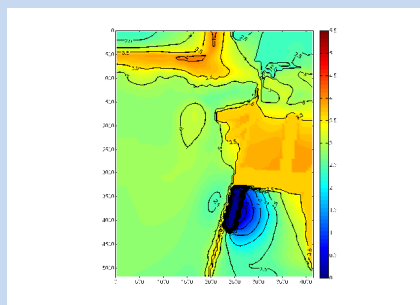
Zoetwaterstijghoogte laag 2 na 2 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan 0mTAW, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

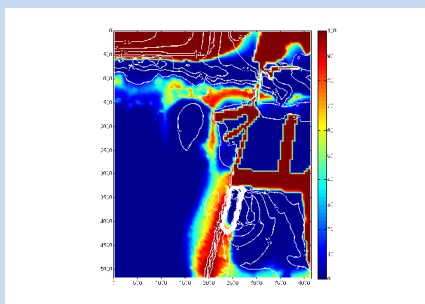
Zoetwaterstijghoogte laag 2 na 3 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan 0mTAW, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

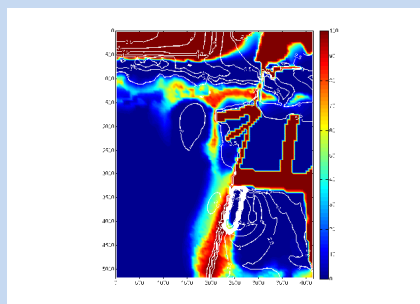
Zoutwaterpercentages laag 1 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

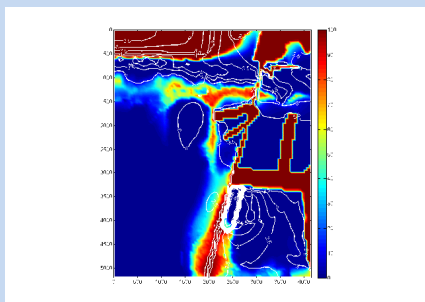
Zoutwaterpercentages laag 1 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

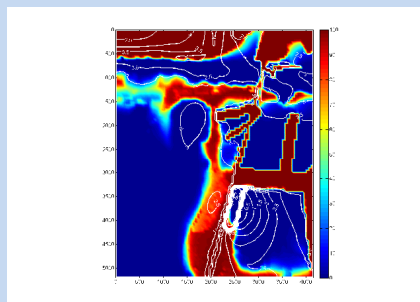
Zoutwaterpercentages laag 1 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

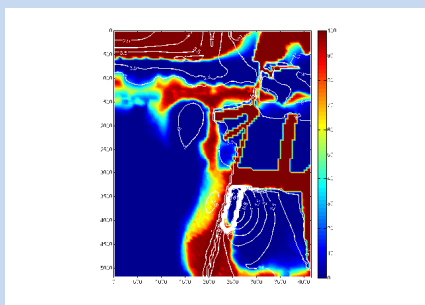
Zoutwaterpercentages laag 2 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

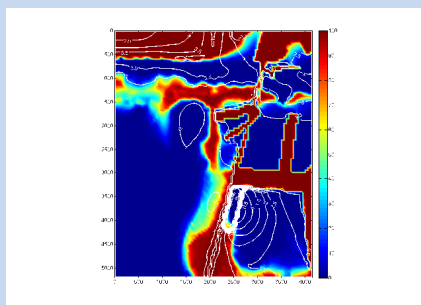
Zoutwaterpercentages laag 2 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

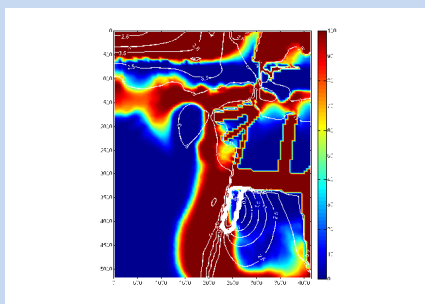
Zoutwaterpercentages laag 2 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

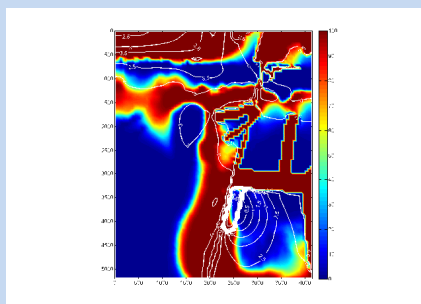
Zoutwaterpercentages laag 5 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

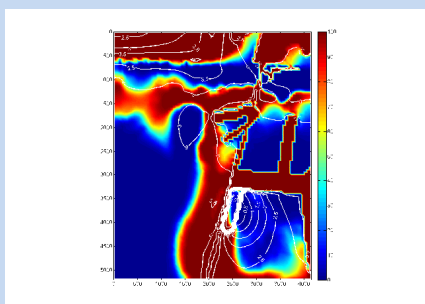
Zoutwaterpercentages laag 5 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

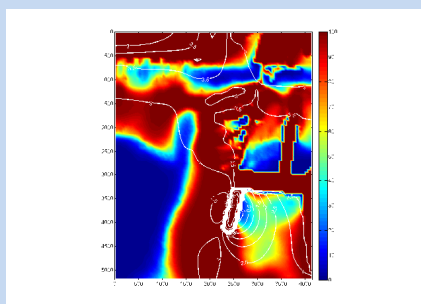
Zoutwaterpercentages laag 5 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

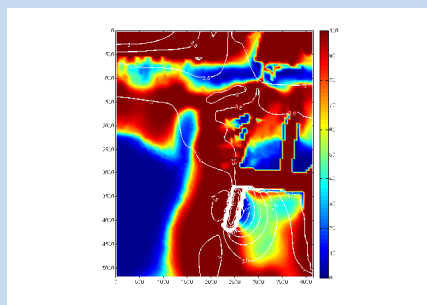
Zoutwaterpercentages laag 9 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

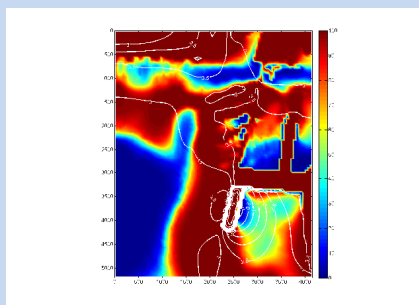
Zoutwaterpercentages laag 9 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

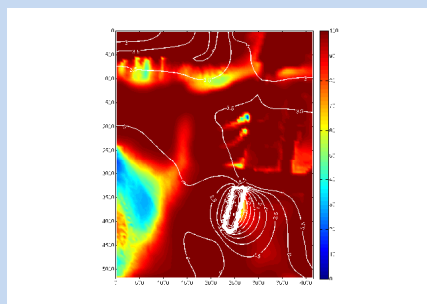
Zoutwaterpercentages laag 9 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

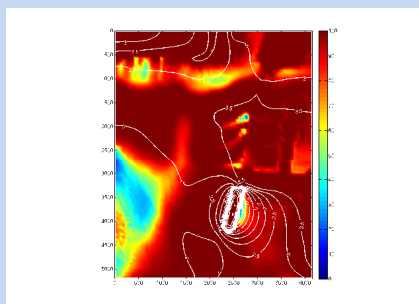
Zoutwaterpercentages laag 13 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

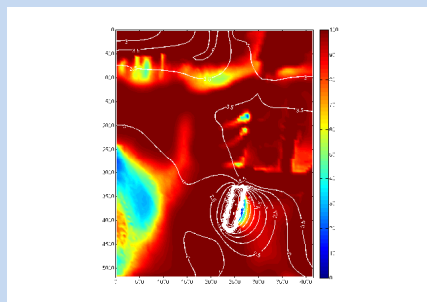
Zoutwaterpercentages laag 13 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

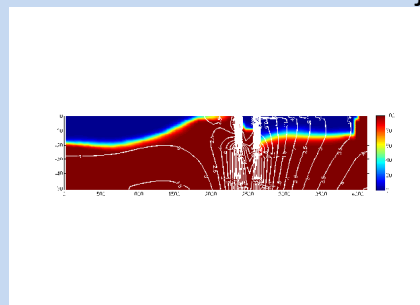
Zoutwaterpercentages laag 13 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

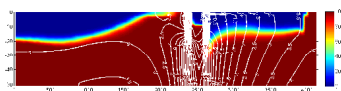
Verticale doorsnede r75 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %

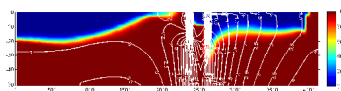
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede r75 na 2 jaar



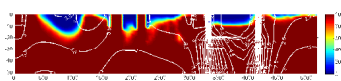
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede r75 na 3 jaar



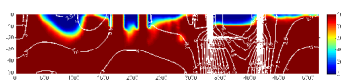
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede k50 na 1 jaar



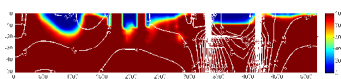
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede k50 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede k50 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

SCENARIO 2 (BOUWDOK MET BEMALING EN RETOUREBEMALING)

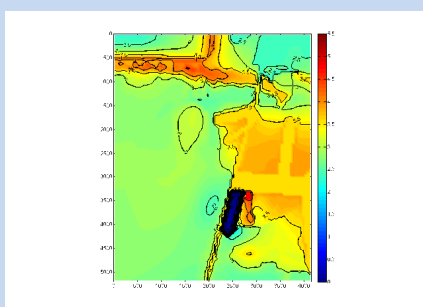
Positie van retourputten met filter in lagen 6 t.e.m. 12

ID	Naam	X (mLA)	Y (mLA)	C (m3/dag)
5	retour	69091	221201	72
10	retour	69071	221321	72
11	retour	69104	221369	72
12	retour	69140	221416	72
13	retour	69177	221464	72
14	retour	69213	221511	72
15	retour	69246	221551	72
16	retour	69286	221584	72
17	retour	69345	221599	72
18	retour	69407	221613	72
19	retour	69458	221624	72
20	retour	69513	221635	72
21	retour	69568	221643	72
22	retour	69622	221650	72
23	retour	69677	221664	72
24	retour	69728	221679	72
25	retour	69744	222796	120
26	retour	69779	222727	120
27	retour	69184	222650	120
28	retour	69195	222581	120
29	retour	69206	222500	120
30	retour	69213	222431	120
31	retour	69217	222362	120
32	retour	69224	222289	120
33	retour	69235	222219	120
34	retour	69246	222146	120

Eigenschappen bemaling/injectie

- Bemalingspeil: -7,6mTAW
- Bemalingsinterval: -8,2 tot -18,2mTAW
- Bouwput is identiek als bij scenario 1
- 26 putten voor retourbemaling
- Injectiedebiet = zie vorige tabel
- Retourbemalingsinterval: -6,7 tot -17,2mTAW
- Geinjecteerd water: zoutwaterpercentage = 94%

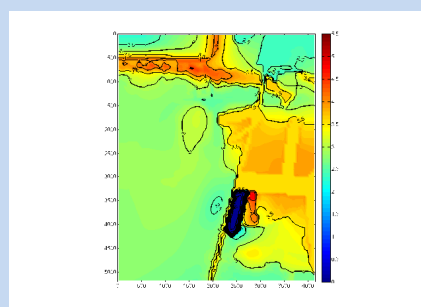
Zoetwaterstijghoogte laag 1 na 1 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan 0mTAW, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

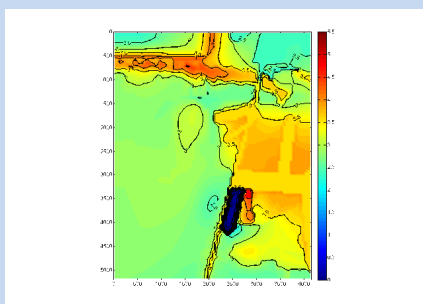
Zoetwaterstijghoogte laag 1 na 2 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan 0mTAW, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

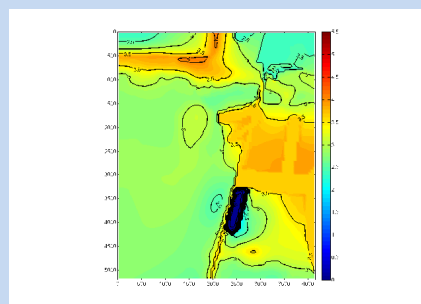
Zoetwaterstijghoogte laag 1 na 3 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan 0mTAW, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

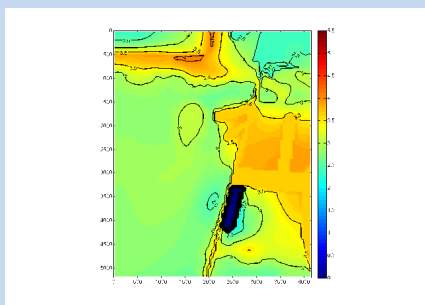
Zoetwaterstijghoogte laag 2 na 1 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan 0mTAW, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

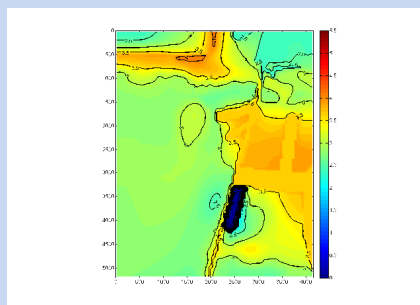
Zoetwaterstijghoogte laag 2 na 2 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan 0mTAW, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

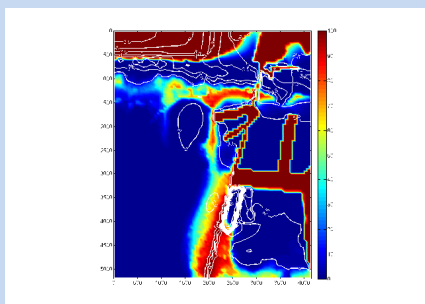
Zoetwaterstijghoogte laag 2 na 3 jaar



Stijghoogtes
(kleurenschaal en
zwarte contourlijnen)
in mTAW

Opm.: Stijghoogte in bouwput is lager dan 0mTAW, maar wordt niet weergegeven om voldoende detail te behouden.

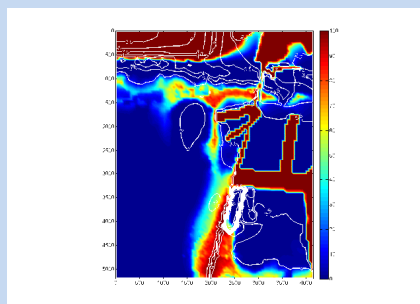
Zoutwaterpercentages laag 1 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

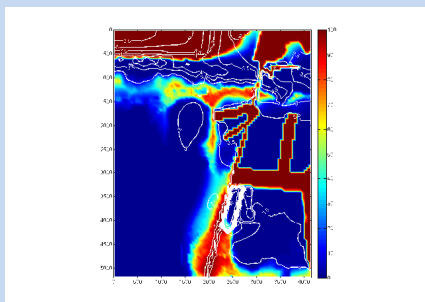
Zoutwaterpercentages laag 1 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

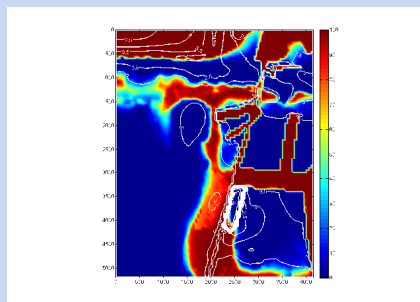
Zoutwaterpercentages laag 1 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

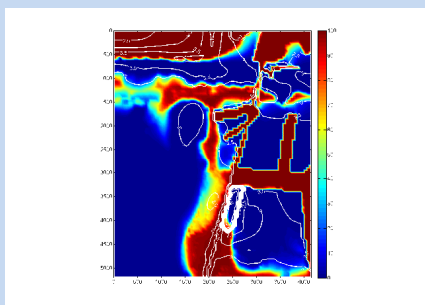
Zoutwaterpercentages laag 2 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

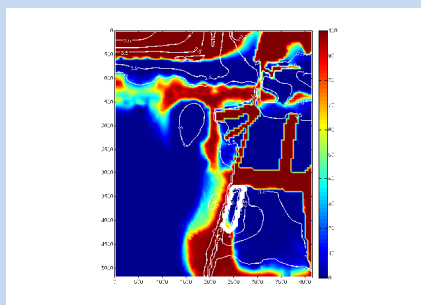
Zoutwaterpercentages laag 2 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

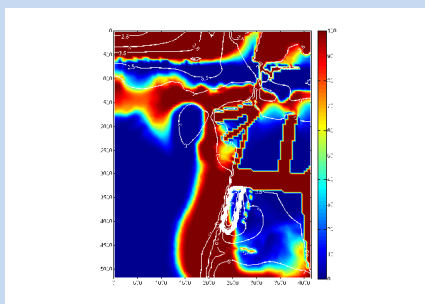
Zoutwaterpercentages laag 2 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

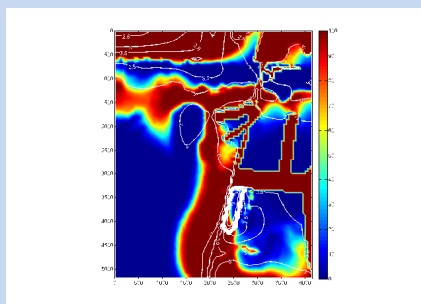
Zoutwaterpercentages laag 5 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

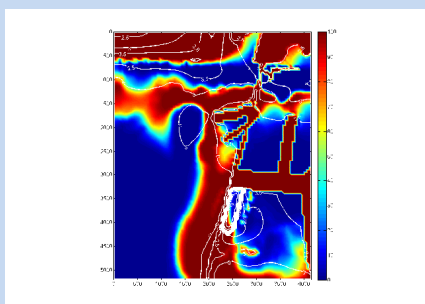
Zoutwaterpercentages laag 5 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

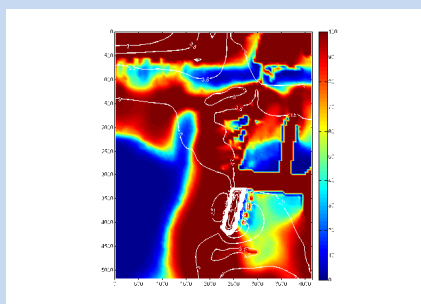
Zoutwaterpercentages laag 5 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

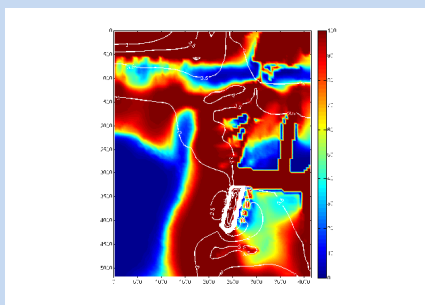
Zoutwaterpercentages laag 9 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

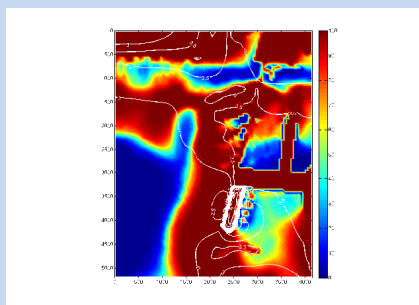
Zoutwaterpercentages laag 9 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

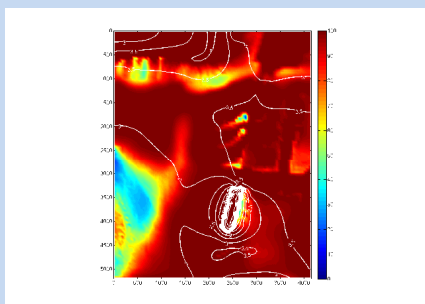
Zoutwaterpercentages laag 9 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

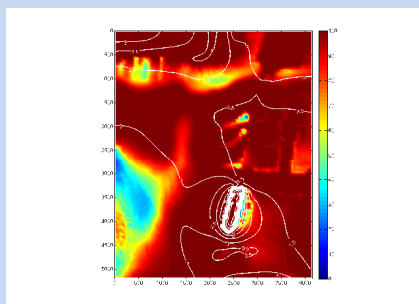
Zoutwaterpercentages laag 13 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

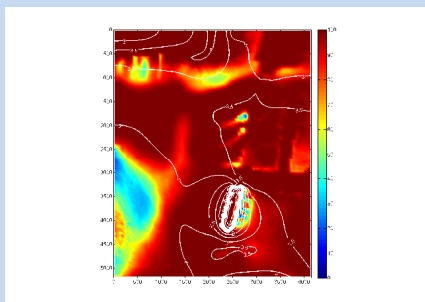
Zoutwaterpercentages laag 13 na 2 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

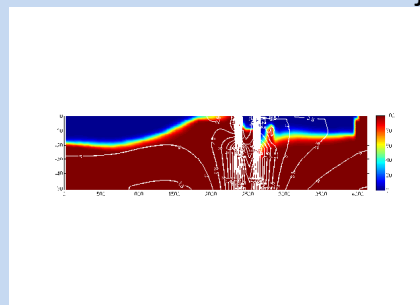
Zoutwaterpercentages laag 13 na 3 jaar



Zoutwaterpercentages
(kleurenschaal) in %

Stijghoogtes (witte
contourlijnen) in mTAW

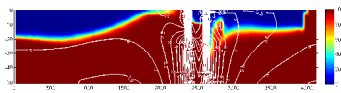
Verticale doorsnede r75 na 1 jaar



Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %

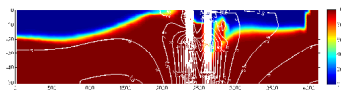
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede r75 na 2 jaar



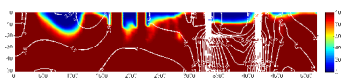
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede r75 na 3 jaar



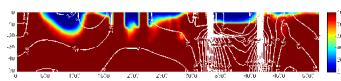
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede k50 na 1 jaar



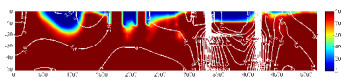
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede k50



Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Verticale doorsnede k50



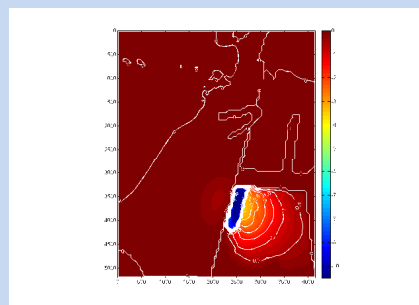
Zoutwaterpercentages (kleurenschaal) in %
Stijghoogtes (witte contourlijnen) in mTAW

Bemaling en retourbemaling

- Uit de resultaten van de simulatie van scenario 2 blijkt dat er ongeveer 5.851m³/d dient gepompt te worden om het bouwdok droog te houden.
 - Horizontaal lekdebiet: ca. 292 m³/d
 - Verticale stroming door bodem: ca. 5.559 m³/d
- Retourbemaling 2.926m³/d
 - Ca. 132,98m³/d per put

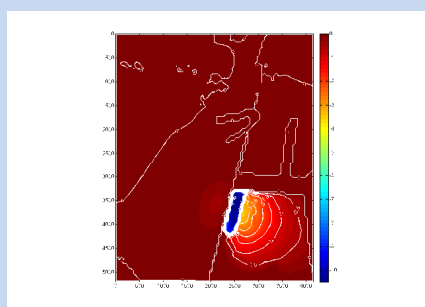
VERSCHILFIGUREN**SCENARIO 1 (SC1) – HUIDIGE TOESTAND (HT)**

Vershil na 1 jaar is SC1 na 1 jaar verminderd met HT na 1 jaar
 Verschil na 2 jaar is SC1 na 2 jaar verminderd met HT na 2 jaar
 Verschil na 3 jaar is SC1 na 3 jaar verminderd met HT na 3 jaar

Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 1 na 1 jaar

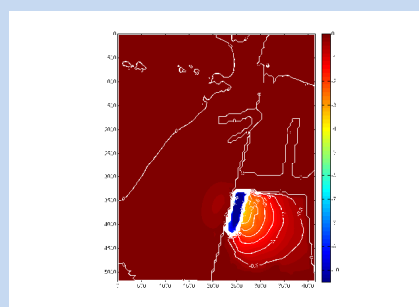
Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 1 na 2 jaar

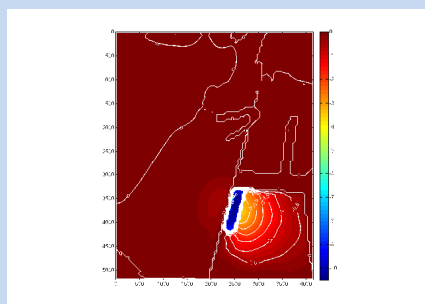
Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 1 na 3 jaar

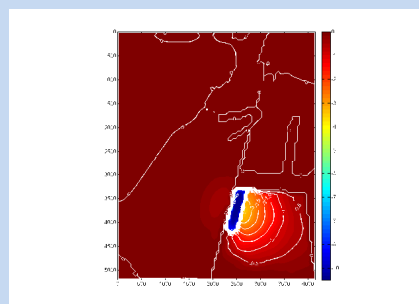
Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 2 na 1 jaar

Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

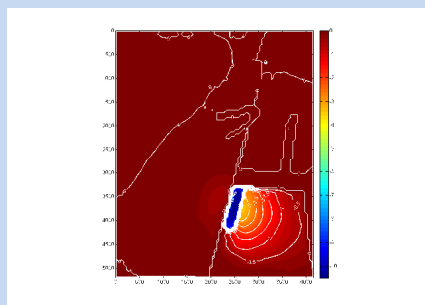
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 2 na 2 jaar

Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

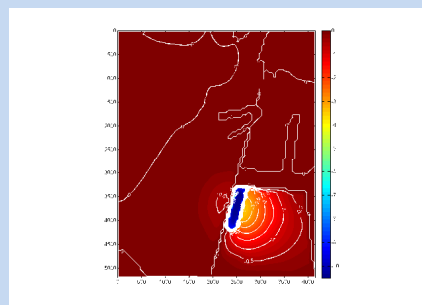
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 2 na 3 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

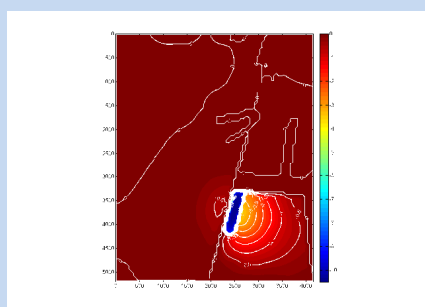
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 5 na 1 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

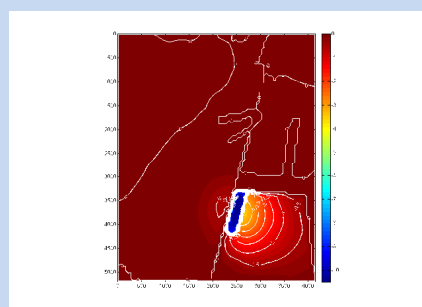
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 5 na 2 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

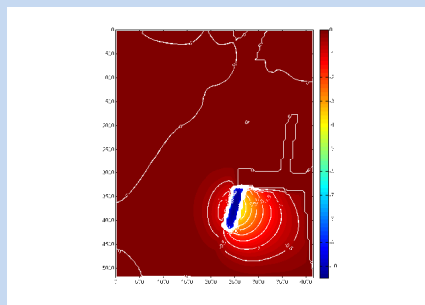
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 5 na 3 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

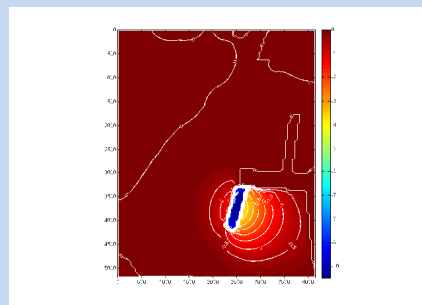
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 9 na 1 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

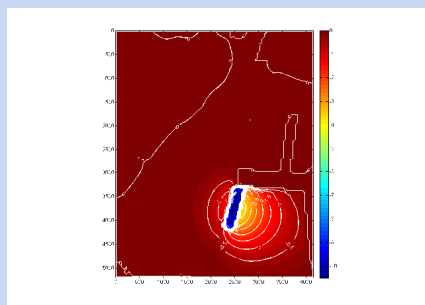
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 9 na 2 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

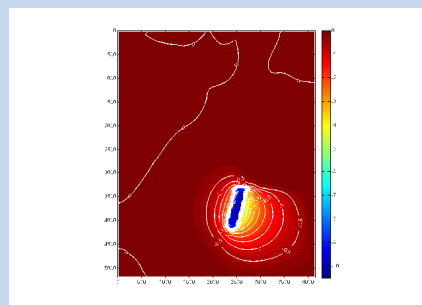
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 9 na 3 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

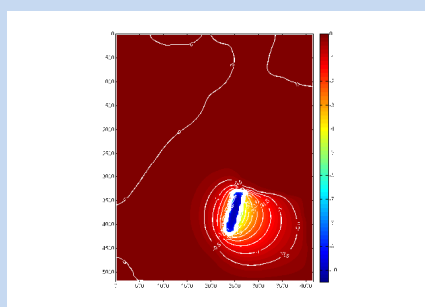
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 13 na 1 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

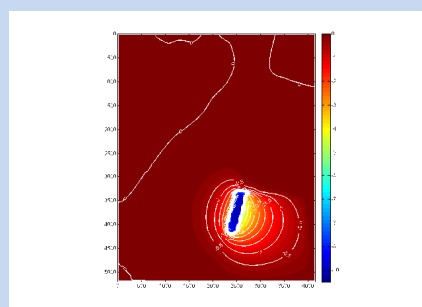
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 13 na 2 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

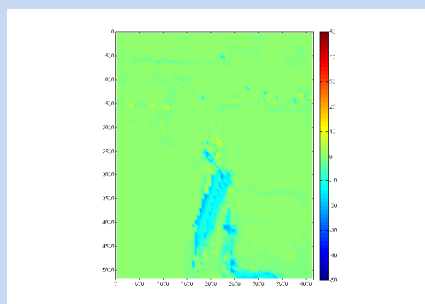
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 13 na 3 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

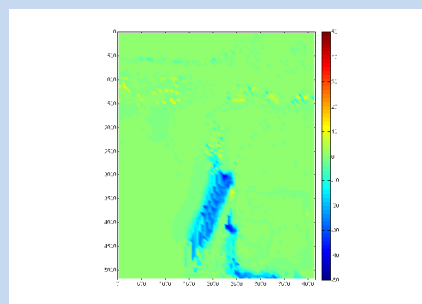
Vershil in Sw% Sc1-HT laag 1 na 1 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

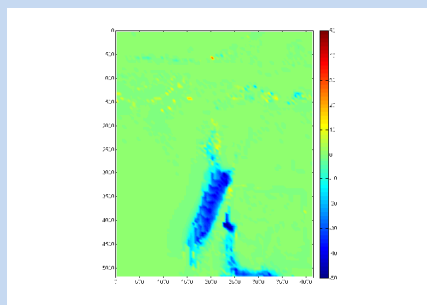
Vershil in Sw% Sc1-HT laag 1 na 2 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

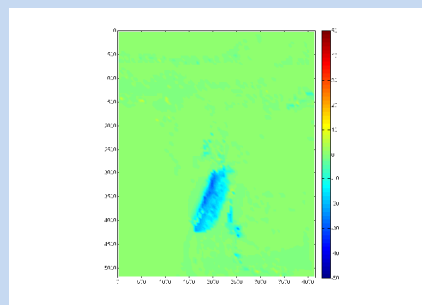
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 1 na 3 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

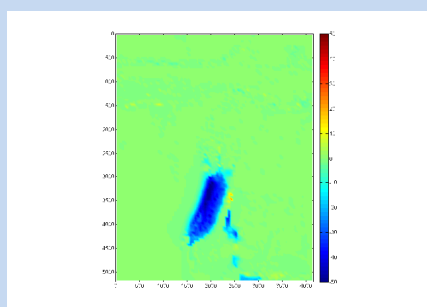
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 2 na 1 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

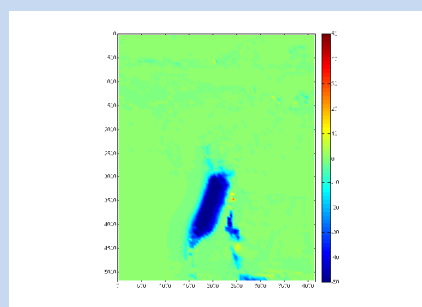
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 2 na 2 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

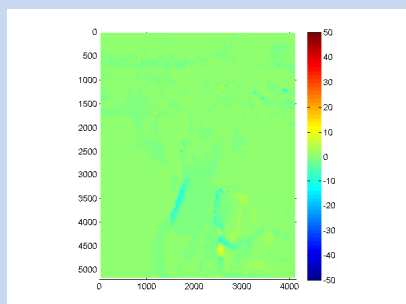
Verschil in Ps Sc1-HT laag 2 na 3 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

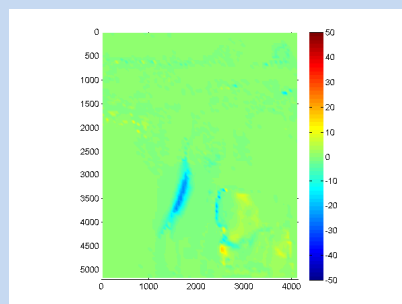
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 5 na 1 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

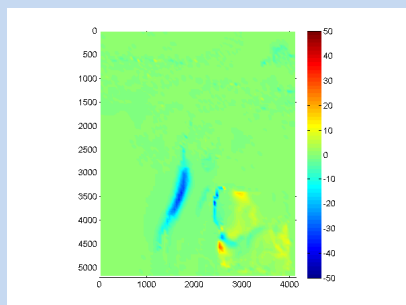
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 5 na 2 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

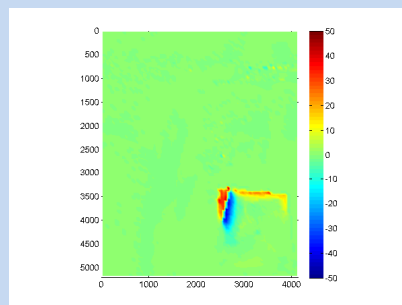
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 5 na 3 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

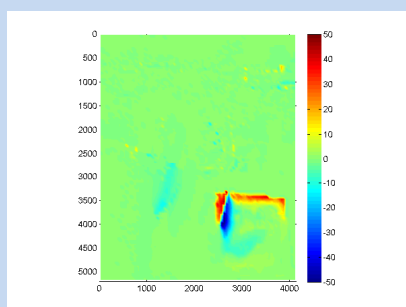
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 9 na 1 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

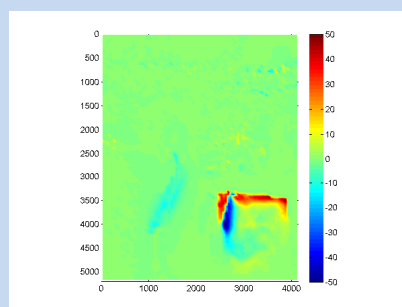
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 9 na 2 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

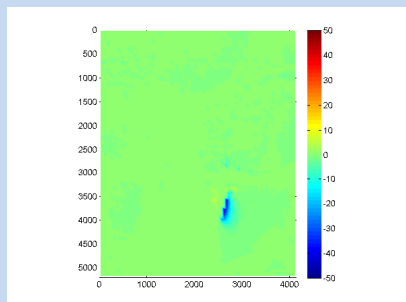
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 9 na 3 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

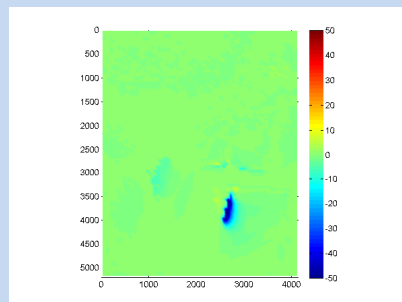
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 13 na 1 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

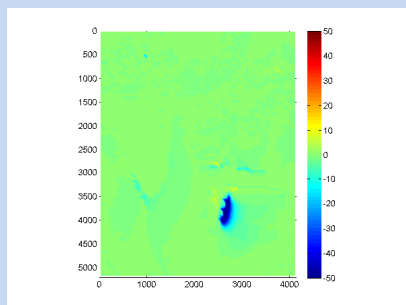
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 13 na 2 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

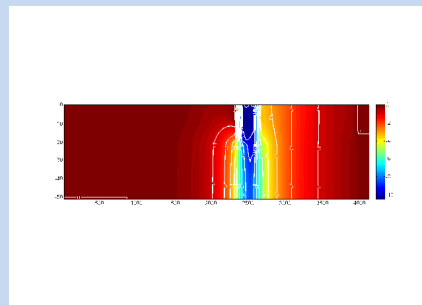
Verschil in Sw% Sc1-HT laag 13 na 3 jaar



Vershil in Sw%
(kleurschaal en witte
contourlijnen) in %

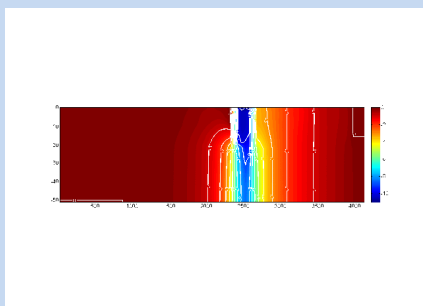
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

Stijghoogteverschil Sc1-HT r75 na 1 jaar



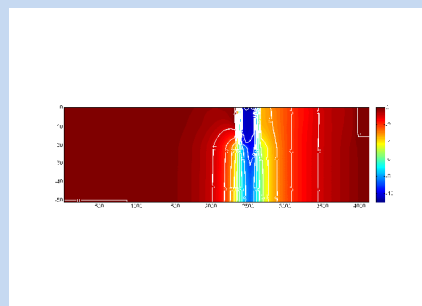
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Stijghoogteverschil Sc1-HT r75 na 2 jaar



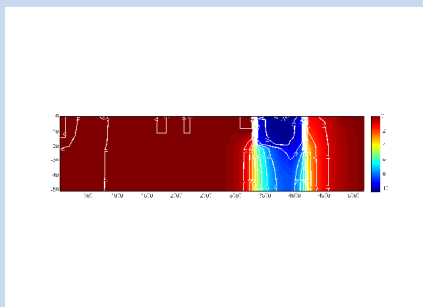
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Stijghoogteverschil Sc1-HT r75 na 3 jaar



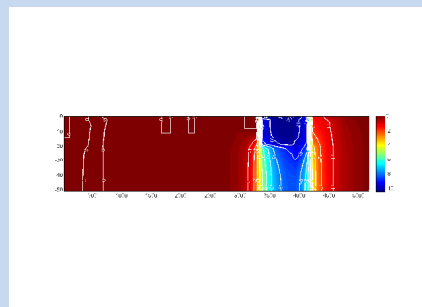
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Stijghoogteverschil Sc1-HT k50 na 1 jaar



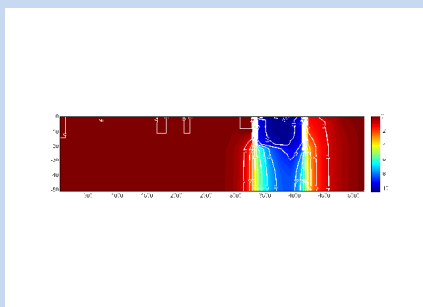
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Stijghoogteverschil Sc1-HT k50 na 2 jaar



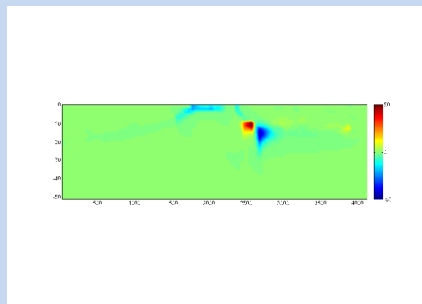
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Stijghoogteverschil Sc1-HT k50 na 3 jaar



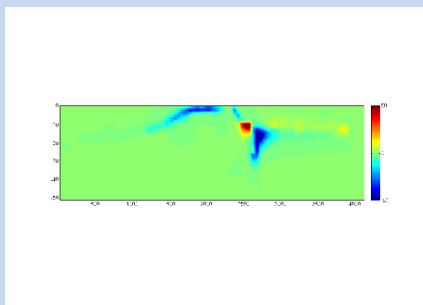
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Vershil Sw% Sc1-HT r75 na 1 jaar



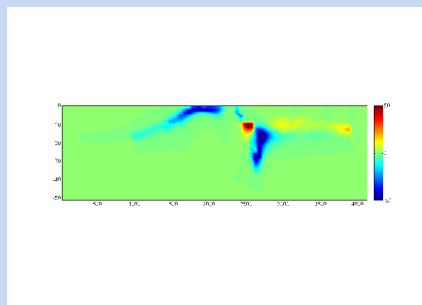
Positieve waarden wijzen op stijging Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

Vershil Sw% Sc1-HT r75 na 2 jaar



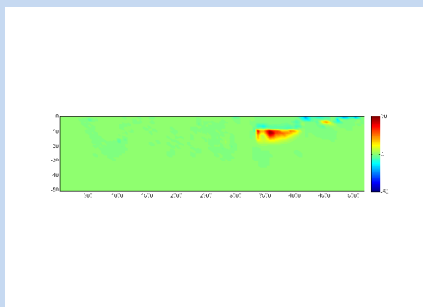
Positieve waarden wijzen op stijging Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

Vershil Sw% Sc1-HT r75 na 3 jaar



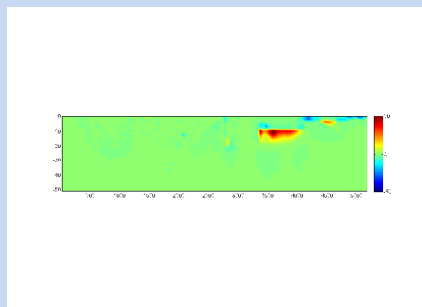
Positieve waarden wijzen op stijging Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

Vershil Sw% Sc1-HT k50 na 1 jaar



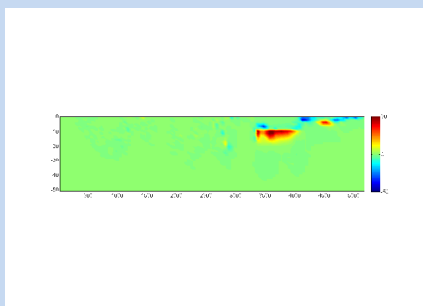
Positieve waarden wijzen op stijging Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

Vershil Sw% Sc1-HT k50 na 2 jaar



Positieve waarden wijzen op stijging Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

Vershil Sw% Sc1-HT k50 na 3 jaar

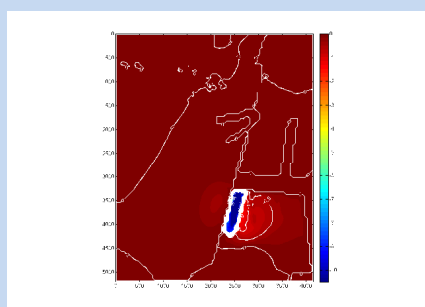


Positieve waarden wijzen op stijging Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

VERSCHILFIGUREN SCENARIO 2 (SC2) - HUIDIGE TOESTAND (HT)

Vershil na 1 jaar is SC2 na 1 jaar verminderd met HT na 1 jaar
Vershil na 2 jaar is SC2 na 2 jaar verminderd met HT na 2 jaar
Vershil na 3 jaar is SC2 na 3 jaar verminderd met HT na 3 jaar

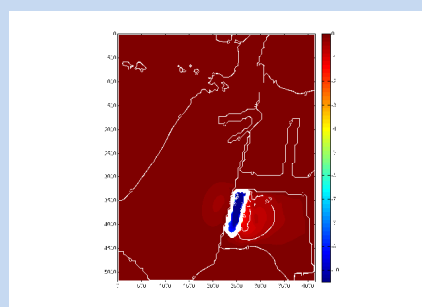
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 1 na 1 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

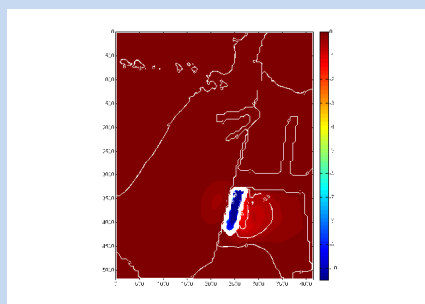
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 1 na 2 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

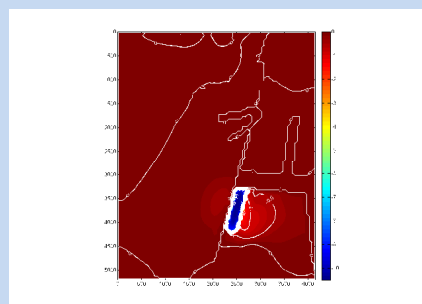
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 1 na 3 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

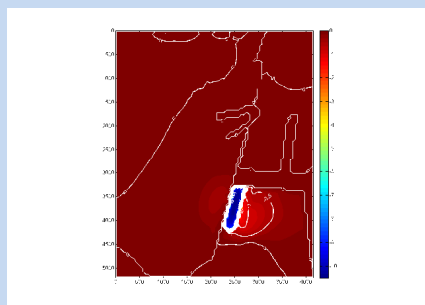
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 2 na 1 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

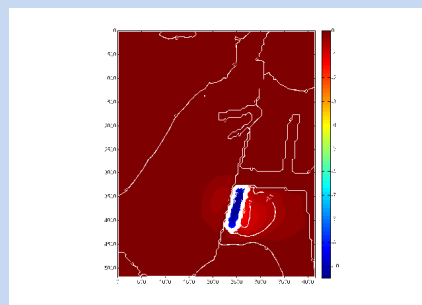
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 2 na 2 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

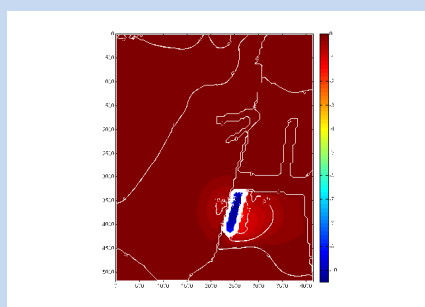
Stijghoogteverschil Sc1-HT laag 2 na 3 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

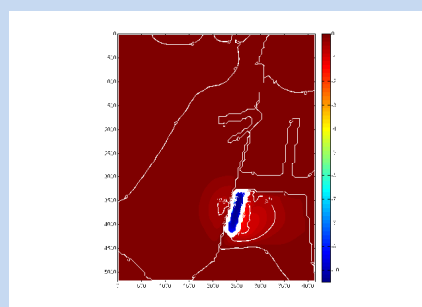
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 5 na 1 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

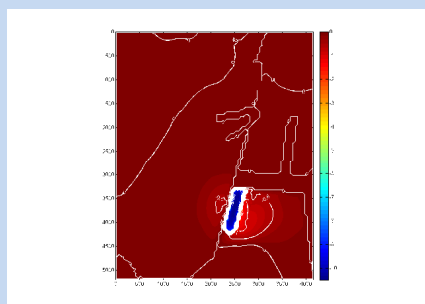
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 5 na 2 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

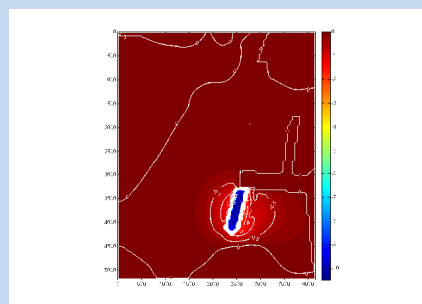
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 5 na 3 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

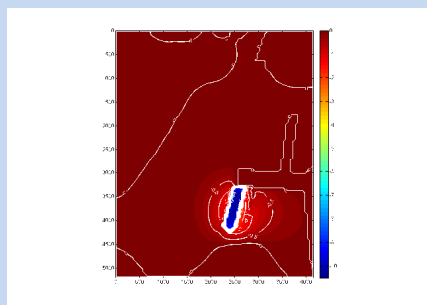
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 9 na 1 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

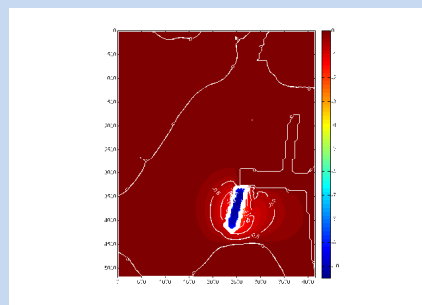
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 9 na 2 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

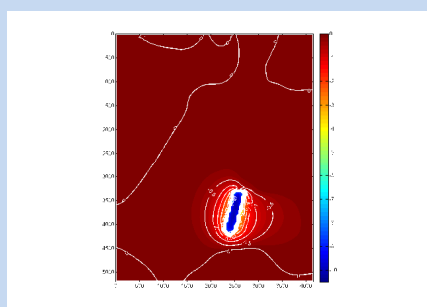
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 9 na 3 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

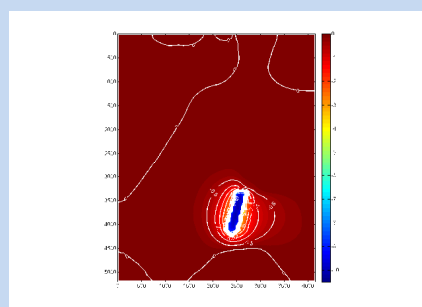
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 13 na 1 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

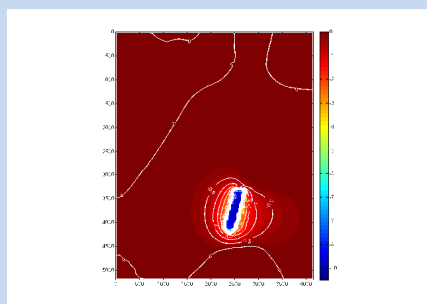
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 13 na 2 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

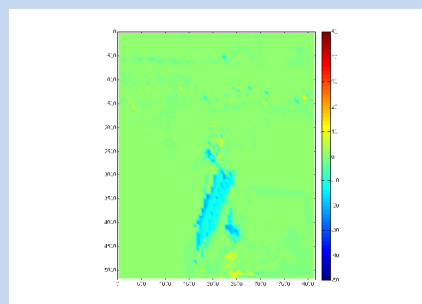
Stijghoogteverschil Sc2-HT laag 13 na 3 jaar



Stijghoogteverschil
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in m

Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT.

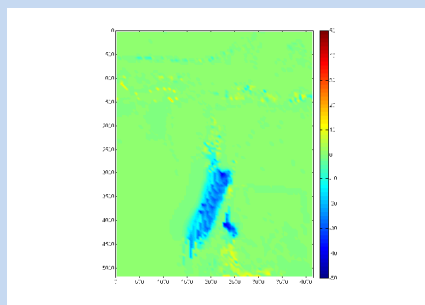
Verskil in Sw% Sc2-HT laag 1 na 1 jaar



Verskil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

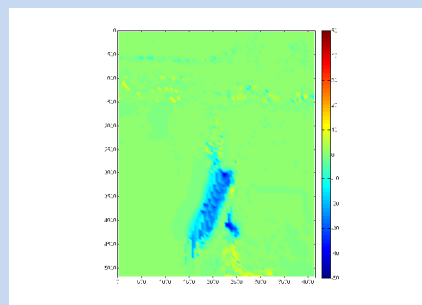
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 1 na 2 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

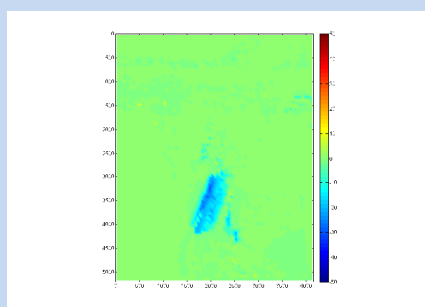
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 1 na 3 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

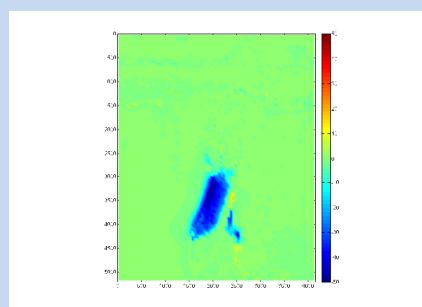
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 2 na 1 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

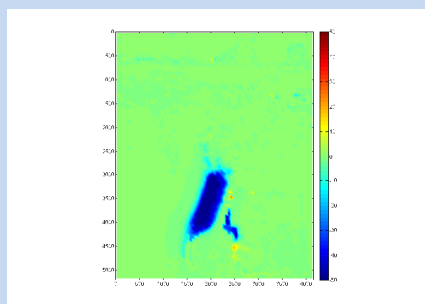
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 2 na 2 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

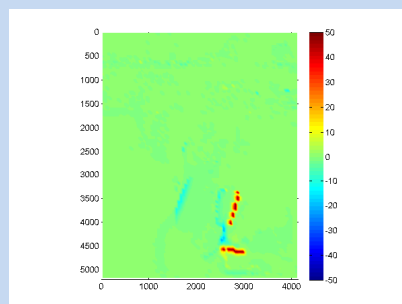
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 2 na 3 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

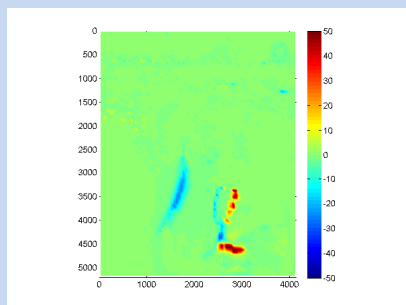
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 5 na 1 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

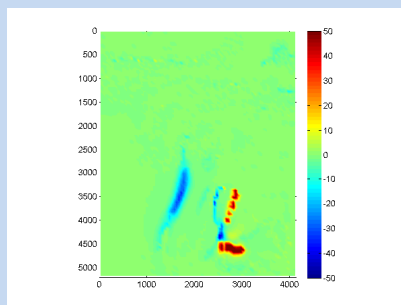
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 5 na 2 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

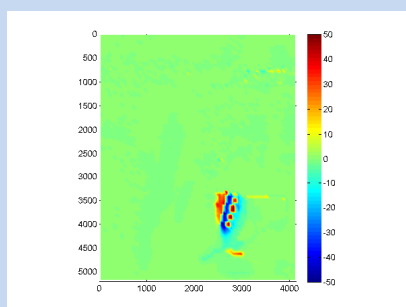
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 5 na 3 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

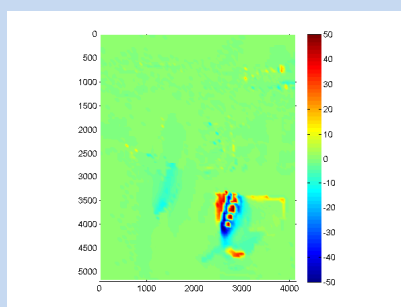
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 9 na 1 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

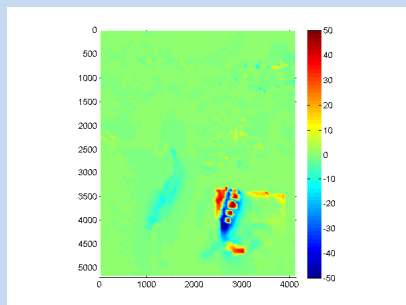
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 9 na 2 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

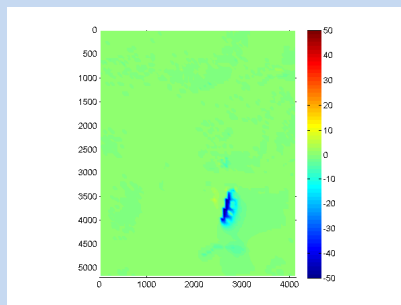
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 9 na 3 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

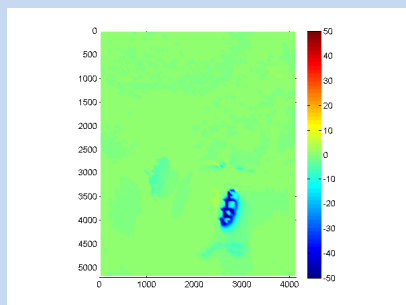
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 13 na 1 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

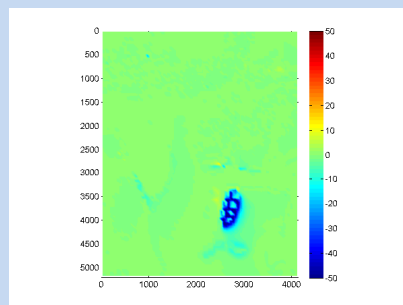
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 13 na 2 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

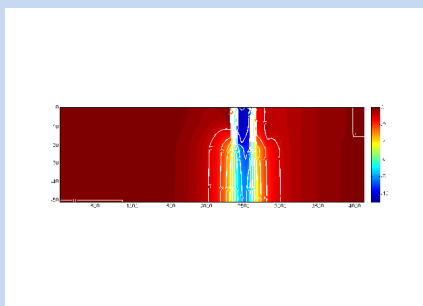
Verschil in Sw% Sc2-HT laag 13 na 3 jaar



Vershil in Sw%
(kleurenschaal en witte
contourlijnen) in %

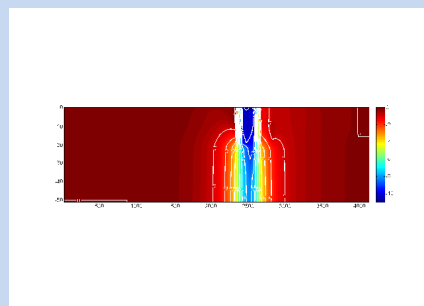
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% in Sc1 t.o.v. HT. (Sw% = zoutwaterpercentage)

Stijghoogteverschil Sc1-HT r75 na 1 jaar



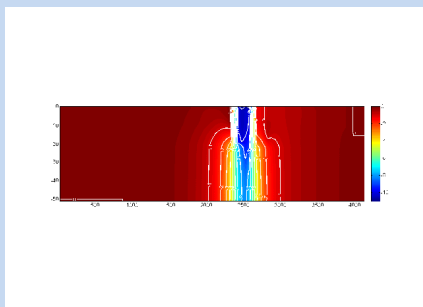
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Stijghoogteverschil Sc1-HT r75 na 2 jaar



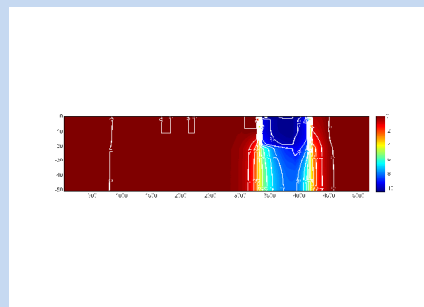
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Stijghoogteverschil Sc1-HT r75 na 3 jaar



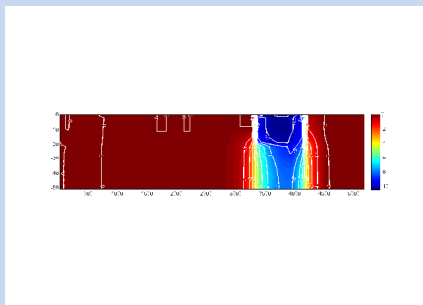
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Stijghoogteverschil Sc2-HT k50 na 1 jaar



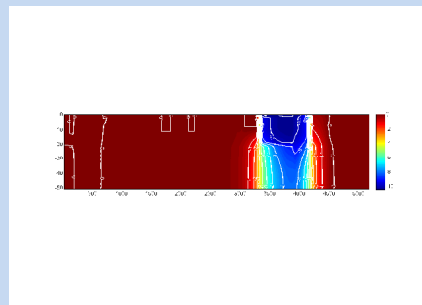
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Stijghoogteverschil Sc2-HT k50 na 2 jaar



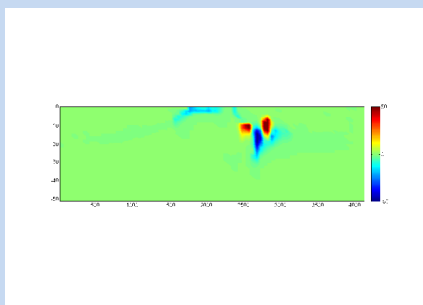
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Stijghoogteverschil Sc2-HT k50 na 3 jaar



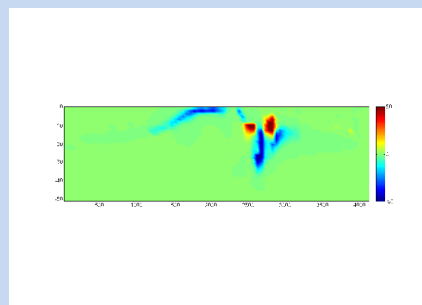
Negatieve waarden wijzen op daling stijghoogtes in Sc1 t.o.v. HT in m.

Verschil Sw% Sc2-HT r75 na 1 jaar



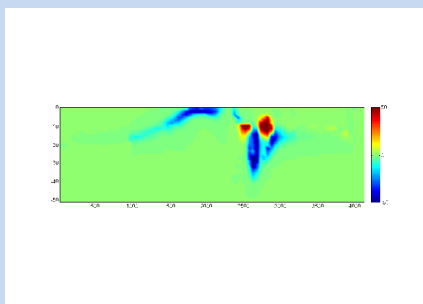
Positieve waarden wijzen op stijging Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

Verschil Sw% Sc2-HT r75 na 2 jaar



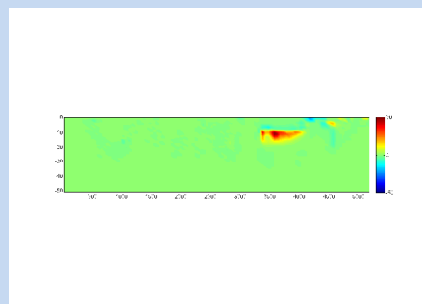
Positieve waarden wijzen op stijging Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

Verschil Sw% Sc2-HT r75 na 3 jaar



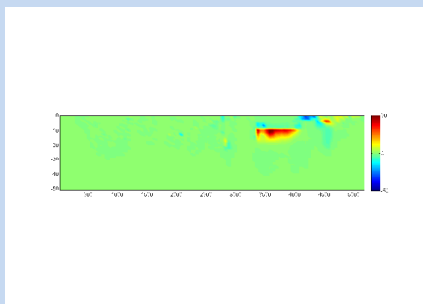
Positieve waarden wijzen op stijging Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

Verschil Sw% Sc2-HT k50 na 1 jaar



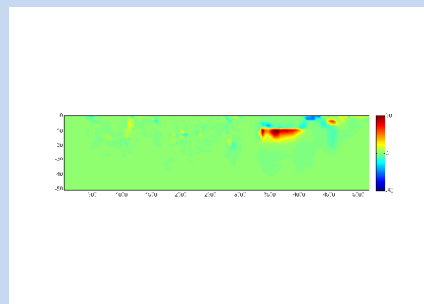
Positieve waarden wijzen op stijging Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling Sw% (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

Vershil Sw% Sc2-HT k50 na 2 jaar



Positieve waarden wijzen op stijging **Sw%** (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling **Sw%** (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

Vershil Sw% Sc2-HT k50 na 3 jaar



Positieve waarden wijzen op stijging **Sw%** (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.
Negatieve waarden wijzen op daling **Sw%** (zoutwaterpercentage) in Sc1 t.o.v. HT.

Bijlage 13 Passende Beoordeling

Bijlage 14 Niet technische samenvatting
