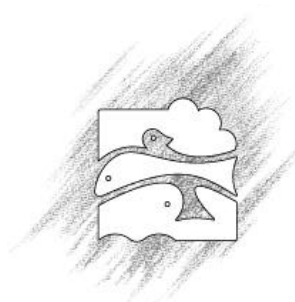




*Wetenschappelijke instelling
van de Vlaamse Gemeenschap*



Instituut voor Natuurbehoud

HET GRONDWATER IN DE VALLEI VAN DE BEVAARBARE NETE



Ingrid Baten

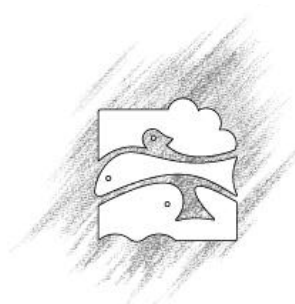
Willy Huybrechts

Verslag van het Instituut voor Natuurbehoud
2003.04

Onderzoek uitgevoerd aan het Instituut voor Natuurbehoud in samenwerking met de Administratie van Waterwegen en Zeewezen (AWZ).



*Wetenschappelijke instelling
van de Vlaamse Gemeenschap*



Instituut voor Natuurbehoud

HET GRONDWATER IN DE VALLEI VAN DE BEVAARBARE NETE

Ingrid Baten
Willy Huybrechts

Verslag van het Instituut voor Natuurbehoud
2003.04

Onderzoek uitgevoerd aan het Instituut voor Natuurbehoud in samenwerking met de
Administratie van Waterwegen en Zeewezen (AWZ).

 INHOUDSOPGAVE

| | |
|--|-----------|
| Inhoudsopgave..... | 2 |
| Lijst figuren | 3 |
| Lijst tabellen | 4 |
| Lijst bijlagen..... | 4 |
| <u>1 INLEIDING.....</u> | <u>5</u> |
| 1.1 Algemeen kader..... | 5 |
| 1.2 Situering van het onderzoeksgebied..... | 5 |
| 1.3 Doelstellingen van het ecohydrologisch onderzoek..... | 7 |
| <u>2 ECOHYDROLOGISCH MEETNET.....</u> | <u>8</u> |
| 2.1 Natuurreservaat Zammelsbroek..... | 9 |
| 2.2 Parkbos de Merode | 11 |
| 2.3 Natuurreservaat Schaapswees | 13 |
| 2.4 Natuurreservaten Heist-op-den-Berg | 14 |
| 2.5 Natuurreservaat Steenbeemden..... | 16 |
| <u>3 CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN HET GROND- EN OPPERVLAKTEWATER ..</u> | <u>19</u> |
| 3.1 Achtergrond | 19 |
| 3.2 Bemonstering en chemische analyse | 19 |
| 3.3 Cluster- en factoranalyse | 24 |
| 3.4 Chemische kenmerken per type | 27 |
| 3.5 Chemische kenmerken per gebied..... | 30 |
| 3.6 conclusies | 31 |
| <u>4 GRONDWATERDYNAMIEK</u> | <u>32</u> |
| 4.1 Gegevensverwerving en -verwerking | 32 |
| 4.2 Vallei van de bevaarbare Grote Nete | 34 |
| 4.3 Vallei van de bevaarbare Kleine Nete – NR Steenbeemden | 45 |
| 4.4 Conclusies | 49 |
| <u>5 BESLUIT</u> | <u>51</u> |
| Referenties..... | 52 |
| Bijlagen | 54 |



LIJST FIGUREN

| | |
|--|----|
| Figuur 1.1: Situering van de bevaarbare Nete..... | 7 |
| Figuur 2.1: Situering van het werkgebied en het ecohydrologisch meetnet | 8 |
| Figuur 2.2: Locatie van de meetpunten in NR Zammelsbroek..... | 11 |
| Figuur 2.3: Locatie van de meetpunten in parkbos de Merode..... | 12 |
| Figuur 2.4: Locatie van de meetpunten in NR Schaapswees | 14 |
| Figuur 2.5: Locatie van de meetpunten in NR Heist-op-den-Berg | 16 |
| Figuur 2.6: Locatie van de meetpunten in NR Steenbeemden..... | 18 |
| Figuur 3.1: Dendrogram van de clustering van de chemische parameters..... | 24 |
| Figuur 3.2: Factoranalyse van de chemische parameters, factor 1 en 2 | 25 |
| Figuur 3.3: Dendrogram van de clustering van de bemonsterde locaties..... | 26 |
| Figuur 3.4: Staafdiagram van de gemiddelde chemische variabelen, per type | 27 |
| Figuur 3.5: Maucher- en stiffdiagramma's van de verschillende watertypes..... | 28 |
| Figuur 3.6: Piperdiagram volgens de chemische typologie | 29 |
| Figuur 3.7: IR-EC-grafiek voor de verschillende meetpunten en de gemiddelden per type | 29 |
| Figuur 3.8: Geografische verspreiding van de chemische types | 30 |
| Figuur 4.1: Handmatige metingen en diverregistraties (volle lijn) in NR Steenbeemden | 33 |
| Figuur 4.2: Monding van de Grote Laak (Zammelsbroek) en parkbos de Merode op 28 februari 2002 | 34 |
| Figuur 4.3a: Tijdscurven, NR Zammelsbroek (raai 1)..... | 37 |
| Figuur 4.4a: Dwarsprofielcurven, NR Zammelsbroek (raai 1, de rode lijntjes geven de top van de piëzometers aan) | 37 |
| Figuur 4.3b: Tijdscurven, NR Zammelsbroek (raai 2)..... | 38 |
| Figuur 4.4b: Dwarsprofielcurven, NR Zammelsbroek (raai 2, de rode lijntjes geven de top van de piëzometers aan) | 38 |
| Figuur 4.5: Tijdscurven, NR Zammelsbroek (raai1: 1990, 2001 en 2002) | 39 |
| Figuur 4.6: Tijdscurven, parkbos de Merode | 40 |
| Figuur 4.7: Dwarsprofielcurven, parkbos de Merode (de rode lijntjes geven de top van de piëzometers aan) | 40 |
| Figuur 4.8: Tijdscurven, NR Schaapswees..... | 41 |



| | |
|---|----|
| Figuur 4.9: Dwarsprofielcurven, NR Schaapswees (de rode lijntjes geven de top van de piëzometers aan) | 41 |
| Figuur 4.10a: Tijdscurven, NR Heist-op-den-Berg (linkeroever)..... | 43 |
| Figuur 4.10b: Tijdscurven, NR Heist-op-den-Berg (rechteroever)..... | 43 |
| Figuur 4.11: Dwarsprofielcurven, NR Heist-op-den-Berg (linker- en rechteroever, de rode lijntjes geven de top van de piëzometers aan) | 44 |
| Figuur 4.12: Tijdscurven augustus 2002, NR Steenbeemden. | 46 |
| Figuur 4.13: Tijdscurven 12 september 2002, Nete, STE4D, STE3D en STE2D ... | 46 |
| Figuur 4.14: Tijdscurven 2001 en 2002, NR Steenbeemden (tjgemiddelde (STE 4D, STE 3D, STE 2D), daggemiddelde (STE 1D) en oppervlaktewater)..... | 47 |
| Figuur 4.15: Dwarsprofielcurven, NR Steenbeemden | 48 |

LIJST TABELLEN

| | |
|---|----|
| Tabel 3.1: Hydrochemische variabelen..... | 20 |
| Tabel 3.2: Hydrochemische indeling van de grond- en oppervlaktewaterstalen ... | 26 |
| Tabel 3.3: Gemiddelde van de chemische variabelen voor de vier watertypen..... | 27 |
| Tabel 4.1: Hydrodynamische variabelen per jaar | 32 |
| Tabel 4.2: Hydrodynamische variabelen, NR Zammelsbroek | 35 |
| Tabel 4.3: Hydrodynamische variabelen, parkbos de Merode | 35 |
| Tabel 4.4 Hydrodynamische variabelen, NR Schaapswees | 35 |
| Tabel 4.5 Hydrodynamische variabelen, NR Heist-op-den-Berg..... | 36 |
| Tabel 4.6: De grondwaterstanden in NR Steenbeemden, samengevat in enkele variabelen. | 45 |

LIJST BIJLAGEN

| | |
|--|----|
| Bijlage 2.1: Code, ligging en afmetingen van de piëzometers en meetpunten..... | 54 |
| Bijlage 3.1: Chemische parameters..... | 55 |



1 INLEIDING

Tegen de achtergrond van de nieuwe opvattingen betreffende duurzaam en integraal waterbeheer werkt de Administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ), afdeling Zeeschelde, aan de aanpassing van het Sigma-plan. Deze actualisatie behelst ondermeer het Netebekken. In de nieuwe benadering komt behalve veiligheid ook ruimte voor de rivier en natuur op de voorgrond. Ter ondersteuning van deze doeleinden voert het Instituut voor Natuurbehoud een ecohydrologisch onderzoek uit. Dit rapport behandelt de resultaten van de studie met betrekking tot de dynamiek en de chemische samenstelling van het grondwater in de Netevallei

1.1 ALGEMEEN KADER

Net als elders in Vlaanderen drukte de mens zijn stempel op het stroomgebied van de Nete. Waterlopen werden rechtgetrokken en uitgediept, oevers verstevigd. Waterrijke gebieden werden gedraineerd en in cultuur gebracht. Valleigebieden werden in beslag genomen door woonzones, industrieterreinen of weekendhuisjes. De gevolgen hiervan zijn onder andere verhoogde piekdebieten, ongewenste overstromingen en een hoog sedimenttransport. Door aanpassingswerken, uitdieping van de waterloop en dijkwerken verminderde in veel valleigebieden de lokale kweldruk en ging de relatie tussen rivier en vallei deels verloren (Mennen & de Schutter 2000).

Het huidige Vlaamse waterbeleid en -beheer vertoont een aantal onvolkomenheden, die mede aan de basis liggen van recente watergebonden problemen zoals wateroverlast en vervuiling, structuurverlies van de bedding en het verdwijnen, degraderen of verdrogen van vallei-ecotopen. De recente studie van een graslandkartering, uitgevoerd in de jaren 1957 – 1960, heeft aangetoond dat in de vallei van de bevaarbare Nete de verdroging een feit is. Vooral de vochtige, licht bemeste graslanden, zoals dotterbloemhooilanden zijn gedecimeerd (Baten, Huybrechts *et al.* 2002).

De grootschalige wijzigingen van waterlopen en hun bekkens heeft een vermindering van het kombergend vermogen veroorzaakt. Het ondoordacht verder uitbouwen van de bedijking vormt geen oplossing want extreme wassen die niet door een waterloop kunnen worden afgevoerd zijn een onvermijdelijk gegeven. Om wateroverlast te beperken dienen rivieren opnieuw ruimte krijgen om te overstromen. De mogelijkheid om landbouw- en natuurterreinen in te schakelen als overstromingsgebieden met een aangepast bodemgebruik wordt echter gehypothekerd door water- en bodemverontreiniging.

1.2 SITUERING VAN HET ONDERZOEKSGBIED

1.2.1 Het Netebekken

Het Netebekken is één van de 11 Vlaamse rivierbekkens en behoort tot het stroomgebied van de Schelde. In het noorden en het oosten wordt het Netebekken begrensd door het Maasbekken, in het zuiden door het Demerbekken en in het westen door het bekken van de Beneden-Schelde. Het Netebekken ligt grotendeels in de provincie Antwerpen en strekt zich uit over 54 gemeenten. De totale oppervlakte bedraagt 1673 km². Het Netebekken



maakt voornamelijk deel uit van de Kempische Laagvlakte en bestaat vooral uit zandige tot lemig-zandige bodems.

De Kleine Nete ontspringt in het Reties Goor en is ongeveer 50 km lang (Van Den Broeck 1992). De Grote Nete ontspringt eveneens in het Kempisch plateau, nabij Hechtel. De lengte is bij benadering 85 km (Vandenbergh 1977). De samenvloeiing van de beide Netes bevindt zich te Lier. Samen vormen ze de Beneden Nete, die na 14 km in Rumst uitmondt in de Rupel. De waterlopen zijn laaglandbeken en worden gekenmerkt door een gering verval en een lage stroomsnelheid. Ze worden voornamelijk gevoed door afstromend hemelwater en kwelwater. In oorsprong kennen ze een sterk meanderend verloop en is er een intense relatie tussen waterloop en vallei. Overstromingen zijn een natuurlijk fenomeen, doch zelden wenselijk als gevolg van de vervanging van natte beemden en hooilanden door woon- en industriegebieden en intensievere landbouw.

De systematische opvulling van het geologisch bekken van de Kempen met sedimenten bepaalt de aanwezigheid van watervoerende lagen. Deze sedimenten hellen af in noordoostelijke richting en worden dikker naar het noorden en noordoosten toe. Het belangrijkste watervoerende pakket wordt gevormd door de Neogene zandafzettingen, bestaande uit de Formaties van Berchem, Diest, Kasterlee en Mol. De zandige deklaag en de meestal geringe diepte van de grondwatertafel resulteren in zeer kwetsbare watervoerende lagen. (Mennen & de Schutter 2000)

1.2.2 De vallei van de bevaarbare Nete

Het onderzoeksgebied beperkt zich tot de vallei van de bevaarbare Nete (zie figuur 1.1). De bevaarbare Nete ligt, behalve een stuk van de Kleine Nete te Grobbendonk, volledig ten zuiden van het Albertkanaal. Het wettelijk bevaarbaar deel van de Grote Nete begint in Oosterlo (Geel) en is bijna 43,5 km lang. De 15,5 km lange Kleine Nete is officieel bevaarbaar vanaf Grobbendonk. Officieel behoort ook het 15 km lange Netekanaal tot de bevoegdheid van AWZ. De Beneden Nete en de bevaarbare Kleine Nete zijn volledig onderhevig aan getijdenwerking. Op de bevaarbare Grote Nete zijn de getijden merkbaar tot in Itegem (Mennen & de Schutter 2000).

Een concreet werkterrein (zie figuur 2.1) werd afgebakend om de zoektocht naar relevante informatie efficiënter en éénduidig te laten verlopen. Dit gebied diende de vallei van de Nete te omvatten met alle overstromingsgebieden (OG), zowel natuurlijke, recente als mogelijke OG's. Een selectie van de van nature overstroombare en recent overstroomde gebieden, resulteert in een onsamenhangend gebied dat niet representatief is voor de vallei. Het volgen van de hoogtelijnen op de topografische kaart bleek zeer omslachtig. Daarom werd ervoor gekozen om bij de afbakening gebruik te maken van zowel de topografische kaart en de wegenkaart als van de kaart met de van nature overstroombare en recent overstroomde gebieden. Het gebied werd dusdanig bepaald dat het alle overstromingsgebieden die aansluiten op de Nete omvat. De begrenzing van het gebied valt grotendeels samen met de aanwezige wegeninfrastructuur. In totaal bedraagt de oppervlakte van werkgebied ongeveer 8 230 ha.





Figuur 1.1: Situering van de bevaarbare Nete

1.3 DOELSTELLINGEN VAN HET ECOHYDROLOGISCH ONDERZOEK

Het huidige beleid is zich bewust van het belang van een meer integrale aanpak, waarbij rekening gehouden wordt met de uiteenlopende functies van de rivieren en valleien. Zo wordt er meer aandacht besteed aan de tijdelijke berging van water in de valleien, om zo dichter aan te sluiten bij de natuurlijke hydrologie. In dit kader werkt de Administratie Waterwegen en Zeewezen (AWZ) aan de actualisatie van het Sigma-plan voor de Zeeschelde en de bijrivieren.

Het ecohydrologisch onderzoek heeft tot doel (eco)hydrologische processen en relaties tussen de vallei en de bevaarbare Nete te verkennen. Deze processen zijn namelijk van cruciaal belang voor de mogelijkheden tot integraal waterbeheer in de Netevallei. Het in kaart brengen van de invloed van waterbeheer op de valleibiotopen laat toe om het water- en natuurbeheer beter op elkaar af te stemmen en de aanwezige ecologische potenties van de Netevallei optimaal te benutten. Deze potenties worden in hoge mate bepaald door de hydrologische randvoorwaarden en het waterbeheer. Praktisch worden de dynamiek en de chemische samenstelling van oppervlaktewater en grondwater onderzocht aan de hand van een hydrologisch netwerk, uitgewerkt in het voorjaar 2001.

2 ECOHYDROLOGISCH MEETNET

In het voorjaar 2001 werd een ecohydrologisch meetnet uitgebouwd, verdeeld over vijf locaties (zie figuur 2.1). Ze vertegenwoordigen verschillende valleicondities langs de bevaarbare Nete: de vallei ter hoogte van de waterloop onderhevig aan getijdenwerking en begrensd door Sigma-dijken, valleigebieden die model staan voor drie situaties met lage onverharde bedijkingen maar bij verschillende dimensies van de waterloop en verschillende overstromingsfrequenties en het enige deel van de vallei zonder bedijking.



Figuur 2.1: Situering van het werkgebied en het ecohydrologisch meetnet

Het ecohydrologische meetnet werd uitgebouwd in vier natuureservaten en één privé-terrein. Wegens de uitgestrektheid van het werkterrein, werd er geopteerd voor raaien loodrecht op de rivier in plaats van een raster. De afstand ten opzichte van de rivieras neemt bij benadering logaritmisch toe om de gradiënt ten opzichte van de Nete efficiënter te kunnen kwantificeren. In totaal werden er zeven raaien uitgezet: één langs de Kleine Nete en zes in de vallei van de bevaarbare Grote Nete. Begin 2002 werden er twee extra ondiepe buizen geplaatst. De lijst en codes¹ van de peilbuizen staan in bijlage 2.1. De piëzometers bestaan uit PVC buizen van 5 cm doorsnede, onderaan afgedicht en voorzien

¹ Elke piëzometer heeft een identificatiecode, bestaande uit acht karakters van het type 'ZABP001X' waarbij 'ZAB' naar het gebied refereert (hier **Z**Amme**l**s**B**roek), 'P' staat voor op **P**iëzometer, '001' is een volgnummer en 'X' een bijkomend karakter. Peilschalen hebben een analoge code: 'ZABS01XX' waarbij de 'S' voor peilschaal staat en er twee bijkomende karakters ('XX') zijn. Oppervlaktewaters waarvan enkel de chemie wordt bemonsterd, maar niet het peil wordt opgemeten, worden eveneens met een dergelijke code ingegeven: 'ZABR001X' waarbij 'R' staat voor **R**ivier. Met deze code zijn de piëzometers, peilschalen en oppervlaktewaters ingegeven in de hydrologische databank WATINA van het Instituut voor Natuurbehoud. In dit rapport worden de piëzometers aangeduid met een verkorte versie van de code. 'ZABP001X' wordt afgekort tot 'ZAB1'; de gebiedsidentificatie en het volgnummer. Voor de oppervlaktewaters wordt de naam van de beek of waterloop gehanteerd.

van een 50 cm lange filter. De diepe piëzometers zitten gemiddeld 285 cm onder het maaiveld (maximaal 385 cm, minimaal 170 cm). Naast het grondwatervlakte wordt het peil van de Grote Nete gemeten vanop vier bruggen nabij de raaien. Aan de hand van drie peilschalen, aangebracht in de zomer 2001, wordt het peil van drie kleinere waterlopen bepaald. In het gebied langs de getijdenbeïnvloede Kleine Nete werd van augustus 2001 tot september 2002 het grondwaterpeil gemeten met behulp van divers of dataloggers.

In het voorjaar 2002 werden de X en Y-Lambert-coördinaten van de piëzometers en de meetpunten van oppervlaktewater gemeten. De coördinaten werden bepaald met behulp van het Global Positioning System (Garmin GPS 76). In het horizontaal vlak geven deze toestellen een meetfout van 10 m binnen een 90 % betrouwbaarheidsinterval. Om de meetfout te beperken en te controleren werden de metingen zeven maal uitgevoerd en vergeleken met de luchtfoto's. Sterk afwijkende metingen werden geëlimineerd. De hoogte van het maaiveld in mTAW (Tweede Algemene Waterpassing) werd in de winter 2001 bepaald door waterpassing. De resultaten van de topografische metingen zijn terug te vinden in de bijlage.

2.1 NATUURRESERVAAT ZAMMELSBROEK

GEBIED

Het natuurreservaat Zammelsbroek ligt grotendeels in de gemeente Geel, ten zuiden van de dorpskernen van Zammel en Oosterlo. De rest van het 300 ha grote gebied ligt op het grondgebied van Laakdal. Het gedeelte op de rechteroever, ten zuiden begrensd door de Grote Nete, ten noorden door de Molenlaak (een oude Nete-arm), wordt het Binnenbroek genoemd. Het Zammelsbuitenbroek ligt op de linkeroever en wordt in het zuiden begrensd door de Hoefkensloop en de sterk vervuilde Grote Laak. De monding van deze laak in de Grote Nete vormt het meest westelijke punt van het gebied. Het landschap wordt gekenmerkt door moerkuilen en ondiepe plassen die ontstonden door veenontginningen (Mennen & de Schutter 2000) en waarvan enkele voor recreatie worden gebruikt. Het buitenbroek wordt doorsneden door vaak verwaarloosde drainagegrachten. Recente uitdieping van de Grote Nete (omstreeks 1989) vanaf de brug van Oosterlo tot Lier heeft het verval van de Grote Nete doen toenemen. Stroomafwaarts de brug van Oosterlo werden over honderden meters de dijken verstevigd met breuksteen. De uitdieping en het consequente grotere verval deden vermoedelijk de grondwatertafel in een deel van het gebied dalen (Verwaerde 1990).

Het gebied maakt deel uit van het beschermde landschap Zammelsbroek met natuurgebied (buitenbroek) en natuurgebied met wetenschappelijke waarde of natuurreservaten (binnenbroek) als gewestplanbestemmingen. Het is tevens deel van een habitatrictlijngebied 'Bovenloop van de Grote Nete en Zammelsbroek' met langgerekte percelen in eigendom van Natuurpunt vzw (tot voor kort van Wielewaal vzw).

De biologische waardering (De Saeger, Delafaille *et al.* 2000; Rombouts, Delafaille *et al.* 2000; Heirman, Bosch *et al.* 2002; Vriens, Van Hove *et al.* 2002) is overwegend zeer waardevol. Het binnenbroek is een afwisseling van natte ruigtes met Moerasspirea, soortenarm permanent cultuurgrasland en vochtig wilgenstruweel op voedselrijke bodems.



Het buitenbroek bestaat voornamelijk uit permanent of verruigd grasland afgewisseld met vooral vochtige wilgenstruwelen en in mindere mate naaldhoutaanplantingen, eikenberkenbossen en andere houtopslag. Lokaal liggen er recente eutrofe plassen en is er recreatieinfrastructuur en andere open bebouwing.

De bodem in het binnenbroek bestaat grotendeels uit zeer natte tot uiterst natte lichte zandleem, lichte zandleem met weinig substraat en veen. In het buitenbroek, ter hoogte van de eerste raai en nabij de Nete is de bodem vooral zeer natte lichte zandleem met lokaal veen en verstoorde bodems. Ter hoogte van de tweede raai en nabij de hoefkensloop, het meer zuidoostelijke deel van het Buitenbroek overheerst zand en de bodemdrainage verandert van nat (e) tot matig nat (d) weg van de Nete.

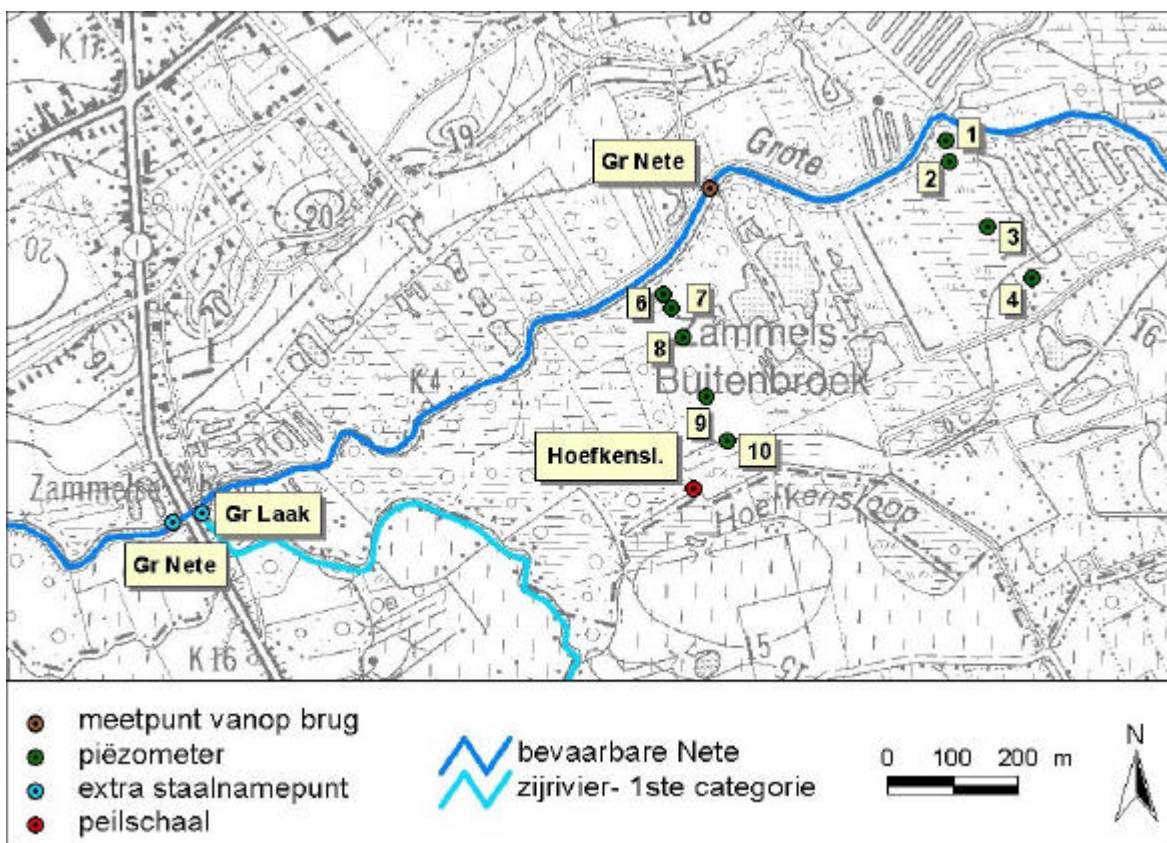
Het overgrote gedeelte van het gebied is zowel van nature overstroombaar als recent overstroomd en wordt door verschillende instanties als potentiële overstromingsgebied bestempeld. Het behoort ook integraal tot het voorgestelde Vlaamse Ecologische Netwerk.

RAAIEN

In het Zammelsbuitenbroek werden 7 piëzometers aangebracht. Raai 1 ligt ter hoogte van de monding van de Molenlaak en bestaat uit twee recente geplaatste buizen en twee piëzometers die in 1989 geplaatst werden in het kader van een eindverhandeling (Verwaerde 1990). Raai 2, bestaande uit vijf buizen en een peilschaal in de Hoefkensloop, begint ongeveer ± 150 m stroomafwaarts van een centraal gelegen voetgangersbrug (zie figuur 2.2). Beide raaien liggen op het grondgebied van de gemeente Geel. De eerste raai loopt evenwijdig met een in onbruik geraakte drainagegracht zonder afvoerpunt. Ten noordoosten en ten zuiden van deze raai liggen weinig onderhouden recreatievijvers. Het perceel is in eigendom van Natuurpunt vzw en wordt regelmatig gemaaid. De tweede raai eindigt min of meer ter hoogte van een punt waar de hoefkensloop overstroomt bij hoogwater en langs waar het water weer terugtrekt. Het terrein bestaat uit open ruigten en struwelen en staat geregeld onder water. Figuur 2.2 geeft de locatie van de twee raaien.

Tijdens het plaatsen van de eerste en de tweede piëzometer van de meest stroomopwaartse raai werd er eerst geboord door een dunne organische laag, gevolgd door een dikke (ZAB1) of dunne (ZAB2) harde bruine, grove laag. Beide boringen vertoonden klei-veen bijmenging. Het dunne laagje organisch materiaal kwam eveneens voor bij de vijf buizen van de tweede raai. De ondergrond bestaat uit een roestbruine tot bleekgrijze zandige laag die overgaat in de typische grijsgroene glauconiethoudende zandlaag. Lokaal komen er kleilaagjes voor, als dan niet met grind (ZAB6, ZAB7 en ZAB8) of weinig materiaal (ZAB7 en ZAB9).





Figuur 2.2: Locatie van de meetpunten in NR Zammelsbroek

2.2 PARKBOS DE MERODE

GEBIED

Het parkbos de Merode ligt op het grondgebied van de gemeente Herselt en is eigendom van de familie de Merode. Het terrein ligt op de linkeroever van de Grote Nete en ten zuiden van Westerlo centrum. Aan de overkant van de Nete ligt het park en het kasteel waartoe het parkbos behoort. Ter hoogte van het gebied wordt de Grote Nete niet afgeboord door hoge dijken. Het parkbos wordt doorgesneden door een spiegelvijver en enkele dreven en wordt gedraineerd door een groot aantal oppervlakkige drainagegreppels en enkele diepe grachten, evenwijdig met de dreven, die verder stroomafwaarts uitmonden in de Grote Nete.

Het parkbos is in het gewestplan bestemd als natuurgebied maar heeft geen beschermingsstatuut als vogel- of habitatrictlijngebied of als beschermd landschap. Toch is de biologische waardering waardevol met zeer waardevolle elementen en zeer waardevol en staat het parkbos gekarteerd als eiken-berkenbos en populierenaanplant op vochtige grond met elzen- en/of wilgenondergroei (De Saeger, Delafaille *et al.* 2000; Rombouts, Delafaille *et al.* 2000; Heirman, Bosch *et al.* 2002; Vriens, Van Hove *et al.* 2002).

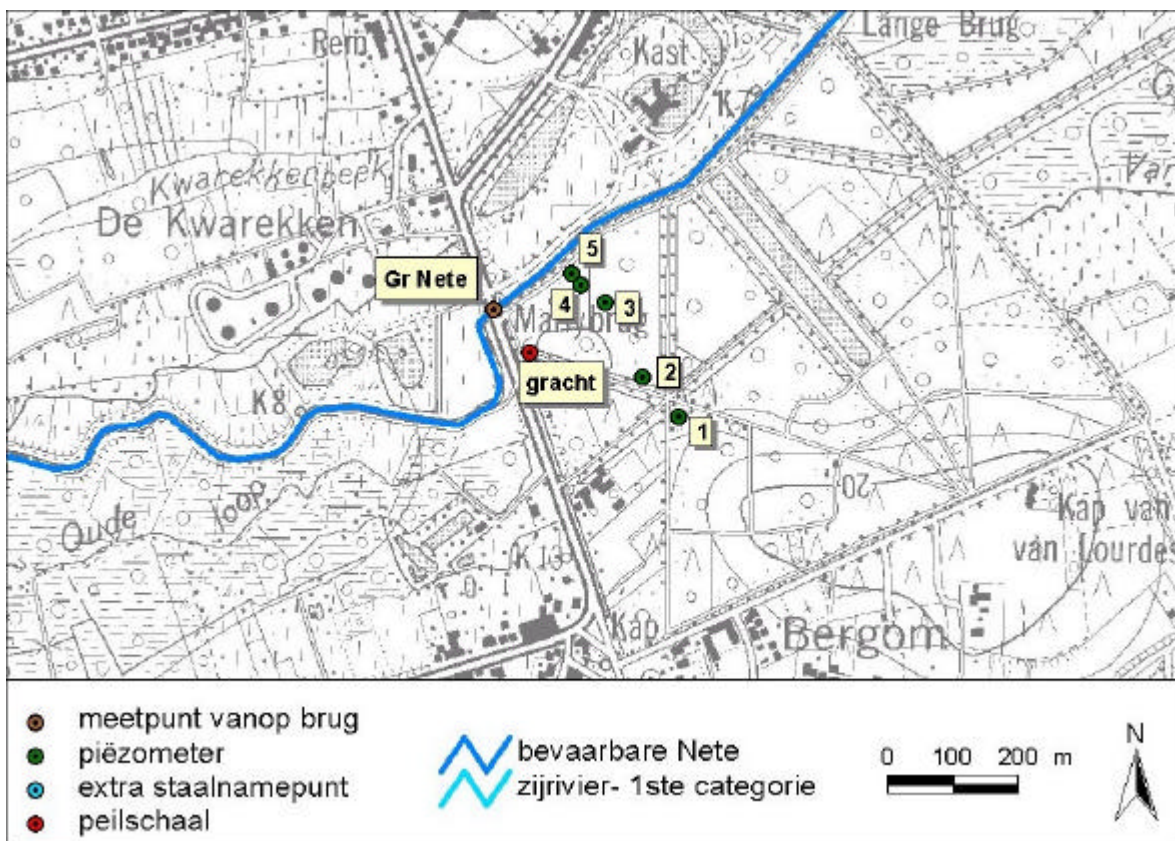
De linkeroever heeft een zeer natte (licht) zandlemige ondergrond die verder landinwaarts zandiger en droger wordt. Een groot stuk van het parkbos is van nature overstroombaar en recent overstroomd. Het parkbos maakt deel uit van het voorgestelde IVON (Integraal Verwevings- en Ondersteunend Netwerk).



RAAI

In totaal werden er vijf buizen en één peilschaal aangebracht. De raai ligt halverwege tussen de spiegelvijver en de provincieweg. Het punt waar zes dreven een ster vormen ligt tussen de piëzometers DEM2 en DEM1. Figuur 2.3 geeft de locatie van de raai en de twee meetpunten van het oppervlaktewater.

Bij het plaatsen van de buizen werd er eerst door een organische laag van variabele dikte geboord, waaronder 20 tot 30 cm donkerbruin lemig materiaal zit. Behalve bij de DEM1 zat daaronder een even dikke lemige laag met duidelijke roestverschijnselen. Bij de drie boringen, dichtst bij de Nete (DEM3, DEM4 en DEM5) zat daaronder een donkere lemige laag met plaatselijke, bleekgele vlekken, die overgaat in glauconietzand. Deze boringen werden bemoeilijkt door een variabele grindbijmenging. In de bodem bij DEM2 zit de glauconiethoudende laag direct onder de dikke bleke laag en vertoont een dalend percentage klei. Bij het plaatsen van DEM1 werd er geen roestbruine laag waargenomen maar was de donkerbruine lemige laag veel dikker en gaat direct over het groenige glauconiethoudende materiaal. Plaatselijk neemt het percentage klei toe tot een dunne kleilens.



Figuur 2.3: Locatie van de meetpunten in parkbos de Merode

2.3 NATUURRESERVAAT SCHAAPSWEES

GEBIED

Het natuurreservaat Schaapswees ligt in de gemeente Westerlo, op de rechteroever, stroomafwaarts van Snekens. Het gebied was vroeger eigendom van Natuurreservaten vzw en nu van Natuurpunt vzw. Het ligt tussen de Grote Nete in het zuiden en de Kleine Laak in het noorden. Het gebied wordt doorsneden door enkele in onbruik geraakte grachten die het grootste deel van het jaar droog staan. Ook de Govie Laak doorsnijdt de raai tussen SCW 5 en SCW 6 maar wordt niet meer geruimd sinds een natuurvereniging het reservaat beheert. Deze kleinere laak voert enkel in de natste periode nog oppervlakkig water af, evenwijdig met de stroming van de Grote Nete. Stroomopwaarts bevinden zich op dezelfde oever enkele weekendverblijven, waar de grotere exemplaren enkele greppels en vijvers hebben. De invloed van deze oppervlaktewatersystemen op het waterpeil van de raai wordt verwaarloosbaar geacht.

De gewestplanbestemming van dit natuurreservaat is natuurgebied. Het gebied kent echter geen bijkomend beschermingsstatuut. Het gebied is biologisch zeer waardevol en staat als een populierenaanplant op vochtige grond met elzen- en/of wilgenondergroei gekarteerd op de BWK. Verspreid komen er ook eikenberkenbos, elzenbos, wilgenstuwelen, natte ruigten en rietland voor (De Saeger, Delafaille *et al.* 2000; Rombouts, Delafaille *et al.* 2000; Heirman, Bosch *et al.* 2002; Vriens, Van Hove *et al.* 2002).

De bodem nabij de Grote Nete en de Kleine Laak werd gekarteerd als zeer natte tot uiterst natte lichte zandleem. In de andere delen komen zeer natte lichte klei en nat zand voor met lokaal veen. In tegenstelling tot de andere studiegebieden is het gebied enkel als van nature overstroombaar bestempeld. Het gebied ligt integraal in het voorgestelde Vlaamse Ecologische Netwerk.

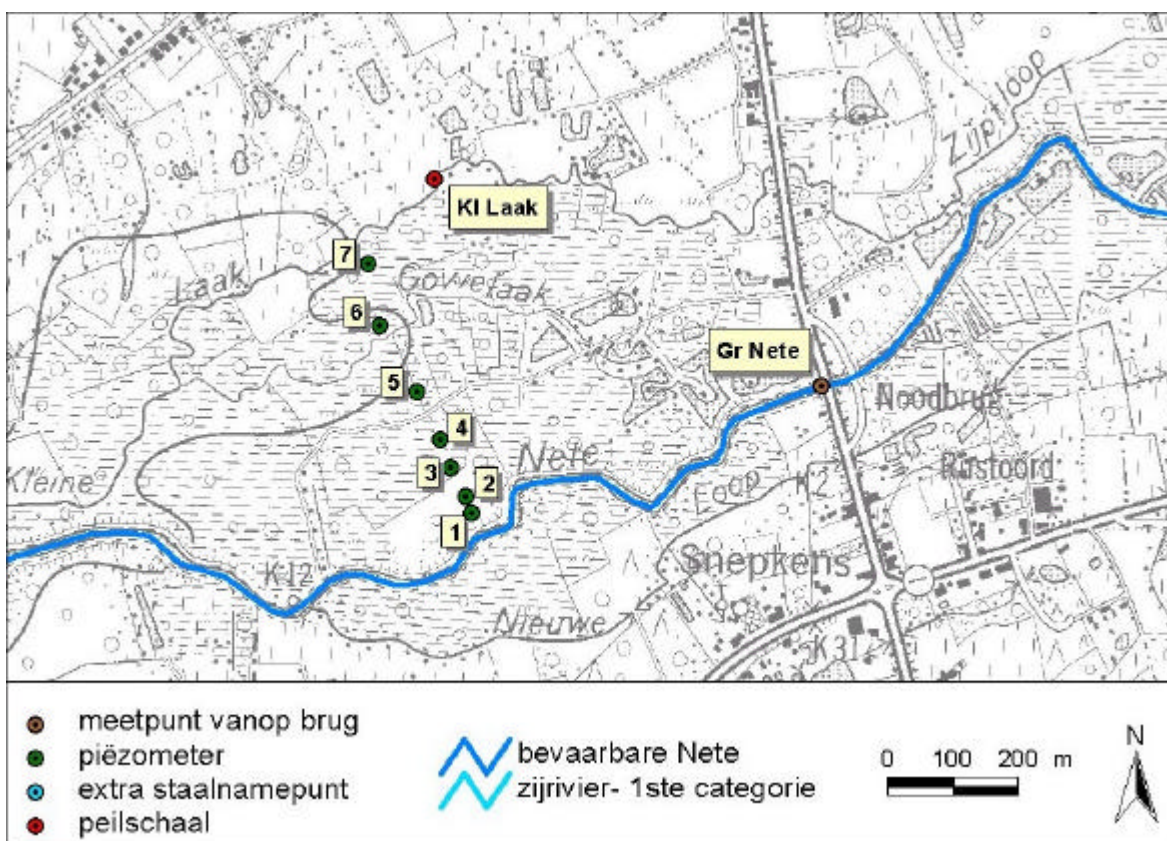
RAAI

De raai in het natuurreservaat Schaapswees bestaat uit zeven piëzometers, één peilschaal en één meetpunt van de Grote Nete. De eerste twee buizen bevinden zich in een dicht struweel. Dit gedeelte van de raai ligt evenwijdig met twee korte grachten zonder afvoerpunt, die in de zomer droogvallen. De derde buis werd aangebracht op de rand van het struweel en de donk met Amerikaanse eik, waarin de vierde piëzometer staat. De overige drie piëzometers zijn gelokaliseerd in het lagere, nattere gedeelte van het gebied. Figuur 2.4 geeft de locatie van de raai en de twee meetpunten van het oppervlaktewater.

In het struweel van SCW1 en SCW2 werd onder een dunne organische laag een sterk roestbruine, licht zandige laag met een plaatselijke bijmenging van grof materiaal aangetroffen. Onder deze laag zit een grijze zandige laag met zwarte veenvlekken. Ter hoogte van SCW1 is de bodem plaatselijk zeer hard en werd de typische glauconiethoudende laag pas op meer dan 2 m diepte aangetroffen. Bij SCW2 wordt dit groenige materiaal reeds na 80 cm aangeboord. SCW3 heeft een relatief dikke humuslaag waaronder een tiental centimeter donkerbruin, grof, stenig materiaal bevindt. De onderliggende roestbruine klei-zandlaag gaat over in een bleekgrijs zand. Reeds op 70 cm zit het glauconiethoudend materiaal, gekenmerkt door een afnemend kleigehalte. De donk



ter hoogte van SCW4 heeft een zandige ondergrond met een opeenvolging van afnemend humusgehalte, een geelbruine laag die overgaat in grijsgroen kleiig zand met geelbruine zandvlekken en roestvlekken op grotere diepte tot het glauconiet op 125 cm. De bodem rond de laatste drie buizen vertoont een gelijkaardige opbouw waarbij de roestkleurige zandige laag onder de humuslaag via een bleker kleiig zand overgaat in het glauconiethoudende zand met een variabel kleigehalte. Bij SCW5 werd er wat grindbijmenging vastgesteld. Rond SCW6 bevindt zich boven het glauconietpakket een laag met bruin organisch materiaal, venige klei.



Figuur 2.4: Locatie van de meetpunten in NR Schaapswees

2.4 NATUURRESERVATEN HEIST-OP-DEN-BERG

GEBIED

Het meest stroomafwaartse studiegebied langs de Grote Nete bevindt zich in de gemeente Heist-op-den-Berg, ten noordoosten van het centrum en stroomafwaarts van de Lodijkbrug. Zowel op de linker- als op de rechteroever werd er een raai aangebracht. Op de linkeroever gebeurde dit in een weide, eigendom van afdeling Natuur. Op de rechteroever strekt de raai zich uit langs percelen van Natuurpunt vzw, die vroeger deel uitmaakten van het natuurreservaat 'vallei van de Grote Nete' van Wielewaal vzw. De percelen worden in de zomer begraasd. Beide oevers hebben een gracht die langs de hoge, niet-geasfalteerde dijk loopt. Op de linkeroever bevinden zich nog enkele drainage grachten in de nabijheid van de raai.

De gewestplanbestemming van deze reservaten is landschappelijk waardevol agrarisch gebied. Dit deel van de vallei maakt geen deel uit van een vogel- of habitatrichtlijngebied maar behoort tot het beschermde landschap 'Netevallei te Hallaar en Itegem'. Een smalle strook langs de Grote Nete is waardevol tot zeer waardevol. De oevers ter hoogte van de raaien staat gekarteerd als permanent grasland (De Saeger, Delafaille *et al.* 2000; Rombouts, Delafaille *et al.* 2000; Heirman, Bosch *et al.* 2002; Vriens, Van Hove *et al.* 2002).

De bodem van de oevers varieert van zeer natte lichte klei, via zeer nat en nat zandleem tot matig nat lemig zand. Beide oevers zijn van nature overstroombaar en recent overstroomd en vormen een logisch potentieel overstromingsgebied. De vallei ter hoogte van Heist-op-den-Berg werd voorgesteld als deel van het Vlaamse Ecologische Netwerk.

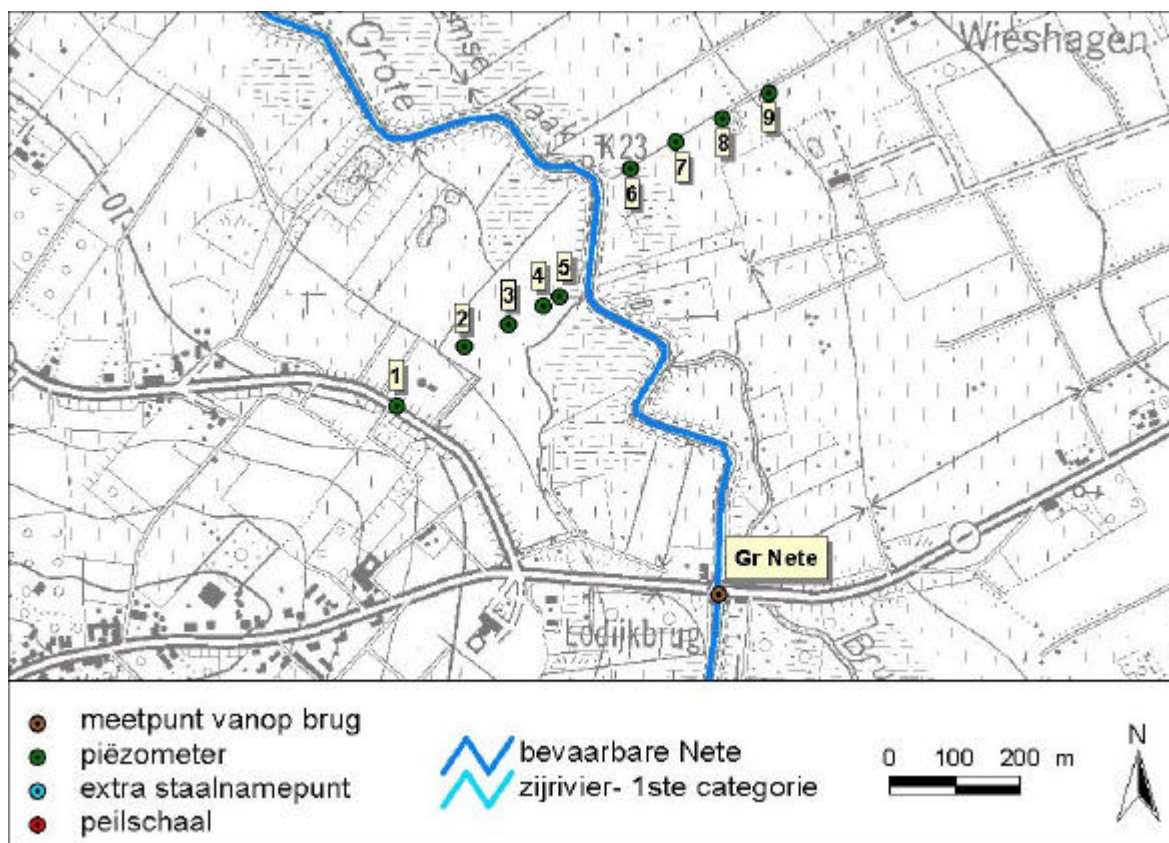
RAAIEN

De raai op de linkeroever bestaat uit vijf piëzometers en doorkruist de weide van afdeling Natuur. De raai aan de overkant van de Grote Nete bestaat uit vier buizen, aangebracht langs perceelsgrenzen. Figuur 2.5 geeft de locatie van de twee raaien.

Op de linkeroever werden bij de vijf boringen telkens dezelfde lagen aangetroffen. Onder een tot 20 cm dikke organische laag bevindt zich een roestkleurige lemige laag die overgaat in een grijsgroen kleilig zand: de glauconiethoudende laag met afnemend kleigehalte. Bij de drie buizen dichtst bij de Grote Nete wordt veen aangetroffen als een dik (HOB3) of dun (HOB4) pakket of als bijmijing (HOB5) en zit er eveneens grind in de ondergrond.

Op de rechteroever is de humuslaag lokaal tot 40 cm dik. De onderliggende roestbruinige, zandige laag is meestal relatief dun en gaat snel over in de typische glauconiethoudende laag. Ter hoogte van HOB6 lijkt deze tussenlaag niet aanwezig te zijn maar bevindt er zich op ongeveer 1 m diep wel een laagje zwart kleilig, weinig materiaal.





Figuur 2.5: Locatie van de meetpunten in NR Heist-op-den-Berg

2.5 NATUURRESERVAAT STEENBEEMDEN

GEBIED

Het natuurreservaat Steenbeemden te Nijlen vormt de locatie van het enige studiegebied langs de getijdengebonden Kleine Nete. Geografisch ligt het gebied op de linkeroever, stroomafwaarts van de dorpskern van Emblem. De terreinen waren vroeger eigendom van Wielewaal vzw en behoren nu tot de reservaten van Natuurpunt vzw. Een deel van het gebied wordt beheerd door begrazing door Heck- of Galloway-runderen. Een kleiner stuk wordt gemaaid (ter hoogte van STE4). Andere stukken staan permanent onder water of zijn bosgebied. Langs de geasfalteerde dijken op Sigma-hoogte ligt een afvoergracht.

Dit reservaat heeft natuurgebied als gewestplanbestemming. De vallei van de bevaarbare Nete is als habitatrichtlijngebied beschermd en het deel stroomopwaarts van Lier behoort tot het beschermd landschap 'Dal van de Kleine Nete'. Het natuurreservaat Steenbeemden is biologische zeer waardevol (De Saeger, Delafaille *et al.* 2000; Rombouts, Delafaille *et al.* 2000; Heirman, Bosch *et al.* 2002; Vriens, Van Hove *et al.* 2002). De BWK-eenheden van het studiegebied variëren van eutrofe plas, rietland langs de rivier, via natte ruigten tot vochtig wilgenstruweel en zuur eikenbos verder landinwaarts.

Tijdens de bodemkartering schommelde de drainage tussen uiterst nat en matig nat. De textuur bestaat uit zandleem, lichte klei, lemig zand en zand. Dit deel van de vallei van de Kleine Nete is van nature overstroombaar en is recent overstroomd, doch niet meer vanuit de Kleine Nete. Als potentieel overstromingsgebied komt eerder de zone tussen de Kleine



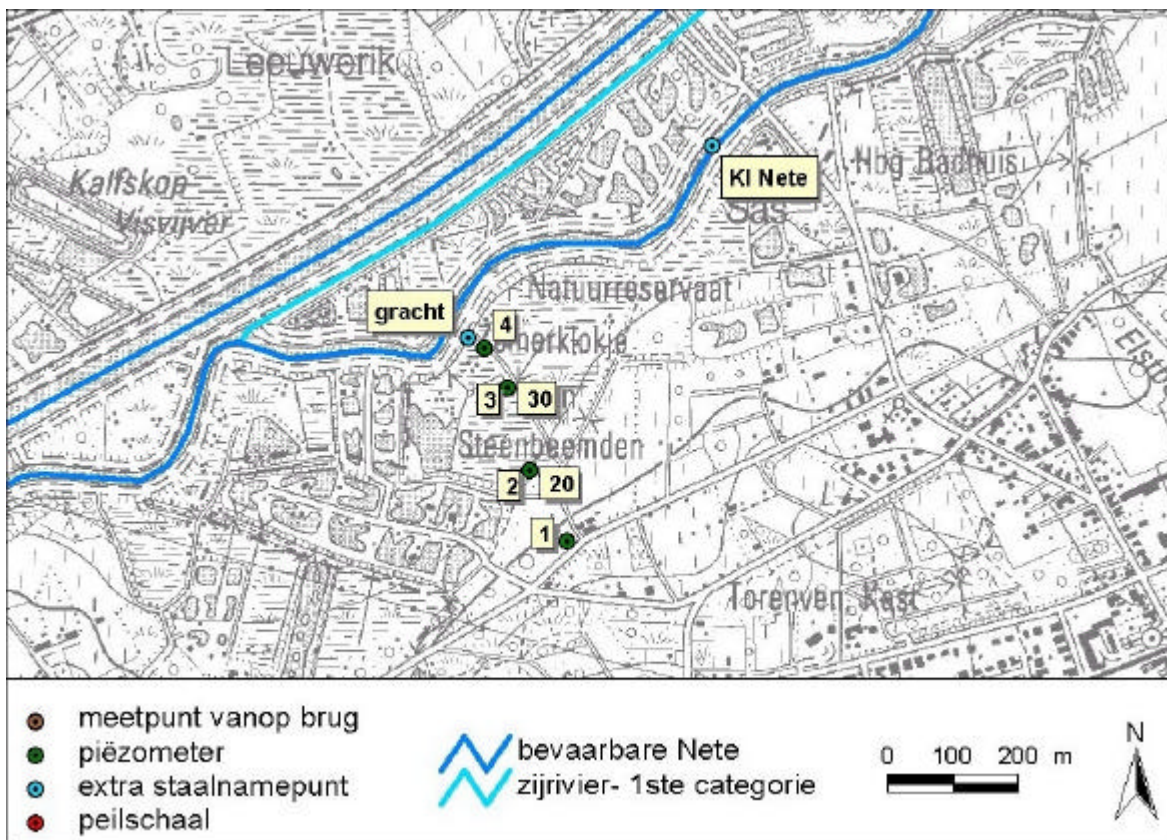
Nete en de Netekanaal in aanmerking maar toch is de linkeroever van de Kleine Nete niet als optie uit te sluiten. Net als vele andere valleigebieden maakt ook dit deel van de vallei van de bevaarbare Nete deel uit van het voorgestelde Vlaamse ecologische Netwerk.

RAAI

In de eerste instantie werden er vier diepe peilbuizen aangebracht: STE1 in het hoger gelegen bos, STE2 op de rand van het bos, ter hoogte van de overgang naar het lager gelegen natte gedeelte, STE3 ongeveer op het laagste bereikbaar punt, dat bijna altijd onder water staat, en STE4 in het gemaaide gedeelte, gelegen tegen de dijk. Op 19 februari 2002 werd het meetnet aangevuld met twee ondiepe peilbuizen ter hoogte van de tweede en de derde peilbuis van de raai, respectievelijk STE20 en STE30. Figuur 2.6 geeft de locatie van de vier diepe en twee ondiepe piëzometers en de plaatsen waar er stalen genomen werden van het oppervlaktewater.

De zandige ondergrond rond STE1 bestaat uit een opeenvolging van een donkerbruin laag met organisch materiaal, een geel tot roestbruine laag en een bruingroen laag. Ter hoogte van STE2 en STE20 is het humuspakket iets dikker, gevolgd door 30 cm grijsgroen zand. Daaronder werd een dik pakket bruingeel zandig materiaal aangetroffen dat geleidelijk overgaat grijsgroen grof glauconietzand. Op 1,5 m diep werd een dunne kleilens aangeboord. Het bodemprofiel nabij STE3 en STE30 is moeilijker te beschrijven omdat er onder water geboord werd. De eerste 30 cm bestaat uit organisch materiaal, vermoedelijk een veenlaag. Eronder werd in glauconiethoudende kleilig zand geboord dat op bijna 3 m diep in grijs zand overgaat. Bij het aanbrengen van STE4 werd er eerst in organisch materiaal met zwartgrijs zand geboord, gevolgd door twee dunne harde zandige lagen, de eerste roestbruin, de tweede grijsgroen. Vanaf een halve meter diep werd vooral grijs zand aangeboord.





Figuur 2.6: Locatie van de meetpunten in NR Steenbeemden

3 CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN HET GROND- EN OPPERVLAKTEWATER

3.1 ACHTERGROND

De geologische ondergrond is een bepalende factor in de grondwatersamenstelling. In Neogene zandafzettingen, aanwezig in het Netebekken, is deze variabel. In het dikste en hydrogeologische belangrijkste pakket, de Formatie van Diest, is het grondwater kalkloos en gekenmerkt door een lage pH, een lage geleidbaarheid en matig hard tot zacht water. Van nature bevat het veel opgelost ijzer (Mennen & de Schutter 2000).

Het oppervlaktewater in de typische laaglandbeken in het Netebekken is meestal vrij zuur en relatief mineralenarm. Lokaal wordt de samenstelling beïnvloed door diep grondwater of de insijpeling van kanaalwater, waardoor het mineralengehalte stijgt (Mennen & de Schutter 2000). De metingen door de Vlaamse MilieuMaatschappij (VMM) geven aan dat de kwaliteit van de Kleine Nete globaal beter is dan die van de Grote Nete (Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) 2000). De biologische kwaliteit in de Kleine Nete is goed tot zeer goed. Stroomafwaarts van het Albertkanaal treedt er echter een lichte verslechtering op. De zuurstofverzadiging is overal aanvaardbaar, behalve in Lier, waar de Prati-index een 'matige verontreiniging' aangeeft.

De monding van de Grote Laak, stroomafwaarts het Zammelsbroek, markeert een duidelijke afname van de biologische kwaliteit van de Grote Nete. Stroomopwaarts is die goed, stroomafwaarts slechts matig. De Prati-index duidt op een matige verontreiniging op de meeste meetplaatsen. In de Grote Laak zijn, naast de historische verontreiniging met zware metalen, de hoge chloridegehalten opvallend. Deze verontreinigingen uit (vroegere) industriële activiteiten zetten zich stroomafwaarts door in de Grote Nete.

De biologische kwaliteit van de Beneden Nete is overwegend matig, behalve nabij de monding. Als gevolg van de vermenging met sterk verontreinigd water uit de Rupel door de getijdenwerking is de biologische kwaliteit er slecht. Dit staat in schril contrast tot de kwaliteit van het water in het Netekanaal, gebruikt voor de productie van drinkwater. Het kanaal heeft een hoog zuurstofgehalte en een goede tot zeer goede biologische kwaliteit.

3.2 BEMONSTERING EN CHEMISCHE ANALYSE

Het grond- en oppervlaktewater werd minstens tweemaal bemonsterd: in de zomer van 2001 en in de winter van 2002. Behalve de piëzometers en het oppervlaktewater ter hoogte van de meetpunten werden er eveneens stalen genomen van de Grote Laak en de Grote Nete ter hoogte van de monding van de Grote Laak en van de Kleine Nete en de afwateringsgracht in de nabijheid van de raai in NR Steenbeemden. De stalen werden geanalyseerd op 14 chemische variabelen (tabel 3.1). Deze analyses werden uitgevoerd in het laboratorium van het Instituut voor Natuurbehoud. De resultaten van de analyses staan in bijlage 3.1. Van de ondiepe buizen in NR Steenbeemden werden geen stalen genomen.



| Code | Variabele | eenheid |
|------------------------------|----------------------------|------------------|
| EC | electrische conductiviteit | $\mu\text{S/cm}$ |
| pH | zuurtegraad | |
| HCO_3^- | waterstofcarbonaat | mg/l |
| $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ | diwaterstoffosfaat | mg/l |
| NO_3^- | nitraat | mg/l |
| NO_2^- | nitriet | mg/l |
| NH_4^+ | ammonium | mg/l |
| SO_4^{2-} | sulfaat | mg/l |
| Cl^- | chloride | mg/l |
| Na^+ | natrium | mg/l |
| K^+ | kalium | mg/l |
| Ca^{2+} | calcium | mg/l |
| Mg^{2+} | magnesium | mg/l |
| $\text{Fe}_{(\text{tot.})}$ | ijzer | mg/l |

Tabel 3.1: Hydrochemische variabelen

3.2.1 Bemonsteringsprocedure

De staalname gebeurde volgens de methode beschreven in Huybrechts & De Becker (Huybrechts & De Becker 1997) die gebaseerd is op het werk van verschillende andere auteurs (Wassen *et al.* 1989; Pedroli 1990; Van Wirdum 1991; Boeye D. & Verheyen R.F. 1992; Stuyfzand 1993; Van Diggelen *et al.* 1994).

Voor de staalname worden de piëzometers gereinigd en leeggepompt. In normale omstandigheden zal het grondwater lange tijd in de piëzometer verblijven en kunnen chemische transformaties optreden. Door het pompen wordt de bacteriële groei vermeden of geminimaliseerd. Het pompen zorgt voor een homogeen staal water; er wordt met zekerheid grondwater bemonsterd zoals het op dat ogenblik in de bodem aanwezig is ter hoogte van de filter. Eventueel ingespoeld slib wordt uit de buis verwijderd, zodat het niet meer kan interageren met het grondwater in de piëzometer.

De staalname gebeurt met een chemisch inerte teflondarm en het monster wordt in zuurbestendig polyethyleen buisjes verzameld en getransporteerd.

Er wordt een dubbele meting van pH en electrische conductiviteit uitgevoerd: een eerste in het veld bij de staalname en een tweede in het laboratorium bij de aanvang van de analyse. Het verschil tussen de twee EC-metingen geeft een idee van de ontwijking van CO_2 . Grote verschillen tussen beide metingen wijzen op onbetrouwbare stalen.

Een 35 ml staal wordt met een injectiespuit via een hyperfilter (met poriegrootte van 0.35μ) in een zuurbestendig polyethyleen buisje gebracht. Het deelstaal wordt aangezuurd tot $\text{pH} = 2$ met HNO_3^- (99.99 % pro-analyse). Op dit deelstaal worden de kationen geanalyseerd. De aanzuring tot $\text{pH} = 2$ voorkomt neerslagvorming; nagenoeg alle zouten



blijven erdoor in oplossing. Bij het bemonsteren van het grondwater kan moeilijk vermeden worden dat het water beladen is met sedimenten. Vaak zijn ze niet zichtbaar voor het blote oog. Gezien de vooral negatieve lading van de kleimicellen kan gedurende het transport van het staal absorptie plaatsgrijpen van voornamelijk metaalionen (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+}). De analyseresultaten kunnen hierdoor worden beïnvloed. Vooral een aangezuurd staal mag geen gesuspendeerd materiaal bevatten, aangezien onder invloed van de lagere pH geabsorbeerde ionen vrij komen. Indien de analyse van zware metalen gewenst is, wordt een tweede gelijkaardig staal genomen.

Door het ontwijken van gassen en het adsorberen van ionen wijzigt de pH van de oplossing en evenwichten van vele zouten kunnen verschuiven in de richting van neerslagvorming (Stumm & Morgan 1981) of complexvorming kan optreden. Het tweede, niet aangezuurde deelstaal (ca. 50 ml), wordt volledig afgevuld om te vermijden dat bijvoorbeeld CO_2 kan ontwijken. Op dit deelstaal worden de anionen bepaald.

De stalen worden zo snel mogelijk na de monsternamen geanalyseerd. Indien nodig worden ze korte tijd (enkele uren) in een donkere koele (ca. 4 °C) ruimte bewaard.

3.2.2 Laboratoriumanalyse

De metalen, met name Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} en Fe^{2+} , worden uit het aangezuurde deelstaal geanalyseerd met behulp van plasma-emissie-spectroscopie. HCO_3^- wordt titrimetrisch bepaald met 0.01N HCl tot een pH van 4,2. De anionen Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , orthofosfaat (eigenlijk 'Soluble Reactive Phosphorus') en NH_4^+ worden spectrofotometrisch bepaald op basis van kleurreactie met een 'SKALAR'-continuous flow auto-analyser. De pH en de elektrische conductiviteit worden een eerste maal gemeten op het veld, met behulp van een draagbare pH- en conductiviteitsmeter. Bij de aanvang van de labo-analyse worden deze metingen herhaald. Orthofosfaat zal steeds beschouwd worden als H_2PO_4^- . Dat is de fosfaatvorm die onder het gegeven zuurtegraad-interval dominant aanwezig is (Stumm & Morgan 1981). Nitraat-N, nitriet-N en ammoniakale-N worden respectievelijk uitgedrukt als NO_3^- -N, NO_2^- -N en NH_4^+ -N. Tenzij expliciet anders vermeld worden de gehalten van deze chemische variabelen uitgedrukt in mg/l. Uitzonderingen hierop zijn uiteraard $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$, die eenheidsloos is en de elektrische conductiviteit, die in $\mu\text{S}/\text{cm}$ wordt uitgedrukt.

3.2.3 Betrouwbaarheid van de chemische analyse

In een betrouwbaar staal moet de ladingsbalans neutraal zijn. De ladingsbalans wordt uitgedrukt als een percentage van de totale milli-equivalentensom van alle anionen en kationen samen. De reactiefout of het elektroneutraliteitspercentage is dan:

$$EN\% = \frac{\sum \text{kationen} + \sum \text{anionen}}{\sum \text{kationen} - \sum \text{anionen}} * 100$$

Een fout tot $\pm 2\%$ is nagenoeg onvermijdelijk. Er schort wat aan de staalname of aan de analyse als de fout groter wordt dan 2 tot 10%, afhankelijk van de bron (Lloyd & Heathcote 1985; Pedrolì 1990; Van Wirdum 1991; Stuyfzand 1993; Frapporti *et al.* 1993; Van Diggelen *et al.* 1994).



Het elektroneutraliteitspercentage als betrouwbaarheidstest houdt het risico in dat verschillende fouten elkaar kunnen compenseren zonder dat dit uit de berekeningen blijkt. De methode kan daarnaast enkel toegepast worden als alle belangrijke ionen gemeten worden (Van Wirdum 1991). Wordt bijvoorbeeld Ca^{2+} niet geanalyseerd, dan is er geen controle met behulp van EN% mogelijk. In deze studie worden de aanvaardingsgrenzen +10 % en -10 % gehanteerd (Beltman B *et al.* 1989; Frapporti *et al.* 1993; Van Diggelen *et al.* 1994). De onbetrouwbare analyses van stalen worden in bijlage 3.1 aangegeven en uit de verdere analyses geweerd.

3.2.4 Gegevensverwerking

De chemische gegevens worden op verschillende wijzen verwerkt. Hierbij werden per piëzometer of peilschaal uitgegaan van de gemiddelde waarde over de verschillende staalnamen. Enkel de electroneutrale stalen ($-10\% < \text{EN} < +10\%$) werden hiervoor gebruikt. Voor de pH en de elektrische conductiviteit worden de veldwaarnemingen gehanteerd.

Een typologie met betrekking tot de chemische samenstelling werd bekomen aan de hand van een clusteranalyse. De clusteranalyse laat toe om niet vooraf bepaalde groepenstructuren te vinden in multidimensionele datasets. Ze kan gebruikt worden om op basis van 14 hydrochemische variabelen de stalen mathematisch in te delen en te klasseren in een aantal min of meer homogene groepen. Bij de toepassing van clusteranalyses dienen een aantal keuzen te worden gemaakt. Deze hebben betrekking op de afstandsmaat of similariteitsindex, de manier waarop de afstanden tussen clusters onderling en individuele stalen worden berekend, en tenslotte het aantal groepen dat op het einde van de analyse wordt weerhouden (Huybrechts & De Becker 1997). Met behulp van het softwarepakket Statistica werden verschillende hiërarchische clusteringen uitgevoerd (na standaardisatie). Voor de uiteindelijk gehanteerde watertypologie werd gebruik gemaakt van de 'Ward's minimum variance linking method' als clustermethode, met als similariteitsindex de 'city-block (Manhattan) distance'. Deze clustering werd toegepast voor zowel de variabelen als voor de stalen, telkens gebruikmakend van de gemiddelde waarden van de electroneutrale stalen. Door 'city-block (Manhattan) distance' te gebruiken in plaats van de euclidische afstand wegen sterk afwijkende waarden minder door. Met het oog op een vereenvoudiging van de gegevensmatrix werd deze onderworpen aan factoranalyse. Er wordt bepaald welke variabelen de grootste variatie vertonen en hoe ze met elkaar gerelateerd zijn.

Behalve de klassieke staafdiagramma's worden de resultaten eveneens voorgesteld in Maucha-, Stiff- en Piperdiagrammen. Hierbij wordt gefocust op de verhoudingen tussen de verschillende ionen en komen de dominerende kationen en anionen van de watertypes naar voren. In een Piperdiagram worden de stalen gepositioneerd op basis van de procentuele verhoudingen van de kationen en anionen in twee driehoeksdiagrammen. Deze informatie wordt in een centrale figuur geïntegreerd. De plaatsing in de centrale figuur gebeurt op basis van de positie in de twee driehoeken..



De IR-EC-methode (Ionic Ratio en Elektrische Conductiviteit) probeert met een beperkt aantal basisgegevens een ordening te maken tegen de algemene achtergrond van verschillen in watersamenstelling die in de hydrologische kringloop optreden. Er wordt een onderscheid gemaakt in thalassoclien water (zeewater), atmoclien water (regenwater) en lithoclien water. Bij het lithoclien ('gerijpt') grondwater kan nog een onderscheid worden gemaakt tussen zacht lithoclien grondwater, afkomstig uit kalkarme sedimenten en hard lithoclien grondwater, afkomstig uit kalkrijke sedimenten. Het zachte, lithoclien grondwater komt overeen met water dat uit ca. 20 % neerslagwater en 80 % hard lithoclien grondwater bestaat (Jansen, Kemmers *et al.* 1994). De IR wordt als volgt gedefinieerd, waarbij de hoeveelheden worden uitgedrukt in meq/l:

$$IR = \frac{[Ca^{2+}]}{[Ca^{2+}] + [Cl^{-}]}$$

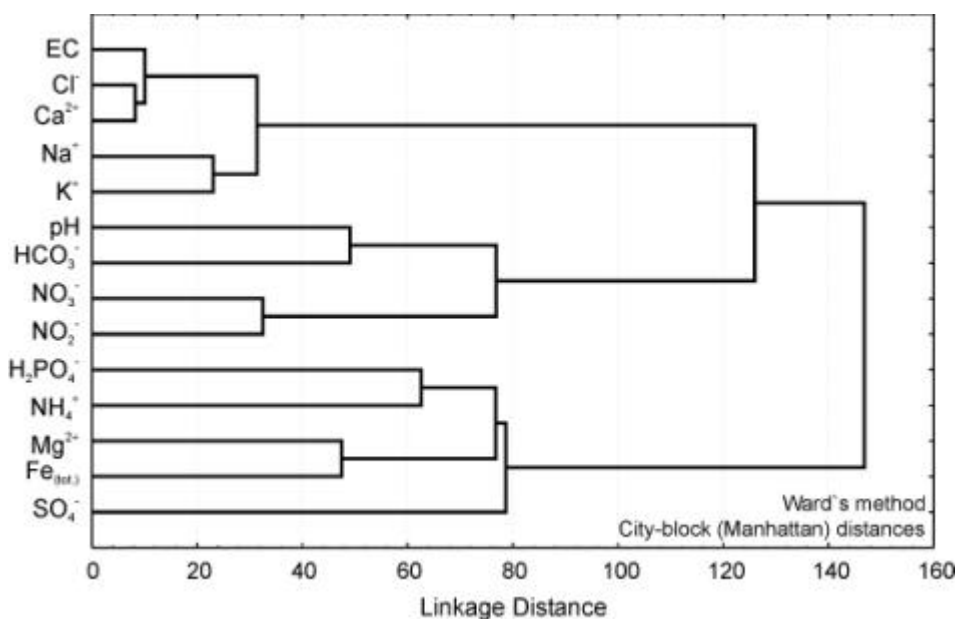
In het IR-EC diagram worden vier referentiepunten aangegeven. De top van een driehoek is een referentiepunt voor lithoclien water, het punt uiterst rechts voor thalassoclien water, het linkerhoekpunt voor atmoclien water en centraal ligt het referentiepunt voor Rijnwater (Beltman B. *et al.* 1989; Van Wirdum 1991).



3.3 CLUSTER- EN FACTORANALYSE

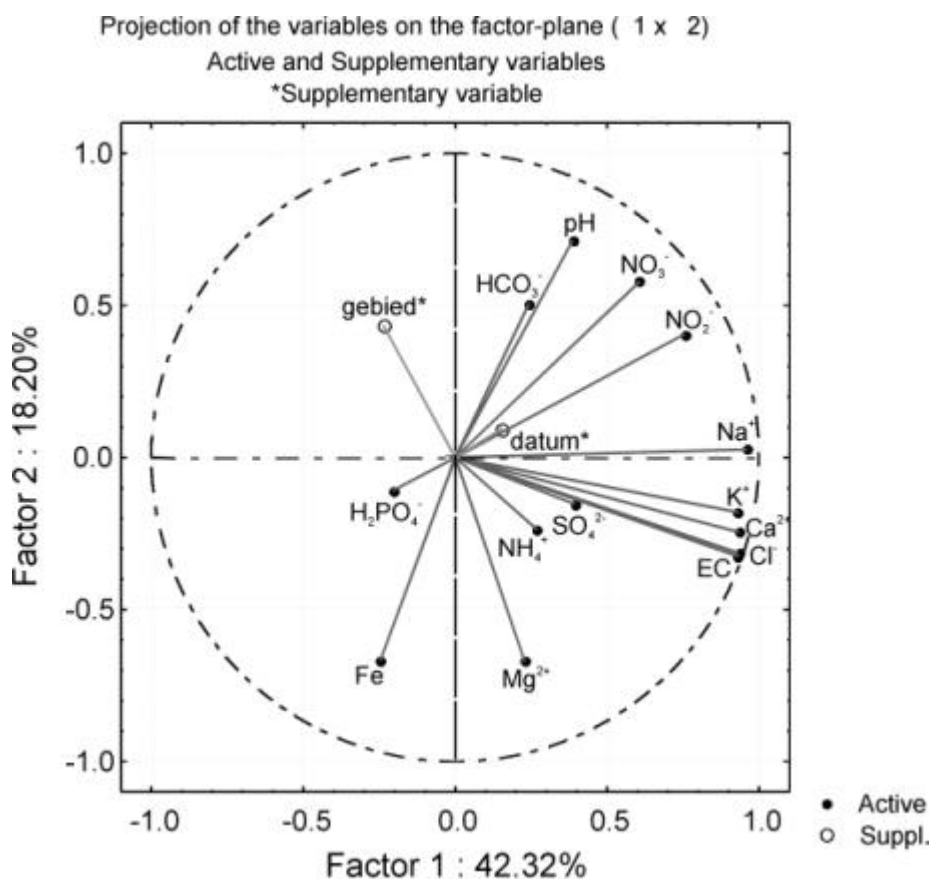
3.3.1 Clusteranalyse van de chemische parameters

Figuur 3.1 geeft het dendrogram weer waarin de 14 hydrochemische variabelen geclusterd worden aan de hand van de 'Ward's minimum variance linking method' met als similariteitsindex de 'city-block (Manhattan) distance'. De correlaties tussen de verschillende parameters wordt eveneens geïllustreerd in figuur 3.2. Deze figuur geeft de eerste twee assen weer van de factoranalyse en laat toe om na te gaan welke parameters de grootste variatie bepalen. In deze factoranalyse werden eveneens de locatie en het tijdstip van staalname (zomer of winter) als supplementaire (niet als actieve) variabelen geanalyseerd, om hun invloed op de hydrochemie te controleren.



Figuur 3.1: Dendrogram van de clustering van de chemische parameters

Aan de hand van het dendrogram zijn er duidelijk drie groepen van chemische variabelen te onderscheiden. Een eerste groep omvat de elektrische conductiviteit, het chloride- & het calciumgehalte en het natrium- en kaliumgehalte. De elektrische conductiviteit is evenwel geen ware onafhankelijke variabele. Deze figuur en de factoranalyse geven aan dat de EC vooral bepaald wordt door deze vier ionen. De tweede groep chemische parameters bestaat uit de zuurtegraad, het waterstofcarbonaat en zowel nitriet als nitraat. Beide groepen zijn tevens goed te onderscheiden op figuur 3.2. De derde groep wordt gevormd door diwaterstoffosfaat, ammonium, magnesium, ijzer en sulfaat. Deze vijf parameters zijn echter minder sterk met elkaar gecorreleerd.



Figuur 3.2: Factoranalyse van de chemische parameters, factor 1 en 2

Deze weergave van de factoranalyse geeft duidelijk weer dat de locatie, zijnde het (studie)gebied, geen belangrijke invloed heeft op de chemische samenstelling van het water. Als variabele vertoont het geen relatie tot één van de andere parameters. De invloed van het tijdstip van stalname (datum) is verwaarloosbaar.

3.3.2 Clusteranalyse van de stalen

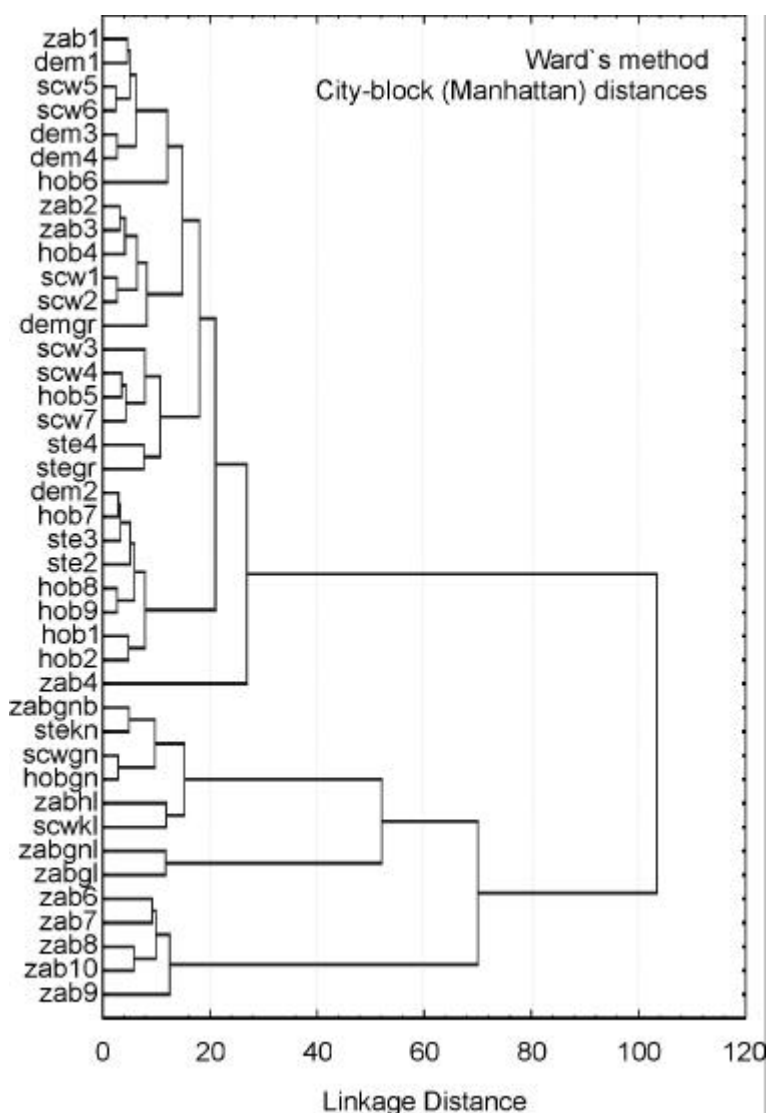
Met behulp van 'Ward's minimum variance linking method' en de 'city-block (Manhattan) distance' als clustermethode en similariteitsindex, toegepast op de stalen en gebaseerd op de gemiddelden van de 14 chemische parameters, werd een chemische typologie bepaald. De indeling wordt grafisch weergegeven in figuur 3.3. Er worden vier watertypes onderscheiden.

Type 2 bevat, behalve die van de afwateringsgrachten in het parkbos de Merode en het NR Steenbeemden, alle stalen van oppervlaktewater. Nochtans verschillen de oppervlaktewaterstalen voor een aantal variabelen sterk van elkaar. Chloride bijvoorbeeld varieert van 20 tot 1500 mg/l, calcium van 25 tot 750 mg/l, EC van 250 tot 4500 μ S/cm. Anderzijds onderscheiden de oppervlaktewaters zich van het grondwater op vlak van de elementen ijzer, nitraat, magnesium, natrium en bicarbonaat. Dit verklaart waarschijnlijk de vorming van groep 2.

Type 1 bestaat uit vijf piëzometers die tot eenzelfde raai behoren, namelijk de meest stroomafwaartse raai in het Zammelsbroek. Type 3 groepeerd negen piëzometers uit



verschillende raaien, maar vooral deze van NR Heist-op-den-Berg zijn sterk vertegenwoordigd. Type 4 tenslotte omvat de stalen van de gracht in NR Steenbeemden, de gracht in parkbos de Merode en de resterende piëzometers (tabel 3.2).



Figuur 3.3: Dendrogram van de clustering van de bemonsterde locaties

| TYPE 1 | TYPE 2 | TYPE 3 | TYPE 4 |
|--------|-----------------------|--------|--------------------|
| ZAB6 | ZAB Gr Nete (raai) | ZAB4 | ZAB1 SCW1 HOB4 |
| ZAB7 | ZAB Hoefkensloop | DEM2 | ZAB2 SCW2 HOB5 |
| ZAB8 | ZAB Gr Laak | HOB1 | ZAB3 SCW3 HOB6 |
| ZAB9 | ZAB Gr Nete (Gr Laak) | HOB2 | DEM Gr SCW4 STE Gr |
| ZAB10 | SCW Gr Nete | HOB7 | DEM1 SCW5 STE4 |
| | SCW Kl Laak | HOB8 | DEM3 SCW6 |
| | HOB Gr Nete | HOB9 | DEM4 SCW7 |
| | STE Kl Nete | STE2 | |
| | | STE3 | |

Tabel 3.2: Hydrochemische indeling van de grond- en oppervlaktewaterstalen



3.4 CHEMISCHE KENMERKEN PER TYPE

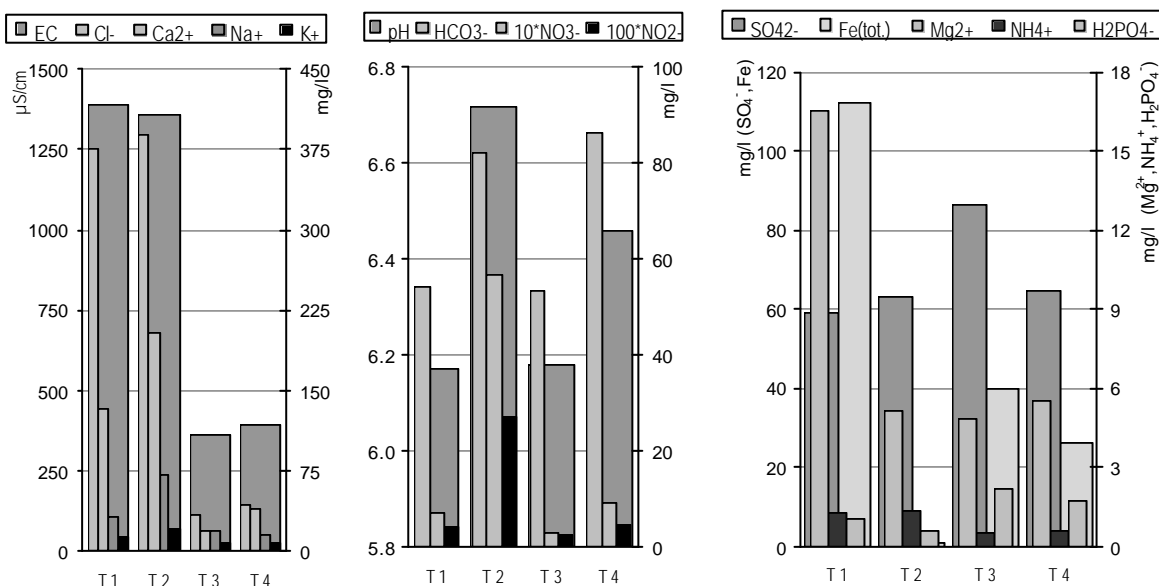
In tabel 3.3 en figuur 3.4 worden de absolute waarden van de gemiddelde concentraties, per type, weergegeven. Maucha- en Stiffdiagramma's (figuur 3.5) en de piperdiagram (figuur 3.6) geven de verhoudingen tussen de verschillende ionen weer.

Watertypes 1 en 2 worden gedomineerd door hoge chloride- en calciumgehalte. Deze concentraties zijn zo hoog dat de gemiddelde elektrische conductiviteit waarden van bijna 1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ kent. Tabel 3.3 en figuur 3.4 tonen dat type 1 en type 2 tot 10 maal hogere chloride- en calciumconcentraties hebben dan watertypes 3 en 4. Watertype 2 onderscheidt zich van type 1 door de hogere concentraties van nitraat en nitriet en de lage ijzer- en magnesiumconcentraties. De nitraatgehaltes van de grondwaterstalen van type 1 zijn kleiner dan 1 mg/l terwijl die van oppervlaktewaters gemiddeld tussen 4 en 8 mg/l schommelen.

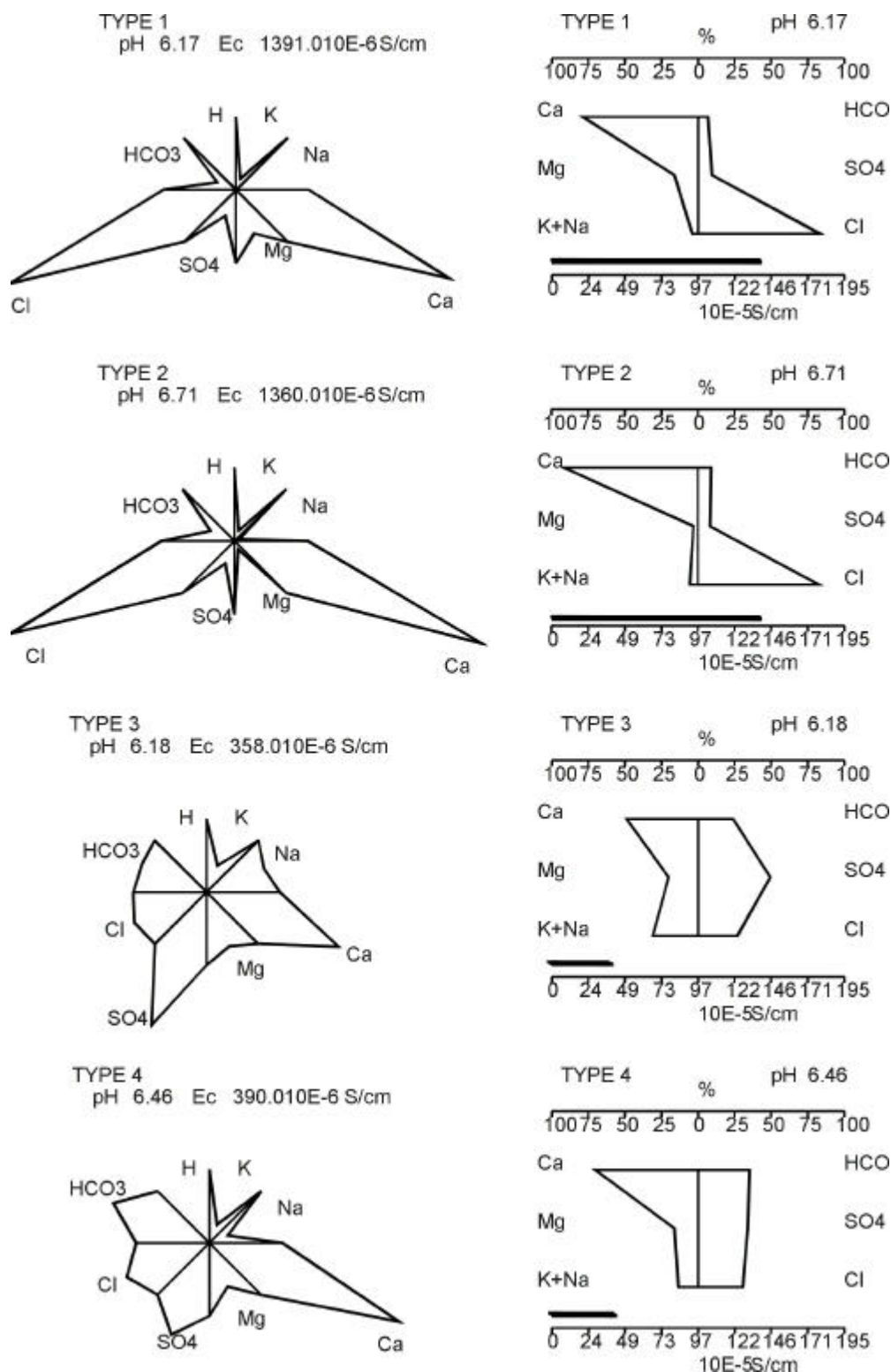
Bij watertypes 3 en 4 blijft calcium de anionen domineren maar de concentraties liggen gevoelig lager. De calciumconcentraties zijn twee keer lager in type 3 dan in type 4: gemiddeld 20 en 40 mg/l. De kationen van beide types worden gekenmerkt door een licht dominantie van sulfaat en bicarbonaat.

| gemid. Type: | EC uS/cm | pH | HCO ₃ ⁻ mg/l | H ₂ PO ₄ ⁻ mg/l | NO ₃ ⁻ mg/l | NO ₂ ⁻ mg/l | NH ₄ ⁺ mg/l | SO ₄ ²⁻ mg/l | Cl ⁻ mg/l | Na ⁺ mg/l | K ⁺ mg/l | Ca ²⁺ mg/l | Mg ²⁺ mg/l | Fe _(tot.) mg/l |
|--------------|-------------|------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
| 1 | 1391 | 6.17 | 54.0 | 1.02 | 0.708 | 0.043 | 1.3 | 59.3 | 376.3 | 31.4 | 13.5 | 133.1 | 16.5 | 112.1 |
| 2 | 1360 | 6.71 | 82.1 | 0.60 | 5.665 | 0.268 | 1.4 | 63.0 | 388.7 | 70.5 | 19.8 | 204.3 | 5.2 | 0.9 |
| 3 | 358 | 6.18 | 53.2 | 2.21 | 0.300 | 0.024 | 0.5 | 86.5 | 32.9 | 19.6 | 7.5 | 19.3 | 4.8 | 39.8 |
| 4 | 390 | 6.46 | 86.3 | 1.76 | 0.927 | 0.044 | 0.6 | 64.6 | 43.2 | 14.3 | 7.3 | 39.5 | 5.5 | 26.3 |

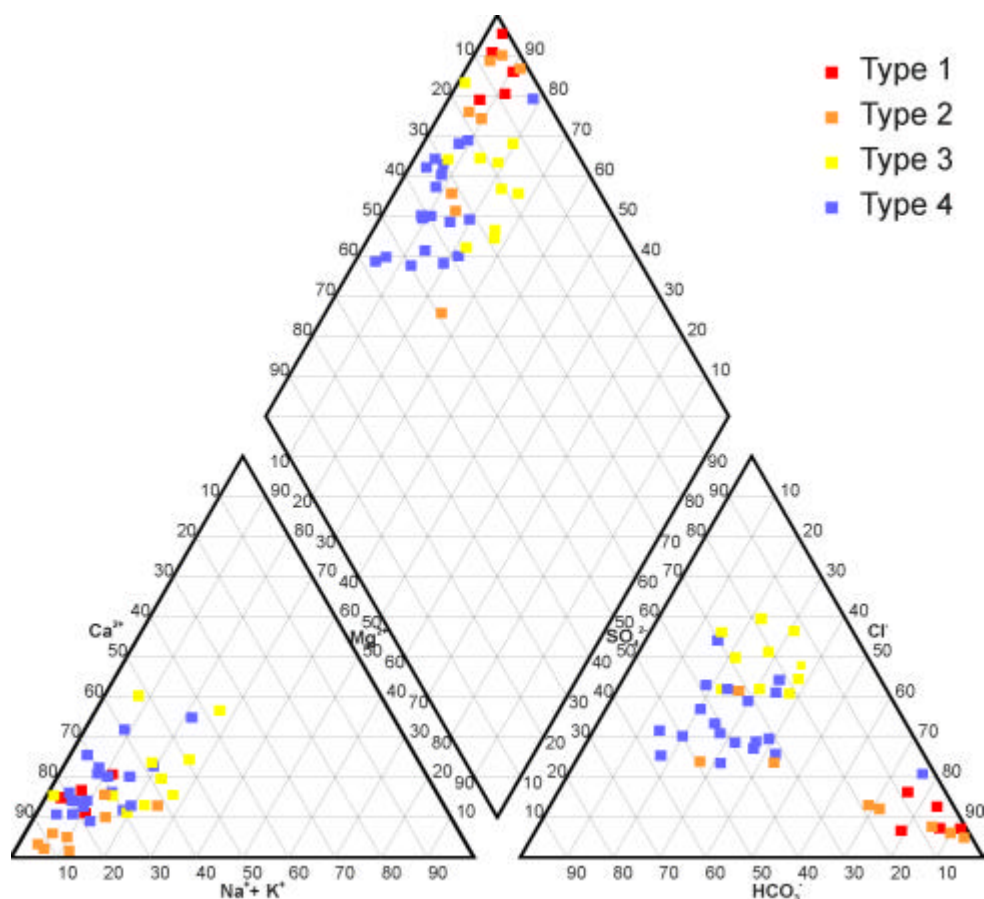
Tabel 3.3: Gemiddelde van de chemische variabelen voor de vier watertypen.



Figuur 3.4: Staafdiagram van de gemiddelde chemische variabelen, per type

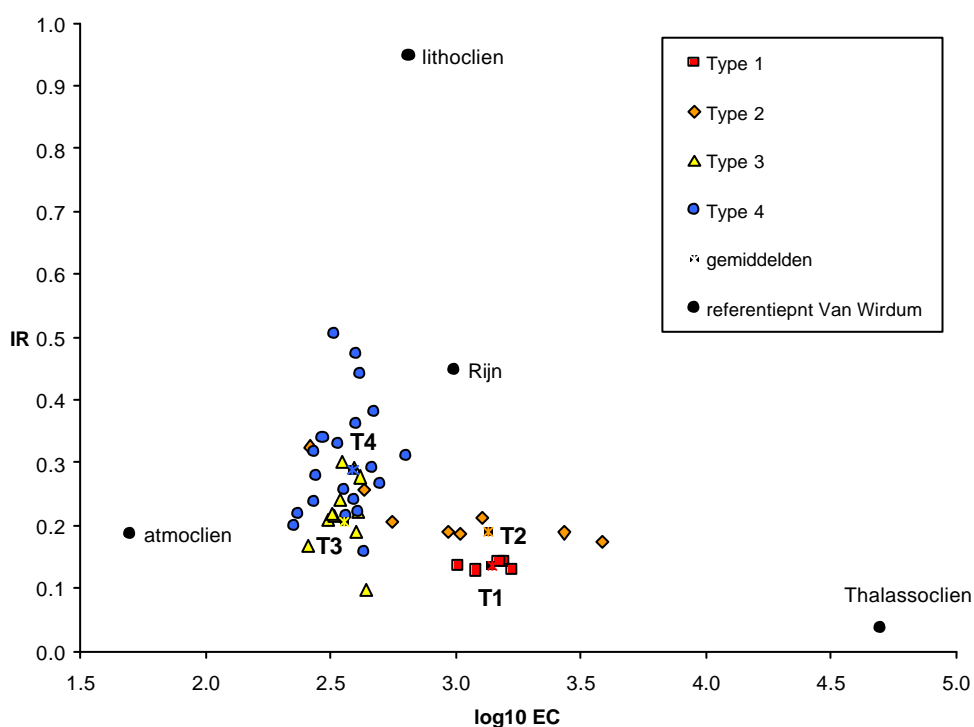


Figuur 3.5: Maucher- en stiftdiagramma's van de verschillende watertypes.



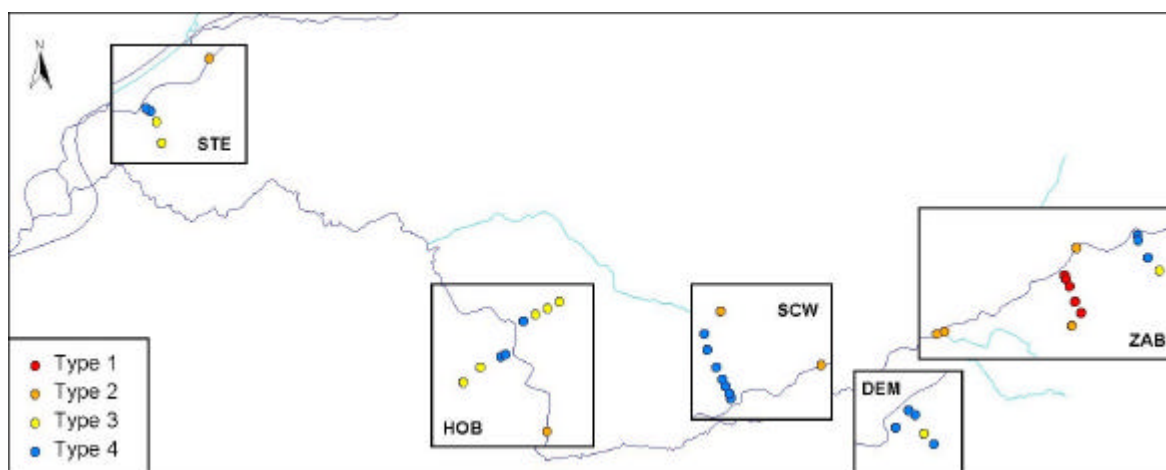
Figuur 3.6: Piperdiagram volgens de chemische typologie

In de IR-EC-grafiek (figuur 3.7) neigen watertypes 1 en 2 naar brakke condities. Types 3 en 4 hebben een eerder atmoclien karakter hoewel watertype 4 iets meer gerijpt is.



Figuur 3.7: IR-EC-grafiek voor de verschillende meetpunten en de gemiddelden per type

3.5 CHEMISCHE KENMERKEN PER GEBIED



Figuur 3.8: Geografische verspreiding van de chemische types

Figuur 3.8 geeft de geografische verspreiding van de verschillende watertypes weer. Watertype 2 omvat enkel meetpunten van oppervlaktewater en op twee ontwateringsgrachten na zitten al deze meetpunten in deze groep. Eerder werd gemeld dat op vlak van de elektrische conductiviteit, chloride- en calciumconcentraties uiteenlopende waarden worden gemeten. Ter illustratie geven we de chlorideconcentraties, gemeten op 7 of 8 februari 2002. De calciumgehalten en de elektrische conductiviteit lopen daar volledig parallel mee (bijlage 3.1), ook voor andere tijdstippen hoewel de weersomstandigheden en de afvoeren hier een rol spelen. Belangrijk is de rol van de Grote Laak, die hoge chlorideconcentraties aanvoert: 1500 mg/l op 08-02-2002. Waterstromen die daar niet door beïnvloed worden, zoals de Grote Nete stroomopwaarts van Zammel, de Kleine Laak, de Kleine Nete en enkele drainagegrachten, hebben chlorideconcentraties kleiner dan 50 mg/l. Net voorbij de monding van de Grote Laak worden in de Grote Nete concentraties van 1100 mg/l genoteerd. Deze nemen stroomafwaarts af tot ongeveer 260 tot 220 mg/l. De Hoefkensloop, waarin water van de Grote Laak terecht komt, heeft eveneens een verhoogde concentratie. Begin februari 2002 bedroeg het chloridegehalte in de gracht 1150 mg/l maar blijkt aan sterke schommelingen onderhevig te zijn, afhankelijk van het ogenblik van staalname.

Met betrekking tot het grondwater kan duidelijk de stroomafwaartse raai in het Zammelsbroek onderscheiden worden. Het grondwater behoort tot het type 1 dat zeer sterk gelijk op watertype 2. Het verschilt grondig van alle andere grondwaterstalen door een grote elektrische conductiviteit en hoge gehalten aan calcium en chloride. De samenstelling is het gevolg van de invloed van de Grote Laak in het gebied. De Grote Laak is sterk vervuild met elektrische conductiviteiten tot 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ als gevolg (bij lage waterafvoeren zelfs tot 8000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Onder andere via de Hoefkensloop (EC tot 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) wordt het Zammelsbuitenbroek met dit water overstroomd. Dit veroorzaakt verhoogde concentraties in het ondiep grondwater en EC tot 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. De invloed van de Grote Laak reikt blijkbaar niet tot de stroomopwaartse raai in Zammelsbroek.

Het grondwater in de overige raaien behoort tot de watertypes 3 en 4 en heeft eerder een atmoclien karakter. Grondwatertype 4 domineert stroomopwaarts in de vallei van de Grote Nete, waar type 3 in slechts 2 piëzometers aanwezig is. Watertype 3 komt vooral voor in het stroomafwaartse deel van de Grote Nete en in de vallei van de Kleine Nete. In deze raaien valt op dat het iets meer gerijpte grondwater (type 4) langs de rivieren voorkomt, terwijl type 3 (meest atmoclien) zich op de randen van de vallei bevindt. Mogelijk heeft deze differentiatie te maken met verschillen in stroomtijden van het grondwater naar de vallei. Het grondwater dat bij de rivier opkwelt, is in deze hypothese langere tijd onder weg geweest.

3.6 CONCLUSIES

Het natuurlijke grondwater in de vallei van de Grote Nete is vrij homogeen op het vlak van chemische samenstelling. Het heeft een overwegend atmoclien karakter. Het grondwater heeft een eerder beperkte aanrijking, met bijvoorbeeld calcium, tijdens de stroming door de ondergrond. De samenstelling wordt vooral bepaald door de bron van het grondwater, namelijk de Formatie van Diest. De concentraties calcium bedragen 20 tot 40 mg/l. In de vallei van de Dijle, stroomopwaarts van Leuven, worden waarden van meer dan 125 mg/l genoteerd, terwijl aan het ander eind van het spectrum, in de Zwarte Beek 10 tot 20 mg/l wordt gemeten (Huybrechts & De Becker 2000, De Becker & Huybrechts 2000). In de vallei van de Grote Nete stroomopwaarts van Heist-op-den-Berg is het grondwater gemiddeld iets meer aangerijkt dan meer stroomafwaarts.

Ter hoogte van Zammelsbroek komt een afwijkend grondwatertype voor dat aangerijkt is met CaCl afkomstig uit de Grote Laak. Het is bekend dat deze vervuiling zijn oorsprong vindt bij de activiteiten van Tessenderlo Chemie. Bij overstromingen van het afwaartse deel van het Zammelsbroek met dit vervuild water, infiltreert het naar de ondergrond en bepaalt zo de chemie van het lokaal aanwezige grondwater. Elders bleek dat de vervuiling zich niet beperkt tot hoge concentraties van CaCl maar dat deze samen gaat met de aanwezigheid van zware metalen in de bodem die de bodemsaneringsnorm ruimschoots overschrijdt (Aubroeck, Huybrechts & De Becker 2001, Ecolas 2002). De samenstelling van het rivierwater in de Grote Laak beïnvloedt ook de chemische karakteristieken van het Netewater afwaarts de samenvloeiing met de Grote Laak.



4 GRONDWATERDYNAMIEK

4.1 GEGEVENSVERWERVING EN -VERWERKING

De stijghoogte van het grondwater in de piëzometers, geplaatst in zeven transecten dwars op de Nete, werd gedurende twee jaar opgevolgd. Behalve de 32 buizen, geplaatst in de maanden maart, april en mei 2001, bestaat het ecohydrologisch meetnet uit vier bruggen, als meetpunten van de Grote Nete, en drie peilschalen, aangebracht in kleinere waterlopen in augustus 2001. De raai in Steenbeemden werd in februari 2002 aangevuld met twee ondiepe piëzometers. De metingen startten onmiddellijk na de plaatsing van de piëzometers en werden in principe om de twee weken uitgevoerd. De opmetingen werden eind 2002 overgedragen aan andere instanties waardoor de meetcampagne kan doorlopen. In dit rapport worden de meetgegevens tot eind september 2002 verwerkt.

De metingen beslaan een periode van ongeveer anderhalf jaar in 2001 en 2002. Dit blijken beide zeer natte jaren zijn. Waar de neerslag in Ukkel normaal 780 mm bedraagt, viel er in 2001 en 2002 respectievelijk 1088 en 1078 mm neerslag; meteen de twee natste jaren sinds de aanvang van de waarnemingen te Ukkel (1833). Dat dit een effect heeft op de grondwaterstanden is vanzelfsprekend en blijkt ook uit de vergelijking van de recentere metingen met metingen die dateren uit het begin van de jaren '90. Bij de interpretatie van de resultaten moet hier vanzelfsprekend rekening mee worden gehouden.

4.1.1 Vallei van de niet-getijdgebonden bevaarbare Grote Nete

Voor de analyse van de dynamiek van het grondwater worden uit de metingen zeven hydrologische variabelen afgeleid (zie tabel 4.1). De waarnemingsperiode omspande 2 lentes en zomers en slechts 1 winter en herfst, zodat gemiddelden over de gehele periode hydrologisch niet relevant zijn. Om de metingen toch zoveel mogelijk te laten renderen werd gewerkt met glijdende gemiddelden, berekend voor telkens een volledig jaar. Omwille van de sterk afwijkende waterstanden tijdens de voorjaarsoverstroming in 2002 werden deze niet verwerkt in de analyses.

| Code | Variabele | Omschrijving | eenheid |
|------------------|-------------------|--|---------|
| P _{max} | maximum peil | Maximum stijghoogte in de waarnemingsperiode | mTAW |
| D _{min} | minimum diepte | Minimum diepte onder maaiveld in de waarnemingsperiode | cm |
| P _{gem} | gemiddeld peil | Glijdende gemiddelde stijghoogte per jaar | mTAW |
| D _{gem} | gemiddelde diepte | Glijdende gemiddelde diepte onder maaiveld per jaar | cm |
| P _{min} | minimum peil | Minimum stijghoogte in de waarnemingsperiode | mTAW |
| D _{max} | maximum diepte | Maximum diepte onder maaiveld in de waarnemingsperiode | cm |
| A _{mp1} | amplitude | Grootste verschil in de waarnemingsperiode | cm |

Tabel 4.1: Hydrodynamische variabelen per jaar

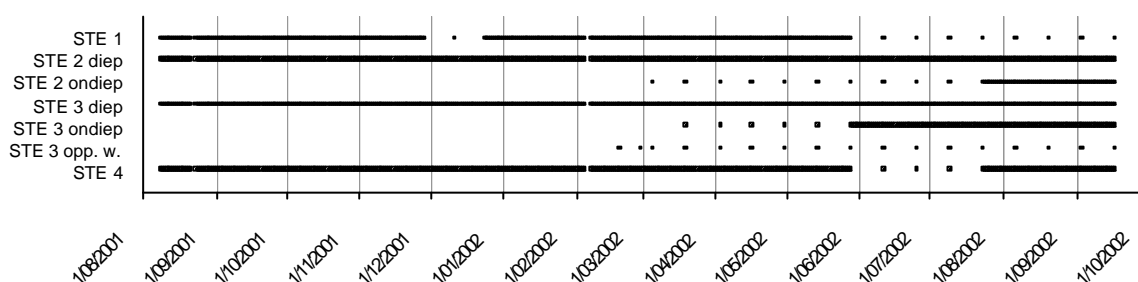
De grondwaterdynamiek wordt grafisch geanalyseerd met behulp van tijds- en dwarsprofielcurven. In een tijdscurve worden de grondwaterpeilfluctuaties per meetpunt weergegeven. Deze figuur geeft een beeld van de jaarschommelingen voor elke piëzometer of peilschaal. Het grondwaterpeil wordt weergegeven ten opzichte van het maaiveld. Een dwarsprofielcurve geeft een beeld van de waterpeilen langsheen de



transecten en ten opzichte van de Nete voor het gemiddelde peil en een representatief laag en hoog peil.

4.1.2 Vallei van de getijdengebonden bevaarbare Kleine Nete

Tijdens het onderzoek werd vastgesteld dat de hydrologie in de vallei van de Kleine Nete grondig verschilt van die van de Grote Nete. De waterpeilen in de Kleine Nete staan onder invloed van getijden en dit heeft zijn effect op het grondwater in het natuurreservaat Steenbeemden. Deze vaststelling noopte tot een aangepaste meetmethode. Er werden zogenaamde ‘divers’ ingezet, die met korte intervallen metingen uitvoeren en opslaan. Het principe van deze toestellen is gebaseerd op het meten van de druk, die een maat is voor de waterhoogte boven het toestel en kan omgerekend worden naar absolute grondwaterhoogtes. Teneinde inzicht in de relatie rivierpeilen/grondwaterstanden te krijgen werd vanaf augustus 2001 een beperkt aantal toestellen ingezet, die elk half uur de waterstand registreerden. De laatste metingen werden uitgevoerd in september 2002. De tijdsreeksen werden enkele keren onderbroken door technische storingen. Figuur 4.1 geeft de tijdsduur van de meetcampagne weer.



Figuur 4.1: Handmatige metingen en diverregistraties (volle lijn) in NR Steenbeemden

4.2 VALLEI VAN DE BEVAARBARE GROTE NETE

4.2.1 Gemiddelde waterpeilen in de studiegebieden

Tabellen 4.2 tot 4.5 geven een samenvattend overzicht van de waarnemingen van grondwaterstanden in de verschillende studiegebieden. Er dient rekening mee gehouden te worden dat 2001 en 2002 twee uitermate natte jaren waren.

De grondwatertafel in het Zammelsbroek en het parkbos de Merode kent een vrijwel horizontaal verloop dwars op de vallei. Per raai bedragen de verschillen in de gemiddelde stijghoogtes (Pgem) in de verschillende piëzometers nooit meer dan 10 cm. DEM1 buiten beschouwing gelaten (deze buis heeft een eerder afwijkende locatie, zie figuur 4.7), geldt dit ook bij hoge en lage waterstanden. Door de detailtopografie is de variatie van de peildieptes ten opzichte van het maaiveld iets groter, maar de ruimtelijke differentiatie blijft toch beperkt. De amplitude situeert zich tussen 60 en 85 cm. Het betreft twee zeer vochtige gebieden waar de stijghoogtes in de piëzometers op zeer ondiepe grondwatertafels wijzen. De gemiddelde waterstand bedraagt minder dan 20 cm onder het maaiveld in het Zammelsbuitenbroek en minder dan 50 cm in het parkbos de Merode. In de winter staat het Zammelsbroek langdurig en bijna volledig onder water.

Vanaf natuurreservaat Schaapswees en verder stroomafwaarts nabij Heist-op-den-Berg is de laterale differentiatie in stijghoogtes groter. De stijghoogtes in de piëzometers verschillen onderling 50 cm (Schaapswees) tot meer dan 1 m (Heist o/d Berg). Voor de dieptes onder het maaiveld bedragen deze verschillen 40 tot 50 cm (HOB9 en SCW4 buiten beschouwing gelaten omwille van hun speciale positie). De diepte van de watertafel bedraagt gemiddelde meer dan 40 cm in Schaapswees. In Heist-op-den-Berg varieert deze tussen 25 en 60 cm (HOB9 niet meegerekend). De amplitude bedraagt in beide gebieden minimaal 80 cm. Algemeen zijn deze gebieden zeer vochtig, met een grotere interne differentiatie.

Indien de hoge waterstanden, gemeten op 28 februari 2002, mee in rekening gebracht worden, bedraagt het verschil tussen het laagst waargenomen grondwaterpeil en het overstromingspeil gemiddeld ongeveer 140 cm in het Zammelsbuitenbroek, parkbos de Merode en in Schaapswees. Op de linkeroever te Heist-op-den-Berg varieert dit verschil tussen 85 cm en 155 cm.



Figuur 4.2: Monding van de Grote Laak (Zammelsbroek) en parkbos de Merode op 28 februari 2002

| Var. | eenheid | ZAB 4 | ZAB 3 | ZAB 2 | ZAB 1 | Gr Nete |
|------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Pmax | mTAW | 14.65 | 14.71 | 14.71 | 14.71 | 14.76 |
| Dmin | cm | 4 | 5 | 14 | 18 | |
| Pgem | mTAW | 14.43 | 14.38 | 14.38 | 14.41 | 14.28 |
| Dgem | cm | -18 | -28 | -19 | -12 | |
| Pmin | mTAW | 13.95 | 14.01 | 14.02 | 14.03 | 13.87 |
| Dmax | cm | -66 | -65 | -55 | -50 | |
| Ampl | cm | 70 | 70 | 69 | 68 | 89 |

| Var. | eenheid | Hoefk.Loop | ZAB 10 | ZAB 9 | ZAB 8 | ZAB 7 | ZAB 6 | Gr Nete |
|------|---------|------------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Pmax | mTAW | | 14.63 | 14.63 | 14.74 | 14.70 | 14.63 | 14.76 |
| Dmin | cm | | | 13 | 18 | 20 | 15 | 26 |
| Pgem | mTAW | | 14.32 | 14.31 | 14.34 | 14.34 | 14.33 | 14.28 |
| Dgem | cm | | | -19 | -22 | -16 | -15 | -17 |
| Pmin | mTAW | | 13.99 | 13.97 | 14.04 | 14.03 | 14.02 | 13.87 |
| Dmax | cm | | | -53 | -52 | -47 | -46 | -48 |
| Ampl | cm | | 64 | 66 | 70 | 67 | 61 | 74 |
| | | | | | | | | 89 |

Tabel 4.2: Hydrodynamische variabelen, NR Zammelsbroek

| Var. | eenheid | DEM 1 | gracht | DEM 2 | DEM 3 | DEM 4 | DEM 5 | Gr. Nete |
|------|---------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Pmax | mTAW | 13.68 | 13.21 | 13.47 | 13.41 | 13.45 | 13.48 | 13.23 |
| Dmin | cm | -46 | | -8 | 11 | 2 | 5 | |
| Pgem | mTAW | 13.10 | 12.81 | 13.04 | 13.03 | 13.02 | 13.05 | 12.77 |
| Dgem | cm | -104 | | -51 | -27 | -41 | -38 | |
| Pmin | mTAW | 12.37 | 12.54 | 12.64 | 12.64 | 12.63 | 12.66 | 12.40 |
| Dmax | cm | -177 | | -91 | -66 | -80 | -77 | |
| Ampl | cm | 131 | 67 | 83 | 77 | 82 | 82 | 83 |

Tabel 4.3: Hydrodynamische variabelen, parkbos de Merode

| Var. | eenheid | Gr Nete | SCW 1 | SCW 2 | SCW 3 | SCW 4 | SCW 5 | SCW 6 | SCW 7 | KI Laak |
|------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Pmax | mTAW | 10.81 | 10.66 | 10.70 | 10.79 | 10.84 | 10.89 | 10.94 | 10.95 | 10.94 |
| Dmin | cm | | -19 | -24 | -17 | -62 | 5 | 9 | -6 | |
| Pgem | mTAW | 10.35 | 10.07 | 10.11 | 10.17 | 10.26 | 10.34 | 10.48 | 10.60 | 10.70 |
| Dgem | cm | | -78 | -83 | -79 | -120 | -50 | -37 | -41 | |
| Pmin | mTAW | 9.92 | 9.64 | 9.66 | 9.69 | 9.70 | 9.70 | 9.74 | 9.87 | 10.28 |
| Dmax | cm | | -121 | -128 | -127 | -176 | -114 | -111 | -114 | |
| Ampl | cm | 89 | 102 | 104 | 110 | 114 | 119 | 120 | 108 | 66 |

Tabel 4.4 Hydrodynamische variabelen, NR Schaapswees



| Var. | eenheid | HOB 1 | HOB 2 | HOB 3 | HOB 4 | HOB 5 | Gr Nete |
|------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| P _{max} | mTAW | 8.49 | 7.73 | 7.44 | 7.43 | 7.40 | 7.34 |
| D _{min} | cm | -16 | 6 | 17 | 30 | 9 | |
| P _{gem} | mTAW | 8.15 | 7.36 | 7.04 | 6.81 | 6.69 | 6.52 |
| D _{gem} | cm | -50 | -31 | -23 | -32 | -62 | |
| P _{min} | mTAW | 7.68 | 6.93 | 6.60 | 6.34 | 6.22 | 6.12 |
| D _{max} | cm | -97 | -74 | -67 | -79 | -109 | |
| Ampl | cm | 81 | 80 | 84 | 109 | 118 | 122 |

| Var. | eenheid | Gr Nete | HOB 6 | HOB 7 | HOB 8 | HOB 9 |
|------------------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|
| P _{max} | mTAW | 7.34 | 7.44 | 7.57 | 8.06 | 8.50 |
| D _{min} | cm | | 27 | -8 | -22 | -82 |
| P _{gem} | mTAW | 6.52 | 6.91 | 7.24 | 7.66 | 8.04 |
| D _{gem} | cm | | -26 | -41 | -62 | -128 |
| P _{min} | mTAW | 6.12 | 6.41 | 6.65 | 7.01 | 7.31 |
| D _{max} | cm | | -76 | -100 | -127 | -201 |
| Ampl | cm | 122 | 103 | 92 | 105 | 119 |

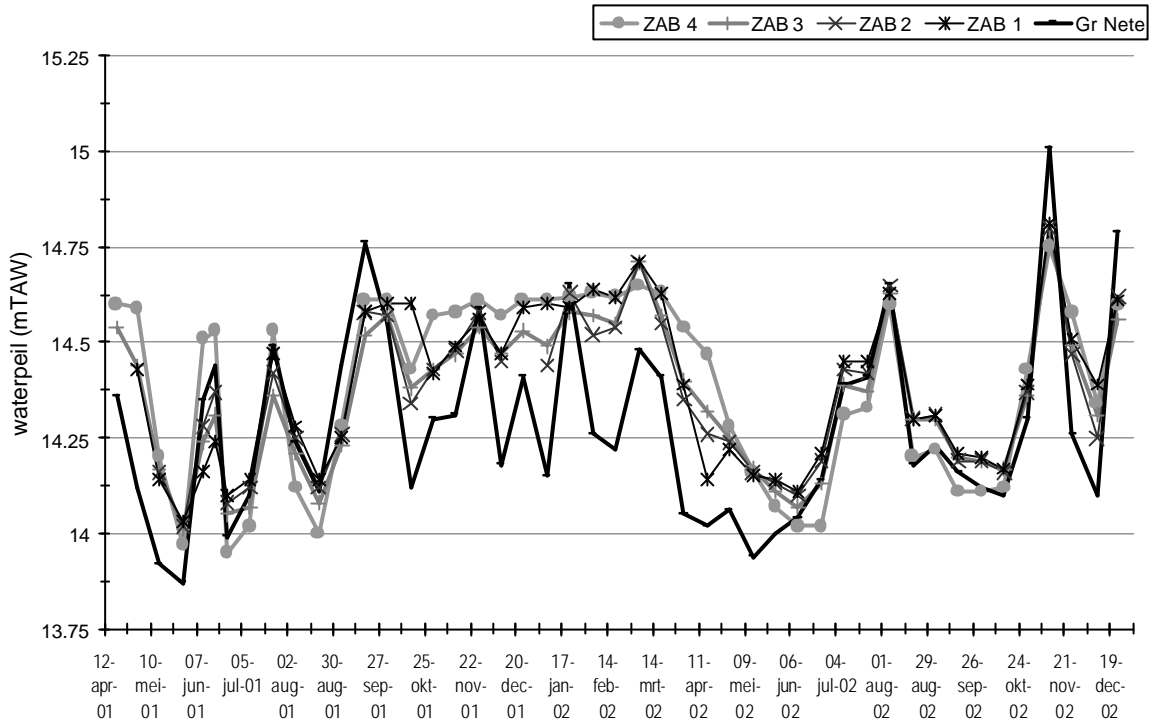
Tabel 4.5 Hydrodynamische variabelen, NR Heist-op-den-Berg

4.2.2 Natuurreservaat Zammelsbroek

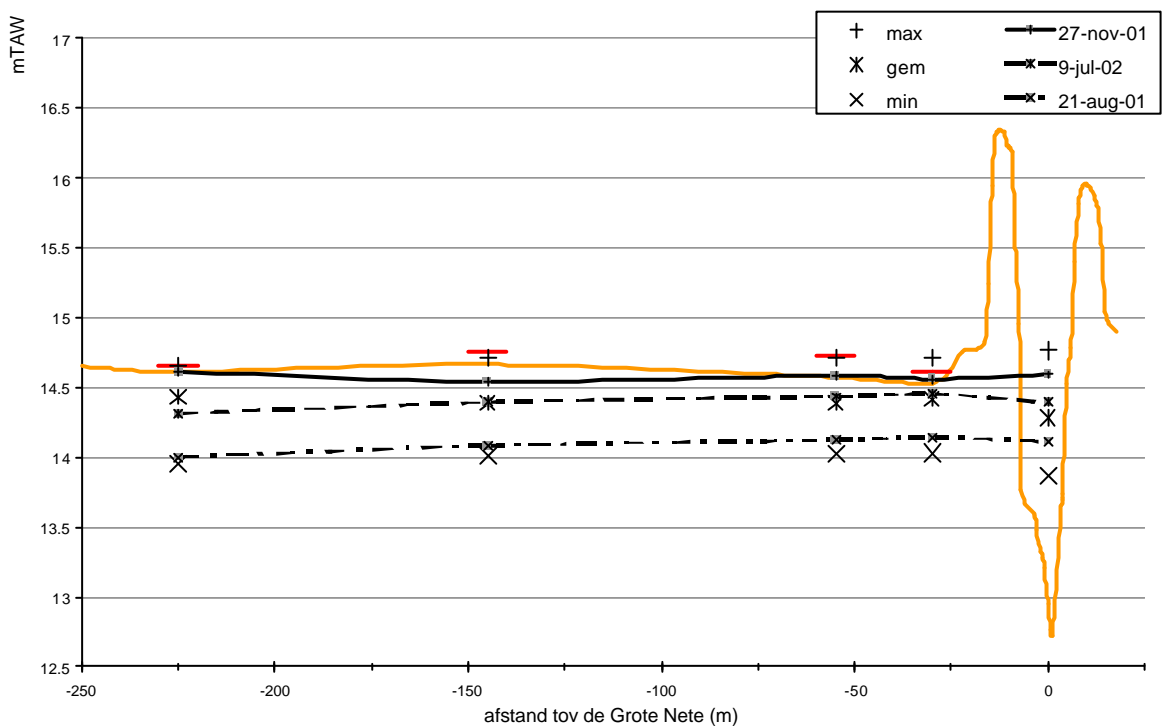
Figuren 4.3 (a,b) en 4.4 (a,b) geven respectievelijk de variatie van de grondwaterpeilen in de tijd (tijdscurven) en in de ruimte (doorsneden) voor het Zammelsbuitenbroek.

De dynamiek van de grondwaterpeilen volgt nauw de waterstanden in de Nete. Lagere waterstanden in de zomer komen zowel bij het grondwater als bij de rivier tot uiting. Op dit vlak vormt de Netevallei allerm minst een uitzondering. Minder algemeen is echter dat in de zomer 2001 het grondwater vrijwel onmiddellijk een verhoging of verlaging van de rivier volgt. Dit komt vooral naar voor in de meest oostelijke raai (raai 1). Tijdens de drogere periodes in de zomer staat het grondwater lager dan de Nete als gevolg van de evapotranspiratie. In nattere periodes echter lijkt een drainage-toestand te ontstaan. Daar het meetpunt van de Grote Nete tussen beide raaien ligt, is dit niet helemaal duidelijk. In de winterperiode blijven de grondwaterstanden altijd hoog en zijn minder gevoelig aan de schommelingen in de Nete. Het wegvallen van de evapotranspiratie speelt hier waarschijnlijk een grote rol, waardoor een drainage toestand overheerst. In raai 2 volgen de grondwaterstanden eveneens de Nete, maar de schommelingen zijn duidelijk minder sterk: in de zomer van 2001 ongeveer 25 cm tegenover ongeveer 50 cm in raai 1. De grondwaterpeilen worden gestuurd door weersomstandigheden en het seizoen maar ook en vooral door de Nete.



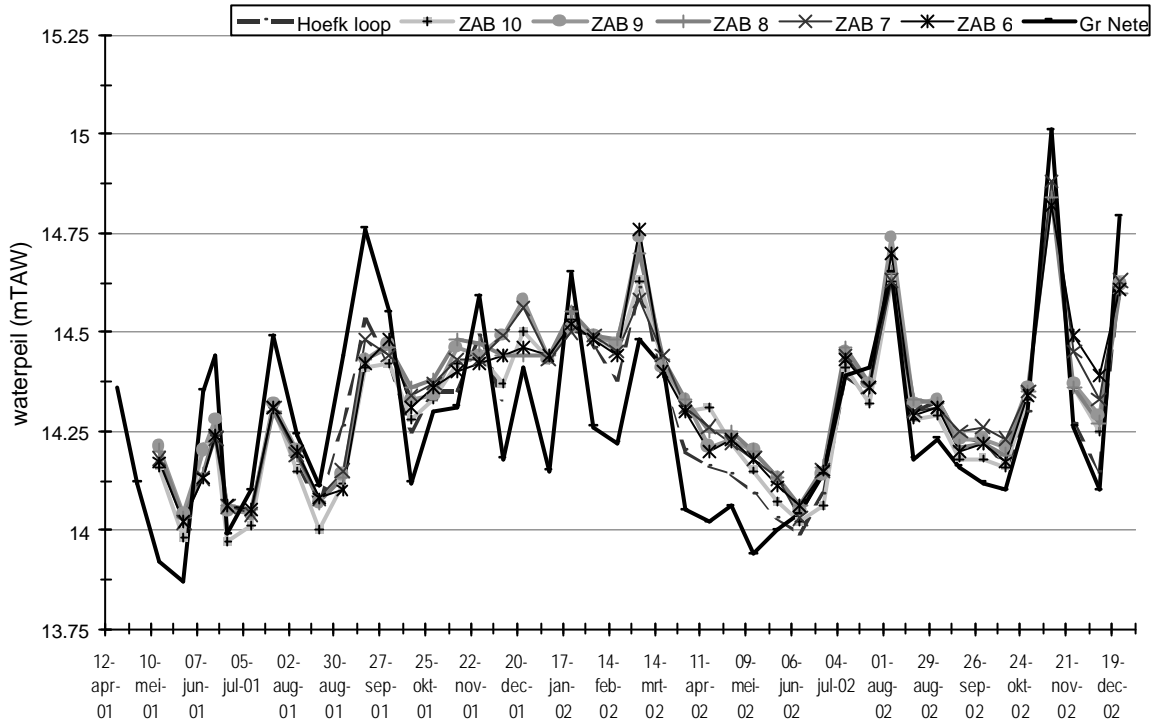


Figuur 4.3a: Tijdscurven, NR Zammelsbroek (raai 1)

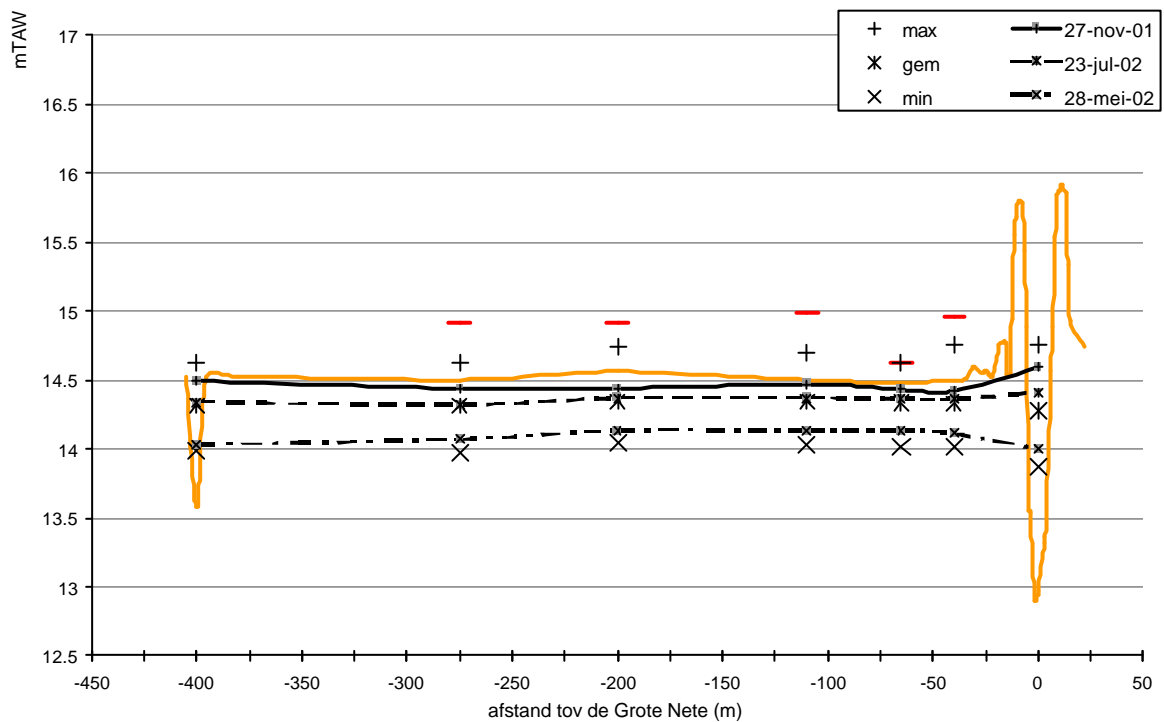


Figuur 4.4a: Dwarsprofielcurven, NR Zammelsbroek (raai 1, de rode lijntjes geven de top van de piëzometers aan)





Figuur 4.3b: Tijdscurven, NR Zammelsbroek (raai 2)

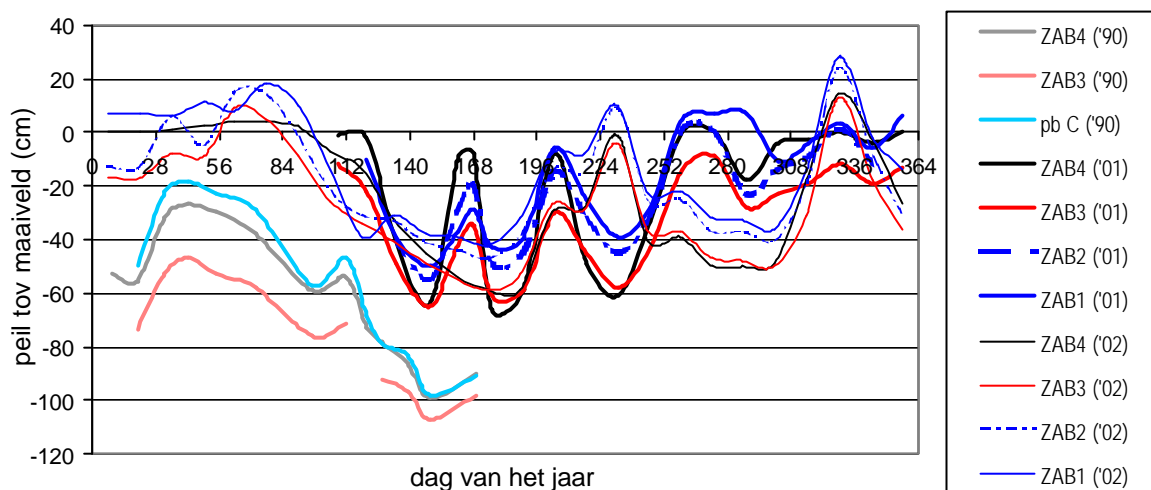


Figuur 4.4b: Dwarsprofielcurven, NR Zammelsbroek (raai 2, de rode lijntjes geven de top van de piëzometers aan)



Op de doorsnede worden naast het gemiddelde, minimum en maximumpeil ook drie momentopnamen met hoge, gemiddelde en lage grondwaterpeilen weergegeven, waargenomen in de afgelopen twee jaar. Ook hier blijkt de nauwe relatie tussen oppervlaktewater en grondwater. Het grondwater beweegt vrijwel als een horizontaal vlak op en neer met de Nete en de Hoefkensloop.

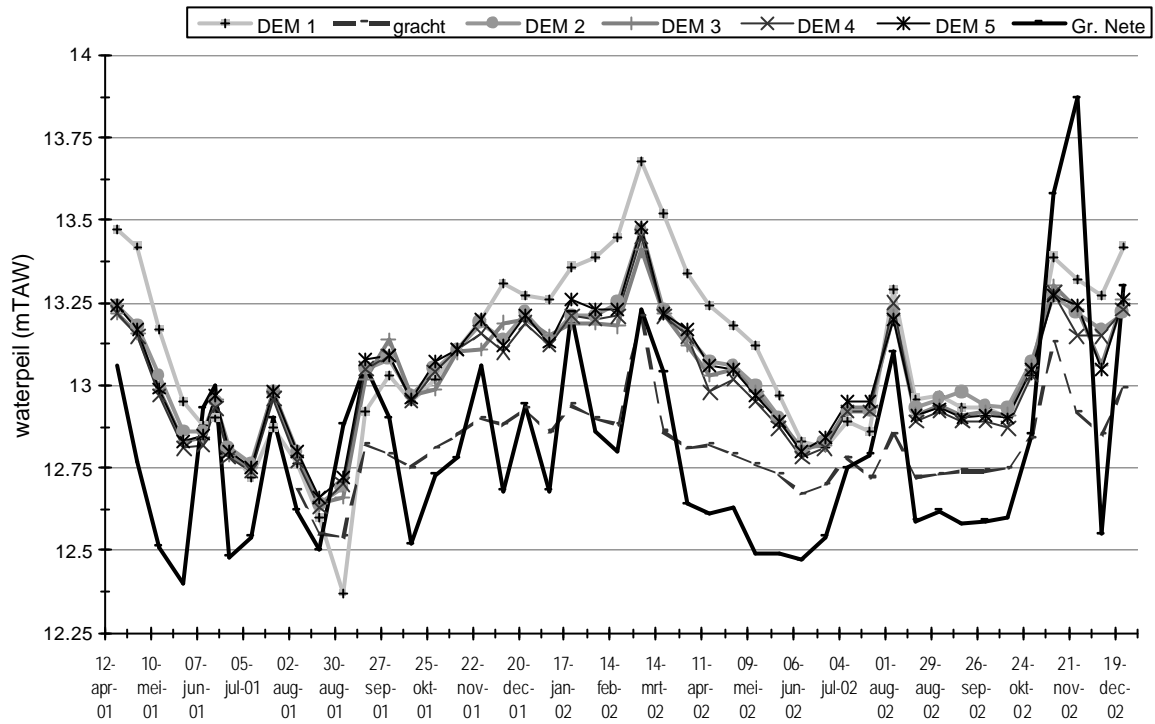
De lage peilen zijn van korte duur en zakken maximaal tot 66 cm onder het maaiveld. Het feit dat zowel 2001 als 2002 natte zomers hadden, moet evenwel mee in rekening gebracht worden. In de eerste helft van 1990 werden in raai 1 lagere peilen gemeten die tot meer dan 1 m onder maaiveld zakten (Verwaerde 1990). Figuur 4.5 vergelijkt die peilen gemeten in de drie peilbuizen geplaatst in 1989 met de recente peilmetingen van ofwel de dichtstbijzijnde piëzometer (ZAB1 & ZAB2 tov pb C in de blauwe lijnen), ofwel van dezelfde buizen: ZAB3 (rode curven) en ZAB4 (zwarte curven). De metingen in 1990 vonden plaats het jaar na het uitdiepen van de Grote Nete.



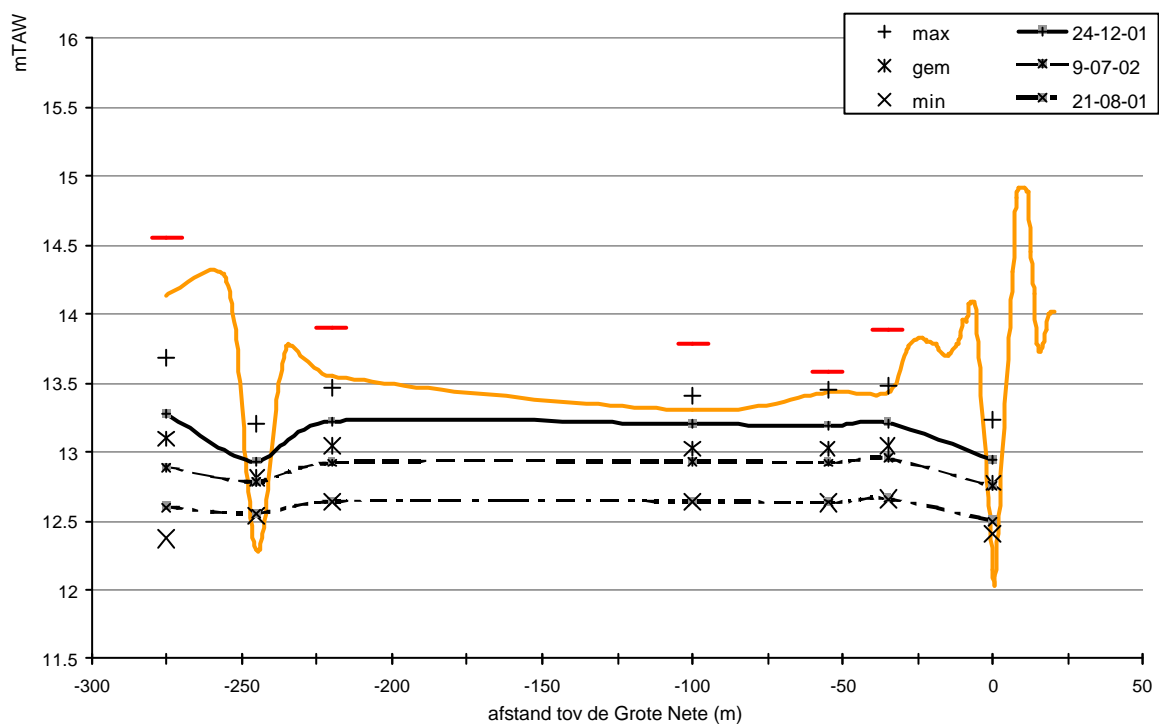
Figuur 4.5: Tijdscurven, NR Zammelsbroek (raai1: 1990, 2001 en 2002)

4.2.3 Parkbos de Merode

In tegenstelling tot het Zammelsbroek kan men in de tijdscurven van parkbos de Merode een meer geleidelijke opbouw van de grondwatertafel vaststellen, waarbij de seizoensale component meer tot uiting komt. De peilschommelingen in de Grote Nete vindt men er nog in gereflecteerd; vooral in de zomer ziet men het effect van hogere afvoeren van de Grote Nete, maar minder prominent. De drainerende werking van de Nete blijft vrijwel het hele jaar bestaan. In de vallei beweegt het grondwater in een vlak op en neer met de oppervlaktewaterpeilen (figuur 4.7).

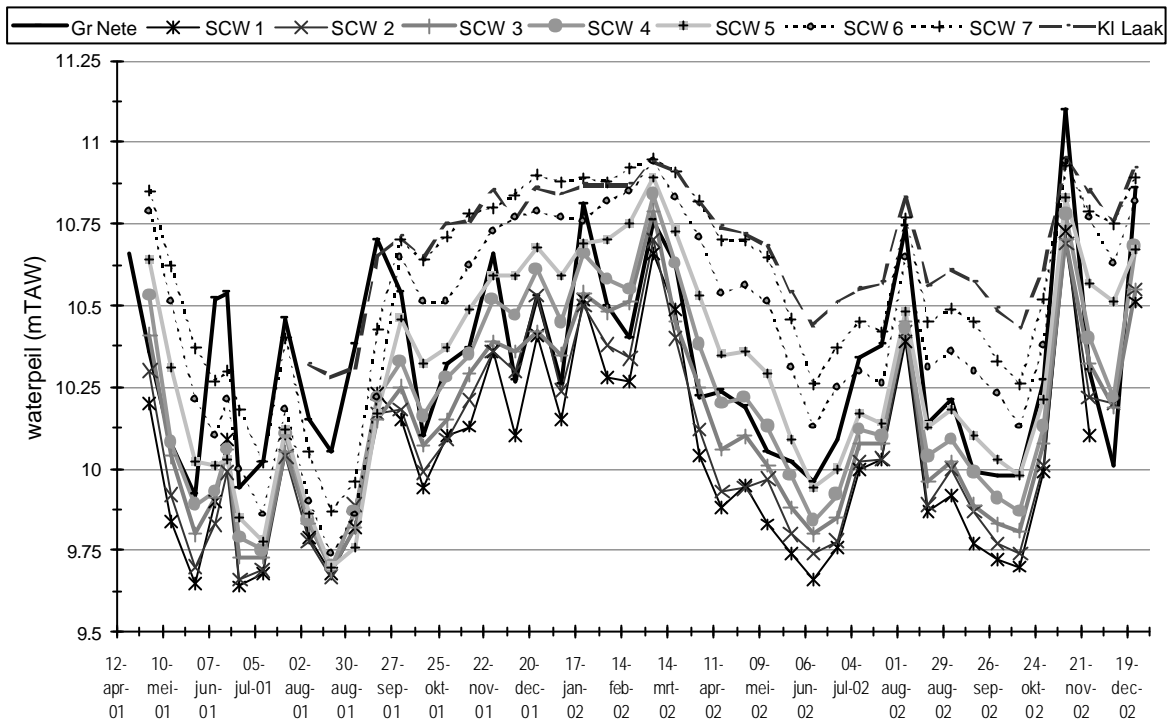


Figuur 4.6: Tijdscurven, parkbos de Merode

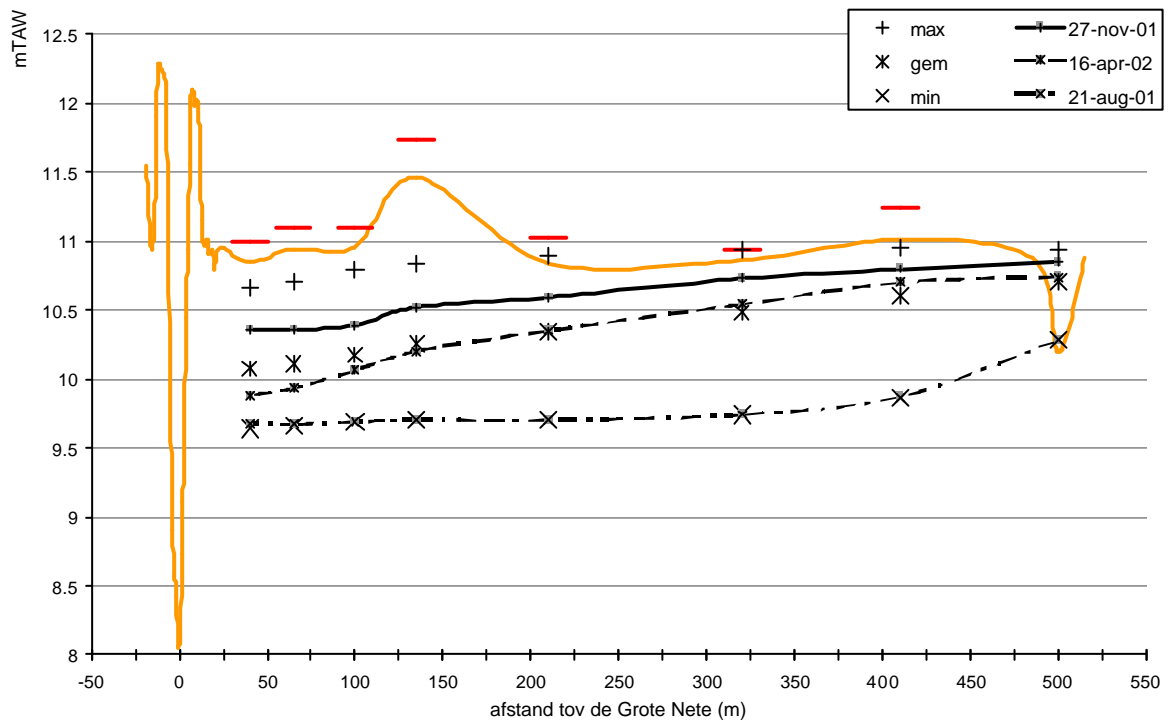


Figuur 4.7: Dwarsprofielcurven, parkbos de Merode (de rode lijntjes geven de top van de piëzometers aan)

4.2.4 Natuurreservaat Schaapswees



Figuur 4.8: Tijdscurven, NR Schaapswees



Figuur 4.9: Dwarsprofielcurven, NR Schaapswees (de rode lijntjes geven de top van de piëzometers aan)



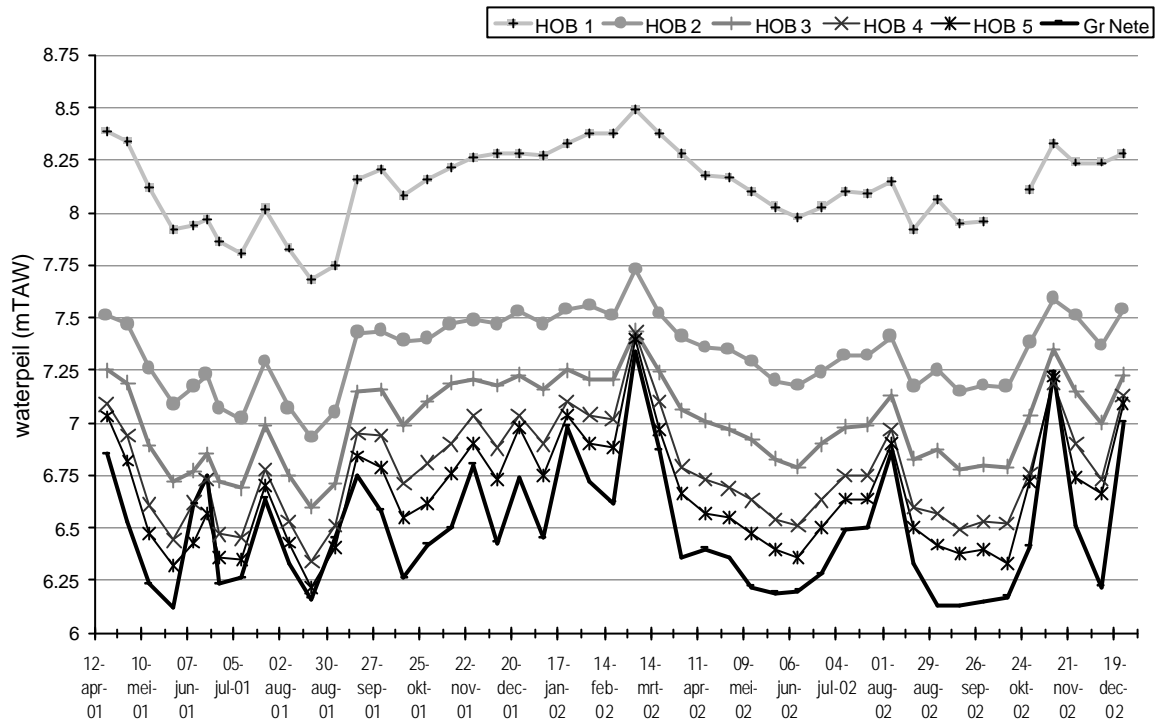
In natuureservaat Schaapswees liggen de tijdscurven niet in een smalle bundel maar verspreid over een hoogteverschil van 0,5 tot 1,5 m. De schommelingen in waterstanden kunnen in belangrijke mate gekoppeld worden aan de Grote Nete. Vooral in de zomer lopen alle piëzometers synchroon met de rivier. In de winter geldt dit enkel voor de piëzometers die kort bij de rivier gelegen zijn. De piëzometers aan de rand van de vallei zijn er op dat ogenblik vrijwel ongevoelig voor. De waterpeilen in de Kleine Laak liggen systematisch hoger dan de grondwaterpeilen in de vallei. Met betrekking tot de Grote Nete kunnen op dat vlak moeilijk uitspraken worden gedaan gezien deze waterpeilen enkele honderden meter stroomopwaarts worden gemeten.

Een andere karakteristiek van dit gebied is dat over de seizoenen, de grondwatertafel zich niet manifesteert als een horizontaal vlak, maar een helling vertoont van de Kleine Laak naar de Grote Nete (figuur 4.9). Het grondwater stroomt van de Kleine Laak naar de Grote Nete. Bij hoge waterstanden bevindt het buigpunt in deze curve zich nabij de Grote Nete, maar bij lage waterstanden (in de zomer) verschuift het buigpunt verder in de vallei. De drainerende invloed van de Grote Nete in de vallei neemt toe bij lagere waterstanden. Deze invloed reikt tot aan de Kleine Laak, op bijna 500 m van de rivier.

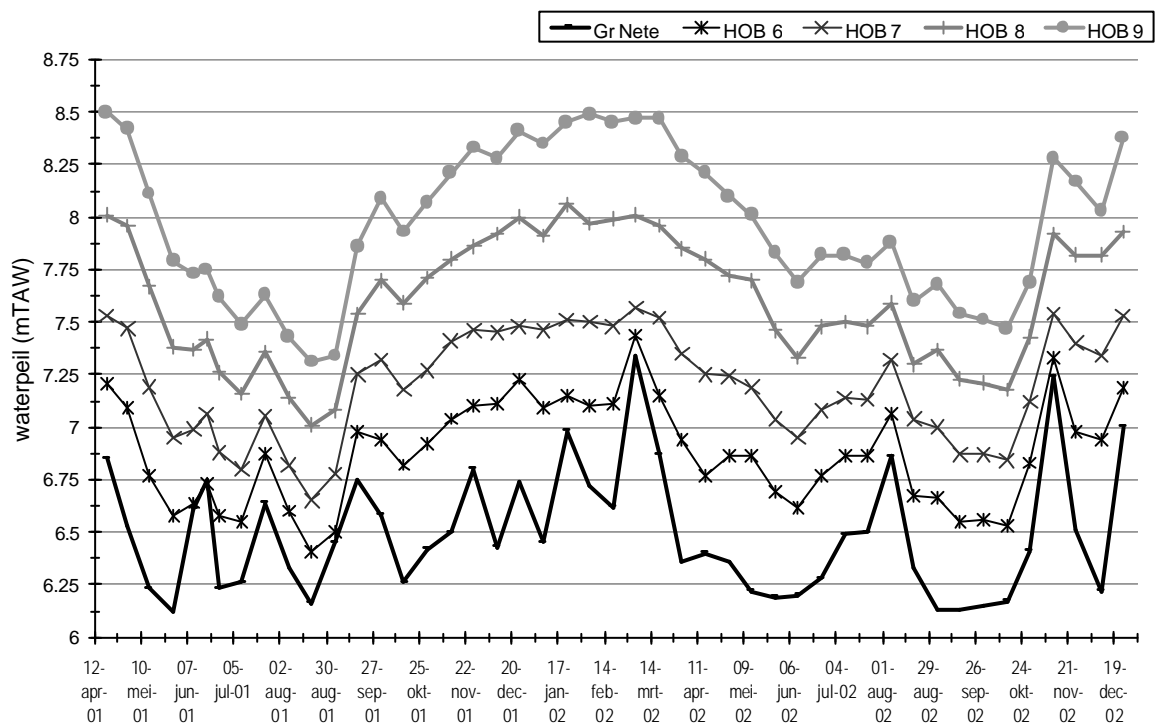
4.2.5 Natuureservaten Heist-op-den-Berg

De topografische condities in de vallei van de Grote Nete ter hoogte van Heist-op-den-Berg verschillen van deze verder stroomopwaarts. De Netevallei heeft er een meer komvormig karakter, waarbij het maaiveld systematisch afneemt in hoogte van de rand van de vallei naar de Grote Nete toe. Deze topografische condities beïnvloeden sterk de karakteristieken van de grondwatertafel, waar dezelfde komvormen kunnen vastgesteld worden. Een permanente stroming van grondwater naar de Grote Nete kan eruit afgeleid worden. Deze situatie is stabiel over de seizoenen heen, enkel de absolute hoogte van de watertafel verandert. De invloed van korte termijn veranderingen in de waterpeilen van de Grote Nete neemt af naar de valleiranden. Dicht bij de Grote Nete zijn de korte termijnschommelingen nog herkenbaar in de tijdscurven, maar op de valleiranden blijven enkel de grote seizoenale trends over.



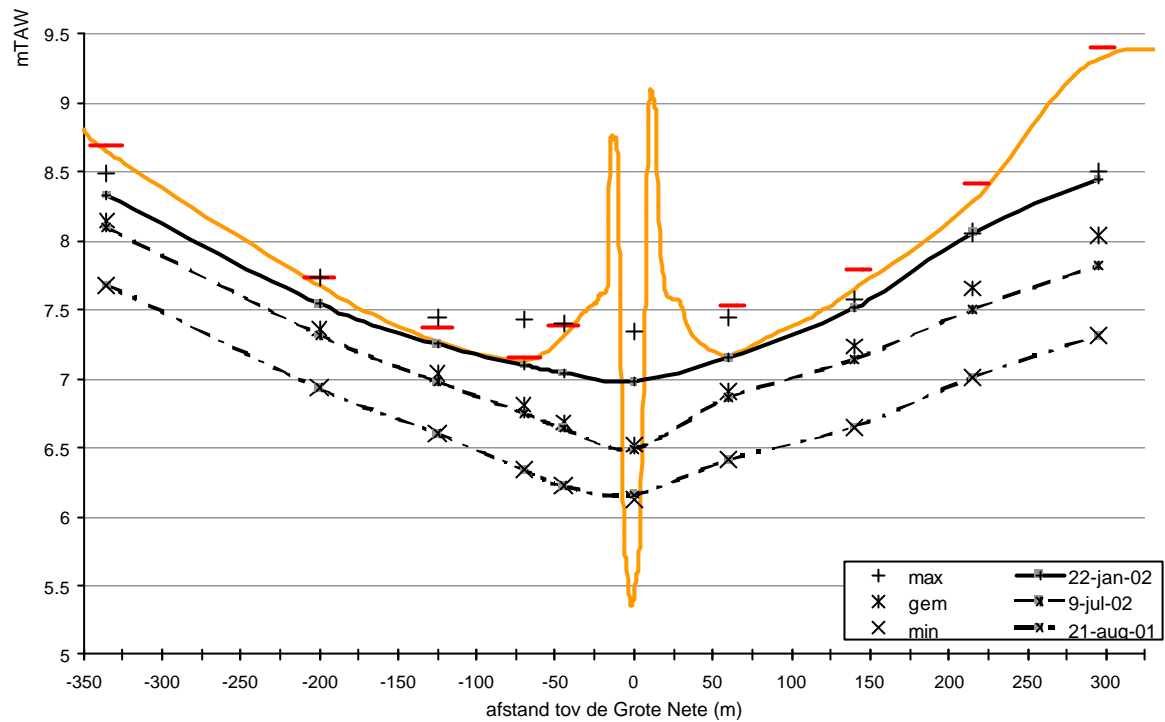


Figuur 4.10a: Tijdscurven, NR Heist-op-den-Berg (linkeroever)



Figuur 4.10b: Tijdscurven, NR Heist-op-den-Berg (rechteroever)





Figuur 4.11: Dwarsprofielcurven, NR Heist-op-den-Berg (linker- en rechteroever, de rode lijntjes geven de top van de piëzometers aan)

4.3 VALLEI VAN DE BEVAARBARE KLEINE NETE – NR STEENBEEMDEN

In de vallei van de Kleine Nete moet rekening gehouden worden met een bijkomende variabele, namelijk de getijdenwerking. Hoewel de Kleine Nete volledig bedijkt is en er geen rechtstreeks contact is tussen de rivier en haar vallei, blijken grondwaterpeilen in de vallei onder de invloed te staan van het getij. Om inzicht te krijgen in de relatie rivierpeilen/grondwaterstanden werd een beperkt aantal divers ingezet, die om het half uur de stijghoogte in de piëzometers registreerden. Hoewel het niet steeds mogelijk was om op deze wijze het waterpeil in alle piëzometers op te volgen, leveren de metingen toch enkele belangwekkende, richtinggevendende conclusies op.

De metingen met kleine tijdsintervallen geven de getijdeninvloed weer die zich twee keer per etmaal voordoet. In sommige zeer ondiepe piëzometers worden de metingen bijkomend gecompliceerd door de aanwezigheid van een dag/nacht ritme. Dit is geen onbekend fenomeen en werd ook elders vastgesteld (Meyboom 1967). De onderstaande tekst beperkt zich tot de lokale valleihydrologie en gaat niet verder in op dit verschijnsel.

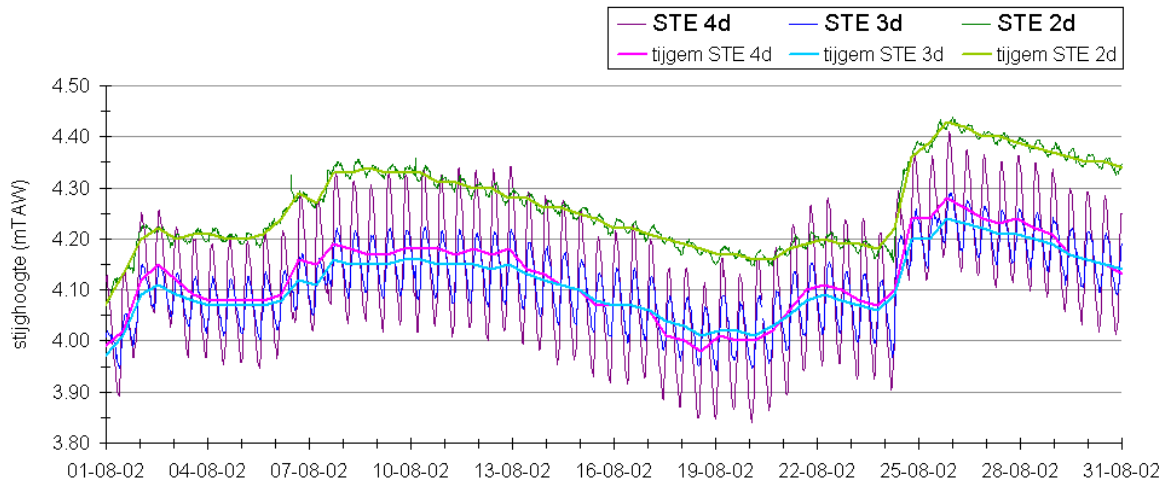
| Variabele | eenh. | STE 4D | STE 3D | STE 3O | STE 2D | STE 2O | STE 1D | |
|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Pmax | mTAW | 5.19 | 5.19 | 4.20 | 5.12 | 4.18 | 5.74 | max. tij/daggemiddelde in de waarnemingsperiode |
| Dmin | cm | 104 | 124 | 25 | 85 | -9 | -30 | min. diepte vh tij/daggemiddelde tov maaiveld |
| Pgem | mTAW | 4.24 | 4.21 | 4.08 | 4.35 | 3.94 | 5.10 | gem. stijghoogte vh tij/daggemiddelde |
| Dgem | cm | 9 | 25 | 13 | 8 | -33 | -93 | gem. stijghoogte vh tij/daggemiddelde tov maaiveld |
| Pmin | mTAW | 3.71 | 3.69 | 4.00 | 3.73 | 3.47 | 4.26 | min. tij/daggemiddelde in de waarnemingsperiode |
| Dmax | cm | -44 | -26 | 5 | -54 | -80 | -178 | max. diepte vh tij/daggemiddelde tov maaiveld |
| Ampl | cm | 148 | 150 | | 139 | | 148 | amplitude (= grootste stijghoogteverschil) |
| Tij-ampl max | cm | 44 | 24 | 11 | 17 | | | maximum getijde-amplitude |
| Tij-ampl gem | cm | 26 | 11 | 2 | 3 | | | gemiddelde getijde-amplitude |
| Tij-ampl min | cm | 2 | 1 | 1 | 1 | | | minimum getijde-amplitude |

Tabel 4.6: De grondwaterstanden in NR Steenbeemden, samengevat in enkele variabelen.

Voor STE4D, STE3D en STE2D werden de variabelen berekend op basis van de tijgemiddelden, geregistreerd in de periode van 8 augustus 2001 tot 17 september 2002. De berekeningen van de tijgemiddelden voor STE3O zijn gebaseerd op een meetreeks van 28 mei 2002 tot 19 september 2002. De waarden voor STE2O en STE1D zijn gebaseerd op gemiddelden per etmaal. De respectievelijk meetreeksen zijn 08-08-01 tot 28-05-02 en 23-07-02 tot 17-09-02. (D: diepe piëzometer, O: ondiepe piëzometer)

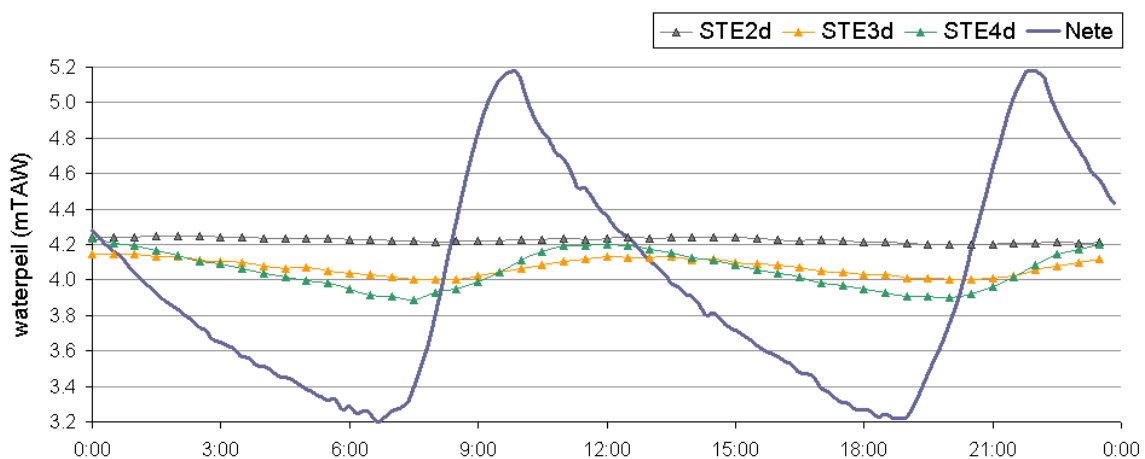
De gegevens in tabel 4.6 zijn niet allemaal onderling vergelijkbaar omwille van de verschillende meetperiodes. Zo omvatten de meetreeksen in de ondiepe piëzometers STE2O en STE3O niet de periode van voorjaarsoverstromingen begin 2002. Toch blijkt het natuurreservaat Steenbeemden een zeer nat gebied te zijn. Ter hoogte van STE3 staat het grondwater het hele jaar door boven het maaiveld. Ter hoogte van STE2 en STE4 komen de gemiddelde stijghoogtes in de diepe piëzometers eveneens boven het maaiveld uit. Meer naar het oppervlakte toe, neemt de waterdruk evenwel af waardoor het terrein rond STE4 soms droogvalt en nabij STE2 het grondwater nog slechts sporadisch aan de oppervlakte komt. STE1 bevindt zich, gelocaliseerd aan de rand van de vallei, reeds buiten het overstromingsgebied. De getijde-amplitude niet meegerekend, bedraagt de amplitude gemiddeld ongeveer 145 cm op jaarbasis.

Figuur 4.12 geeft de tijcurven van augustus 2002 voor de drie diepe piëzometers, dichtst bij de Kleine Nete. Ze vertonen een duidelijke 12-uurlijkse schommeling, waarvan de gemiddelde amplitude respectievelijk 26 cm, 11 cm en 3 cm bedraagt voor STE4D, STE3D en STE2D.

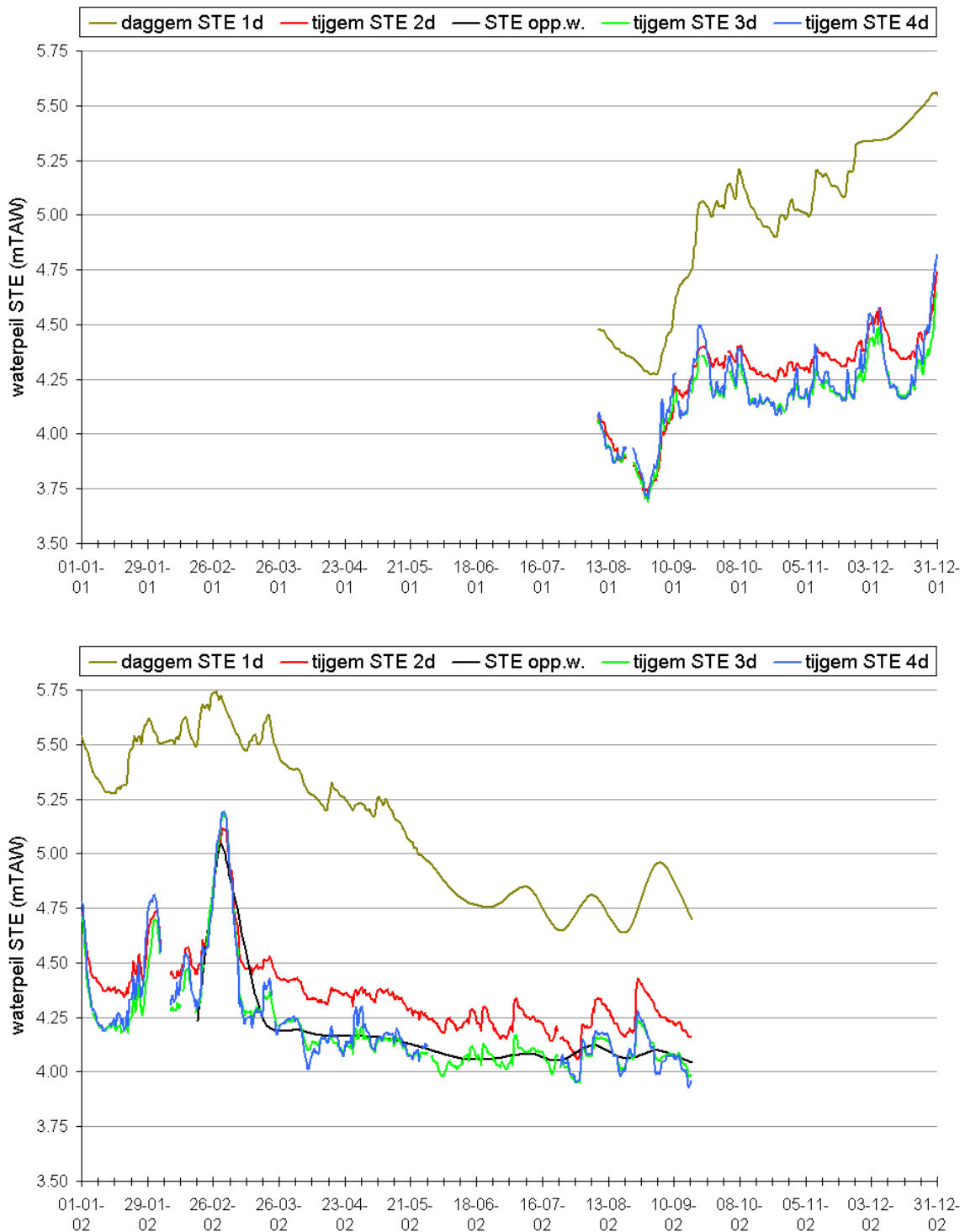


Figuur 4.12: Tijdscurven augustus 2002, NR Steenbeemden.

De getjebeweging op de Nete kent een grootteorde van 2 m. De tij-amplitude van de stijghoogtes in de buizen neemt af met de afstand tot de Nete. Het effect van het getij is goed herkenbaar tot op minimaal 125 m van de rivier. Op 230 m zijn er enkel nog sporen van eb en vloed in de tijdsreeksen terug te vinden. De grondwaterschommelingen lopen niet volkomen synchron. In STE4D, de diepe piëzometer het dichtst bij de Nete, wordt het hoogste peil ongeveer anderhalf tot twee uur later bereikt dan in de Nete. In STE3 bereikt de stijghoogte het maximum nog iets later (zie figuur 4.13). In ondiepe piëzometers lijkt het getij-effect te ontbreken, maar de waarnemingen zijn te beperkt om definitieve uitspraken daarover te doen.



Figuur 4.13: Tijdscurven 12 september 2002, Nete, STE4D, STE3D en STE2D



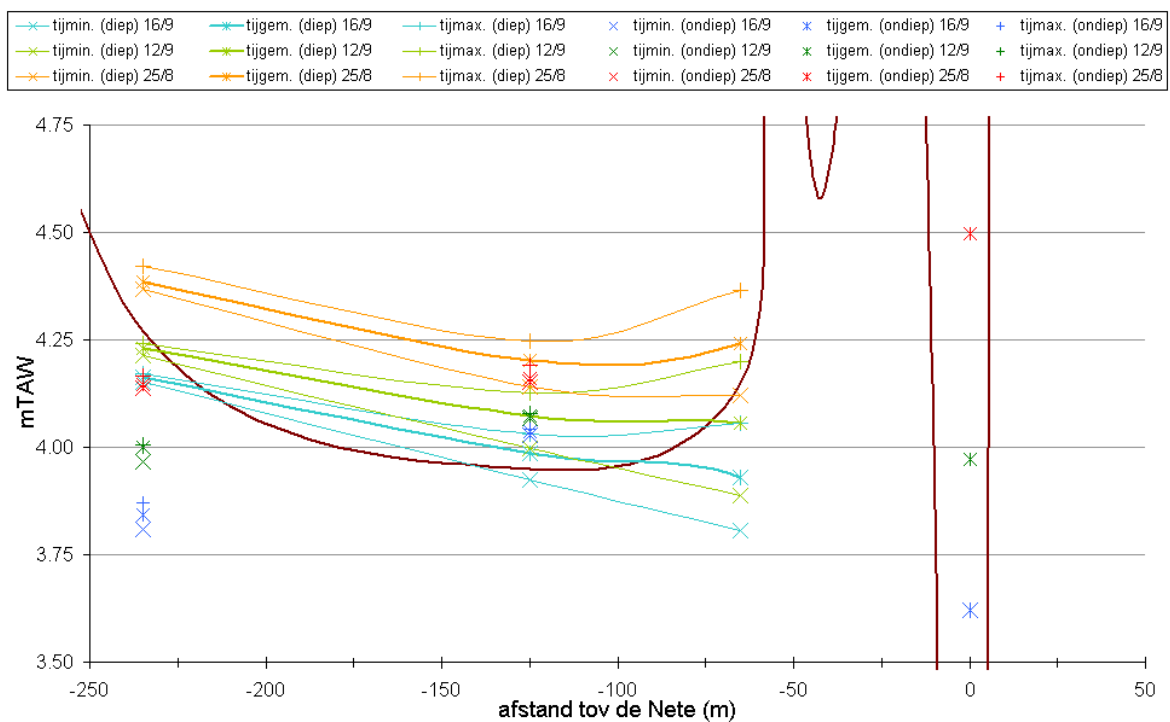
Figuur 4.14: Tijdscurven 2001 en 2002, NR Steenbeemden (tjgemiddelde (STE4D, STE3D, STE2D), daggemiddelde (STE 1D) en oppervlaktewater)

Figuur 4.14 geeft de evolutie van het waterpeil weer op langere tijdsbasis: de gemiddelde grondwaterstand per getijdencyclus voor de hoger besproken diepe piëzometers en het daggemiddelde voor STE1D. Hieruit blijkt dat STE2D, STE3D en STE4D een relatief constant peil kennen. Het waterpeil vertoont schommelingen maar valt terug op een peil rond 4,25 mTAW. Ter hoogte van STE3D en STE4D resulteert dit in waterpeilen die



bijna altijd boven het maaiveld staan. Tijdens de zomermaanden, afhankelijk van de weersomstandigheden kan het waterpeil iets wegzakken, zoals in augustus 2001 en in beperkter mate in de lente en zomer van 2002. In de winter zorgen nattere periodes voor een tijdelijk hogere waterpeilen. Piëzometer STE1D kent een grotere fluctuatie met een amplitude van bijna 1,5 m. Het waterpeil vertoont het normale seizoenale patroon met een opbouw van de watertafel in herfst en winter en een daling in lente en zomer.

Figuur 4.15 geeft voor drie momentopnamen uit 2002, representatief voor een hoge, gemiddelde en een lage waterstand in de Nete, de gemiddelde stijghoogtes gedurende een tij in doorsnede weer. Bij gemiddeld hoge waterstanden in de Nete is het waterpeil in de waterloop hoger dan in de vallei. Hydraulisch is er een stroming mogelijk van Netewater richting vallei. In de samenstelling van het grondwater worden daar echter geen sporen van teruggevonden. Bij gemiddelde en lage waterstanden is er gemiddeld een drainage richting Nete, maar door de tijcyclus is deze drainage slechts een gedeelte van de dag echt actief.



Figuur 4.15: Dwarsprofielcurven, NR Steenbeemden

Bij STE2 en STE3 werden extra ondiepe piëzometers geplaatst teneinde een idee te krijgen van de kwel. De metingen die werden verkregen zijn echter niet voldoende om daar volledige klaarheid in te scheppen. Wel is duidelijk dat ter hoogte van STE2 vrijwel constant een opwaartse verticale waterstroom aanwezig is. Nabij STE3 is dit bij hoge en gemiddelde waterstanden nog het geval, maar niet meer bij lage. Op deze locatie is er permanent staand oppervlaktewater aanwezig, wat mogelijk voor een extra complicatie zorgt.

4.4 CONCLUSIES

De dynamiek van het ondiep grondwater in de vallei van de Nete wordt in belangrijke mate bepaald door de waterpeilen in de rivieren, zowel in de vallei van de Grote Nete als van de Kleine Nete. De aard en de karakteristieken van de onderlinge relatie kunnen evenwel wisselen.

In de vallei van de Grote Nete volgen de grondwaterstanden de waterpeilen in de rivier. Bij hoge afvoeren en natte weersomstandigheden, die frequenter voorkomen in de winter, bouwt zich in de vallei een hogere watertafel op. Bij lage afvoeren draineert het grondwater naar de rivier. Vooral in de zomer reageert het grondwater snel op veranderingen in de rivier. In de winterperiode, bij afwezigheid van evapotranspiratie, reageert het grondwater trager en minder sterk. In het Zammelsbuitenbroek en het parkbos de Merode gedraagt de Netevallei zich als een grote bak, waarin het grondwater mee schommelt met de rivier. Meer stroomafwaarts nabij Schaapswees verloopt het drainageproces in de vallei geleidelijker, maar in de zomer wordt de volledige vallei erdoor beïnvloed.

Tijdens 2001 en 2002 lagen de waterpeilen gemiddeld tussen 20 cm (NR Zammelsbroek) en 80 cm (NR Schaapswees) onder maaiveld. De grootste waargenomen dieptes variëren van 50 cm tot 130 cm. Het zijn dus allemaal vochtige tot natte gebieden. Het betreft hier natuurgebieden die hun bestaan juist aan de ondiepe peilen te danken hebben en niet helemaal representatief zijn voor de hele Netevallei. Verder betreft het twee zeer natte jaren. Bij droge jaren mag men verwachten dat onder impuls van lagere Netepeilen de grondwaterpeilen verder wegzakken. In de winter kenden alle studiegebieden overstromingen.

De variatie in de grondwaterstanden lateraal in de vallei is eerder klein, vooral in stroomopwaarts studiegebieden Zammelsbuitenbroek en parkbos de Merode. In natuurreservaat Schaapswees en Heist-op-den-Berg neemt de variatie iets toe, maar blijft desondanks beperkt.

In de vallei van de Kleine Nete werd slechts één meetraai uitgebouwd. Dit is onvoldoende om alle bepalende hydrologische processen te onderzoeken. Toch komen een aantal belangrijke conclusies naar voren. Het belangrijkste element is ongetwijfeld de rol van het tij dat de bevaarbare Kleine Nete kenmerkt. Tweemaal per dag schommelen de waterpeilen in de Kleine Nete met een amplitude van ongeveer 2 m. Het effect hiervan is merkbaar op de stijghoogtes in de piëzometers in de vallei, tot op 230 m voor filters die op een diepte van ongeveer 2 m zitten. Naar boven in de sedimentpakket wordt deze amplitude verder gedempt. In de ondiepe piëzometers is ze nog nauwelijks waarneembaar. Het getij heeft een stabiliserend effect op de beïnvloede piëzometers en is verantwoordelijk voor de hoge grondwaterstanden in het gebied. Het water staat lokaal het hele jaar boven het maaiveld. De mogelijkheden van drainage door de rivier zijn door de periodische hoge waterstanden beperkt, zelfs in droge periodes. Hoewel de hydraulische toestand stroming van de Kleine Nete naar de vallei toelaat, moet het irrigerend effect niet worden overschat. In de chemie van het grondwater komt de invloed van het Netewater niet tot uiting.



Piëzometers, gelegen buiten de hydraulische invloed van het getij, worden duidelijk meer gestuurd door een seizoenale component.

Het getij is door zijn vochtonderhoudende rol een belangrijk element in de verdrogingsproblematiek van de vallei. Men kan verwachten dat maatregelen die dit getij beïnvloeden een grondige wijziging in de waterhuishouding van de vallei van de bevaarbare Kleine Nete tot gevolg zullen hebben. Het verdwijnen van het getij zou leiden tot verdroging.



5 BESLUIT

Het natuurlijke grondwater in de vallei van de Grote Nete is vrij homogeen op het vlak van chemische samenstelling. Het heeft een overwegend atmoclien karakter. Het grondwater heeft een eerder beperkte aanrijking gekend tijdens de stroming door de ondergrond. De samenstelling wordt vooral bepaald door de bron van het grondwater, namelijk de Formatie van Diest. In de vallei van de Grote Nete stroomopwaarts van Heist-op-den-Berg is het grondwater gemiddeld iets meer aangerijkt dan meer stroomafwaarts.

Ter hoogte van Zammelsbroek komt een afwijkend grondwatertype voor dat vervuild is met CaCl. Deze vervuiling is afkomstig van de Grote Laak en heeft Tessenderlo Chemie als bron. Door overstromingen van het Zammelsbroek bepaalt dit vervuild water ook de chemie van het lokaal aanwezige grondwater. De samenstelling van het rivierwater in de Grote Laak beïnvloedt ook de chemische karakteristieken van het Netewater afwaarts van de samenvloeiing met de Grote Laak, maar heeft daar geen meetbaar effect meer op het grondwater.

De bestudeerde gebieden zijn vochtige tot natte gebieden. Het betreft hier natuurgebieden die hun bestaan juist aan de ondiepe peilen te danken hebben en niet helemaal representatief zijn voor de hele Netevallei. Er werd gemeten tijdens het twee zeer vochtige jaren. Bij droge jaren mag men verwachten dat onder impuls van lagere Netepeilen de grondwaterpeilen verder wegzakken. In de winter kennen alle studiegebieden overstromingen, vooral het Zammelsbroek.

De dynamiek van het ondiep grondwater in de vallei van de Nete wordt in belangrijke mate bepaald door de waterpeilen in de rivieren, zowel in de vallei van de Grote Nete als van de Kleine Nete. In de vallei van de Grote Nete volgen de grondwaterstanden de waterpeilen in de rivier. In het Zammelsbuitenbroek en het parkbos de Merode gedraagt de Netevallei zich als een bak, waarin het grondwater mee schommelt met de rivier. Meer stroomafwaarts nabij Schaapswees verloopt het drainageproces in de vallei geleidelijker. In de zomer wordt de volledige vallei door de Grote Nete beïnvloed.

De variatie in de grondwaterstanden lateraal in de vallei is eerder klein, vooral in stroomopwaarts studiegebieden Zammelsbuitenbroek en parkbos de Merode. In natuureservaat Schaapswees en Heist-op-den-Berg neemt de variatie iets toe, maar blijft desondanks beperkt.

In de vallei van de bevaarbare Kleine Nete speelt het getijde op de rivier een belangrijke rol. De invloed van eb en vloed is merkbaar tot op 230 m van de rivier. Het getij heeft een stabiliserend effect op de beïnvloede piëzometers en is verantwoordelijk voor de hoge grondwaterstanden in het gebied. Het water staat op bepaalde plaatsen bijna het hele jaar boven het maaiveld. De mogelijkheden van drainage door de rivier zijn door de periodische hoge waterstanden beperkt, zelfs in droge periodes. Piëzometers, gelegen buiten de hydraulische invloed van het getij, worden duidelijk meer gestuurd door een seizoenale component. Het getij onderhoudt de vochtige en natte condities in de vallei van de Kleine Nete. Maatregelen die dit getij beïnvloeden kunnen leiden tot een grondige wijziging in de waterhuishouding van de vallei.



REFERENTIES

AUBROECK, B., HUYBRECHTS, W., DE BECKER P. (2001) Waterhuishouding in de Demervallei tussen Zichem en Rillaar. Verslag van het Instituut voor Natuurbehoud 2001.15. 91 p.

AUBROECK B., N I., HUYBRECHTS W. & DE BECKER P. (2002) Graslanden in de vallei van de bevaarbare Nete - Graslandkartering 1957 - 1960. Verslag van het Instituut voor Natuurbehoud 2002.35. Instituut voor Natuurbehoud (IN), Brussel. 48 p.

BATEN I., HUYBRECHTS W. & DE BECKER P. (2002) Graslanden in de vallei van de bevaarbare Nete - Graslandkartering 1957 - 1960. Verslag van het Instituut voor Natuurbehoud 2002.35. Instituut voor Natuurbehoud (IN), Brussel. 48 p.

BELTMAN B., VAN WIRDUM G. & ROUWENHORST T.G. (1989) De Ionic Ratio als variabele standplaatsfactor. Landschap 6/4: 319-331

BOEYE D. & VERHEYEN R.F. (1992) The hydrological balance of a groundwater discharge fen. J. Hydrology 137: 149-163

DE BECKER P. & HUYBRECHTS W. (2000) De Doode Bemde: ecohydrologische atlas. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 2000.13. 52p

DE BECKER P. & HUYBRECHTS W. (2000) Vallei van de Zwarte Beek: ecohydrologische atlas. Rapport Instituut voor Natuurbehoud 2000.16. 101p

DE SAEGER S., DELAFAILLE S., HEIRMAN J. & PAELINCKX D. (2000) Biologische waarderingskaart, versie 2, kaartbladen 23. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud 13, Brussel. 128 pp. + 16 kaartbladen.

ECOLAS (2002) Oriënterend bodemonderzoek van de valleigronden en oevers van het stroomgebied van de Winterbeek-Grote Beek, Zwart Water en Hulpe tussen Tessenderlo en Zichem.

FRAPPORTI G., VRIEND S.P. & VAN GAANS P.F.M. (1993) Hydrochemistry of shallow groundwater: interpretation of the national groundwater quality monitoring. Water Resources Research; 29(9): 2993-3004.

HEIRMAN J., BOSCH H., SCHELDEMAN K., VAN HOVE M., GUELINCKX R. & PAELINCKX D. (2002) Biologische Waarderingskaart, versie 2, kaartbladen 24. Brussel. Digitaal bestand en mededeling Instituut voor Natuurbehoud in ontwerp. Brussel.

HUYBRECHTS W. & DE BECKER P. (1997) Dynamische en chemische kenmerken van het ondiep grondwater in kwelsystemen: het Walenbos (Tielt-Winge). Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud 5. Instituut voor Natuurbehoud (IN), Brussel. 94 p.

JANSEN P.C., KEMMERS R.H. & MEKKINK P. (1994) Eco-hydrologische systeembeschrijving van het landgoed 'De Wildenborch'. SC-DLO rapport 296. Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied, Wageningen. 125 p.

LLOYD J.W. & HEATHCOTE J.A. (1985) Natural Inorganic Hydrochemistry in Relation to Groundwater: an introduction. Clarendon Press, Oxford. 296 p.



- MENNEN W. & DE SCHUTTER J. (red) (2000) Het watersysteem in het bekken van de Nete . Op weg naar integraal waterbeheer . Ministerie van de Vlaamse gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur (LIN), Administratie Milieu, Natuur en Landinrichting (AMINAL), Afdeling Water, Antwerpen. 64 p.
- MEYBOOM, P. (1967) Groundwater studies in the Assiniboine river drainage basin. Part II: Hydrologic characteristics of Phreatophytic vegetation in South-Central Saskatchewan. Geological Survey Canada, Bulletin 139.
- PEDROLI G.B.M. (1990) Ecohydrological parameters indicating different types of shallow groundwater. *J.Hydrology*; 120: 381-404.
- ROMBOUTS K., DELAFAILLE S. & PAELINCKX D. (2000) Biologische Waarderingskaart, versie 2, kaartbladen 16. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud 11, Brussel. 16 kaartbladen.
- STUMM W. & MORGAN J.J. (1981) Aquatic chemistry: an introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters. Wiley Interscience . John Wiley & Sons, New York. 780 p.
- STUYFZAND P.J. (1993) Hydrochemistry and hydrology of the coastal dune area of the Western Netherlands. Proefschrift V.U.Amsterdam-KIWA, Amsterdam.
- VAN DEN BROECK A. (1992) Het hoofd boven water houden, Waterbeheersing in het Netebekken tijdens de 18de eeuw. In: Liers genootschap voor geschiedenis. *Lyra Elegans*. Jaarboek 2. [s.n.], Lier. pp. 7-38
- VANDENBERGHE J. (1977) Geomorfologie van de Zuiderkempen. Koninklijke Academie voor Wetenschappen, Brussel. 166 p.
- VAN DINGELEN A., GROOTJANS & BURKUNK R. (1994) Assessing restoration perspectives of disturbed brook valleys : The Gorecht area, The Netherlands. *Restoration Ecology*; 2(2): 87-96.
- VAN WIRDUM G. (1991) Vegetation and Hydrologie of Floating Rich-Fens. Doctoraatsthesis, Datawyse, Maastricht.
- VERWAERDE J. (1990) Het Waflo-model (Reijnen 1981): Nadere analyse van een aantal deelaspekten en toepassing van het model op een konkrete situatie, het Zammelsbroek (Geel, België). Universitaire Instelling Antwerpen (UIA), Antwerpen. 40 p.
- Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) (2000) Waterkwaliteit: lozingen in het water: 1999. Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), Erembodegem. 244 + 2 p.
- VRIENS L., VAN HOVE M., HEIRMAN J. & PAELINCKX D. (2002) Ontwerp Biologische Waarderingskaart, versie 2, kaartbladen 15. Brussel. Digitaal bestand en mededeling Instituut voor Natuurbehoud in ontwerp. Brussel.
- WASSEN M.J., BARENDREGT A., BOOTSMAN M.C. & SCHOT P.P. (1989) Groundwater chemistry and vegetation of gradients from rich fen to poor fen in the Naardermeer. *Vegetatio*; 79: 117-132.



BIJLAGEN

Bijlage 2.1: Code, ligging en afmetingen van de piëzometers en meetpunten

| | code | X | Y | Z | h | d | a | |
|----------------|----------|----------|----------|-------|-----|-----|------------|----------------------------------|
| | | | | mTAW | cm | cm | m | |
| Zammelsbroek | ZABP001X | 191582.9 | 198653.1 | 14.53 | 8 | 250 | 30 | opwaarts voet- gangersbrug |
| | ZABP002X | 191587.3 | 198621.8 | 14.57 | 15 | 315 | 55 | |
| | ZABP003X | 191646.2 | 198521.8 | 14.66 | 9 | 190 | 145 | |
| | ZABP004X | 191712.3 | 198445.3 | 14.61 | 4 | 195 | 225 | |
| | ZABS01XX | 191224 | 198580 | 16.51 | | | | Grote Nete |
| | ZABP006X | 191154.1 | 198420.3 | 14.50 | 46 | 310 | 40 | afwaarts voetgangers- brug |
| | ZABP007X | 191165.6 | 198399.6 | 14.48 | 15 | 315 | 65 | |
| | ZABP008X | 191184.3 | 198355.6 | 14.50 | 49 | 305 | 110 | |
| | ZABP009X | 191218.2 | 198265.6 | 14.56 | 35 | 305 | 200 | |
| | ZABP010X | 191250.2 | 198198.7 | 14.50 | 41 | 270 | 275 | Hoefkensloop |
| ZABS02XX | 191200 | 198126 | 14.97 | | | | Grote Nete | |
| de Meroede | DEMS01XX | 188192 | 196921 | 16.20 | | | | Grote Nete |
| | DEMP005X | 188309.8 | 196976.3 | 13.43 | 7 | 270 | 35 | afwateringsgracht |
| | DEMP004X | 188323.8 | 196959.0 | 13.43 | 7 | 365 | 55 | |
| | DEMP003X | 188360.5 | 196932.5 | 13.30 | 11 | 360 | 100 | |
| | DEMP002X | 188417.2 | 196819.9 | 13.55 | 8 | 320 | 220 | |
| | DEMP001X | 188470.9 | 196759.5 | 14.14 | 8 | 340 | 275 | |
| | DEMS02XX | 188246 | 196856 | 13.58 | | | | |
| Schaapswees | SCWP007X | 184949.1 | 196292.5 | 11.01 | 23 | 270 | 410 | Grote Nete |
| | SCWP006X | 184966.3 | 196199.7 | 10.86 | 8 | 250 | 320 | |
| | SCWP005X | 185022.0 | 196098.4 | 10.84 | 19 | 235 | 210 | |
| | SCWP004X | 185058.6 | 196027.5 | 11.46 | 27 | 355 | 135 | |
| | SCWP003X | 185073.7 | 195984.6 | 10.96 | 13 | 295 | 100 | |
| | SCWP002X | 185097.1 | 195941.1 | 10.94 | 16 | 284 | 65 | |
| | SCWP001X | 185104.8 | 195915.4 | 10.85 | 14 | 295 | 40 | |
| | SCWS01XX | 185636 | 196108 | 14.52 | | | | |
| | SCWS02XX | 185049 | 196422 | 11.71 | | | | |
| Heist o/d Berg | HOBP009X | 177326.0 | 197309.9 | 9.32 | 8 | 285 | 295 | rechteroever |
| | HOBP008X | 177256.6 | 197270.0 | 8.28 | 13 | 200 | 215 | |
| | HOBP007X | 177185.7 | 197234.8 | 7.65 | 14 | 170 | 140 | |
| | HOBP006X | 177116.4 | 197195.3 | 7.17 | 36 | 225 | 60 | |
| | HOBP005X | 177250.6 | 196548.4 | 10.48 | | | | Grote Nete |
| | HOBP004X | 177008.9 | 197000.5 | 7.31 | 7 | 385 | 45 | linkeroever |
| | HOBP003X | 176983.8 | 196987.1 | 7.13 | 2 | 340 | 70 | |
| | HOBP002X | 176932.1 | 196959.2 | 7.27 | 10 | 315 | 125 | |
| | HOBP001X | 176863.8 | 196924.1 | 7.67 | 7 | 285 | 200 | |
| | HOBS01XX | 176761.6 | 196835.6 | 8.65 | 4 | 295 | 335 | |
| HOBS02XX | 176761.6 | 196835.6 | 8.65 | 4 | 295 | 335 | | |
| Steenbeemden | STEP004X | 166387.9 | 205013.3 | 4.15 | 51 | 290 | 65 | |
| | STEP003X | 166424.1 | 204952.8 | 3.95 | 101 | 305 | 125 | |
| | STEP030X | 166424.1 | 204952.8 | 3.95 | 93 | 110 | 125 | |
| | STEP002X | 166456.6 | 204827.4 | 4.27 | 84 | 215 | 235 | |
| | STEP020X | 166456.6 | 204827.4 | 4.27 | 72 | 125 | 235 | |
| | STEP001X | 166513.7 | 204720.4 | 6.04 | 12 | 300 | 350 | |

z= hoogte van het maaiveld, basis van de brug of nulpunt van de peilschaal

h= hoogte van de top van de peilbuis boven het maaiveld

d= benaderde waarde van de diepte van de buis

a= benaderde waarde van de afstand tot de rivieras



Bijlage 3.1: Chemische parameters

Bijlage 3.1a: Chemische parameters, NR Zammelsbroek

| ID | datum staalname | EN | EC µS/cm | pH | HCO ₃ ⁻ mg/l | H ₂ PO ₄ ⁻ mg/l | NO ₃ ⁻ mg/l | NO ₂ ⁻ mg/l | NH ₄ ⁺ mg/l | SO ₄ ²⁻ mg/l | Cl ⁻ mg/l | Na ⁺ mg/l | K ⁺ mg/l | Ca ²⁺ mg/l | Mg ²⁺ mg/l | Fe _(tot.) mg/l | |
|----------------------------------|--------------------------|-----------|-------------|------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|-------|
| NR Zammelsbroek | Grote Nete (thv brug) | 19-jun-01 | 1.4 | 409 | 7.18 | 137 | 0.59 | 8.08 | 0.378 | 0.86 | 53 | 33.3 | 55.7 | 9.1 | 29.9 | 4.1 | 0.3 |
| | | 8-feb-02 | -3.8 | 459 | 6.54 | 124 | 0.55 | 9.46 | 0.144 | 1.00 | 48 | 48.4 | 42.8 | 10.1 | 34.1 | 4.1 | 0.3 |
| | | gem. | | 434 | 6.86 | 130 | 0.57 | 8.77 | 0.261 | 0.93 | 50 | 40.9 | 49.3 | 9.6 | 32.0 | 4.1 | 0.3 |
| | ZAB 1 | 19-jun-01 | 4.0 | 408 | 6.70 | 156 | 6.34 | 0.22 | 0.016 | 1.70 | 76 | 18.5 | 9.4 | 5.5 | 32.3 | 3.8 | 71.2 |
| | | 8-feb-02 | -4.8 | 406 | 5.42 | 6 | 0.17 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 28 | 105.2 | 13.2 | 5.1 | 47.8 | 2.7 | 0.3 |
| | | gem. | | 407 | 6.06 | 81 | 3.26 | 0.22 | 0.016 | 0.91 | 52 | 61.9 | 11.3 | 5.3 | 40.1 | 3.3 | 35.7 |
| | ZAB 2 | 19-jun-01 | 0.3 | 280 | 6.71 | 83 | 0.56 | 2.48 | 0.016 | 0.13 | 55 | 22.6 | 7.9 | 9.9 | 33.2 | 3.9 | 17.3 |
| | | 8-feb-02 | 4.5 | 310 | 6.35 | 72 | 0.19 | 0.22 | 0.016 | 0.33 | 37 | 36.6 | 7.1 | 6.1 | 35.3 | 3.8 | 19.5 |
| | | gem. | | 295 | 6.53 | 77 | 0.38 | 1.35 | 0.016 | 0.23 | 46 | 29.6 | 7.5 | 8.0 | 34.3 | 3.9 | 18.4 |
| | ZAB 3 | 19-jun-01 | -4.2 | 241 | 6.35 | 78 | 0.56 | 3.72 | 0.016 | 1.26 | 39 | 25.4 | 8.1 | 15.6 | 24.8 | 3.4 | 8.4 |
| | | 7-feb-02 | 4.9 | 318 | 6.05 | 78 | 0.36 | 0.22 | 0.053 | 0.58 | 25 | 37.4 | 6.2 | 5.2 | 30.0 | 4.4 | 24.1 |
| | | gem. | | 280 | 6.20 | 78 | 0.46 | 1.97 | 0.034 | 0.92 | 32 | 31.4 | 7.2 | 10.4 | 27.4 | 3.9 | 16.3 |
| | ZAB 4 | 19-jun-01 | | 403 | 4.80 | 33 | 0.56 | 13.23 | 0.036 | 3.94 | 74 | 59.4* | * | * | * | * | * |
| | | 7-feb-02 | -1.8 | 256 | 5.69 | 34 | 14.07 | 0.22 | 0.046 | 1.94 | 90 | 32.5 | 5.1 | 0.5 | 14.8 | 1.7 | 60.0 |
| | | gem. | | 330 | 5.25 | 34 | 7 | 7 | 0 | 3 | 82 | 46 | | | | | |
| | ZAB 6 | 19-jun-01 | 1.0 | 1204 | 6.23 | 43 | 1.22 | 4.67 | 0.049 | 0.98 | 67 | 348.8 | 30.2 | 11.5 | 107.0 | 9.1 | 126.0 |
| | | 7-feb-02 | 8.4 | 1208 | 5.68 | 6 | 0.14 | 0.22 | 0.043 | 0.85 | 66 | 288.9 | 28.5 | 11.4 | 104.0 | 9.1 | 108.0 |
| | | gem. | | 1206 | 5.96 | 24 | 0.68 | 2.45 | 0.046 | 0.91 | 66 | 318.9 | 29.4 | 11.5 | 105.5 | 9.1 | 117.0 |
| ZAB 7 | 19-jun-01 | -0.3 | 1414 | 5.98 | 17 | 6.58 | 0.64 | 0.049 | 0.98 | 57 | 441.2 | 37.2 | 10.4 | 131.0 | 20.6 | 104.0 | |
| | 7-feb-02 | 5.8 | 1685 | 5.55 | 6 | 0.09 | 0.22 | 0.016 | 0.85 | 42 | 458.7 | 44.2 | 15.6 | 202.0 | 16.6 | 50.4 | |
| | gem. | | 1550 | 5.77 | 11 | 3.34 | 0.43 | 0.033 | 0.91 | 50 | 450.0 | 40.7 | 13.0 | 166.5 | 18.6 | 77.2 | |
| ZAB 8 | 19-jun-01 | 2.2 | 1307 | 6.42 | 88 | 1.06 | 0.22 | 0.059 | 1.75 | 56 | 365.4 | 28.7 | 13.7 | 104.0 | 22.4 | 133.0 | |
| | 7-feb-02 | 3.3 | 1685 | 6.21 | 6 | 0.08 | 0.22 | 0.016 | 1.43 | 41 | 450.4 | 33.6 | 12.0 | 199.0 | 12.2 | 50.7 | |
| | gem. | | 1496 | 6.32 | 47 | 0.57 | 0.22 | 0.038 | 1.59 | 48 | 407.9 | 31.2 | 12.9 | 151.5 | 17.3 | 91.9 | |
| ZAB 9 | 19-jun-01 | 0.8 | 1693 | 6.47 | 185 | 0.37 | 0.22 | 0.062 | 0.57 | 60 | 474.2 | 39.2 | 15.0 | 148.0 | 21.6 | 186.0 | |
| | 7-feb-02 | 8.6 | 1648 | 6.42 | 89 | 0.15 | 0.22 | 0.043 | 0.39 | 43 | 390.6 | 32.2 | 15.5 | 142.0 | 17.2 | 155.0 | |
| | gem. | | 1671 | 6.45 | 137 | 0.26 | 0.22 | 0.053 | 0.48 | 51 | 432.4 | 35.7 | 15.3 | 145.0 | 19.4 | 170.5 | |
| ZAB 10 | 19-jun-01 | 2.0 | 1068 | 6.35 | 80 | 0.32 | 0.22 | 0.049 | 2.46 | 84 | 271.7 | 21.6 | 12.9 | 99.0 | 16.8 | 95.9 | |
| | 7-feb-02 | 9.5 | 1235 | 6.32 | 22 | 0.15 | 0.22 | 0.039 | 2.42 | 79 | 272.7 | 18.2 | 17.2 | 95.1 | 19.6 | 112.0 | |
| | gem. | | 1152 | 6.34 | 51 | 0.23 | 0.22 | 0.044 | 2.44 | 81 | 272.2 | 19.9 | 15.1 | 97.1 | 18.2 | 104.0 | |
| Hoef- kens- loop | 19-jun-01 | 9.7 | 1982 | 6.54 | 33 | 0.27 | 2.28 | 0.381 | 2.72 | 57 | 629.0 | 81.9 | 24.2 | 379.0 | 5.4 | 0.6 | |
| | 7-feb-02 | 1.1 | 568 | 6.53 | 76 | 0.83 | 2.85 | 0.089 | 0.76 | 37 | 108.1 | 19.5 | 14.5 | 70.5 | 4.9 | 1.2 | |
| | gem. | | 1275 | 6.54 | 54 | 0.55 | 2.56 | 0.235 | 1.74 | 47 | 368.6 | 50.7 | 19.4 | 224.8 | 5.1 | 0.9 | |
| Grote Nete (thv Gr Laak)** | 19-jun-01 | 4.6 | 1730 | 6.90 | 96 | 0.35 | 6.14 | 0.371 | 0.99 | 77 | 518.4 | 123.0 | 29.3 | 261.0 | 5.4 | 0.3 | |
| | 8-feb-02 | 2.9 | 3660 | 6.17 | 36 | 0.14 | 5.29 | 0.181 | 2.31 | 82 | 1150.0 | 103.0 | 36.0 | 615.0 | 8.2 | 1.2 | |
| | gem. | | 2695 | 6.54 | 66 | 0.25 | 5.72 | 0.276 | 1.65 | 79 | 834.2 | 113.0 | 32.7 | 438.0 | 6.8 | 0.7 | |
| Grote Laak** | 19-jun-01 | 0.5 | 3230 | 6.62 | 66 | 0.20 | 3.99 | 0.355 | 1.25 | 101 | 1075.4 | 214.0 | 53.6 | 452.0 | 6.9 | 1.0 | |
| | 8-feb-02 | 1.5 | 4520 | 6.15 | 21 | 0.10 | 4.30 | 0.190 | 2.52 | 92 | 1510.0 | 119.0 | 42.6 | 782.0 | 9.3 | 1.6 | |
| | gem. | | 3875 | 6.39 | 43 | 0.15 | 4.15 | 0.273 | 1.89 | 96 | 1292.7 | 166.5 | 48.1 | 617.0 | 8.1 | 1.3 | |

* : onvoldoende staal beschikbaar voor een volledige chemische analyse

** : bepaald door manuele titratie

De schuingedrukte gemiddelden staan enkel ter informatie vermeld, in de analyses worden enkel de volledige en electroneutrale stalen verwerkt



Bijlage 3.1b: Chemische parameters, parkbos de Merode

| ID | datum staalname | EN | EC µS/cm | pH | HCO ₃ ⁻ mg/l | H ₂ PO ₄ ⁻ mg/l | NO ₃ ⁻ mg/l | NO ₂ ⁻ mg/l | NH ₄ ⁺ mg/l | SO ₄ ²⁻ mg/l | Cl ⁻ mg/l | Na ⁺ mg/l | K ⁺ mg/l | Ca ²⁺ mg/l | Mg ²⁺ mg/l | Fe _(tot) mg/l | |
|-------------------|-----------------------------|-----------|-------------|-----|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------|
| parkbos de Merode | DEM 1 | 19-jun-01 | -0.9 | 285 | 6.28 | 102 | 6.72 | 0.22 | 0.049 | 2.13 | 69 | 11.9 | 9.1 | 7.2 | 13.9 | 6.7 | 41.8 |
| | | 7-feb-02 | -1.5 | 181 | 6.35 | 20 | 0.09 | 0.22 | 0.016 | 1.18 | 39 | 21.9 | 7.1 | 13.4 | 7.4 | 3.7 | 8.8 |
| | | gem. | | 233 | 6.32 | 61 | 3.40 | 0.22 | 0.033 | 1.66 | 54 | 16.9 | 8.1 | 10.3 | 10.7 | 5.2 | 25.3 |
| | DEM 2 | 19-jun-01 | 8.6 | 354 | 6.41 | 35 | 1.11 | 0.22 | 0.049 | 0.26 | 93 | 33.6 | 12.9 | 7.2 | 19.8 | 2.4 | 60.5 |
| | | 7-feb-02 | 9.2 | 345 | 6.56 | 13 | 0.10 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 77 | 34.0 | 11.2 | 7.8 | 20.1 | 1.6 | 42.4 |
| | | gem. | | 311 | 6.43 | 36 | 1.54 | 0.22 | 0.033 | 0.68 | 74 | 28.2 | 10.7 | 8.4 | 16.9 | 3.1 | 42.7 |
| | DEM 3 | 19-jun-01 | 7.4 | 271 | 6.41 | 68 | 2.99 | 0.22 | 0.046 | 0.13 | 43 | 23.7 | 7.2 | 4.6 | 16.6 | 5.4 | 39.9 |
| | | 7-feb-02 | 18.3 | 267 | 6.62 | 59 | 0.16 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 18 | 22.2 | 5.9 | 6.4 | 14.6 | 5.0 | 35.9 |
| | | gem. | | 269 | 6.52 | 63 | 1.58 | 0.22 | 0.031 | 0.13 | 30 | 23.0 | 6.6 | 5.5 | 15.6 | 5.2 | 37.9 |
| | DEM 4 | 19-jun-01 | 6.3 | 226 | 6.36 | 62 | 1.62 | 0.22 | 0.046 | 0.48 | 43 | 17.1 | 7.8 | 6.2 | 9.6 | 2.3 | 43.0 |
| | | 7-feb-02 | 24.5 | 221 | 6.56 | 34 | 0.39 | 0.22 | 0.016 | 0.44 | 14 | 21.5 | 6.3 | 7.5 | 6.5 | 1.8 | 40.4 |
| | | gem. | | 224 | 6.46 | 48 | 1.01 | 0.22 | 0.031 | 0.46 | 28 | 19.3 | 7.1 | 6.9 | 8.0 | 2.1 | 41.7 |
| | DEM 5 | 19-jun-01 | 14.0 | 284 | 6.56 | 62 | 2.80 | 0.54 | 0.056 | 0.88 | 59 | 18.2 | 8.0 | 9.8 | 18.6 | 3.3 | 52.0 |
| | | 7-feb-02 | 27.6 | 256 | 6.75 | 62 | 0.33 | 0.22 | 0.016 | 0.50 | 15 | 11.6 | 6.3 | 13.6 | 12.8 | 2.0 | 41.2 |
| | | gem. | | 270 | 6.66 | 62 | 1.56 | 0.38 | 0.036 | 0.69 | 37 | 14.9 | 7.2 | 11.7 | 15.7 | 2.6 | 46.6 |
| | afwate- rings- gracht | 28-jun-01 | -10.9 | 587 | 6.08 | 38 | 1.03 | 1.24 | 0.016 | 5.13 | 69 | 177.0 | 27.2 | 16.1 | 65.0 | 5.8 | 2.6 |
| | | 7-feb-02 | 3.0 | 432 | 6.21 | 6 | 0.09 | 1.49 | 0.046 | 0.63 | 36 | 96.4 | 15.6 | 11.3 | 41.2 | 4.3 | 11.3 |
| | | gem. | | 510 | 6.15 | 22 | 0.56 | 1.36 | 0.031 | 2.88 | 52 | 136.7 | 21.4 | 13.7 | 53.1 | 5.0 | 7.0 |

EN% die niet binnen de gehanteerde grenzen vallen, staan vetgedrukt

De schuingedrukte gemiddelden staan enkel ter informatie vermeld, in de analyses worden enkel de volledige en electroneutrale stalen verwerkt

Bijlage 3.1c: Chemische parameters, NR Schaapswees

| ID | datum staalname | EN | EC µS/cm | pH | HCO ₃ ⁻ mg/l | H ₂ PO ₄ ⁻ mg/l | NO ₃ ⁻ mg/l | NO ₂ ⁻ mg/l | NH ₄ ⁺ mg/l | SO ₄ ²⁻ mg/l | Cl ⁻ mg/l | Na ⁺ mg/l | K ⁺ mg/l | Ca ²⁺ mg/l | Mg ²⁺ mg/l | Fe _(tot) mg/l | |
|----------------|--------------------|-----------|-------------|------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------|
| NR Schaapswees | Grote Nete | 19-jun-01 | 2.9 | 934 | 6.84 | 96 | 0.41 | 7.61 | 0.496 | 0.68 | 56 | 218.5 | 81.8 | 16.7 | 104.0 | 4.4 | 0.3 |
| | | 7-feb-02 | 0.3 | 1151 | 6.90 | 95 | 0.29 | 8.40 | 0.174 | 0.81 | 57 | 262.6 | 49.7 | 17.3 | 146.0 | 5.0 | 0.3 |
| | | gem. | | 1043 | 6.87 | 95 | 0.35 | 8.00 | 0.335 | 0.75 | 56 | 240.6 | 65.8 | 17.0 | 125.0 | 4.7 | 0.3 |
| | SCW 1 | 19-jun-01 | 13.0 | 479 | 6.56 | 185 | 2.14 | 1.31 | 0.049 | 0.62 | 72 | 15.0 | 12.3 | 24.2 | 55.4 | 4.5 | 60.7 |
| | | 7-feb-02 | 3.5 | 402 | 6.57 | 143 | 0.11 | 0.22 | 0.016 | 0.31 | 51 | 25.2 | 9.9 | 5.1 | 51.1 | 4.0 | 26.3 |
| | | gem. | | 441 | 6.57 | 164 | 1.13 | 0.76 | 0.033 | 0.46 | 61 | 20.1 | 11.1 | 14.7 | 53.3 | 4.3 | 43.5 |
| | SCW 2 | 19-jun-01 | 5.5 | 344 | 6.32 | 122 | 1.32 | 0.22 | 0.036 | 0.57 | 62 | 11.8 | 8.3 | 6.1 | 41.9 | 4.6 | 28.9 |
| | | 7-feb-02 | -7.6 | 312 | 6.56 | 122 | 0.17 | 0.22 | 0.033 | 0.39 | 51 | 24.8 | 7.3 | 6.3 | 42.2 | 4.6 | 7.2 |
| | | gem. | | 328 | 6.44 | 122 | 0.75 | 0.22 | 0.034 | 0.48 | 56 | 18.3 | 7.8 | 6.2 | 42.1 | 4.6 | 18.0 |
| | SCW 3 | 19-jun-01 | 2.0 | 780 | 6.34 | 78 | 0.51 | 0.22 | 0.066 | 0.93 | 196 | 105.9 | 23.4 | 6.9 | 104.0 | 10.1 | 40.1 |
| | | 7-feb-02 | -2.6 | 497 | 6.61 | 105 | 0.13 | 0.22 | 0.039 | 0.90 | 96 | 56.2 | 12.6 | 4.0 | 61.6 | 6.5 | 20.3 |
| | | gem. | | 639 | 6.48 | 92 | 0.32 | 0.22 | 0.053 | 0.91 | 146 | 81.1 | 18.0 | 5.5 | 82.8 | 8.3 | 30.2 |
| | SCW 4 | 19-jun-01 | 6.1 | 495 | 6.53 | 127 | 0.32 | 0.22 | 0.039 | 1.20 | 69 | 51.5 | 16.0 | 4.1 | 49.4 | 9.2 | 42.7 |
| | | 7-feb-02 | 1.4 | 510 | 6.61 | 83 | 0.13 | 0.22 | 0.102 | 0.67 | 70 | 75.6 | 13.0 | 4.0 | 55.1 | 9.7 | 23.3 |
| | | gem. | | 503 | 6.57 | 105 | 0.23 | 0.22 | 0.071 | 0.93 | 69 | 63.6 | 14.5 | 4.1 | 52.3 | 9.4 | 33.0 |
| | SCW 5 | 19-jun-01 | 1.4 | 321 | 6.41 | 80 | 6.16 | 0.22 | 0.033 | 0.88 | 65 | 28.3 | 10.1 | 4.8 | 37.3 | 4.6 | 21.8 |
| | | 7-feb-02 | 3.9 | 356 | 6.62 | 48 | 0.14 | 0.22 | 0.016 | 0.48 | 61 | 41.4 | 9.1 | 3.5 | 39.9 | 4.9 | 16.3 |
| | | gem. | | 339 | 6.52 | 64 | 3.15 | 0.22 | 0.025 | 0.68 | 63 | 34.9 | 9.6 | 4.2 | 38.6 | 4.8 | 19.1 |
| SCW 6 | 19-jun-01 | 0.7 | 302 | 6.37 | 69 | 4.32 | 0.22 | 0.016 | 0.71 | 57 | 31.6 | 7.4 | 6.1 | 25.5 | 5.0 | 30.3 | |
| | 7-feb-02 | 5.2 | 414 | 6.52 | 32 | 0.08 | 0.22 | 0.016 | 0.53 | 78 | 51.0 | 9.3 | 7.7 | 39.0 | 7.6 | 22.0 | |
| | gem. | | 358 | 6.45 | 50 | 2.20 | 0.22 | 0.016 | 0.62 | 67 | 41.3 | 8.4 | 6.9 | 32.3 | 6.3 | 26.2 | |
| SCW 7 | 19-jun-01 | 6.6 | 412 | 6.46 | 85 | 2.57 | 0.22 | 0.033 | 0.13 | 87 | 32.3 | 10.6 | 4.8 | 45.9 | 9.9 | 29.4 | |
| | 7-feb-02 | 1.2 | 387 | 6.68 | 79 | 0.10 | 0.22 | 0.046 | 0.13 | 72 | 33.4 | 8.6 | 3.6 | 38.7 | 8.7 | 19.9 | |
| | gem. | | 400 | 6.57 | 82 | 1.33 | 0.22 | 0.039 | 0.13 | 80 | 32.9 | 9.6 | 4.2 | 42.3 | 9.3 | 24.7 | |
| Kleine Laak | 19-jun-01 | -1.3 | 239 | 6.77 | 50 | 1.75 | 3.97 | 0.473 | 4.57 | 56 | 19.2 | 12.1 | 6.3 | 25.0 | 3.4 | 2.1 | |
| | 7-feb-02 | -9.3 | 281 | 6.90 | 52 | 1.06 | 7.69 | 0.105 | 0.13 | 49 | 29.2 | 10.6 | 6.8 | 27.7 | 3.5 | 1.2 | |
| | gem. | | 260 | 6.84 | 51 | 1.40 | 5.83 | 0.289 | 2.35 | 52 | 24.2 | 11.4 | 6.6 | 26.4 | 3.5 | 1.6 | |

EN% die niet binnen de gehanteerde grenzen vallen, staan vetgedrukt

De schuingedrukte gemiddelden staan enkel ter informatie vermeld, in de analyses worden enkel de volledige en electroneutrale stalen verwerkt



Bijlage 3.1d: Chemische parameters, NR Heist-op-den-Berg

| ID | datum staalname | EN | EC µS/cm | pH | HCO ₃ ⁻ mg/l | H ₂ PO ₄ ⁻ mg/l | NO ₃ ⁻ mg/l | NO ₂ ⁻ mg/l | NH ₄ ⁺ mg/l | SO ₄ ²⁻ mg/l | Cl ⁻ mg/l | Na ⁺ mg/l | K ⁺ mg/l | Ca ²⁺ mg/l | Mg ²⁺ mg/l | Fe _(tot.) mg/l | |
|--------------------------------|--------------------|-------------|-------------|------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|------|
| NR Grote Nete - Heist o/d Berg | HOB 1 | 19-jun-01 | 4.7 | 498 | 6.40 | 73 | 1.34 | 0.44 | 0.036 | 0.49 | 93 | 52.6 | 41.3 | 25.5 | 21.7 | 9.0 | 22.5 |
| | | 6-feb-02 | -2.1 | 299 | 5.74 | 56 | 0.18 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 59 | 28.7 | 23.4 | 10.3 | 21.1 | 3.5 | 5.6 |
| | | gem. | | 399 | 6.07 | 64 | 0.76 | 0.33 | 0.026 | 0.31 | 76 | 40.7 | 32.4 | 17.9 | 21.4 | 6.3 | 14.0 |
| | HOB 2 | 19-jun-01 | 12.6 | 513 | 6.50 | 120 | 0.81 | 0.22 | 0.039 | 0.13 | 84 | 34.4 | 17.1 | 19.1 | 42.4 | 5.6 | 62.2 |
| | | 6-feb-02 | -0.1 | 393 | 6.02 | 94 | 0.09 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 85 | 33.2 | 12.5 | 16.1 | 31.0 | 3.7 | 39.9 |
| | | gem. | | 453 | 6.26 | 107 | 0.45 | 0.22 | 0.028 | 0.13 | 85 | 33.8 | 14.8 | 17.6 | 36.7 | 4.6 | 51.1 |
| | HOB 3 | 19-jun-01 | 14.7 | 502 | 6.50 | 102 | 0.67 | 0.22 | 0.036 | 0.13 | 63 | 47.5 | 14.6 | 9.6 | 43.3 | 6.2 | 63.5 |
| | | 6-feb-02 | 18.4 | 335 | 6.08 | 44 | 0.09 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 64 | 43.2 | 12.7 | 9.0 | 35.5 | 4.6 | 50.7 |
| | | gem. | | 419 | 6.29 | 73 | 0.38 | 0.22 | 0.026 | 0.13 | 64 | 45.4 | 13.7 | 9.3 | 39.4 | 5.4 | 57.1 |
| | HOB 4 | 19-jun-01 | 5.0 | 427 | 6.31 | 83 | 0.85 | 0.66 | 0.039 | 0.45 | 57 | 57.7 | 15.5 | 9.5 | 39.2 | 7.3 | 31.2 |
| | | 6-feb-02 | 1.7 | 355 | 6.29 | 94 | 0.27 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 46 | 43.9 | 13.0 | 9.4 | 33.7 | 6.2 | 24.0 |
| | | gem. | | 391 | 6.30 | 88 | 0.56 | 0.44 | 0.028 | 0.29 | 51 | 50.8 | 14.3 | 9.5 | 36.5 | 6.8 | 27.6 |
| | HOB 5 | 19-jun-01 | 11.4 | 652 | 6.63 | 167 | 1.13 | 0.22 | 0.039 | 0.30 | 72 | 67.5 | 14.5 | 10.2 | 73.6 | 12.2 | 60.2 |
| | | 6-feb-02 | 3.9 | 461 | 6.36 | 120 | 0.09 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 67 | 55.3 | 12.4 | 11.1 | 51.7 | 9.0 | 33.1 |
| | | gem. | | 557 | 6.50 | 143 | 0.61 | 0.22 | 0.028 | 0.21 | 70 | 61.4 | 13.5 | 10.7 | 62.7 | 10.6 | 46.7 |
| | Grote Nete | 19-jun-01 | 2.3 | 943 | 7.10 | 108 | 1.02 | 7.70 | 0.591 | 1.22 | 58 | 225.1 | 79.6 | 16.3 | 112.0 | 4.3 | 0.3 |
| | | 6-feb-02 | -1.5 | 909 | 6.69 | 103 | 0.31 | 8.07 | 0.207 | 1.62 | 57 | 218.5 | 42.6 | 13.6 | 124.0 | 5.1 | 0.3 |
| | | gem. | | 926 | 6.90 | 105 | 0.67 | 7.88 | 0.399 | 1.42 | 57 | 221.8 | 61.1 | 15.0 | 118.0 | 4.7 | 0.3 |
| HOB 6 | 19-jun-01 | 7.8 | 450 | 6.48 | 87 | 14.99 | 0.22 | 0.043 | 0.72 | 121 | 24.3 | 20.7 | 5.8 | 45.0 | 5.0 | 51.4 | |
| | 6-feb-02 | 3.5 | 380 | 6.38 | 77 | 2.99 | 0.22 | 0.016 | 0.46 | 103 | 22.1 | 21.0 | 5.2 | 38.4 | 3.9 | 29.7 | |
| | gem. | | 415 | 6.43 | 82 | 8.99 | 0.22 | 0.030 | 0.59 | 112 | 23.2 | 20.9 | 5.5 | 41.7 | 4.4 | 40.6 | |
| HOB 7 | 19-jun-01 | 26.1 | 396 | 6.39 | 77 | 3.38 | 0.22 | 0.043 | 0.32 | 100 | 23.0 | 17.2 | 12.2 | 24.5 | 5.6 | 114.0 | |
| | 6-feb-02 | 6.3 | 326 | 6.13 | 39 | 0.80 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 73 | 29.1 | 14.9 | 5.3 | 18.2 | 3.7 | 39.0 | |
| | gem. | | 361 | 6.26 | 58 | 2.09 | 0.22 | 0.030 | 0.23 | 86 | 26.1 | 16.1 | 8.8 | 21.4 | 4.7 | 76.5 | |
| HOB 8 | 19-jun-01 | 16.2 | 441 | 6.40 | 76 | 2.16 | 0.22 | 0.033 | 0.13 | 132 | 22.0 | 22.7 | 6.0 | 21.3 | 9.5 | 95.8 | |
| | 6-feb-02 | 7.7 | 406 | 6.34 | 68 | 0.88 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 91 | 28.7 | 20.7 | 3.7 | 18.4 | 8.5 | 51.6 | |
| | gem. | | 424 | 6.37 | 72 | 1.52 | 0.22 | 0.025 | 0.13 | 111 | 25.4 | 21.7 | 4.9 | 19.9 | 9.0 | 73.7 | |
| HOB 9 | 19-jun-01 | 1.9 | 487 | 6.41 | 59 | 0.98 | 1.41 | 0.036 | 0.13 | 112 | 61.8 | 44.1 | 5.2 | 16.0 | 10.2 | 44.0 | |
| | 6-feb-02 | 2.1 | 389 | 6.25 | 36 | 0.09 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 68 | 50.7 | 32.5 | 5.0 | 11.5 | 6.2 | 26.4 | |
| | gem. | | 438 | 6.33 | 47 | 0.54 | 0.82 | 0.026 | 0.13 | 90 | 56.3 | 38.3 | 5.1 | 13.8 | 8.2 | 35.2 | |

EN% die niet binnen de gehanteerde grenzen vallen, staan vetgedrukt

De schuingedrukte gemiddelden staan enkel ter informatie vermeld, in de analyses worden enkel de volledige en electroneutrale stalen verwerkt



Bijlage 3.1e: Chemische parameters, NR Steenbeemden

| ID | datum staalname | EN | EC µS/cm | pH | HCO ₃ ⁻ mg/l | H ₂ PO ₄ ⁻ mg/l | NO ₃ ⁻ mg/l | NO ₂ ⁻ mg/l | NH ₄ ⁺ mg/l | SO ₄ ²⁻ mg/l | Cl ⁻ mg/l | Na ⁺ mg/l | K ⁺ mg/l | Ca ²⁺ mg/l | Mg ²⁺ mg/l | Fe _(tot) mg/l | |
|-----------------|-----------------------------|-----------|--------------|-----|---------------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|------|
| NR Steenbeemden | STE 1 | 28-jun-01 | -15.3 | 345 | 4.37 | 6 | 0.19 | 16.67 | 0.046 | 0.39 | 86 | 46.7 | 24.2 | 5.1 | 22.0 | 2.4 | 1.3 |
| | | 6-feb-02 | -19.9 | 293 | 4.21 | 6 | 0.03 | 46.84 | 0.016 | 0.13 | 60 | 16.8 | 12.0 | 3.3 | 18.0 | 2.4 | 0.3 |
| | | gem. | | 319 | 4.29 | 6 | 0.11 | 31.75 | 0.031 | 0.26 | 73 | 31.8 | 18.1 | 4.2 | 20.0 | 2.4 | 0.8 |
| | STE 2 | 28-jun-01 | -3.8 | 355 | 6.06 | 49 | 0.47 | 0.22 | 0.016 | 0.57 | 105 | 32.1 | 26.0 | 4.6 | 19.6 | 5.1 | 26.3 |
| | | 6-feb-02 | 4.1 | 330 | 6.15 | 23 | 0.03 | 0.22 | 0.016 | 0.71 | 97 | 23.9 | 23.7 | 3.7 | 20.7 | 5.1 | 20.5 |
| | | gem. | | 343 | 6.11 | 36 | 0.25 | 0.22 | 0.016 | 0.64 | 101 | 28.0 | 24.9 | 4.2 | 20.2 | 5.1 | 23.4 |
| | STE 3 | 28-jun-01 | 3.8 | 388 | 6.66 | 74 | 1.71 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 114 | 23.3 | 18.6 | 6.3 | 21.3 | 3.6 | 63.1 |
| | | 6-feb-02 | 8.7 | 319 | 6.35 | 45 | 0.28 | 0.22 | 0.016 | 0.71 | 82 | 16.6 | 14.9 | 6.2 | 17.6 | 2.9 | 42.2 |
| | | gem. | | 354 | 6.51 | 60 | 1.00 | 0.22 | 0.016 | 0.42 | 98 | 20.0 | 16.8 | 6.3 | 19.5 | 3.3 | 52.7 |
| | STE 4 | 28-jun-01 | -0.6 | 545 | 7.09 | 174 | 5.23 | 0.22 | 0.016 | 1.24 | 92 | 42.4 | 25.3 | 9.0 | 54.7 | 3.9 | 41.8 |
| | | 6-feb-02 | 3.7 | 404 | 6.51 | 137 | 0.79 | 0.22 | 0.062 | 0.86 | 63 | 32.9 | 23.1 | 7.9 | 50.2 | 3.6 | 21.7 |
| | | gem. | | 475 | 6.80 | 156 | 3.01 | 0.22 | 0.039 | 1.05 | 77 | 37.7 | 24.2 | 8.5 | 52.5 | 3.8 | 31.8 |
| | afwate- rings- gracht | 28-jun-01 | -0.9 | 469 | 7.02 | 126 | 0.40 | 4.59 | 0.141 | 0.13 | 90 | 153.0 | 78.2 | 13.6 | 78.9 | 5.9 | 0.3 |
| | | 6-feb-02 | -7.8 | 268 | 6.58 | 96 | 1.39 | 0.22 | 0.016 | 0.13 | 41 | 20.7 | 14.2 | 7.2 | 28.1 | 3.1 | 3.2 |
| | | gem. | | 369 | 6.80 | 111 | 0.90 | 2.41 | 0.079 | 0.13 | 65 | 86.9 | 46.2 | 10.4 | 53.5 | 4.5 | 1.7 |
| | Kleine Nete | 28-jun-01 | -2.4 | 728 | 7.25 | 131 | 0.44 | 9.28 | 0.276 | 0.13 | 112 | 121.0 | 90.3 | 14.0 | 57.5 | 6.2 | 0.3 |
| | | 6-feb-02 | 0.6 | 385 | 7.06 | 78 | 0.50 | 9.26 | 0.194 | 1.33 | 51 | 37.1 | 25.0 | 10.9 | 35.1 | 4.8 | 0.3 |
| | | gem. | | 557 | 7.16 | 105 | 0.47 | 9.27 | 0.235 | 0.73 | 82 | 79.1 | 57.7 | 12.5 | 46.3 | 5.5 | 0.3 |

EN% die niet binnen de gehanteerde grenzen vallen, staan vetgedrukt

De schuingedrukte gemiddelden staan enkel ter informatie vermeld, in de analyses worden enkel de volledige en electroneutrale stalen verwerkt