

Beoordelingskader chemische stressoren met gekende gezondheidkundige referentiewaarde

Per stressor (die in de selectie van relevante stressoren werd behouden) evalueert men zowel de globale wijziging van de blootstelling (simpact) over het volledige studiegebied beschouwd als de wijzigingen op deelgebied, t.g.v. de realisatie van een gepland project of variant. De evaluatie houdt rekening met:

- de reeds bestaande milieudruk (achtergrond, aandeel immissie huidige toestand project/plan/milieutechnische eenheid, geschatte bijdrage immissie in geplande toestand)
- de wijzigingen in immissie/blootstelling
- bij hervergunning wordt een vergelijking met het nul-alternatief gemaakt (scenario zonder aanwezigheid van het bedrijf)
- overschrijdingen van de gezondheidkundige advieswaarde (GAW)
- de omvang en aard van de betrokken populatie in het studiegebied relevant voor de stressor(en)

De evaluatie en scoring heeft als doel om de noodzaak aan milderende maatregelen te kunnen inschatten.

De bedoeling is *geenszins* om een "eind-som" van de toegekende scores aan alle relevante stressoren toe te kennen om tot een finale uitspraak van (on)aanvaardbaarheid van het project op vlak van volksgezondheid te komen. Dit is gezien de grote verschillen in de aard van de gezondheidseindpunten niet mogelijk en bijgevolg onzinnig. Het is wel de bedoeling om een overzicht te krijgen welke stressoren dusdanig zouden wijzigen qua blootstelling dat milderende maatregelen voor die stressor aangewezen zijn.

De beschreven methodologieën zijn erop gericht om het risico op gezondheidseffecten van een project in beeld te brengen. Door gebruik te maken van de wetenschappelijk onderbouwde GAW 's geven deze methodologieën een inzicht in de wetenschappelijke aanzienlijkheid van de effecten en bieden ze handvaten om een afweging te maken over de te potentieel te nemen milderende maatregelen. Deze informatie stelt de bevoegde overheid in staat om te beslissen welke maatregelen eventueel moeten verankerd worden en of de uiteindelijke impact al dan niet maatschappelijk aanvaardbaar is binnen de gegeven context.

Aandachtspunten waarmee rekening moet gehouden worden bij de beoordeling van de blootstellingswijziging aan chemische agentia (in lucht) in de discipline MER-gezondheid :

- [Drempel- en niet-drempel-effecten van 1 stof](#)
- [Gezondheidsgebruiksruimte](#)
- [Cijfers in het beoordelingskader: arbitrair, pragmatisch, strevend naar uniformiteit](#)
- [Beoordelingskader voor drempel-effecten](#)
- [Beoordelingskader voor niet-drempel-effecten](#)
- [Per stressor wordt een beoordeling gemaakt verschillende delen](#)
 - [Een globale inschatting hoe door realisatie van het geplande project de immissie toeneemt/afneemt in het invloedgebied](#)
 - [Inschatting van de immissiewijziging voor gevoelige bestemmingen waarvoor de parameter relevant is voor de gezondheid:](#)
 - [Een overzicht van de immissietoename/immissiedaling per ruimtelijke eenheid \("zone"\) .](#)
 - [Indien PM_{2,5} en EC als relevante stressoren werden weerhouden \(o.a. in verkeersgenererende en verkeersdragende projecten\):](#)
- [Koppeling aan milderende maatregelen \(apart per stressor\)](#)
- [Effectscores van verschillende stressoren NIET sommeren om tot 1 eindscore te komen](#)

Drempel- en niet-drempel-effecten van 1 stof

Eén chemische stof kan zowel gezondheidseffecten veroorzaken met een drempelwaarde als gezondheidseffecten zonder drempel, zoals kanker. Voor drempel-effecten zijn er gezondheidkundige toetsingswaarden die concentraties in lucht, (drink)water, ... aangeven waarbij géén nadelige gezondheidseffecten optreden zolang deze gezondheidkundige toetsingswaarden ("drempels") niet overschreden worden.

Merk hierbij op dat bij drempelwaarde-effecten, de blootstellingsduur de te gebruiken toetsingswaarde bepaalt. Hierbij wordt de definitie van ATSDR toegepast, waarbij acute blootstelling = blootstelling 14 d ; intermediaire blootstelling = blootstelling van 15-365 dagen ; chronische blootstelling = blootstelling van > 365 dagen en geldig voor levenslange blootstelling. Indien de blootstellingsduur ongekend is, wordt in eerste instantie de GAW voor chronische blootstelling opgezocht (worst case).

Andere effecten van chemische stoffen kennen geen drempelwaarde. Dit betreft overwegend carcinogene effecten, maar ook niet-carcinogene effecten kunnen zonder drempelwaarde zijn (bv vervroegde mortaliteit ten gevolge van PM_{2,5}).

Voor de meeste [genotoxische carcinogene effecten](#) bestaat er een lineair verband tussen blootstelling en kans op effect, althans bij lage blootstellingsniveaus, die typisch zijn voor milieublootstellingen: hoe hoger de blootstelling, hoe groter het risico (unit risk). Bij elke blootstelling die groter is dan nul, is er bij genotoxische carcinogene stoffen een bepaald, weliswaar soms heel klein, risico. Bij deze niet-drempelwaarde-effecten wordt sinds een kleine halve eeuw internationaal een extra risico van 1/10⁶ op (sterfte door) kanker bij [levenslange blootstelling](#) aan die stof gelijkgesteld aan "ongeveer nul effect". Gezondheidskundig wordt dus het bijzonder kleine 1.10⁻⁶-risico (=1 op een miljoen) van niet-drempelwaarde-effecten gelijkgesteld aan "geen effect" bij drempelwaardestoffen waarbij de concentratie onder de GAW zou blijven (zie ook document "[Carcinogene risico's in volksgezondheidskundige risico-inschattingen](#)", [Zorg en Gezondheid](#), 2015).

Voor [niet-carcinogene effecten](#) zonder drempel voor effect maakt men voor de beoordeling gebruik van

- 1) onderbouwde dosis-effectrelaties om de effecten voor de gezondheid te beschrijven
- 2) "pseudo"-gezondheidskundige advieswaarde (veelal WHO), waarbij de gezondheidkundige advieswaarde hier géén veilige ondergrens is waaronder geen gezondheidseffecten kunnen optreden. [Zie ook punt 2: "Stoffen waarbij de gezondheidkundige advieswaarde van bv. WHO geen drempelwaarde is".](#)

Het kan soms volstaan om de inschatting van de betreffende chemische stof uit te werken voor het gevoeligste effect : drempel- of niet-drempel-effect.

Gezondheidsgebruiksruimte

Indien men wenst in te schatten of er een toename resp. daling is van de ziektelast / gezondheidseffecten, zijn voor drempel-effecten enkel blootstellingen die hoger zijn dan de GAW van belang. Zolang de blootstelling voor en na realisatie onder de GAW blijft, zullen verhogingen resp. dalingen van immissies zich niet vertalen in toename of daling van ziektelast of klinische gezondheidseffecten, omdat deze pas kunnen optreden bij immissies > GAW.

Het is echter evident dat één bedrijf of project niet (nagenoeg) de hele beschikbare “gezondheidsgebruiksruimte” mag opvullen (of m.a.w. emitteert tot de immissie de GAW bereikt). Indien echter in discipline lucht het significantiekader en de er bij horende koppeling aan milderende maatregelen wordt toegepast (blz 96 van [richtlijnenboek lucht](#)) wordt de opvulling van de gezondheidsgebruiksruimte hierdoor in de praktijk vanzelf gelimiteerd:

Richtlijnenboek lucht blz. 96

<https://www.lne.be/sites/default/files/atoms/files/richtlijnenboek%20lucht.pdf>

een immissiebijdrage 3-10 % van de milieukwaliteitsnorm wordt als “belangrijke bijdrage” beschouwd waarvoor milderende maatregelen moeten worden gezocht in het MER met zicht op implementatie ervan op korte termijn (score -2).

Een immissiebijdrage van >10% van de milieukwaliteitsnorm wordt als “zeer belangrijke bijdrage” beschouwd waarvoor milderende maatregelen essentieel zijn (score -3).

Een immissiebijdrage van 1-3% van de milieukwaliteitsnorm beschouwt men als beperkte bijdrage (score -1) waarvoor onderzoek naar milderende maatregelen minder dwingend is, tenzij de milieukwaliteitsnorm reeds voor 80% is ingenomen.

Voor de bewaking van de opvulling van de gezondheidsgebruiksruimte door 1 project is een toepassing van de bewaking van de milieukwaliteitsruimte door discipline lucht meestal voldoende.

De beoordeling in mens-gezondheid is complementair aan de beoordeling in discipline lucht: discipline lucht bewaakt de immissiebijdrage t.o.v. de milieukwaliteitsnorm. In discipline mens toetst men aan de GAW en houdt men (expliciet) rekening met het aantal (of %) blootgestelde personen aan toenemende/dalende concentraties in functie van de GAW. Gezondheidskundige advieswaarden kunnen strenger zijn dan milieukwaliteitsnormen. Anderzijds kan discipline mens-gezondheid minder streng zijn voor een bepaalde immissie, indien op die plaats toch geen personen worden blootgesteld en bijgevolg geen gezondheidseffecten kunnen optreden.

Aangezien niet elke gezondheidskundige advieswaarde (van EPA, ATSDR, ...) rekening houdt met de intake van de stressor via andere blootstellingswegen dan inhalatie (bv. via zelf geteelde voeding, inslikken van stof, ...) wordt voorzichtigheidshalve een reserve ingebouwd voor de zone (net) onder de gezondheidskundige advieswaarde. In het beoordelingskader wordt daarom rekening gehouden met de zone tussen 80-100% van de gezondheidskundige advieswaarde. (De keuze voor “80%” en niet een ander getal, is geïnspireerd door richtlijnenboek lucht omwille van uniformiteit. In lucht dienen namelijk bij een beperkte bijdrage van 1-3% toch milderende maatregelen te worden gezocht indien de milieukwaliteitsruimte voor 80% is opgevuld. Met dit verschil dat bij lucht de 80% slaat op immissie vooraf, en bij gezondheid op immissie na realisatie.)

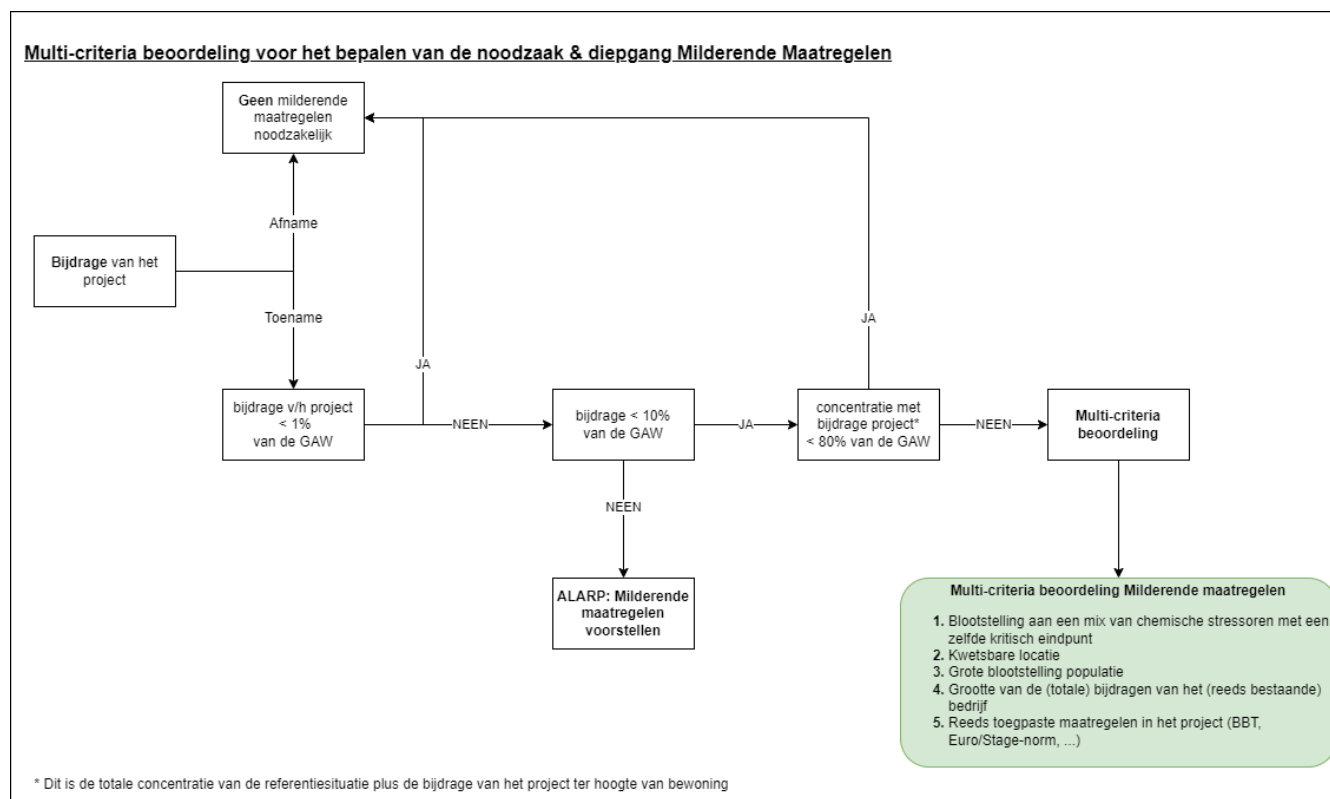
Cijfers in het beoordelingskader: arbitrair, pragmatisch, strevend naar uniformiteit

Om een methode van “beoordeling” te kunnen toepassen, zijn heel wat “getallen” arbitrair vastgelegd. In Vlaanderen is geen ruim maatschappelijk debat over de (on)aanvaardbaarheid van milieugezondheidsrisico's gevoerd. De keuze van de getallen is arbitrair, pragmatisch en streeft naar uniformiteit met andere beoordelingskaders (o.a. in discipline lucht, internationaal gebruik van (on)aanvaardbaarheid van carcinogene risico's). Het is belangrijk **de inschattingen en scores in de discipline gezondheid NOOIT als absolute inschattingen van ziektelast door een project te interpreteren**. Een verduidelijking van enkele “getallen” en begrippen in het beoordelingskader als illustratie:

- De scoring van de (procentuele) toename van blootstelling of ziektelast wordt uitgedrukt als “beperkt”, “belangrijk”, of “zeer belangrijk” (zie kader onder). Deze scoring staat rechtstreeks in verband met het adviseren tot of opleggen van milderende maatregelen.
- Voor drempel-effecten is in principe elke immissie > GAW onaanvaardbaar. Indien de GAW een daggemiddelde (zie CO en SO₂ GAW MER's) is, mag deze waarde voor gebruik in MER geen enkele dag per jaar overschreden worden. (Bij een jaargemiddelde waarde zijn overschrijdingen op dagbasis mogelijk op voorwaarde dat het gemiddelde op jaarbasis onder de GAW blijft).
- Aangezien niet elke gezondheidskundige advieswaarde (van EPA, ATSDR, ...) rekening houdt met de intake van de stressor via andere intake-wegen (bv via zelf geteelde voeding, inslikken van stof, ...) wordt voorzichtigheidshalve een reserve ingebouwd voor de zone tussen 80-100% van de gezondheidskundige advieswaarde. Ook deze “80%” is arbitrair. Het is geïnspireerd door richtlijnenboek lucht (waarbij reeds bij een beperkte bijdrage van 1-3% toch milderende maatregelen dienen te worden gezocht indien de milieukwaliteitsruimte vooraf reeds voor 80% is opgevuld).

Beoordelingskader voor drempel-effecten

Het beoordelen van de gezondheidsimpact als gevolg van chemische stressoren is complex omwille van de verschillende aard van chemische stoffen en de omgeving. Om met deze complexiteit te kunnen omgaan, werd een methodiek ontwikkeld die, na een eerste screening van de bijdrage van het project, ook gebruik maakt van een multi-criteria analyse om te beoordelen hoe ver men moet gaan bij het nemen van milderende maatregelen. Een multi-criteria beoordeling is een evaluatiemethode waarbij meerdere criteria worden gebruikt om complexe beslissingen of opties te analyseren. Deze beoordeling beoogt het afwegen van relevante factoren om een grondige en evenwichtige beoordeling te kunnen maken van de te nemen milderende maatregelen. De multi-criteria beoordeling biedt een raamwerk om deskundigen te ondersteunen bij het maken van weloverwogen keuzes. Door een reeks van criteria te definiëren streeft de multi-criteria beoordeling naar een systematische en transparante evaluatie door de deskundige.



Bij het bepalen van de milderende maatregelen ten gevolge van chemische stressoren moet rekening gehouden worden met het ALARP principe, wat staat voor "As Low As Reasonably Practicable" (Zo Laag Als Redelijkerwijs Praktisch Mogelijk). Hoewel in doelstellingen vergelijkbaar met ALARA, benadrukt ALARP de praktische uitvoerbaarheid van risicoverminderende maatregelen.

Het nemen van 'redelijke maatregelen' binnen het kader van het ALARA- of ALARP-principe impliceert een zorgvuldige afweging van verschillende factoren om blootstelling aan risico's te minimaliseren. Dit omvat het implementeren van geavanceerde technologieën en technieken die de risico's effectief verminderen. "Reasonably Practicable" betekent in het kader van risicobeheer dat de genomen maatregelen om blootstelling aan risico's te verminderen in verhouding moeten staan tot de haalbaarheid en de kosten ervan.

In het kader van het ALARP-principe (As Low As Reasonably Practicable) draait het onderscheid tussen redelijke en niet-redelijke maatregelen om de proportionaliteit van genomen stappen om risico's te minimaliseren. Redelijke maatregelen zijn die acties die in verhouding staan tot de mate van risicoreductie en die praktisch haalbaar zijn binnen de context van technologie, economie en sociale factoren. Niet-redelijke maatregelen zouden daarentegen onevenredig veel kosten, moeite of andere middelen vergen in vergelijking met de geleverde risicoreductie, waardoor ze onpraktisch worden. Redelijke maatregelen zijn niet alleen realistisch, maar ook haalbaar in termen van implementatie en onderhoud.

Aan de andere kant worden maatregelen als niet redelijk beschouwd als ze buitensporig zijn in verhouding tot de risicoreductie die ze bieden. Dit kan het geval zijn wanneer bepaalde technologieën of procedures economisch onhoudbaar zijn, of wanneer ze aanzienlijke beperkingen opleggen aan de normale gang van zaken zonder evenredige voordelen in termen van risicovermindering.

Beoordelingskader voor niet-drempel-effecten

Voor stoffen zonder drempel (er is geen veilige concentratie waaronder geen gezondheidseffecten kunnen optreden) is het minder eenduidig:

- Voor niet-drempel-effecten streeft men naar een zo laag mogelijke immissie:
 - voor kanker-effecten wordt een immissie die overeenkomt met een extra kankerrisico van 10^{-6} bij levenslange blootstelling gelijk gesteld aan "nul-effect" en 10^{-4} aan onaanvaardbaar (tussenin streven naar ALARA, As Low As Reasonably Achievable). Hierbij dient vermeld te worden dat de GAW MER's- bepaald op basis van diepte-analyses- voor de parameters die gebaseerd zijn op carcinogene effecten, allen zonder drempel (genotoxisch carcinogeen) zijn.
 - voor niet-drempel-effecten van bv $PM_{2,5}$ kan men ook het ALARA-principe toepassen maar is voor de toepassing van de beoordelingsmethode gezondheid in het MER een GAW vastgelegd (ook arbitrair).

Bijdrage aan het kankerrisico in het deel/studie – gebied	Tussen-score o.b.v. bijdrage (concentratie bijdrage x eenheidsrisico*)	Bijstelling als het kankerrisico in de referentiesituatie > 10^{-6} -risico
< kankerrisico van 10^{-6}	0	-1

kankerrisico van 10^{-6}	-2	-2
> kankerrisico van 10^{-5}	-2	-3
> kankerrisico van 10^{-4}	-3	-3

*Het eenheidsrisico wordt aangegeven in de tabel met [GAW's op basis van het carcinogeen effect](#).

Per stressor wordt een beoordeling gemaakt verschillende delen

Een globale inschatting hoe door realisatie van het geplande project de immissie toeneemt /afneemt in het invloedgebied

per statistische sector (gewogen met aantal blootgestelde bewoners/gevoelige bestemming aan een bepaalde immissie-toename/afname). Dit is voornamelijk nuttig bij het vergelijken van varianten.

Hypothetisch voorbeeld:

Een geplande realisatie wijzigt de immissies in het invloedgebied (bestaande uit zone 1, 2 en 3) voor een stressor met $GAW = 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als volgt (gemodelleerd):

Bewoners:

In zone 1 ondergaan 1000 mensen een immissiestijging van 13 naar $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In zone 2 ondergaan 2000 mensen een immissiestijging van 17 naar $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In zone 3 ondergaan 5000 mensen een immissiedaling van 22 naar $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Globale beoordeling immissie-wijziging gewogen met aantal blootgestelde bewoners :

$$1000/8000 \times (+2 \mu\text{g}/\text{m}^3) = + 0.25$$

$$2000/8000 \times (+3 \mu\text{g}/\text{m}^3) = + 0.75$$

$$5000/8000 \times (-4 \mu\text{g}/\text{m}^3) = - 2.5$$

$$= -1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

De realisatie van het project zorgt voor een gemiddelde **gewogen immissiedaling (wijziging in blootstelling)** van $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

! Merk op dat dit geen informatie geeft over eventuele gezondheidseffecten. Voor die inschatting dient bij drempel-effecten rekening gehouden te worden met de mate van onder/overschrijding van de GAW voor en na. Dit kan worden uitgewerkt per ruimtelijke eenheid in luik 2.

Inschatting van de immissiewijziging voor gevoelige bestemmingen waarvoor de parameter relevant is voor de gezondheid:

Optie 1 voor inschatting immissiewijziging gevoelige bestemmingen: kwantificering

Ga na welke gevoelige bestemmingen relevant (kunnen) zijn voor de respectievelijke parameter in het invloedgebied per ruimtelijke eenheid en weerhoud deze.

Ga na wat de maximale capaciteit is per relevante gevoelige bestemming. Deze info is eenvoudig te bekomen via:

GEVOELIGE BESTEMMING	
Kinderdagverblijven	Doorklikken op geopunt.be : max aantal plaatsen is weergegeven bij klikken op aanduiding op kaart
Scholen	http://www.agodi.be/cijfermateriaal-leerlingenkenmerken
ouderenvoorzieningen	https://www.zorg-en-gezondheid.be/per-domein/ouderenzorg/woonzorgcentra/adressen
Ziekenhuizen	https://www.zorg-en-gezondheid.be/sites/default/files/external/p_v_i_im_020_e002_erkenningssituatie_hospitalisatiediensten_huidig_aantal_erkende_bedden_per_vestigingsplaats.pdf

! Let wel: op deze websites zijn enkel de bestaande inrichtingen terug te vinden. Het kan – afhankelijk van het plan of project – zinvol zijn om rekening te houden met toekomstige ontwikkelingen.

Voorbeeld

In zone 1 ondergaan "potentieel 250 personen in een gevoelige bestemming" een immissiestijging van 13 naar 15 µg/m³ (250 = 2 x 8 in kinderdagverblijf + 234 in school)

In zone 2 ondergaan "potentieel 550 personen in een gevoelige bestemming" een immissiestijging van 17 naar 20 µg/m³ (550 = middelbare school)

In zone 3 ondergaan "potentieel 379 personen in een gevoelige bestemming" een immissiedaling van 22 naar 18 µg/m³ (379)

1179 potentieel blootgestelde personen in een gevoelige bestemming in zone 1+ zone 2 + zone 3.

$$250/1179 \times (+2 \mu\text{g}/\text{m}^3) = 0.21 \times 2 = 0.42$$

$$550/1179 \times (+3 \mu\text{g}/\text{m}^3) = 0.47 \times 3 = 1.40$$

$$379/1179 \times (-4 \mu\text{g}/\text{m}^3) = 0.32 \times (-4) = -1.29$$

$$= +0.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

De realisatie van het project zorgt voor een **gemiddelde gewogen immissietoename** (wijziging in blootstelling) van 0.54 µg/m³ voor potentieel blootgesteld in een relevante gevoelige bestemming.

! Merk op dat dit geen informatie geeft over eventuele gezondheidseffecten. Voor die inschatting dient bij drempel-effecten rekening gehouden te worden met de mate van onder/overschrijding van de GAW voor en na.

Optie 2 voor inschatting immissiewijziging gevoelige bestemmingen: De gevoelige bestemmingen visualiseren op de lucht-, geluids- of hinderkaarten. Zo wordt duidelijk in beeld gebracht hoeveel én welke bestemmingen in gunstige zin of in ongunstige zin evolueren in de verschillende bestudeerde scenario's.

Een overzicht van de immissietoename/immissiedaling per ruimtelijke eenheid ("zone") .

Als ruimtelijke eenheden worden in eerste instantie **statistische sectoren** aangeraden, omwille van het relatief eenvoudig verkrijgbaar zijn van bevolkingsgegevens op dat niveau. Het kan wenselijk zijn hiervan af te wijken (kleinere zones / hogere resolutie kan noodzakelijk zijn om te veel uitmiddeling van immissies te vermijden).

Indien er zones zijn waar de immissie na realisatie > (80%) GAW dient de aard van de potentiële gezondheidseffecten (o.a. het kritisch effect, dit is het gevoeligste effect dus het 1^{ste} effect dat optreedt bij toenemende blootstelling) besproken te worden. Ook bespreekt men de gevoelige bestemmingen die liggen in de zone(s) met immissie na realisatie > (80%)GAW.

Het kan zinvol zijn (indien er een "redelijk alternatief is voor het plan/project") om het nul-alternatief (d.w.z. het project houdt op te bestaan; bv. de bestaande fabriek wordt gesloten of de bestaande weg wordt afgebroken) als alternatief in de geplande situatie ook door te rekenen naar gezondheidsimpact. Zo kan in beeld worden gebracht wat de gezondheidsimpact van de referentiesituatie is én welke gezondheidswinst maximaal zou kunnen geboekt worden.

(zone: Nadeel van het gebruik van vaste afstanden/zones/statistische sectoren is de **uitmiddeling**. Het nadeel daarentegen van het werken met contouren is dat die voor elke stressor verschillend liggen op de kaart wat het identificeren van de meest benadeelde gebieden moeilijk maakt.)

(GAW zijn voor drempel-effecten veilige grenzen. Het overschrijden van de GAW impliceert echter niet dat altijd gezondheidseffecten zullen optreden, wegens ingebouwde veiligheidsfactoren o.a. voor interindividuele verschillen in gevoeligheid.)

Hypothetisch voorbeeld (vervolg):

Overzicht van immissie toename/daling per ruimtelijke eenheid en bijhorende score

	Referentietoestand			Geplande situatie		
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Immissie (µg/m³)	13	17	22	15	20	18
Bewoners	1000	2000	5000	1000	2000	5000
Immissie-bijdrage (%GAW):				+ 10%	+ 15%	-20%
(tussenscore o.b.v. immissiebijdrage)				(-2)	(-3)	(+3)
Bijgestelde score o.b.v. immissie NA t.o.v. GAW				-1	-3	+3

Zone 1: immissie na realisatie < 80% GAW ; toename immissie door project (=2/20) = 10% GAW => tussenscore = -2 maar bijgestelde score = -1 (voor 1000 personen) (omdat ook na realisatie de immissie voldoende < GAW zit en bijgevolg ondanks de toename van de immissie er ook na realisatie geen gezondheidseffecten worden verwacht).

Zone 2: immissie na realisatie = GAW ; toename immissie door project (= 3/20) = 15% GAW => pre-score = -3 en bijgestelde score = -3 (voor 2000 personen).

Zone 3: : immissie na realisatie > 80% GAW ; afname immissie door project (=4/20) = 20% GAW => pre-score = +3 en bijgestelde blijft score = +3 (voor 5000 personen).

Waak ook hier steeds over een juiste interpretatie van de scores: de score is geén maat voor ziektelast, maar een beoordelingskader voor het toewijzen van de noodzaak tot milderende maatregelen/zone.

Indien PM_{2,5} en EC als relevante stressoren werden weerhouden (o.a. in verkeer-sgenererende en verkeersdragende projecten):

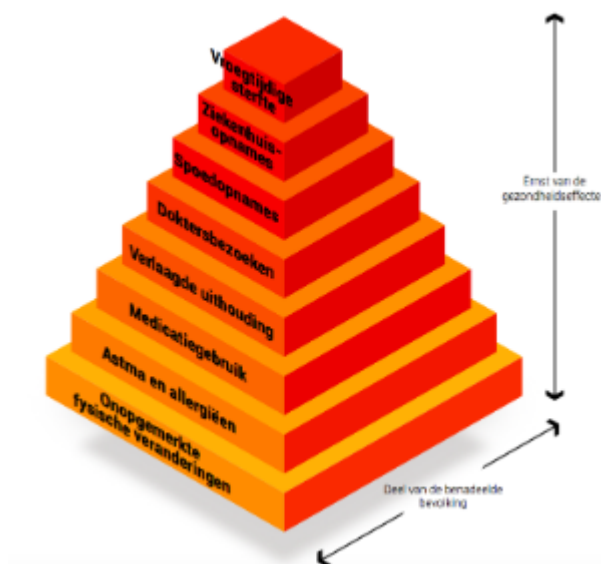
Voor PM_{2,5} en EC wordt supplementair een berekening gemaakt van het verschil in aantal sterfgevallen en dagen levensverwachting voor en na geplande realisatie. Dit is relevant in verkeersgenererende/verkeersdragende infrastructuurwerken. In opdracht van Agentschap Zorg en Gezondheid schreven VITO en Technum in 2015 het rapport: "[Ontwikkelen van een methodiek die de gezondheidsimpact in kaart brengt van infrastructuurprojecten die wegverkeer dragen of genereren](#)". Agentschap Zorg en Gezondheid heeft op basis van dit rapport van VITO en Technum PM_{2,5} en EC weerhouden als prioritair voor het illustreren van de gezondheidsimpact van verkeer. Er worden 2 indicatoren weerhouden, namelijk sterfgevallen en levensverwachting (geselecteerd op basis van beschikbaarheid en onderbouwing van de dosis-responscurves).

Onderstaande tekst neemt fragmenten over uit dit rapport.

EC wordt nu nog steeds berekend aan de hand van de NO₂-concentraties, dus eigenlijk is het een maat voor NO₂. Op termijn zullen de EC-immissieconcentraties rechtstreeks kunnen gemodelleerd worden. We stimuleren deze evolutie door nu al rekening te houden met EC. Wanneer er geen informatie beschikbaar is voor de jaargemiddelde EC-concentratie (µg/m³), kan deze dus voor het gebruik in een MER, arbitrair gemiddeld gelijk gesteld worden aan 6% (95% BI 5% tot 7%) van de jaargemiddelde NO₂-concentratie (µg/m³). Toch wordt op de eerste plaats aangeraden om gemeten (gemodelleerde) EC-concentraties te gebruiken om de impact van gezondheid door verkeerspolluenten in te schatten in een MER. Uit: "Ontwikkelen van een methodiek die de gezondheidsimpact in kaart brengt van infrastructuurprojecten die wegverkeer dragen of genereren", 2015, VITO i.o.v. Agentschap Zorg en Gezondheid"

De berekende effecten mogen nooit absoluut geïnterpreteerd worden als een (exacte) berekening van de ziektelast door verkeer, omwille van vele redenen:

- Onzekerheden:
 - over de toepassing van de dosis-responscurves: relatieve risico's (RR) zijn doorgaans opgesteld op basis van relatief grote studiegebieden, met een groot aantal deelnemers. Ook bij het omzetten van RR naar dosis-responsfuncties voor Vlaanderen, werd gebruik gemaakt van cijfers op Vlaams niveau (bv. sterfte, demografische opbouw, ...). Het extrapoleren van deze dosis-responsrelaties naar andere (vaak kleinere) gebieden moet daarom met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden (ze dus veronderstellen dat de bevolkingsopbouw in het blootgesteld gebied dezelfde is als op Vlaams niveau, en dat de personen uit het studiegebied even gevoelig zijn als de personen uit de studie waarop de RR gebaseerd is);
 - over de werkelijke langetermijnblootstelling gezien er geen persoonlijke blootstellingsmetingen zijn;
 - in de modellering van luchtkwaliteit;
 - het gebruik van NO₂-concentratiekaarten om een schatting te maken voor EC-concentraties gaat gepaard met een onzekerheid in de omrekeningsfactoren. Dit probleem valt weg zodra er EC-modelleringen voorhanden zijn;
 - over andere factoren die een invloed hebben op gezondheid (Dominici et al., 2014) etc.
- De hieronder berekende "gezondheidsimpact" (uitgedrukt in wijziging aantal sterfgevallen en maanden/dagen levensverwachting) is slechts een deel van de werkelijke (totale) gezondheidsimpact te wijten aan EC en/of PM_{2,5} want dit zijn niet de enige gezondheidseffecten van EC en PM_{2,5}. Het is dan ook wenselijk de berekende gezondheidsimpact als "**partieel**" te benoemen. De 'pyramid of health effects' door luchtvervuiling (zie figuur) toont aan dat extreme effecten (zoals sterfte) slechts het topje van de ijsberg zijn van veel effecten, zoals ziekenhuisopnames, doktersbezoeken, medicatiegebruik, verminderde (professionele) activiteit, die momenteel niet alle betrouwbaar kunnen gekwantificeerd worden. Een berekening van de mortaliteit en levensverwachting geeft bijgevolg een onderschatting van de totale gezondheidsimpact van luchtverontreiniging (en geluid).



Figuur: piramide van gezondheidseffecten (KÜNZLI, N. ET AL. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet*, **356**: 795–801 (2000)).

- Anderzijds mogen de cijfers van het "aantal sterften door PM_{2,5}" en "aantal sterften door EC" (of "daling levensverwachting door PM_{2,5}" en "daling levensverwachting door EC") niet zomaar opgeteld worden omdat EC deel uitmaakt van PM_{2,5}.

Bijgevolg moet dan ook **gewaakt worden over een juiste communicatie** en duiding van de berekende cijfers. Een bezorgde burger zou de interpretatie van X maanden daling in levensverwachting door luchtverontreiniging zeer persoonlijk kunnen nemen ('mijn leven zal x maanden ingekort worden door lokale luchtverontreiniging'), terwijl dit in werkelijkheid om **populatiegemiddelde** effecten op de levensverwachting gaat met onzekerheden van modellering, extrapolatie van RR uit een studiegebied naar een ander studiegebied enz.

Voorgestelde werkwijze:

1. voor elke **spatiale eenheid** ⁴ wordt de "partiële gezondheidsimpact" berekend als:

Partiële gezondheidsimpact $i = (DR) - \text{functie} \times \text{concentratie } i \times \text{aantal blootgestelden aan } i$

(waarbij 'aantal blootgestelden' gelijk is aan het aantal inwoners (eventueel via gemiddelde bewoning per woning) en het aantal kwetsbare functies/gevoelige groepen in de spatiale eenheid i)

2. vervolgens wordt de **partiële gezondheidsimpact gesommeerd** over alle spatiale eenheden i uit het studiegebied:

Gezondheidsimpact studiegebied = som van $i=1$ tot n van gezondheidsimpact i

= (D-R functie) x (som van $i=1$ tot n van concentratie i) x aantal blootgestelden i

In het rapport van VITO wordt aangeraden om ook nog een opsplitsing te maken tussen de winst- en verliesfactoren, met andere woorden: voor hoeveel mensen er een positief effect zal zijn (winst in gezondheid), en voor hoeveel mensen een negatief effect (verlies in gezondheid) bij vergelijking tussen 2 scenario's.

3. Voorgestelde dosis-effectrelaties

(naar : "Ontwikkelen van een methodiek die de gezondheidsimpact in kaart brengt van infrastructuurprojecten die wegverkeer dragen of genereren", 2015, VITO en Technum i.o.v. Agentschap Zorg en Gezondheid)

Polluent	Effect	Dosis-responsrelatie	Eenheid	Toepasbaar op populatie	Referentie achtergrondinfo dosis-respons
EC	Sterfgevallen	$5,5 \cdot 10^{-4}$ (95% BI: $3,6 - 8,2 \cdot 10^{-4}$)	per persoon per $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gehele populatie	Janssen et al. (2011)
	Levensverwachting	3,5 (95% BI: 3,0 – 4,0)	maanden per $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Gehele populatie	Janssen en Hoek (2011); Keuken et al., (2012)
PM2,5	Sterfgevallen	$5,19 \times 10^{-5}$ (95% BI: $3,5 - 6,7 \times 10^{-5}$)	per persoon per $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gehele populatie	Pope et al. (2002)
	Levensverwachting	21 (95% BI: 14-27) ^a	dagen per $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gehele populatie	Janssen et al. (2011);

Voorbeeld van uitwerking van luik 3 (uit rapport)

(In het rapport van VITO en Technum wordt ook NO_2 voorgesteld en het effect qua FVC-daling. Wegens onduidelijkheid over de klinische relevantie (bij kinderen zonder luchtwegproblemen) en de minder eenduidige interpretatie naar gezondheid toe wordt in het MER-RL-systeem Mens-Gezondheid niet gevraagd om NO_2 standaard uit te werken.)

	Referentie		Scenario 1		Verschil in blootstelling (referentie – scen 1)	
	EC ^c	PM2,5	EC ^c	PM2,5	EC	PM2,5
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Zone 1	3.6	16,00	3,2	15,9	0,4	0,10
Zone 2	2.1	15,95	1,9	15,85	0,2	0,10
Zone 3	1.5	15,90	1,6	15,92	-0,1	-0,02
...						

	Aantal personen (#POP)	Verschil gezondheidsimpact (referentie - scenario 1)			
		PM2,5		EC	
		# sterfgevallen	levensverwachting ^a	# sterfgevallen	levensverwachting ^a
		(aantal)	(dagen)	(aantal)	(dagen)
Zone 1	2000	=PM2,5*#pop*5,19E-5 (95% BI 3,47E-5 tot 6,72E-5)		=EC*#pop*0,000550 (95%BI 0,000366 tot 0,000825)	
Zone 2	1000				
Zone 3	5000				

	Aantal personen	Verschil gezondheidseffect			
		PM2,5		EC	
		sterfgevallen	levensverwachting ^a	# sterfgevallen	levensverwachting ^a
		aantal	dagen	aantal	dagen
Zone 1	2000	0.010(0.007tot0.013)	4200(2800tot5400)	0.40(0.26tot0.59)	151200(129600tot172800)
Zone 2	1000	0.005(0.003tot0.007)	2100(1400tot2700)	0.10(0.07tot0.15)	37800(32400tot43200)
Zone 3	5000	-0.005(-0.003tot-0.007)	-2100(-1400tot-2700)	-0.17(-0.11tot-0.25)	-63000(-54000tot-72000)
Grand total	8000	0.010(0.007tot0.013)	4200(2800tot5400)	0.33(0.22tot0.49)	126000(108000tot144000)

Deze berekende effecten worden als dusdanig beschreven en overwogen: ze illustreren wat achter de scores zit voor PM_{2,5} en EC. Er wordt echter geen bijkomende scoring op toegepast (o.a. omdat de geselecteerde effecten (sterfgevallen, levensverwachting) niet alle beschreven gezondheidseffecten van PM_{2,5} en EC zijn).

Koppeling aan milderende maatregelen (apart per stressor)

De koppeling van milderende maatregelen aan de bijgestelde scores is identiek als in het Richtlijnenboek Algemene methodologie:

Bijgestelde score		Noodzaak milderende maatregelen
-1	Beperkt negatief	Onderzoek naar milderende maatregelen is minder dwingend
-2	Negatief	Er moet onderzoek gebeuren naar milderende maatregelen.
-3	Aanzienlijk negatief	Er moeten in elk geval milderende maatregelen voorgesteld worden.

Effectscores van verschillende stressoren NIET sommeren om tot 1 eindscore te komen

Door grote verschillen in aard van gezondheidkundige eindpunten van stressoren is het geenszins de bedoeling om bv per ruimtelijke eenheid de scores te gaan sommeren, omdat dit gezondheidkundig niet correct en niet zinvol is. De scores geven ook géén rechtstreekse maat voor ziektelast / gezondheidseffecten en mogen dan ook niet als dusdanig geciteerd of gebruikt worden. Ze dienen louter om scenario's met mekaar te vergelijken en om aan te geven waar milderende maatregelen aangewezen zijn of overbodig zijn, gebaseerd op blootstelling en GAW en op verbetering /verslechtering in de geplande toestand.

[1] Bijstelling met ± 1 punt : al naargelang de immissie de GAW al dan niet benadert, wordt de tussenscore bijgesteld:

- naar lager (indien de immissie < (80%) GAW worden geen gezondheidseffecten verwacht door de blootstelling)
- hoger (vanaf een blootstelling boven de GAW kunnen gezondheidseffecten optreden).

De tussenzone tussen 80-100% is uit voorzichtigheid ingebouwd om rekening te houden met mogelijke effecten van geïntegreerde blootstelling (opname via andere blootstellingswegen dan inhalatie). Indien de immissie afneemt door realisatie, maar ook na realisatie nog > GAW is er een voor de gezondheid relevante daling van immissies opgetreden waardoor het effect relevanter is dan bij immissies < GAW (hoewel ondanks de daling nog steeds gezondheidseffecten mogelijk zijn).

* DE SCORES NOCH BIJGESTELDE SCORES ZIJN **NOOIT** TE INTEPRETEREN ALS (ABSOLUTE) MAAT VOOR ZIEKTELAST GEGENEREERD DOOR HET PROJECT !

** Belang van een goede duiding van de positieve scores wanneer de immissie na realisatie > GAW: "De realisatie brengt een daling van de immissie met zich mee, maar de heersende concentratie na realisatie kan nog steeds aanleiding geven tot gezondheidseffecten".

4. De spatiale eenheid wordt gedefinieerd als statistische sector.