

**Technische richtlijn
grondwaterhandelingen:
grondwater
onttrekkingen- en
bemalingen**



**SAMEN MAKEN WE
MORGEN MODIËR**



**Technische richtlijn
grondwaterhandelingen:
grondwater onttrekkingen-
en bemalingen**

28 november 2012

Documentbeschrijving



1. *Titel publicatie*
Technische richtlijn grondwaterhandelingen: grondwater onttrekkingen- en bemalingen

2. *Verantwoordelijke Uitgever*
Danny Wille, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen

3. *Wettelijk Depot nummer*

4. *Aantal bladzijden*
39

5. *Aantal tabellen en figuren*

6. *Prijs**

7. *Datum Publicatie*

8. *Trefwoorden*
Richtlijn, grondwaterhandeling, bemaling, bodemverontreiniging

9. *Samenvatting*
Eenieder die een grondwaterhandeling (infiltratie en/of onttrekking van grondwater) uitvoert dient na te gaan of er een bodemverontreiniging (verontreiniging in vaste deel van de aarde en/of grondwater) binnen de invloedspcelen van de handelingen liggen. Desgevallend dient de impact bepaald te worden en zal door bouwheer en/of beheerder van de bodemverontreiniging beoordeeld moeten te worden of er geen onacceptabele verplaatsing en/of versnelling van de verontreiniging zal optreden. Ter voorkoming van schade en/of nadelige effecten op mens en milieu zullen preventieve maatregelen (monitoring en/of flankerende maatregelen) moeten genomen worden.

10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*
Kristel Laurysen (Antea Group), Sofie Van den Bulck (OVAM); Klankbordgroep: Mike Mortelmans, Inge De Vrieze, Nic Van den Heuvel, Tom Behets, Annelies Van Gucht, Victor Dries (OVAM)

11. *Contactperso(o)n(en)*
Sofie Van den Bulck

12. *Andere titels over dit onderwerp*
Juridisch-technisch onderzoek naar de meest optimale verschijningsvorm van een 'adequate bodemcontrole'; OVAM; 30 september 2010

Gegevens uit dit document mag u overnemen mits duidelijke bronvermelding.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website: <http://www.ovam.be>

Inhoudstafel

1	Inleiding	9
2	Toelichting	11
3	Lijst handelingen	13
3.1	Toepassingsgebied van de richtlijn	13
3.1.1	Globaal toepassingsgebied van de richtlijn	13
3.1.2	Technisch toepassingsgebied van de richtlijn	14
3.2	Link met Vlareg regelgeving	14
4	Stroomschema	15
5	Ligt er een bodemverontreiniging in de invloedspercelen?	19
5.1	Vooronderzoek	19
5.2	Invloedspercelen	19
5.3	Controle aanwezigheid gekende bodemverontreiniging	20
6	Is er invloed van grondwaterhandeling op de bodemverontreiniging?	23
6.1	Gegevens bodemverontreiniging	23
6.2	Invloed op de bodemverontreiniging	23
7	Is er (onacceptabele) impact van de grondwaterhandeling	27
7.1	Bepaling van de impact	27
7.2	Beoordeling van de impact	28
8	Preventieve maatregelen	29
8.1	Monitoring	29
8.2	Flankerende maatregelen	29
8.3	Lozingsmaatregelen	30
8.4	Technisch document	30
Bijlage 1:	Lijst van tabellen	31
Bijlage 2:	Lijst van figuren	33
Bijlage 3:	Bibliografie	35
Bijlage 4:	Afscherpende maatregelen	37

1 Inleiding

Een grondwaterhandeling (voornamelijk infiltreren en onttrekken van grondwater) kan een eventueel aanwezige bodemverontreiniging in de omgeving verspreiden. Deze richtlijn is een technische richtlijn die een praktische handleiding vormt voor eenieder die van plan is een grondwaterhandeling uit te voeren, ter voorkoming van een mogelijks onacceptabele impact. Ze beoogt sensibiliserend te zijn voor de bouwheer met als doelstelling schade of nadelige effecten te voorkomen.

De technische uitwerking van deze richtlijn is specifiek gericht op volgende de types grondwaterhandelingen:

- grondwateronttrekkingen;
- bemalingen.

Karakteristiek voor de problematiek van grondwaterhandelingen is dat handelingen die buiten de perimeter van de bodemverontreiniging plaats vinden ook een impact kunnen hebben en er desgevallend 2 actoren betrokken zijn: de initiatiefnemer van de handeling (zijnde de bouwheer/exploitant) en de beheerder van de verontreiniging (eigenaar grond, saneringsplichtige,...).

De richtlijn bevat

- een omschrijving van handelingen waarop deze technische richtlijn van toepassing is;
- een stroomschema met stappenplan inclusief:
 - het benoemen van verantwoordelijkheden en taken;
 - de informatieoverdracht (wie, wat en wanneer);
 - alsook de rol van de overheid wordt;
- de uitvoeringsmodaliteiten van de verschillende stappen.

Voor bemalingen wordt de aandacht gevestigd op een parallelle richtlijn die voornamelijk gericht is op andere nadelige effecten dan milieueffecten (bijv zettingen,...). de richtlijn bemalingen (september 2009; werkgroep bemalingen TI-KVIV; EurGeol. Paul Van Calster, voorzitter van de werkgroep; ir. Flor De Cock, Geo.be BVBA; ir. Monika De Vos, Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB); prof. ir. Jan Maertens, Jan Maertens & Partners BVBA en KULeuven; ir. Gauthier Van Alboom, Vlaamse Overheid, MOW, Afdeling Geotechniek).

Om alle potentiële effecten van een bemaling te bekijken, kunnen beide richtlijnen naast elkaar geraadpleegd worden.

2 Toelichting

Alle handelingen die een effect hebben op de grondwaterstand en/of grondwaterstroming worden grondwaterhandelingen genoemd.

Door een verandering van de grondwaterstand en/of- stroming kan een eventueel aanwezige bodemverontreiniging (verontreiniging in het vaste deel van de aarde of het grondwater) in horizontale en verticale richting verder verspreiden of door een wijziging in de redoxtoestand kan een verontreiniging mobieler worden. Dit kan een volumevermeerdering van de verontreiniging of verspreiding naar andere compartimenten of fysieke zones tot gevolg hebben. Hierdoor kunnen nadelige effecten voor mens en milieu, en/of kan financieel-economische schade optreden.

Noot: in bepaalde situaties is het ook mogelijk dat een verontreiniging bij grondwatertafelverlaging geoxideerd wordt en daardoor omgezet naar een toxischer en/of vluchtiger dochterproduct (bijv vluchtige organische gechloreerde verbindingen). Dit kan leiden tot verhoogde humaan toxicologische risico's. De technische uitwerking van deze nota is hierop niet gericht; doch dient desgevallend de evaluatie van bovenstaande uitgevoerd te worden.

Verderop deze richtlijn wordt een stroomschema voorgesteld dat is opgebouwd rond volgende vragen:

1. Is de handeling ingedeeld in de lijst van grondwaterhandelingen die invloed kan hebben op een eventuele bodemverontreiniging?
2. Wat is de invloedzone van de handeling?
3. Ligt er een verontreiniging in de invloedzone?
4. Zo ja, is er een kans (risico) dat de grondwaterhandeling de bodemverontreiniging beïnvloedt?
5. Zo ja, welke preventieve maatregelen kunnen genomen worden.

De 2 actoren worden als volgt benoemd:

- “uitvoerder” van de grondwaterhandeling:
 - hier gaat het om de initiatiefnemer van de handeling, hetgeen voor de concrete gevallen neerkomt op bouwheer of exploitant;
 - in deze richtlijn wordt deze actor kortweg bouwheer genoemd;
- “beheerder” van de bodemverontreiniging:
 - hier gaat het om de eigenaar/beheerder van de verontreiniging, hetgeen neerkomt op de eigenaar, gebruiker of exploitant van een grond waarop de verontreiniging voorkomt;
 - in deze richtlijn wordt deze actor kortweg beheerder verontreiniging genoemd.

3 Lijst handelingen

Grondwaterhandelingen worden gekenmerkt door de mogelijke directe invloed die ze hebben op de waterhuishouding van de bodem en aldus de grondwaterstand en/of stroming. Zowel de aard als het doel van de handeling kan divers zijn, maar het opstarten, wijzigen of stoppen van de handeling heeft steeds een direct effect op de waterhuishouding.

3.1 Toepassingsgebied van de richtlijn

Het globale kader, stappenplan en basisprincipes van deze richtlijn zijn van toepassing op alle grondwaterhandeling. Ze vormen namelijk een sensibilisatie voor bouwheer en beheerder om hen er toe aan te zetten zich voorafgaandelijk voldoende te informeren en indien nodig preventieve maatregelen te nemen.

De technische aspecten zijn specifiek opgesteld voor de bemalingen en grondwateronttrekkingen.

3.1.1 Globaal toepassingsgebied van de richtlijn

In zijn algemeenheid zijn grondwaterhandelingen, handelingen uit de onderstaande niet-limitatieve lijst:

- Bemalingen ten behoeve van een grondwaterstandsverlaging in het kader van bouwwerkzaamheden;
- Grondwateronttrekkingen ten behoeve van exploitatie en/of gebruik van het grondwater:
 - als drinkwater of ander watergebruik;
 - voor geothermische toepassingen / koude-warmteopslag
- Proefpompingen;
- Infiltratie (kunstmatig aanvullen van grondwater) ten behoeve van :
 - een optimale waterbalans;
 - injectie van overtollig (afval)water;
 - injectie van toeslagstoffen aan het grondwater;
 - herinfiltratie bemalingswater;
 - ...
- Irrigatie of drooglegging ten behoeve van akker- of tuinbouw (exploitatie cultuurgronden);
- Drooglegging ten behoeven van de exploitatie van tunnels;
- Creëren van overstromingszones voor water- en of natuurbeheer;
- Vernattingsmaatregelen voor water- en of natuurbeheer;
- Aanleg infiltratiebekkens en -grachten;
- Maatregelen ten behoeve van een verhoogde infiltratie van het regenwater;
- ...

De basisconcepten van de richtlijn kunnen hiervoor gevolgd worden, doch de specifieke technische uitwerkingen zijn niet voor alle van toepassing.

3.1.2 Technisch toepassingsgebied van de richtlijn

Deze technische richtlijn is (momenteel) specifiek opgesteld voor volgende grondwaterhandelingen :

Onttrekkingen en winningen van grondwater

- grondwateronttrekkingsputten (bijv. ten behoeve van winning, gebruik van grondwater in industrie, warmtekoudepompen,...)
- bemalingen

Uitzondering: een grondwaterwinning waaruit het water uitsluitend met een handpomp wordt opgepompt wordt niet beschouwd als een grondwaterhandeling die een impact kan hebben op bodemverontreiniging rekening houdend met het kleinschalige karakter / geringe impact van een dergelijke onttrekking

De technische uitwerking is bijvoorbeeld niet bruikbaar voor infiltratie, vernattingsmaatregelen,...

3.2 Link met VlareM regelgeving

Ten informatieve titel wordt gemeld dat rubriek 53 van de indelingslijst van het VLAREM I grondwaterhandelingen betreft. Deze VlareM-lijst is opgebouwd rond de volgende categorieën:

- grondwaterwinningsputten of proefpompingen;
- bronbemaling voor bouwkundige werken of openbare nutsvoorzieningen;
- drainering voor het gebruik en/of de exploitatie van cultuurgrond;
- bronbemaling voor tunnels of mijnverzakkingsgebieden;
- bronbemaling voor gebouwen of bedrijfsterreinen;
- grondwaterwinningsputten voor koude-warmtepompen;
- grondwaterwinning voor openbare watervoorziening;
- andere grondwaterwinningsputten;
- onttrekken van grondwater;
- waterbeheersingsprojecten voor landbouwdoeleinden.

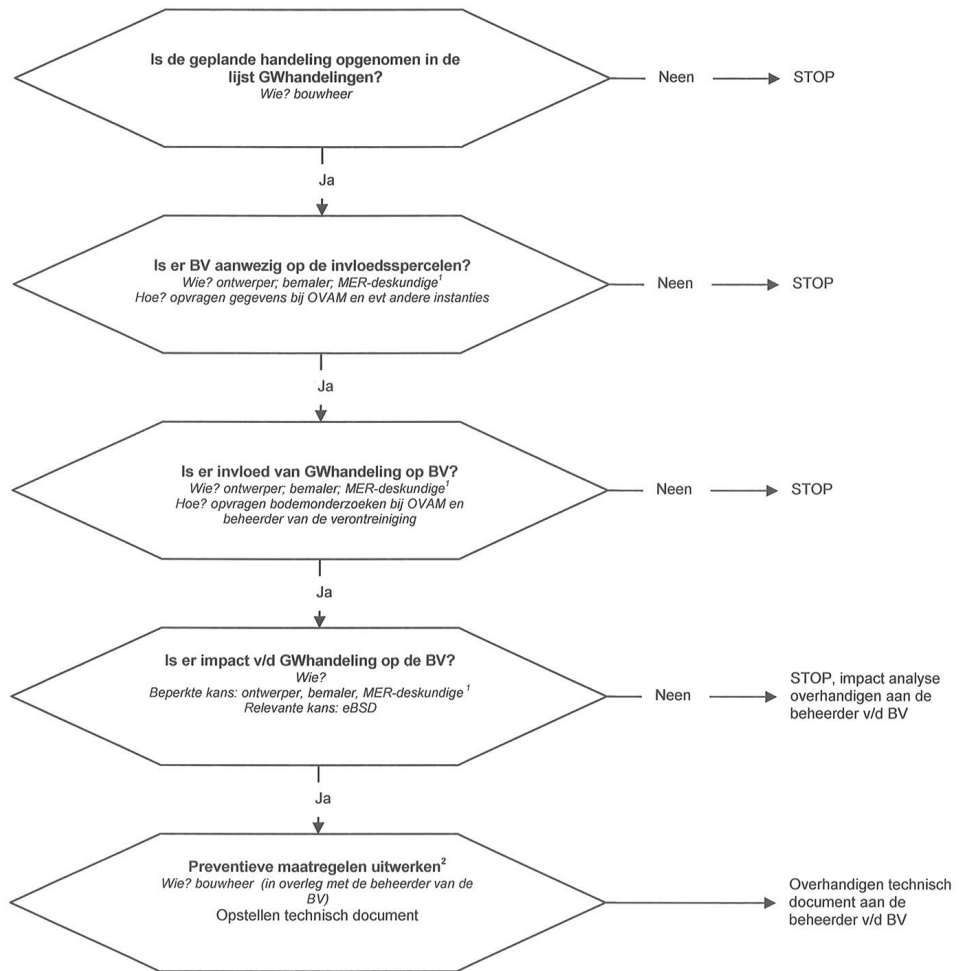
4 Stroomschema

Op de volgende pagina is middels een stroomschema een overzicht gegeven van de stappen die doorlopen moeten worden ter evaluatie of een grondwaterhandeling een impact kan hebben op bodemverontreiniging.

De basisopzet bestaat er uit dat de bouwheer zich voorafgaandelijk dient te informeren met betrekking tot de impact van zijn grondwaterhandeling op de omgeving en dus ook op een eventuele bodemverontreiniging. Desgevallend dient hij de nodige preventieve maatregelen te nemen, in overleg met de beheerder van de bodemverontreiniging, teneinde schade of negatieve effecten te voorkomen.

In relevante situaties zal bovenstaande met deskundige bijstand dienen te worden bepaald.

Bouwheer:



Figuur 1: stroomschema voor de bouwheer grondwaterhandelingen

Legende:

- GWhandeling: grondwaterhandeling;
- BV: bodemverontreiniging

Aanvullingen:

- aannemer e.a. intermediaren aan de kant van de bouwheer: een ieder dient zich er van te vergewissen dat de nodige informatie werd verzameld;
- beheerder van de verontreiniging: dient de nodige informatie met betrekking tot zijn verontreiniging te bezorgen aan de de bouwheer.

(1) Daar waar vanuit de milieuvergunning of vanuit de MER-plicht een hydrogeologische studie dient uitgevoerd te worden, kan deze richtlijn inherent deel uitmaken van deze studie, of kan de uitkomst van de studie (berekeningen) gehanteerd worden om deze richtlijn te doorlopen.

(2) Indien tijdens verder ontwerp of uitvoering blijkt dat het ontwerp van de bemaling of onttrekking wijzigt, dient het stroomschema terug doorlopen te worden.

5 Licht er een bodemverontreiniging in de invloedspercelen?

Deze evaluatie vereist hydrogeologische kennis. Onderstaande uitvoeringsmodaliteiten kunnen uitgevoerd worden door ontwerper, bemaler of een MER-deskundige grondwater. Het geniet de voorkeur deze evaluatie te laten uitvoeren door diegene die in het project het meest betrokken is met de technische (dimensionering) van de handeling.

5.1 Vooronderzoek

Vooraleer de invloedspercelen te bepalen dient een degelijk vooronderzoek te worden uitgevoerd. Volgende items kunnen onderdeel uitmaken van het vooronderzoek:

- voorstudie:
 - verzamelen van de beschikbare (locatiespecifieke) hydrogeologische gegevens;
 - literatuurstudie naar de hydrogeologische gegevens;
 - administratieve controle: nagaan of er in het kader van een MER-studie of vergunning een hydrogeologische studie is/wordt uitgevoerd
 - de dichtstbijzijnde verontreiniging(en) inventariseren aan de hand van een bevraging van het GrondenInformatieRegister GIR¹ (zie paragraaf 5.3 controle aanwezigheid gekende bodemverontreiniging)
- eventueel aanvullend veldonderzoek: bijv:
 - sonderingen en boringen ter bepaling van de geologische gesteldheid (evt inclusief korrelgrootte-verdelingen: rekening houdend met heterogeniteiten van de ondergrond en minsten gericht op de laag waaruit onttrokken wordt)
 - niveaumetingen in peilbuizen;
 - doorlaatbaarheidsmetingen van de relevante grondlagen;
 - bemalingsproeven/pompproeven, ...
 - ...
- studiewerk:
 - aan de hand van de verzamelde gegevens dient de geologische en de lithologische opbouw bepaald te worden (diktes van de aquifers en aquicludes);
 - de bepaling van de invloedsfeer aan de hand van een analytisch rekenprogramma of grondwatermodel.

5.2 Invloedspercelen

In deze richtlijn worden de invloedspercelen gedefinieerd als de kadastrale percelen waarin de aanwezigheid van een bodemverontreiniging dient nagegaan te worden. Voor de bepaling van deze invloedspercelen wordt een minimalistisch visie aangehouden: zijnde:

1. de invloedsstraal + 20%;
2. alle percelen die deze straal omvatten.

Voor **eenvoudige situaties** kan de invloedsstraal bepaald worden als volgt:

— kortdurend : $R = 3,35 \cdot \sqrt{k \cdot H \cdot t}$

¹ Het GIR is een inventaris van alle percelen waarover data gekend zijn bij de OVAM. Het GIR dient als data base voor beleidsbeslissingen en functioneert ook als een instrument dat potentiële kopers van verontreinigde sites beschermt en informeert. Het GIR is openbaar en is consulteerbaar door een bodemattestaanvraag.

met R = invloedsstraal (m)
k = doorlatendheid bodem (m/s)
H = dikte watervoerend pakket (m)
t = tijd (s)

— langdurend : $R = \sqrt{[QI(N-E)] \cdot [1/pi]}$

met R = invloedsstraal (m)
Q = debiet (m³/jaar)
(N-E) = neerslagoverschot (m/jaar)

Toelichting:

- eenvoudige situaties zijn een homogene bodem, onttrekking met constant debiet en stabiele watertafel (verlaging);
- als richtlijn voor “kortdurend-langdurend” kan respectievelijke minder of meer dan 6 maand worden genomen.

Voor **complexere situaties** dienen aangepaste berekeningen uitgevoerd te worden.

Als **alternatief** kan de bepaling van deze percelen ook door expert-judgement gebeuren (door ontwerper, bemaler, MER-deskundige).

5.3 Controle aanwezigheid gekende bodemverontreiniging

Voor de invloedspercelen, wordt nagegaan welke onderzoeken beschikbaar zijn in het GrondenInformatieRegister (GIR) van de OVAM. Deze informatie kan bekomen worden:

- analoog: middels een bevraging van de OVAM via een standaardinvulformulier;
- digitaal: via het raadplegen van de web-toepassing van de OVAM.

De volgende gegevens worden per perceel ter beschikking gesteld:

- of het een bron of een verspreidingsperceel betreft;
- of er bodemonderzoeken beschikbaar zijn;
- de status van de onderzoeken (oriënterend bodemonderzoek, ..., lopende sanering,...)
- administratieve gegevens: eigenaar, exploitant, saneringsplichtige,..

Via deze weg wordt dus geen bijkomende technische informatie met betrekking tot de bodemverontreiniging verstrekt (bijv welke verontreinigingsparameter,omvang,...)

Het betreft hier een bevraging van een database die wordt gevoed door de bij de OVAM ingediende en conform verklaarde verslagen van bodemonderzoek en bodemsanering.

Het is aan de raden dat de bouwheer ook aanvullende bevestigingen bij derden doet en (indien mogelijk) controles verricht, of laat verrichten, naar mogelijke verontreinigingen bij de invloedspercelen. Specifiek wordt voor grenssituaties verwezen naar de overheden van de aangrenzende gewesten: BIM (Brussel), DPS (Wallonië) of het bevoegd gezag in de aangrenzende landen.

Brussel

Leefmilieu Brussel – BIM
Departement voor inventarisatie bodemtoestand
Gulledelle 100
1200 Brussel
www.leefmilieubrusseel.be
02 775 75 75

Wallonië

Direction de la Protection des Sols (DPS)
Avenue Prince de Liège 15
5100 Namur (Jambes)
<http://dps.environnement.wallonie.be>
081 33 65 48

Nederland

In Nederland kan men zich wenden tot de milieudienst van de desbetreffende gemeente.

Duitsland

In Duitsland valt de bodemwetgeving onder de bevoegdheid van de bondsstaten. Voor de 2 aangrenzende bondsstaten kan men zich wenden tot

Nordrhein-Westfalen

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Schwannstr. 3
40476 Düsseldorf
+ 49 (0) 211 45 660

Rheinland-Pfalz

Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz
Stiftsstraße 9
55116 Mainz

Postbus
Postfach 3269
55022 Mainz
+ 49 (0) 6131 160

6 Is er invloed van grondwaterhandeling op de bodemverontreiniging?

Ook voor deze beoordeling is hydrogeologische kennis vereist. Onderstaande uitvoeringsmodaliteiten kunnen uitgevoerd worden door ontwerper, bemaler of een MER-deskundige grondwater. Het geniet de voorkeur deze evaluatie te laten uitvoeren door diegene die in het project het meest betrokken is met de technische (dimensionering) van de handeling.

6.1 Gegevens bodemverontreiniging

De bodemonderzoeken van de verontreinigingen in de invloedspercelen worden opgevraagd bij de OVAM. Aanvullend kan de bouwheer zich richten tot de beheerder van de bodemverontreiniging die mogelijks nog bijkomende informatie kan bezorgen met betrekking tot lopende onderzoeken, waarvan het rapport nog niet is ingediend bij de OVAM.

Met betrekking tot de bruikbaarheid van de bodemonderzoeken worden volgende aandachtspunten geformuleerd:

- indien de verontreiniging nog niet volledig is afgebakend (oriënterend bodemonderzoek, lopend beschrijvend bodemonderzoek; lopende sanering;...) of niet meer actueel is, is de exacte omvang van de verontreiniging niet gekend;
- Het onderzoek en de rapportage van de decretale bodemonderzoeken is niet gericht op een toepassing ter bepaling van de impact door grondwaterhandelingen. Dit kan ertoe leiden dat de afbakening onvoldoende is, een worst-case benadering eigenlijk een best-case benadering is, bepaalde parameters niet gekend zijn,... . Een kritische evaluatie van de rapporten met oog op geschiktheid is noodzakelijk.

Voor een correcte evaluatie is het nodig om de omvang van de verontreiniging te kennen, alsook te beschikken over de nodige basisgegevens.

Desgevallend dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd, of gemotiveerd waarom hier van afgezien kan worden. De bouwheer kan zich hiervoor ook richten naar de beheerder van de bodemverontreiniging;

Met betrekking tot de verontreinigingsgegevens dient minimaal het volgende gekend te zijn:

- de afperking/omvang van de vlek;
- de bodemlaag waarin de vlek voorkomt;
- bevindt de verontreiniging zich in het vaste deel van de aarde of het grondwater?
- de verontreinigingsparameter(s), Kd (distributiecoëfficiënt pollutant-bodem) en retardatiefactor,...
- de verspreidingssnelheid.

Bij voorkeur is ook het verspreidingsrisico ingeschat.

De boringen en de bodemopbouw ter plaatse van de bodemverontreiniging is belangrijke aanvullende informatie bovenop de bodemopbouw ter plaatse van de onttrekking.

6.2 Invloed op de bodemverontreiniging

Deze analyse heeft tot doel de kans in te schatten of de grondwaterhandeling al dan niet een invloed heeft op de bodemverontreiniging. Er dient met name nagegaan te worden of er een niet acceptabele versnelling (de versnelling door de onttrekking ten aanzien van de natuurlijke

verspreiding) of een niet acceptabele verplaatsing (of volumevermeerdering) van de verontreiniging optreedt.

Voor **eenvoudige situaties**² kan een analyse aan de hand van onderstaande schema gebeuren. Voor de omschrijving van een eenvoudige situatie wordt verwezen naar paragraaf 5. 2. waar volgende bepaling is opgenomen: "eenvoudige situaties zijn een homogene bodem, onttrekking met constant debiet en stabiele watertafel (verlaging)".

De situatie kan ingedeeld worden in categorieën: geen kans op beïnvloeding; beperkte kans op beïnvloeding; relevante kans op beïnvloeding.

De categorieën kunnen als volgt bepaald worden:

Blok A: indeling m.b.t. verontreiniging:

- enkel grondverontreiniging³: score 0
- immobiele verontreiniging (PAK's, zware metalen bij normale pH (pH tussen 6 en 8, redox en temperatuur): score 1
- mobiele verontreiniging (BTEXN, VOCl, minerale olie, zware metalen bij pH <6 of > 8): score 2
- niet opgesomde parameter: ofwel eigen beoordeling ofwel score 2

Blok B: indeling m.b.t. tijdsduur

- < 6 maanden : score 1
- > 6 maanden : score 2

Blok C: indeling m.b.t. ligging verontreiniging

- verontreiniging ligt buiten het beïnvloede waterlaag/pakket (3D- invloedsfeer): score 0;
- verontreiniging ligt in het beïnvloede waterlaag/pakket (3D- invloedsfeer)⁴: score 1;

Voor de verdere beoordeling worden de scores van de 3 blokken **vermenigvuldigd**.

De invloeds categorie kan bepaald worden door de scores per blok met elkaar te vermenigvuldigen: categorie (0, 1 of 2) = score blok A x score blok B x score blok C

- Product = 0: categorie 0: geen kans op beïnvloeding;
- Product = 1: categorie 1: beperkte kans op beïnvloeding;
- Product > 1: categorie 2: relevante kans op beïnvloeding.

Voor **complexere situaties** dienen aangepaste berekeningen (analytische en/of numerische berekeningen/modellen) uitgevoerd te worden.

Als **alternatief** kan de bepaling van deze percelen ook door expert-judgement gebeuren (door ontwerper, bemaler, MER-deskundige).

Conclusie

- categorie 0: geen verdere actie nodig;
- categorie 1: volgende stap in het stroomschema;

2 Zie ook paragraaf 5.2: eenvoudige situaties zijn een homogene bodem, onttrekking met constant debiet en stabiele watertafel (verlaging);

3 Dit criterium is specifiek voor bemalingen en onttrekkingen, voor bijv. infiltratie kan dit niet weerhouden blijven

4 In principe is een grondverontreiniging een (extreem) voorbeeld van verontreiniging die buiten de beïnvloede waterlaag ligt

- categorie 2: volgende stap in het stroomschema en onderbouwing beoordeling aan de hand van onderzoek (tenzij reeds in vooronderzoek uitgevoerd).

Onderzoek

Om de correctheid van de conclusie te onderbouwen dient voor categorie 2 minstens volgend onderzoek te worden uitgevoerd. Dit onderzoek is gedetailleerder/uitgebreider dan in paragraaf 5.2 beoogt:

- detailvoorstudie: hydrogeologische opbouw op basis van voldoende en betrouwbare literatuurgegevens, daar waar nodig aangevuld met sonderingen en beschrijvende boringen;
- detail veldonderzoek:
 - doorlaatbaarheidsmetingen
 - metingen van grondwaterstand en stijghoogte
- detail studiewerk: het uitvoeren van hydrogeologische berekeningen met een analytisch rekenprogramma of grondwatermodel.

Optimalisatie onderzoek: indien bijkomend veldonderzoek voor de bodemverontreiniging dient uitgevoerd te worden, kan dit tegelijkertijd met dit bovengenoemd onderzoek gebeuren.

7 Is er (onacceptabele) impact van de grondwaterhandeling

De impact kan benaderd worden vanuit een visie onacceptabele versnelling van de verontreiniging en onacceptabele verplaatsing van de verontreiniging. Beide aspecten worden geëvalueerd.

- Categorie 1 (beperkte kans) of eenvoudige hydrogeologische situaties: de impactanalyse kan uitgevoerd worden door ontwerper; bemaler of MER-deskundige; er kan ook geopteerd worden om een erkend bodemsaneringsdeskundige in te schakelen;
- Categorie 2 (relevante kans) of complexe hydrogeologische situaties: het wordt aanbevolen om de impactanalyse uit te laten voeren door een erkend bodemsaneringsdeskundige.

Aan de hand van deze beoordeling (beperkte kans; relevante kans, te verwachten versnelling, te verwachten verplaatsing) kunnen bouwheer en beheerder van de bodemverontreiniging bepalen of er preventieve maatregelen dienen te worden genomen.

7.1 Bepaling van de impact

Het bepalen van de impact vereist zowel hydrogeologische kennis als kennis van bodemverontreiniging. De studie verloopt volgens volgende stappen:

- voorstudie ten behoeven van bepaling impact: studie van de beschikbare gegevens:
 - hydrogeologische studie; bepaling van de invloedzone;
 - bemalingsplan of andere ontwerpplannen;
 - de beschikbare bodemonderzoeken;
 - nagaan of er modellen beschikbaar en bruikbaar zijn;
- eventueel veldonderzoek ten behoeven van bepaling impact, indien nodig:
 - bijkomende hydrogeologische en/of onderzoek van de bodemverontreiniging;
 - bijkomende literatuurstudie (historische gegevens, hydrogeologische,...)
- berekening van de versnelling en de verplaatsing met eenvoudige rekenregels, analytische of grondwatermodelleringen.

Voor **eenvoudige situaties** van categorie 1 kan de stroomsnelheid en verplaatsing als volgt worden berekend:

$$V_{GW} = [Q / H] * [1 / (2 \pi L)]$$

$$V_{BV} = V_{GW} / R$$

$$\Delta x = t * V_{BV}$$

met V_{GW} = grondwaterstromingssnelheid (m/dag)
 Q = afgepompt debiet (m³/dag)
 H = watervoerende hoogte (m) (zijnde **het watervoerend pakket waaruit het grondwater onttrokken (Q) wordt**)
 L = afstand tot de verontreiniging (m)
 V_{BV} = verspreidingssnelheid verontreiniging (m/dag)
 R = retardatiefactor
(De retardatiefactor is verschillend per pollutant. De retardatiefactor van de (meest mobiele) pollutant kan opgezocht worden in de verslagen van bodemonderzoek en/of bodemsanering.)

Δx = verplaatsing van de bodemverontreiniging (m)
 t = duurtijd bemaling (s)

In **complexere situaties** dienen de voor de situatie van toepassing zijnde berekeningen (analytische en/of numerische berekeningen of modellen) uitgevoerd te worden teneinde een correcte bepaling te bekomen. Indien nodig dient dit bij een (andere) deskundige (bijv. erkend bodemsaneringsdeskundige) neergelegd te worden.

7.2 Beoordeling van de impact

Met betrekking tot de impact dient de bouwheer van de grondwaterhandeling in overleg te treden met de beheerder van de bodemverontreiniging. Onderstaande bepalingen kunnen als richtinggevend worden gehanteerd:

Versnelling

De verspreiding van de verontreiniging ten gevolge van de grondwaterhandeling wordt vergeleken met de natuurlijke verspreiding:

- versnelling $< 0^5$: geen versnelling
- versnelling tussen 0 en 2: beperkte versnelling
- versnelling > 2 : relevante versnelling

De versnelling is de verandering van de snelheid in de tijd.

$$a = Dv/Dt$$

met

Dt = periode van de bemaling

Dv = is verschil tussen snelheid zonder bemaling en met bemaling.

Verplaatsing

Vanuit de stroomsnelheid kan rekening gehouden worden met de tijdsduur om aldus een afstand te berekenen. Voor onttrekkingen zonder eindig karakter kan de tijdsduur bepaald worden vanuit bedrijfsmanagement of kan teruggevallen worden op de bepalingen rond versnelling.

De verplaatsing van de verontreiniging wordt beoordeeld in de context mogelijke schade en mogelijke nadelige effecten op mens en milieu:

- 1) de verplaatsing is niet relevant in de fysische context van de locatiespecifieke situatie (bijv verplaatsing van 1 meter voor een vlek van 25 meter op een groot industrieterrein);
- 2) er is een relevante verplaatsing;
- 3) er is een relevante verplaatsing met onacceptabele volumeverhoging en/of er is kans op nadelige effecten voor mens en/of milieu;
- 4) Het onttrekkingspunt wordt bereikt en de pollutent zal mee opgepompt worden.

5 Indien de vlek stroomafwaarts ligt, dan kan de grondwaterhandeling er voor zorgen dat de verspreiding minder snel gaat dan in de natuurlijke situatie

8 Preventieve maatregelen

Indien blijkt dat de grondwaterhandelingen impact kan hebben op de aanwezige bodemverontreiniging dienen maatregelen genomen te worden ter voorkoming van de verspreiding. In bepaalde gevallen (laag risico) kan volstaan om de verspreiding te monitoren (controle) om enkel in te grijpen indien de monitoring een verspreiding bevestigt.

Volgende klassen kunnen benoemd worden:

- beperkte versnelling zonder relevante verplaatsing: minimaal monitoring van debiet en grondwaterstanden ter controle van het ontwerp; met opvolging door ontwerper of bemaler;
- relevante versnelling en/of relevante verplaatsing: minimaal monitoring grondwaterstanden en verontreiniging; met opvolging door erkend bodemsaneringsdeskundige;
- verplaatsing met bereiken receptor: detailstudie en/of flankerende maatregelen met opvolging door erkend bodemsaneringsdeskundige;
- het bereiken van de onttrekkingsput: lozingsmaatregelen.

8.1 Monitoring

Als monitoringsmaatregelen kunnen volgende metingen voorzien worden:

- debietmetingen;
- peilbuismetingen (grondwaterstand en verontreiniging);
- controles van het onttrokken grondwater.

In de aanvangsfase is de evolutie van het opgepompte debiet met de tijd belangrijke informatie, om deze niet-stationaire situatie op te volgen.

Het monitoringsplan dient minimaal het aantal en de plaats van de meetgegevens, de meetperiode en de monitoringfrequentie te bevatten, alsook de relevante analyses indien van toepassing. Ook de grenswaarden (alarmwaarde die een indicatie voor kans op verspreiding aangeeft) dient bepaald te worden. Peilbuizen kunnen zowel voorzien worden in de bemalingszone als in of aan de rand van de verontreinigingsvlek.

Uiteraard kunnen de reeds beschikbare peilbuizen gehanteerd worden. De karakteristieken van de peilbuis dienen geëvalueerd te worden naar bruikbaarheid binnen het monitoringsplan (is de filterstelling bijvoorbeeld geschikt?,...). De kwaliteit van de peilbuis dient tevens voorafgaandelijk gecontroleerd te worden conform de bepalingen van het CMA.

Peilbuizen dienen steeds beoordeeld of geplaatst te worden in het licht van hun functie. Lengte en diepte van de filter is anders indien het om de monitoring van de verontreiniging gaat, of indien het om de monitoring van de grondwaterhandeling gaat.

8.2 Flankerende maatregelen

Flankerende maatregelen kunnen zowel de handeling beïnvloeden of op een rechtstreekse of onrechtstreekse wijze de verspreiding van de bodemverontreiniging beïnvloeden. Volgende niet-limitatieve lijst aan mogelijkheden kunnen voorzien worden:

- Bijsturing of afzien van de geplande handeling;

- Handelingen of gebruiken die de risico's tegengaan “afschermende maatregelen genoemd” (zie ook bijlage): o.a.:
 - realisatie van verticale waterremmende wanden;
 - retourbemaling of oppervlakte infiltratie (hervoeden van het grondwater);
- Sanering van de verontreiniging.

De keuze van de maatregel volgt evident uit een kosten-baten analyse. De selectie en de uitwerking van dergelijke maatregelen zou kunnen uitgevoerd worden in analogie met de methodiek voor selectie en uitwerking van bodemsaneringsvarianten zoals beschreven in de standaardprocedure (beperkt) bodemsaneringsproject.

8.3 Lozingsmaatregelen

In de situatie waarbij aangerijkt of verontreinigd grondwater wordt opgepompt dienen de nodige vergunningen in orde gebracht te worden:

Volgende maatregelen kunnen dan bijkomend uitgevoerd worden:

- monitoring van het opgepompte water;
- bemaling aparte streng;
- uitvoeren proefbemaling;
- waterzuivering, hierbij dienen nodige vergunningen en controles voorzien te worden;
- ...

Bijlage 1: Lijst van tabellen

Bijlage 2: Lijst van figuren

	<u>Pagina</u>
Figuur 1: stroomschema grondwaterhandelingen en bodemverontreiniging	14
Figuur 2: Waterremmende wand al dan niet tot in een waterremmende grondlaag	31
Figuur 3: Retourbemaling bij afwezigheid van een waterremmend scherm	32
Figuur 4: Retourbemaling bij aanwezigheid van een waterremmend scherm	32

Bijlage 3: Bibliografie

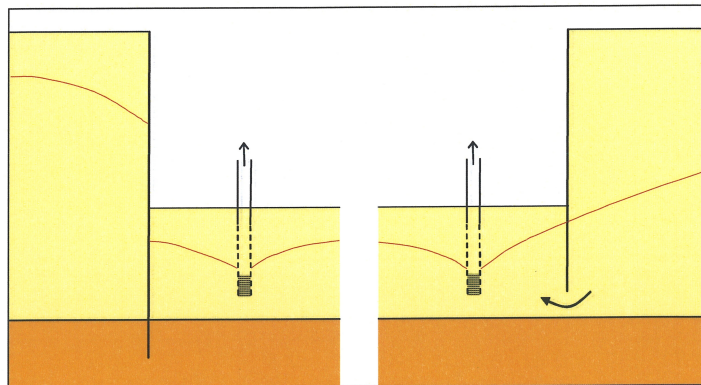
Bijlage 4: Afscherpende maatregelen

Onderstaande tekst is integraal overgenomen uit de richtlijn bemalingen (september 2009; TI-KVIV)

Verticale schermen en horizontale waterremmende lagen

Verschillende types van waterremmende wanden hebben hun eigen hydraulische weerstand (voor richtinggevend waarden wordt verwezen naar de richtlijn bemalingen). Een waterremmende wand moet over de volledige omtrek van de bouwput uitgevoerd worden en mag niet onderbroken worden, bijvoorbeeld onder een leidingdoorvoer. Indien dit wel het geval is, dient de achterloopsheid (grondwaterstroming door de opening in het waterkerend scherm) in rekening gebracht te worden. Om efficiënt te zijn, moeten waterremmende wanden uitgevoerd worden tot voldoende diep in een waterremmende grondlaag. De ontwerper bepaalt de aanzetdiepte van de waterremmende wanden. Aangewezen is een minimum van 1.50 m in de waterremmende grondlaag, eventueel te verhogen in functie van de doorlatendheid van de laag, het aanwezige verhang en het variërend peil van de bovenkant van de waterremmende grondlaag. Dit laat toe (mits controle van het gevaar voor opbarsten : zie verder) om de grondwaterverlaging te realiseren door wateronttrekking binnen een semi-gesloten bouwkuip, met aldus een beperkt onttrekkingsdebiet en een geringe invloed op de omgeving. In het geval een dergelijke waterremmende grondlaag niet aanwezig is of slechts op zeer grote diepte wordt aangetroffen, bestaat de mogelijkheid om een waterremmende laag kunstmatig aan te brengen door middel van bijvoorbeeld lagedrukinjectie (permeation-grouting) of door middel van insnijdende Jetgroutkolommen.

NOTA : Een alternatieve oplossing bestaat erin de bouwput binnen de waterremmende wanden in den natte uit te voeren en een waterkerende bodemplaat van onderwaterbeton te storten. Deze oplossing vergt een speciale studie.



Figuur 2: Waterremmende wand al dan niet tot in een waterremmende grondlaag

Het gebruik van bovenstaande verticale of horizontale barrières beperkt niet alleen de grondwaterverlaging in de omgeving, zowel naar diepte als naar afstand; het heeft tevens een aantal bijkomende, voordelige effecten :

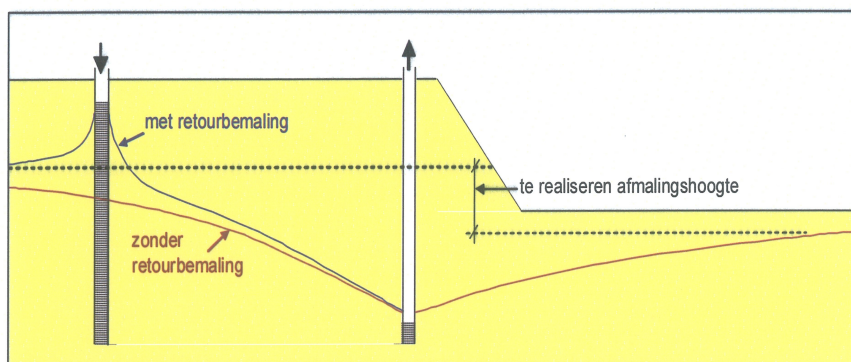
- vermindering van het te ontwateren grondvolume, en bijgevolg een kortere vereiste bemalingstijd met een geringer debiet voor het bereiken van de vereiste grondwaterverlaging
- een vermindering van het pompdebiet in regime, en bijgevolg geringere materiële energiekosten en geringere belasting vanwege het lozingswater

- in het geval van verontreinigde grond of verontreinigd grondwater : geringe verplaatsing van de verontreiniging in de omgeving, enerzijds, en minder verontreinigd water te lozen na zuivering

Hervoeding

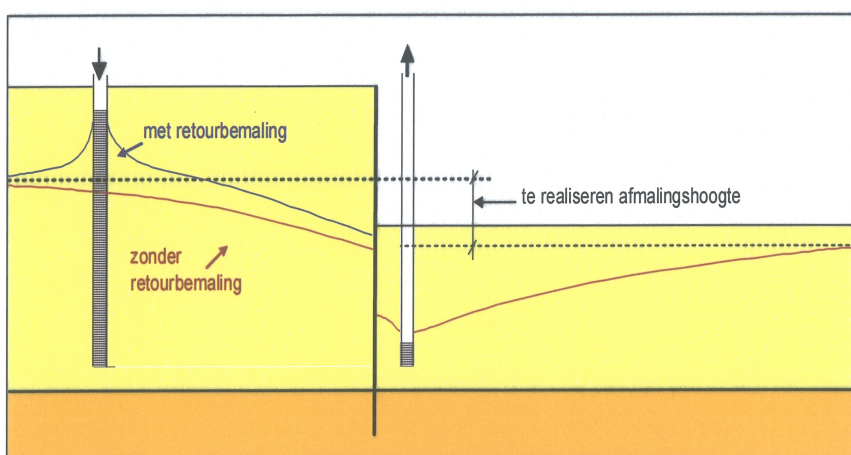
Als alternatief, of soms in combinatie met bovenstaande afscherende wanden, kan een retourbemaling worden toegepast. De haalbaarheid van deze retourbemaling wordt door de ontwerper afgewogen, rekening houdende met de resultaten van de impactanalyse, de kostprijs, de beschikbare ruimte, de technische haalbaarheid,... Het toepassen van een retourbemaling leidt tot een verhoging van het verhang naar de bouwput toe, en bijgevolg tot een toename van het vereiste onttrekkingsdebiet, vooral bij afwezigheid van een waterremmend scherm tussen de onttrekkingszone en de hervoedingszone. Ten einde bij afwezigheid van een waterremmend scherm een overdadig "rondpompen" te vermijden, moet een minimum tussenafstand worden gerespecteerd van de onttrekkingsbronnen tot de hervoedingsbronnen. Wanneer wel een waterremmend scherm aanwezig is, kan in daardoor verticaal afgesloten watervoerende tussenlagen wel worden hervoed tot onmiddellijk achter het scherm toe.

! Een eventuele verzwaring van de bemaling ten gevolge van de retourbemaling dient mee verrekend te worden in het ontwerp.



Figuur 3: Retourbemaling bij afwezigheid van een waterremmend scherm

De hervoeding geschiedt oordeelkundig in die lagen, waarbij een maximaal effect van de reductie van zettingen en/of van ongewenste migratie van de verontreiniging ten gevolge van de bemaling wordt bereikt.



Figuur 4: Retourbemaling bij aanwezigheid van een waterremmend scherm

Bij een retourbemaling is het van belang dat het opgepompte water niet te veel vaste deeltjes bevat. Daarom dient de membraanfilterindex bepaald te worden.

NOTA : De membraanfilterindex wordt bepaald door een deel van het opgepompte water door een membraanfilter van 0,45 µm met een persdruk van 2 bar te pompen. De filtratietijd gedeeld door de gefiltreerde hoeveelheid water in het kwadraat (s/l²) wordt de membraanfilterindex genoemd. De ontwerper bepaalt desgevallend de grenswaarde voor de membraanfilterindex. Over het algemeen is bij een membraanfilterindex kleiner dan 5 à 10 het grondwater geschikt voor hervoeding en zal het geen abnormale verstopping veroorzaken.
Indien de membraanfilterindex te hoog is, dienen de nodige maatregelen genomen te worden. Dit kan inhouden dat beslist wordt om geen retourbemaling uit te voeren, of om een put te regenereren of een nieuwe put te boren indien het probleem zich situeert ter hoogte van één bepaalde put.

Daarnaast mag het opgepompte water ook niet te veel gas bevatten. Dit wordt bepaald aan de hand van een ontgassingsproef.

NOTA : Bij een ontgassingsproef wordt het grondwater met behulp van een onderwaterpomp onder druk opgepompt en door een glazen vat geleid, waarbij de vorming van gasbellen bij verschillende drukhoogten wordt onderzocht.

Alle leidingen en verbindingen moeten zodanig uitgevoerd worden dat beluchting van het water zoveel mogelijk wordt voorkomen. Als alternatief voor verticale hervoedingsbronnen kan soms een gravitaire oppervlaktehervoeding worden toegepast door middel van ondiepe horizontale of verticale drains, tijdelijke infiltratiesloten of –vijvers. Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de infiltratiesnelheid en bijgevolg de efficiëntie van de hervoeding met deze systemen over het algemeen met verloop van tijd afneemt door verstopping of vervuiling van de drains of door het ontstaan van een afsluitende sliblaag op de bodem van de sloot of de vijver.