



# **STANDAARDPROCEDURE STUDIE VAN DE ONTVANGENDE GROND**

# Documentbeschrijving



---

1. *Titel publicatie*

Standaardprocedure - Studie van de ontvangende grond – V1.0

---

2. *Verantwoordelijke uitgever*

Henny De Baets, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen

3. *Aantal blz.*

49

---

4. *Wettelijk depot nummer*

5. *Aantal tabellen en figuren*

6, 3

---

6. *Publicatiereeks*

7. *Datum publicatie*

1 april 2008

---

8. *Trefwoorden*

VLAREBO, uitgegraven bodem, ontvangende grond, standaardprocedure

---

9. *Samenvatting*

Standaardprocedure; Praktische richtlijnen voor de opmaak van een studie van de ontvangende grond

---

10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*

VITO, OVAM, Bodembeheerorganisaties

---

11. *Contactperso(n)en*

Dirk Dedecker, Joris Tallon, Filip De Naeyer

---

12. *Andere titels over dit onderwerp*

---

Gegevens uit dit document mag u overnemen mits duidelijke bronvermelding.

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

<b>1</b>	<b>INLEIDING .....</b>	<b>3</b>
1.1	TOEPASSINGSGEBIED.....	3
1.2	VOORWAARDEN .....	4
<b>2</b>	<b>KENMERKEN VAN DE ONTVANGENDE GROND .....</b>	<b>5</b>
2.1	VOORSTUDIE .....	5
2.2	GEBRUIK VAN BESTAANDE ANALYSEGEGEVENS.....	6
2.3	VASTE DEEL VAN DE AARDE .....	6
2.3.1	<i>Bemonstering en analyse .....</i>	<i>6</i>
2.3.2	<i>Interpretatie van de analyseresultaten.....</i>	<i>8</i>
2.4	GRONDWATER .....	9
2.4.1	<i>Bemonstering en analyse .....</i>	<i>10</i>
2.4.2	<i>Interpretatie van de analyseresultaten.....</i>	<i>11</i>
2.4.3	<i>Bepaling van het effect van de aan te voeren bodem op de grondwaterkwaliteit door middel van een modelberekening.....</i>	<i>11</i>
2.4.4	<i>Bepaling van het effect van de aan te voeren bodem op de grondwaterkwaliteit door middel van een schudproef.....</i>	<i>13</i>
<b>3</b>	<b>KENMERKEN VAN DE AAN TE VOEREN BODEM.....</b>	<b>14</b>
3.1	OP BASIS VAN HET BESTEMMINGSTYPE.....	14
3.2	OP BASIS VAN HET RISICO OP BLOOTSTELLING.....	14
3.3	OP BASIS VAN HET MOGELIJK EFFECT OP HET GRONDWATER .....	15
3.3.1	<i>Beoordeling van het effect door middel van een modelberekening.....</i>	<i>15</i>
3.3.2	<i>Beoordeling van het effect door middel van een schudproef.....</i>	<i>15</i>
3.4	OP BASIS VAN DE CONCENTRATIES VAN VERONTREINIGENDE STOFFEN IN DE ONTVANGENDE GROND.....	15
3.5	ANDERE RELEVANTE BODEMKENMERKEN .....	15
<b>4</b>	<b>RAPPORTAGE .....</b>	<b>17</b>
4.1	BEMONSTERING EN ANALYSE .....	17
4.2	OVERZICHT EN EVALUATIE VAN DE RESULTATEN.....	18
4.3	BESLUIT.....	19
4.4	BIJLAGEN .....	19
4.4.1	<i>Boorstaten.....</i>	<i>19</i>
<b>5</b>	<b>VOORBEELDBEREKENING.....</b>	<b>20</b>
5.1	VOORBEELDBEREKENING VITO-UITLOOGMODEL VOOR EEN TERREINOPHOOGING.	20
	<b>BIJLAGE I: BEPALEN BODEMEIGENSCHAPPEN .....</b>	<b>24</b>
1.	<i>K<sub>d</sub> voor zware metalen en metalloïden .....</i>	<i>24</i>
2.	<i>K<sub>d</sub> voor organische verbindingen .....</i>	<i>25</i>
3.	<i>Bepalen van additionele bodemeigenschappen .....</i>	<i>29</i>
	<b>BIJLAGE II: STOFFEN WAARVOOR DE BEREKENING MOET UITGEVOERD WORDEN.....</b>	<b>30</b>
	<b>BIJLAGE III: HYDROGEOLOGISCHE EIGENSCHAPPEN PER KAARTBLAD</b>	<b>32</b>

# 1 Inleiding

Uitgegraven bodem die niet voldoet aan de voorwaarden voor vrij gebruik als bodem buiten de kadastrale werkzone, kan toch nog als bodem gebruikt worden op voorwaarde dat een studie van de ontvangende grond wordt uitgevoerd.

In de studie van de ontvangende grond wordt, op basis van de kenmerken van de ontvangende grond, bepaald aan welke kenmerken de aangevoerde uitgegraven bodem moet voldoen, opdat het gebruik ervan als bodem geen bijkomende verontreiniging in het grondwater kan veroorzaken en een mogelijke blootstelling aan de verontreinigende stoffen geen bijkomend risico oplevert op de ontvangende grond.

De studie van de ontvangende grond wordt uitgevoerd voordat de uitgegraven bodem wordt gebruikt.

De studie van de ontvangende grond wordt opgemaakt onder leiding van een erkende bodemsaneringsdeskundige.

## 1.1 Toepassingsgebied

De standaardprocedure voor de opmaak van de studie van de ontvangende grond geldt voor:

- het ophogen of opvullen van terreinen met uitgegraven bodem die niet in aanmerking komt voor vrij gebruik.

Uitgegraven bodem komt niet in aanmerking voor vrij gebruik als bodem buiten de kadastrale werkzone, wanneer de bodem concentraties van verontreinigende stoffen bevat die hoger zijn dan de waarden vermeld in bijlage V van het VLAREBO of wanneer men weet of redelijkerwijze kan aannemen dat de bodem verontreinigende stoffen bevat die niet vermeld zijn in bijlage V van het VLAREBO.

Van de voorliggende systematiek voor de opmaak van de studie van de ontvangende grond kan afgeweken worden in volgende gevallen:

- het ophogen of opvullen van terreinen die een natuurlijke aanrijking kennen aan metalen of metalloïden met uitgegraven bodem die een gelijkaardige natuurlijke aanrijking kent.

Uitgegraven bodem kan concentraties aan metalen of metalloïden bevatten die duidelijk te koppelen zijn aan natuurlijke omstandigheden. In dat geval worden in het technisch verslag verwijzingen naar relevante literatuurgegevens of naar bestaande bodemonderzoeken, die uitgevoerd werden in de omgeving van de onderzoekslocatie, opgenomen.

Voor het gebruik van deze partijen uitgegraven bodem op een terrein met een gelijkaardige natuurlijke aanrijking (van het metaal of metalloïde dat vastgesteld werd op de plaats van herkomst), kan de studie van de ontvangende grond beperkt worden tot een verwijzing naar relevante literatuurgegevens of naar bestaande bodemonderzoeken in de omgeving van de ontvangende grond.

- het ophogen of opvullen van terreinen in het kader van een conform verklaard bodemsaneringsproject.

Bij aanvoer van uitgegraven bodem in het kader van een conform verklaard bodemsaneringsproject kan de studie van de ontvangende grond beperkt

worden tot een oplijsting van de relevante voorwaarden van het bodemsaneringsproject

Het opvullen van groeven en graverijen en het opvullen van putten, andere dan groeven en graverijen met een capaciteit van 1.000m<sup>3</sup> of meer, met uitgegraven bodem, vereist omwille van de resulterende heterogeniteit naar uitlogingsgedrag evenals naar hydrogeologische situatie specifiek maatwerk. De voorwaarden waaraan de uitgegraven bodem moet voldoen die gebruikt wordt voor een dergelijke opvulling wordt bepaald in de milieuvergunning. De milieuvergunning wordt in deze gevallen beschouwd als de studie van de ontvangende grond.

## 1.2 Voorwaarden

Voor het gebruik van uitgegraven bodem die niet voldoet aan de waarden voor vrij gebruik als bodem buiten de kadastrale werkzone, gelden cumulatief volgende voorwaarden:

- de concentraties van elk van de verontreinigende stoffen in de aangevoerde bodem zijn lager dan 80 % van de bodemsaneringsnormen van het overeenstemmende bestemmingstype van de ontvangende grond;
- een mogelijke blootstelling aan de verontreinigende stoffen mag geen bijkomend risico opleveren;
- het gebruik van uitgegraven bodem mag geen bijkomende verontreiniging van het grondwater veroorzaken;
- de gemiddelde concentraties van verontreinigende stoffen in de uitgegraven bodem zijn lager dan of gelijk aan de concentraties in de ontvangende grond;
- de concentraties van verontreinigende stoffen in de uitgegraven bodem zijn lager dan de waarden van bijlage IV voor bestemmingstype III.
- de concentraties van verontreinigende stoffen die niet vermeld zijn in bijlage V; zijn zodanig dat een mogelijke blootstelling aan de verontreinigende stoffen geen bijkomend risico oplevert en dat het gebruik van uitgegraven bodem geen bijkomende verontreiniging van het grondwater veroorzaakt.

In de studie van de ontvangende grond wordt nagegaan of voldaan is aan bovenstaande voorwaarden.

Indien er een saneringsplicht rust op het ontvangend terrein (al dan niet met een conform verklaard bodemsaneringsproject) adviseert de erkende bodemsaneringsdeskundige de initiatiefnemer zodat het aanvoeren en aanbrengen van de uitgegraven bodem geen hypotheek kan leggen op de uitvoering van de saneringswerken;

## 2 Kenmerken van de ontvangende grond

Het bepalen van de kenmerken van de ontvangende grond heeft tot doel om per kadastraal perceel een representatieve en realistische uitspraak te kunnen doen over de globale bodemkwaliteit van de ontvangende grond.

### 2.1 Voorstudie

De erkende bodemsaneringsdeskundige verzamelt minstens volgende informatie van het ontvangende terrein en neemt ze op in de studie van de ontvangende grond:

#### Administratieve gegevens:

- de identificatie van de ontvangende grond (adres, lambertcoördinaten en kadastrale gegevens);
- identiteit van de eigenaar(s), exploitant(en) en gebruiker(s) van de ontvangende grond;
- identiteit van de opdrachtgever van de studie van de ontvangende grond;
- gegevens van de bodemsaneringsdeskundige;
- gegevens van het laboratorium dat de analyses uitvoerde, voor zover van toepassing.

#### Milieutechnische gegevens:

- historiek van het terrein;
- afmetingen van het ontvangend terrein;
- eerder uitgevoerde bodemonderzoeken en saneringen (titel, uitvoerder, datum, referentie en beknopte omschrijving van de belangrijkste resultaten), voor zover van toepassing;
- aard en volume van het (mogelijk) grondverzet op het ontvangend terrein (ophoging, opvulling);
- het al dan niet voorkomen van verdachte zones en zones met een vermoeden of kennis van een puntverontreiniging;
- bestemmingstype van de ontvangende grond volgens bijlage IV van het Vlarebo;
- huidig en toekomstig bodemgebruik;
- diepte van de grondwatertafel, indien relevant;
- kwetsbaarheid van het grondwater (grondwaterkwetsbaarheidskaarten), indien relevant;
- voorkennis met betrekking tot de hydrogeologische opbouw van het gebied, indien relevant.

## 2.2 Gebruik van bestaande analysegegevens

Analysegegevens uit oriënterende bodemonderzoeken, beschrijvende bodemonderzoeken, bodemsaneringsprojecten en technische verslagen kunnen gebruikt worden voor de opmaak van de studie van de ontvangende grond. De erkende bodemsaneringsdeskundige vermeldt in de studie dat de analyseresultaten in overeenstemming zijn met de feitelijke toestand op het terrein.

Indien de erkende bodemsaneringsdeskundige van oordeel is dat de analyseresultaten niet meer in overeenstemming zijn met de feitelijke toestand op het terrein, vervalt de geldigheid van deze analyseresultaten. Deze analyseresultaten zijn dan enkel indicatief.

Op basis van bestaande onderzoeksresultaten kan de bodemsaneringsdeskundige zelf een gepaste onderzoeksstrategie motiveren. In totaliteit moet steeds voldaan zijn aan de minimale strategie.

## 2.3 Vaste deel van de aarde

Op basis van de verzamelde administratieve en milieutechnische gegevens, bepaalt de bodemsaneringsdeskundige een onderzoeksstrategie voor het vaste deel van de aarde. De voorgestelde richtlijnen gelden als een minimale strategie. Het is de taak van de bodemsaneringsdeskundige om, met het oog op het gebruik van de uitgegraven bodem, met de gebruikte onderzoeksstrategie een voldoende inzicht in de bodemkwaliteit te verkrijgen. Indien nodig zal de erkende bodemsaneringsdeskundige aanvullende onderzoeksverrichtingen uitvoeren. De erkende bodemsaneringsdeskundige motiveert zijn bemonsteringsstrategie.

Indien er verdachte locaties op het ontvangend terrein aanwezig zijn of indien er een vermoeden of kennis van een puntverontreiniging bestaat, oordeelt de bodemsaneringsdeskundige of deze meegenomen worden bij de globale bemonstering van het terrein en bij de interpretatie van de resultaten.

Het opnemen van verdachte locaties en/of gekende puntverontreinigingen in de onderzoeksstrategie om de gemiddelde concentraties van verontreinigende stoffen op het ontvangende terrein feitelijk te verhogen, is niet toegestaan.

### 2.3.1 Bemonstering en analyse

Voor de richtlijnen over de uitvoering van de boringen en het plaatsen van peilbuizen, het nemen van bodemonsters en het bemonsteren van peilbuiswater en de monsterconservering wordt verwezen naar het Compendium voor monsterneming en analyse (CMA) in uitvoering van het afvalstoffendecreet en het bodemsaneringsdecreet en naar de geldende codes van goede praktijk voor het uitvoeren van bodemonderzoeken.

De bodemsaneringsdeskundige selecteert de monsters voor analyse en bepaalt op welke parameters geanalyseerd wordt.

#### Aantal boringen en analyses

Globaal gezien wordt 1 boring per 500m<sup>2</sup> uitgevoerd. De boring wordt uitgevoerd tot 0,5 m onder de geroerde bodem.

Per boring worden minstens 2 grepen genomen: 1 greep van de geroerde of aangerijkte bodemlaag en 1 greep van de onderliggende laag. De keuze van de monsters voor analyse wordt mede bepaald door zintuiglijke waarnemingen.

Grepen van gelijkaardige lagen worden vervolgens samengevoegd tot 1 representatief mengmonster. Indien de geroerde of aangerijkte bodemlaag zich uitstrekt tot onder de grondwatertafel, wordt er geboord tot op de grondwatertafel en worden er geen mengmonsters samengesteld van de onderliggende laag.

Tabel 1 geeft het minimum aantal mengmonsters van de geroerde bodemlaag en de onderliggende laag en het minimum aantal boringen in functie van de oppervlakte van de ontvangende grond.

Bij een ophoging is de oppervlakte van het ontvangend terrein gelijk aan de oppervlakte waarop men uitgegraven bodem wil of kan aanvoeren. Bij een opvulling is de oppervlakte gelijk aan de oppervlakte van de put op maaiveldhoogte.

*Tabel 1. Minimum aantal mengmonsters van de geroerde bodemlaag en de onderliggende laag en het minimum aantal boringen voor een bepaalde terreinoppervlakte.*

Oppervlakte ontvangend terrein (ha)	Aantal mengmonsters van de geroerde bodemlaag	Aantal mengmonsters van de onderliggende laag	Aantal boringen
0 - <0,25	1	1	4
0,25 - <0,5	2	2	8
0,5 - <1	3	3	12
1 - <2	4	4	16
≥2	P+2	P+2	4*(P+2)

P= oppervlakte van de onderzoekslocatie uitgedrukt in ha (afgerond naar boven)

Indien de erkende bodemsaneringsdeskundige van oordeel is dat een bemonstering per kadastraal perceel noodzakelijk is om een uitspraak te kunnen doen per perceel, wordt een hieraan aangepaste onderzoeksstrategie gehanteerd.

### **Spreiding van de boringen**

#### Ophoging:

- de boringen worden gelijkmatig verspreid over de te onderzoeken oppervlakte.

#### Opvulling:

- er wordt minstens 1 boring op de bodem van de put geplaatst;
- de overige boringen worden, gelijkmatig verspreid, in de wand en over de ganse oppervlakte van de bodem van de put geplaatst. Er wordt rekening gehouden met de verhouding van de opvulling ten opzichte van het kadastraal perceel en met de relevantie van de milieukeurmerken van de omliggende percelen ten opzichte van de opvulling. In bepaalde gevallen kan het noodzakelijk zijn ook rondom de put boringen te plaatsen.



### **Te analyseren parameters**

Op ieder bodemstaal worden volgende parameters bepaald:

- gehalte aan klei;
- gehalte aan organisch materiaal;
- pH-KCl;
- Kd (zie bijlage X);
- de verontreinigende stoffen, waarvoor men de studie opmaakt.

### **2.3.2 Interpretatie van de analyseresultaten**

De interpretatie van de analyseresultaten heeft tot doel een representatief beeld te krijgen van de aanwezige aanrijking aan verontreinigende stoffen op het ontvangend terrein. De interpretatie gebeurt steeds per perceel en per stofgroep.

De erkende bodemsaneringsdeskundige kan gemotiveerd afwijken van de interpretatie op perceelsniveau. De verdere uitwerking van de kenmerken voor de aan te voeren uitgegraven bodem kan dan uitgevoerd worden voor meerdere kadastrale percelen. De erkende bodemsaneringsdeskundige neemt de motivatie voor de afwijking op in de studie van de ontvangende grond.

Als stofgroepen worden onderscheiden:

- zware metalen en metalloïden;
- BTEXS;
- minerale olie (en afzonderlijke alifaten);
- alifatische chloorhoudende verbindingen;
- aromatische chloorhoudende verbindingen;
- polyaromatische koolwaterstoffen;
- PCB's;
- cyaniden.

Op basis van de concentraties van verontreinigende stoffen in het vaste deel van de aarde van de ontvangende grond, wordt per stofgroep de hoogste overschrijdingsfactor berekend:

- per verontreinigende stof in de ontvangende bodem wordt de gemiddelde concentratie berekend<sup>1</sup>;

---

<sup>1</sup> Enkel die stoffen waarvan de concentraties de waarden van bijlage V van het VILAREBO overschrijden en de relevante niet genomeerde stoffen worden in rekening gebracht.

- voor de berekening van het gemiddelde van de genormeerde stoffen wordt enkel rekening gehouden met concentraties die de waarden van bijlage V van het VLAREBO overschrijden<sup>2</sup>;
- de overschrijdingsfactor van elke verontreinigende stof is de verhouding van de gemiddelde concentratie tot de waarde voor vrij gebruik;
- per stofgroep wordt de hoogste verhouding weerhouden, dit is de hoogste overschrijdingsfactor per stofgroep.

Voor de parameters waarvoor geen waarden voor vrij gebruik werden opgesteld, gaat de bodemsaneringsdeskundige bij het bepalen van de hoogste overschrijdingsfactor uit van eigen opgestelde toetsingswaarden. De bodemsaneringsdeskundige geeft in de studie van de ontvangende grond aan hoe deze toetsingswaarden werden opgesteld.

## 2.4 Grondwater

Om bij het ophogen of het opvullen van terreinen te kunnen beoordelen wat het effect is van het gebruik van de uitgegraven bodem die niet voldoet aan de waarde voor vrij gebruik op de kwaliteit van het grondwater, is het noodzakelijk om het grondwater van het ontvangend terrein te karakteriseren. Vervolgens kan het effect van de ophoging modelmatig worden ingeschat.

Indien de kwaliteit van het grondwater ongekend is, wordt uitgegaan van de streefwaarden opgenomen in bijlage III van het VLAREBO. De hydrogeologische karakteristieken kunnen op het terrein zelf bepaald worden of afgelezen worden uit tabel 1 in Bijlage III. Bij het karakteriseren van het grondwater wordt aangeraden zoveel mogelijk gebruik te maken van site-specifieke gegevens omdat dit een meer realistische beoordeling van het effect van het ophogen of opvullen met uitgegraven bodem op de grondwaterkwaliteit mogelijk maakt.

Indien er aanwijzingen of vermoedens zijn van verontreiniging van het grondwater, worden peilbuizen geplaatst en wordt de grondwaterkwaliteit voor de te onderzoeken stoffen bepaald. Ook de hydrogeologische karakteristieken dienen in dat geval op het terrein bepaald te worden. Het is van belang dat er in dat geval voldoende voorkennis is van de hydrogeologische opbouw van het studiegebied.

Wanneer het effect van het gebruik van uitgegraven bodem op de kwaliteit van het grondwater beoordeeld wordt door middel van de schudproef, wordt enkel rekening gehouden met de maximale uitloogbaarheidswaarden bepaald met de schudproef en moet er geen karakterisering van het grondwater worden doorgevoerd.

Het nemen van bodembeschermende maatregelen (isolatie, folie,...) ter voorkomen van verspreiding van verontreiniging naar het grondwater bij het aanbrengen van uitgegraven bodem die niet voldoet aan de waarde voor vrij gebruik worden niet in rekening gebracht voor de bepaling van het effect van het gebruik van uitgegraven bodem

---

<sup>2</sup> De waarden van bijlage V van het VLAREBO worden herrekend naar het gehalte aan klei, het gehalte aan organisch materiaal en de pH-KCl.

## 2.4.1 Bemonstering en analyse

De karakterisering heeft alleen betrekking op het freatisch grondwater.

De kwaliteit van het grondwater en de hydrogeologische karakteristieken worden bepaald op het terrein waarop de bodem zal aangevoerd worden.

### Aantal peilbuizen en analyses

Tabel 2 geeft het minimum aantal peilbuizen en analyses op de ontvangende grond.

Tabel 2. Het minimum aantal peilbuizen en analyses op het ontvangend terrein.

Oppervlakte terrein (ha)	Aantal peilbuizen en analyses
0 - <0,25	1
0,25 - <0,5	2
0,5 - <1	3
1 - <2	4
≥2	P+2

P= oppervlakte van de onderzoekslocatie uitgedrukt in ha

### Spreiding van de peilbuizen

De bodemsaneringsdeskundige oordeelt op basis van de spreiding van de boringen welke boringen het best in aanmerking komen om als peilbuis te worden afgewerkt.

### Te analyseren parameters

De bodemsaneringsdeskundige bepaalt de hydrogeologische karakteristieken van de freatische laag:

- de stromingsrichting van het grondwater;
- het hydraulisch verhang;
- de hydraulische geleidbaarheid;
- de dikte van de aquifer.

Op elk grondwatermonster worden volgende parameters bepaald (zie ook tabel 1 in Bijlage II):

- de initiële grondwaterconcentraties van de hieronder vermelde verontreinigende stoffen die in het vaste deel van de aarde van de ontvangende grond de waarden van bijlage V van het Vlarebo overschrijden:
  - voor een ophoging met uitgegraven bodem: zware metalen en metalloïden, BTEXS, minerale olie, acenaftteen, acenaftyleen, fenantreen, fluoranteen, fluoreen, naftaleen, pyreen, gechloreerde solventen en, voor zover van toepassing, niet-genormeerde uitloogbare stoffen;

- voor een opvulling met uitgegraven bodem: zware metalen en metalloïden, hexaan, minerale olie en, voor zover van toepassing niet-genormeerde uitloogbare stoffen.

## **2.4.2 Interpretatie van de analyseresultaten**

De interpretatie van de analyseresultaten moet een representatief beeld geven van de grondwaterkwaliteit van het ontvangend terrein. De interpretatie gebeurt steeds per perceel en per stof.

De erkende bodemsaneringsdeskundige kan gemotiveerd afwijken van de interpretatie op perceelsniveau. De verdere uitwerking van de beoordeling van het effect van de aan te voeren uitgegraven bodem op de grondwaterkwaliteit, kan dan uitgevoerd worden voor meerdere kadastrale percelen. De erkende bodemsaneringsdeskundige neemt de motivatie voor afwijking op in de studie van de ontvangende grond.

Op basis van de concentraties van verontreinigende stoffen in het grondwater van de ontvangende grond wordt per verontreinigende stof een gemiddelde concentratie berekend.

## **2.4.3 Bepaling van het effect van de aan te voeren bodem op de grondwaterkwaliteit door middel van een modelberekening**

De wijziging van de grondwaterkwaliteit, ten gevolge van een aangebrachte ophoging of opvulling, moet gerefereerd worden aan de bestaande grondwaterkwaliteit. Vertrekkende van de aanwezige concentraties in de bodem, worden de maximaal aanvaardbare concentraties in het grondwater bepaald.

De toename van de grondwaterconcentratie mag in geen geval leiden tot het overschrijden van de bodemsaneringsnorm van het grondwater. Indien de concentraties van verontreinigende stoffen in het grondwater reeds de bodemsaneringsnormen overschrijden, mag de ophoging of opvulling geen verdere toename van de grondwaterconcentratie veroorzaken.

Bij een ophoging wordt ervan uitgegaan dat de aangevoerde bodem zich permanent boven de grondwatertafel bevindt. De uitloging naar het grondwater is dan de resultante van de uitloging vanuit de aangevoerde bodem en uitloging vanuit de ontvangende grond. De ontvangende grond bestaat uit de geroerde of aangerijkte bodemlaag en eventueel een onderliggende, ongeroerde of niet-aangerijkte laag tot de grondwatertafel.

Bij opvullingen is de kans groot dat minstens een gedeelte van de opvulling zich onder de grondwatertafel bevindt. Indien aangetoond wordt dat de opvulling niet onder grondwaterniveau komt, kan ze behandeld worden als een ophoging. Indien de opvulling gedeeltelijk onder grondwaterniveau komt, worden zowel de uitloging in de verzadigde zone als de uitloging uit de onverzadigde zone berekend.

De VITO ontwikkelde een uitloogmodel (Excel-tool) die op basis van de nodige invoergegevens de berekeningen van een wiskundig procesgebaseerd model uitvoert. Dit model beschrijft het transport van de verontreinigende stof in de

bodem en berekent de grondwaterconcentratie voor de situatie met en zonder ophoging of opvulling<sup>3</sup>.

Bij de beoordeling van de effecten op het grondwater van de verontreinigende stoffen in de aangevoerde bodem en in de ontvangende grond, gaat de tool uit van onderstaande criteria:

- Ophoging: de maximale grondwaterconcentratie mag ten gevolge van de ophoging met niet meer dan 10% toenemen in een periode van 500 jaar én de maximale grondwaterconcentratie onder het verhoogde terrein mag nooit hoger zijn dan 80% van de bodemsaneringsnorm. Indien de bodemsaneringsnorm al overschreden is in de situatie zonder ophoging, is geen enkele toename van de maximale grondwaterconcentratie toegestaan is.
- Opvulling: de maximale grondwaterconcentratie op een afstand van 30 meter van de opvulling mag ten gevolge van de opvulling met niet meer dan 10% toenemen in een periode van 500 jaar én de maximale grondwaterconcentratie mag nooit hoger zijn dan 80% van de bodemsaneringsnorm. Indien de bodemsaneringsnorm al overschreden is in de situatie zonder ophoging, is geen enkele toename van de maximale grondwaterconcentratie toegestaan is.

Voor een ophoging berekent het model de grondwaterconcentratie zonder ophoging, met ophoging en de relatieve toename van de piekconcentratie in een periode van 500 jaar. De berekende grondwaterconcentratie wordt getoetst aan de bodemsaneringsnorm voor grondwater.

Voor een opvulling berekent het model de grondwaterconcentratie zonder opvulling, met opvulling en de relatieve toename van de maximale grondwaterconcentratie ten opzichte van de initiële grondwaterconcentratie in een receptor 30 meter stroomafwaarts van de terreinopvulling. De berekende grondwaterconcentratie wordt getoetst aan de bodemsaneringsnorm voor grondwater.

Het beoordelen van het effect van het gebruik van de uitgegraven bodem op de grondwaterkwaliteit door middel van de modelberekening gebeurt enkel in de volgende gevallen (zie ook bijlage tabel 1 in bijlage II):

- bij ophoging met uitgegraven bodem die zware metalen en metalloïden, BTEXS, minerale olie, acenaftaan, acenaftyleen, fenantreen, fluoranteen, fluoreen, naftaleen, pyreen, gechloteerde solventen bevat in concentraties die de waarden van bijlage V van het Vlarebo overschrijden of bij ophoging met uitgegraven bodem die niet-genormeerde uitloegbare stoffen bevat;
- bij opvulling met uitgegraven bodem die zware metalen en metalloïden, hexaan, minerale olie bevat in concentraties die de waarden van bijlage 5 van het Vlarebo overschrijden of bij opvulling met uitgegraven bodem die niet-genormeerde uitloegbare stoffen bevat.

Indien de uitgegraven bodem minerale olie bevat in concentraties die de waarde van bijlage V overschrijdt, is het noodzakelijk een analyse uit te voeren volgens de EPK- en VPK-methode (CMA/3/R.3 Petroleumkoolwaterstoffen) om het effect van

---

<sup>3</sup> zie <http://uitloging.vito.be/uitlogingen/> en "studie voor het gebruik van uitgegraven bodem als bodem bij afwijking van de voorwaarden voor vrij gebruik, handleiding bij de software", I. Joris, S. Roels, P. Seuntjens, VITO 2005.

het gebruik van de uitgegraven bodem op de grondwaterkwaliteit te kunnen inschatten.

In geval van grootschalige projecten kan de invloed van de ophoging of opvulling op het grondwater berekend worden aan de hand van complexere transportmodellen. Een oordeelkundig gebruik van transportmodellen laat toe op een meer nauwkeurige wijze de impact in te schatten.

#### **2.4.4 Bepaling van het effect van de aan te voeren bodem op de grondwaterkwaliteit door middel van een schudproef**

De bodemsaneringsdeskundige kan afwijken van het gebruik van het VITO-uitloogmodel. De beoordeling kan gebeuren op basis van de analyseresultaten bekomen bij de schudproef (methode CMA 2/II/A.19) op de aan te voeren uitgegraven bodem. Deze beoordeling houdt enkel rekening met maximale uitloogbaarheidswaarden. Een karakterisering van het grondwater van het ontvangende terrein is hier niet langer relevant.

## **3 Kenmerken van de aan te voeren bodem**

Indien reeds een technisch verslag werd opgesteld en de kwaliteit van de aan te voeren bodem gekend is, kan de bodemsaneringsdeskundige onmiddellijk de kenmerken van de uit te graven bodem toetsen aan de kenmerken van de ontvangende grond.

De evaluatie van de aan te voeren bodem gebeurt op basis van de gemiddelde concentratie van een partij zoals ze afgebakend werd op het zoneringsplan in het technisch verslag. Het is niet toegelaten om de gemiddelde concentraties van de aan te voeren uitgegraven bodem te berekenen op basis van verschillende afgebakende partijen.

Indien de kwaliteit van de aan te voeren uitgegraven bodem niet gekend is, legt de studie van de ontvangende grond eenduidig de kenmerken vast waaraan de uitgegraven bodem moet voldoen zodat de voorwaarden, zoals vastgelegd in het Vlarebo, ingevuld worden. In dit geval kan de toetsing van de aan te voeren bodem en de ontvangende grond uitgevoerd worden door een erkende bodembeheerorganisatie, een erkende tussentijdse opslagplaats of een erkend grondreinigingscentrum.

### **3.1 Op basis van het bestemmingstype**

Voor de stofgroepen waarvan in de ontvangende grond concentraties worden aangetroffen die hoger zijn dan de waarden voor vrij gebruik, legt de bodemsaneringsdeskundige voor alle verontreinigende stoffen die deel uitmaken van deze stofgroepen de maximale concentraties vast.

Voor gronden gelegen in bestemmingstype I, II en III overschrijden de maximaal toegestane concentraties nooit de waarden van 80% van de bodemsaneringsnorm van het bestemmingstype van het ontvangend terrein. Voor gronden gelegen in bestemmingstype IV en V zijn de maximaal toegestane concentraties de waarden van bijlage IV voor bestemmingstype III. De bodemsaneringsnormen worden steeds herrekend naar het gehalte aan klei, het gehalte aan organisch materiaal en de pH-KCl.

### **3.2 Op basis van het risico op blootstelling**

De maximale concentraties aan de verontreinigende stoffen mogen geen bijkomend risico voor mens of milieu tot gevolg hebben. Voor genormeerde stoffen bedragen de maximale concentraties 80% van de bodemsaneringsnorm van het overeenstemmende bestemmingstype.

Voor niet genormeerde parameters is een sitespecifieke evaluatie noodzakelijk. Voor parameters die niet opgenomen zijn in bijlage IV en V van het Vlarebo, gaat de erkende bodemsaneringsdeskundige bij het evalueren van het analyseresultaat uit van eigen opgestelde toetsingswaarden. Voor de evaluatie van niet genormeerde parameters kan hij gebruik maken van het document 'Basisinformatie voor risico-evaluatie' dat in verschillende delen beschikbaar is op [www.ovam.be](http://www.ovam.be). Op basis van de toetsingswaarden en de stoffeigenschappen van de niet-genormeerde parameter bepaalt de bodemsaneringsdeskundige de maximale concentraties voor de uit te graven of uitgegraven bodem.

### **3.3 Op basis van het mogelijk effect op het grondwater**

#### **3.3.1 Beoordeling van het effect door middel van een modelberekening**

Het beoordelen van een mogelijk effect van het gebruik van uitgegraven bodem op de kwaliteit van het grondwater gebeurt op basis van het VITO-uitloogmodel (zie 2.4.3.). Door middel van de trial and error methode beoordeelt de erkende bodemsaneringsdeskundige het mogelijke effect van het gebruik van de uitgegraven bodem op de grondwaterkwaliteit van het ontvangend terrein.

Voor de stofgroepen waarvan in de ontvangende grond concentraties worden aangetroffen die hoger zijn dan de waarden voor vrij gebruik, legt de erkende bodemsaneringsdeskundige voor alle verontreinigende stoffen die deel uitmaken van deze stofgroepen op basis van het VITO-uitloogmodel de maximale concentraties in de aan te voeren bodem vast.

Bij het uitvoeren van de berekeningen gaat de bodemsaneringsdeskundige steeds uit van een worst case benadering (maximale dikte aan te voeren laag, meest gevoelige Kd's, maximale en minimale pH's ...). De bodemsaneringsdeskundige kan gemotiveerd afwijken van de worst case benadering mits een duidelijke onderbouwde argumentatie wordt opgenomen in de studie van ontvangende grond.

#### **3.3.2 Beoordeling van het effect door middel van een schudproef**

Indien het effect van het aanbrengen van uitgegraven bodem aangerijkt aan zware metalen en metalloïden op de grondwaterkwaliteit enkel gebeurt op basis van de schudproef (methode CMA 2/II/A.19), dan zijn de maximale uitloogbaarheidswaarden van de uitgegraven bodem in elk geval lager dan of gelijk aan de waarden vermeld in bijlage VII van het Vlarebo.

### **3.4 Op basis van de concentraties van verontreinigende stoffen in de ontvangende grond**

Voor de stofgroepen waarvan in de ontvangende grond concentraties worden aangetroffen die hoger zijn dan de waarden voor vrij gebruik, legt de bodemsaneringsdeskundige per stofgroep de hoogste overschrijdingsfactor van de aan te voeren bodem vast.

De hoogste overschrijdingsfactor van een stofgroep in de aan te voeren bodem bedraagt in elk geval maximaal de hoogste overschrijdingsfactor van die stofgroep in de ontvangende grond (zie 2.3.2).

### **3.5 Andere relevante bodemkenmerken**

Indien relevant legt de bodemsaneringsdeskundige andere minimale en maximale kenmerken vast van de aan te voeren bodem, bijvoorbeeld:

- maximale dikte of diepte van de opvulling of ophoging;



- minimale en maximale pH
- minimale Kd
- ...

# 4 Rapportage

De studie van de ontvangende grond wordt opgemaakt onder leiding van een bodemsaneringsdeskundige. De voorstudie kan onder leiding van de bodemsaneringsdeskundige door de opdrachtgever zelf uitgevoerd worden.

De studie van de ontvangende grond is opgebouwd uit volgende onderdelen:

- Inleiding
- Voorstudie:
  - administratief onderzoek (administratieve gegevens);
  - milieutechnisch onderzoek (milieutechnische gegevens).
- Onderzoeksstrategie:
  - bemonsteringsstrategie en motivatie;
  - verslag bemonstering;
  - verslag uitgevoerde analyses;
  - motivatie aannames, voor zover van toepassing.
- Verwerking van resultaten
  - Toetsing, voor zover van toepassing
  - interpretatie;
  - berekening uitloogmodel
  - evaluatie.
- Besluit
- Bijlagen:
  - bijlage 1: Boorverslag en boorbeschrijving;
  - bijlage 2: Analyseverslagen;
  - bijlage 3: Toetsingskader niet-genormeerde stoffen.

## 4.1 Bemonstering en analyse

Het vereiste terreinwerk wordt kort omschreven (aantal boringen, aantal mengmonsters, aantal analyses,...).

De gegevens met betrekking tot de monsterneming worden samengevat:

- uitvoerder van de boringen (boorfirma of bodemsaneringsdeskundige);
- datum van uitvoering;
- gehanteerde boortechniek;

- de uitvoerder en de datum van grondwaterbemonstering, voor zover van toepassing.

Indien voormelde gegevens vermeld zijn in de boorstaten, kan een verwijzing naar de boorstaten volstaan.

De gegevens met betrekking tot de analyses worden samengevat:

- laboratorium;
- aankomst monsters;
- datum uitvoering analyses;
- analyseresultaten.

In het verslag wordt aangegeven dat het laboratorium erkend is en dat de toegepaste analysemethoden in overeenstemming zijn met deze opgelegd in het Vlarebo.

Indien bovenstaande gegevens vermeld zijn in de analyseverslagen, kan een verwijzing naar de analyseverslagen volstaan.

## **4.2 Overzicht en evaluatie van de resultaten**

De resultaten van het veld- en laboratoriumonderzoek worden samengevat in een duidelijk gestructureerde tabel. In deze tabel worden per mengmonster de volgende gegevens opgenomen:

- samenstelling mengmonster;
- nummer mengmonster;
- nummer(s) boringen;
- zintuiglijke waarneming boringen;
- diepte staal van de boring;
- toetsingstabel van de analyseresultaten;
- gehalte aan stenen en bodemvreemde materialen.

De toetsingswaarden, omgerekend naar het werkelijke gehalte klei, organisch materiaal en pH-KCl worden in de tabel opgenomen.

## **4.3 Besluit**

Per kadastraal perceel<sup>4</sup> bepaalt de erkende bodemsaneringsdeskundige op basis van de kenmerken van de ontvangende grond de kenmerken van de aan te voeren bodem vast aan de hand van een samenvattende tabel.

Datum en handtekening van de erkende bodemsaneringsdeskundige

## **4.4 Bijlagen**

### **4.4.1 Boorstaten**

Het boorverslag en de boorbeschrijving conform de methode CMA/1/A.1.

---

<sup>4</sup> Indien de erkende bodemsaneringsdeskundige bij de interpretatie van de analyseresultaten en bij het vastleggen van de kenmerken van de aan te voeren uitgegraven bodem, gemotiveerd is afgeweken van de uitspraak op perceelsniveau, kan in het besluit eveneens een uitspraak worden opgenomen die geldt voor meerdere kadastralen percelen.

# 5 Voorbeeldberekening

## 5.1 Voorbeeldberekening VITO-uitloogmodel voor een terreinophoging

In volgend voorbeeld wordt een bodem die Cd-concentraties van 1,5 mg/kg d.s. bevat, opgehoogd met uitgegraven bodem die 1,2 mg/kg d.s. Cd bevat. De berekening is uitgevoerd voor verschillende bodem pH's (en dus verschillende  $K_d$ 's). Er wordt verondersteld dat de aangerijkte bodemlaag tot aan de grondwatertafel reikt. Voor de berekening van de  $K_d$  is uitgegaan van de vergelijking in Tabel.1.van bijlage I. Bij een pH-KCl van 3,5, 4,5 en 5,5 is de berekende  $K_d$  gelijk aan resp. 40 l/kg, 104 l/kg en 266 l/kg.

Meer voorbeelden zijn gegeven in de handleiding bij de software voor de berekening (Joris et al., 2005; beschikbaar via <http://uitloging.vito.be/uitlogingen>)

a) 1 meter aangevoerde bodem pH 4,5 op 1 meter ontvangende grond pH 5,5

### **Aangevoerde bodem**

bulkdensiteit: 1,5 kg/l  
vochtgehalte: 0,2 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>  
dikte aangevoerde laag: 1 m  
conc in aangevoerde laag: 1,2 mg/kg ds  
Kd: 104 l/kg

### **Ontvangende bodem**

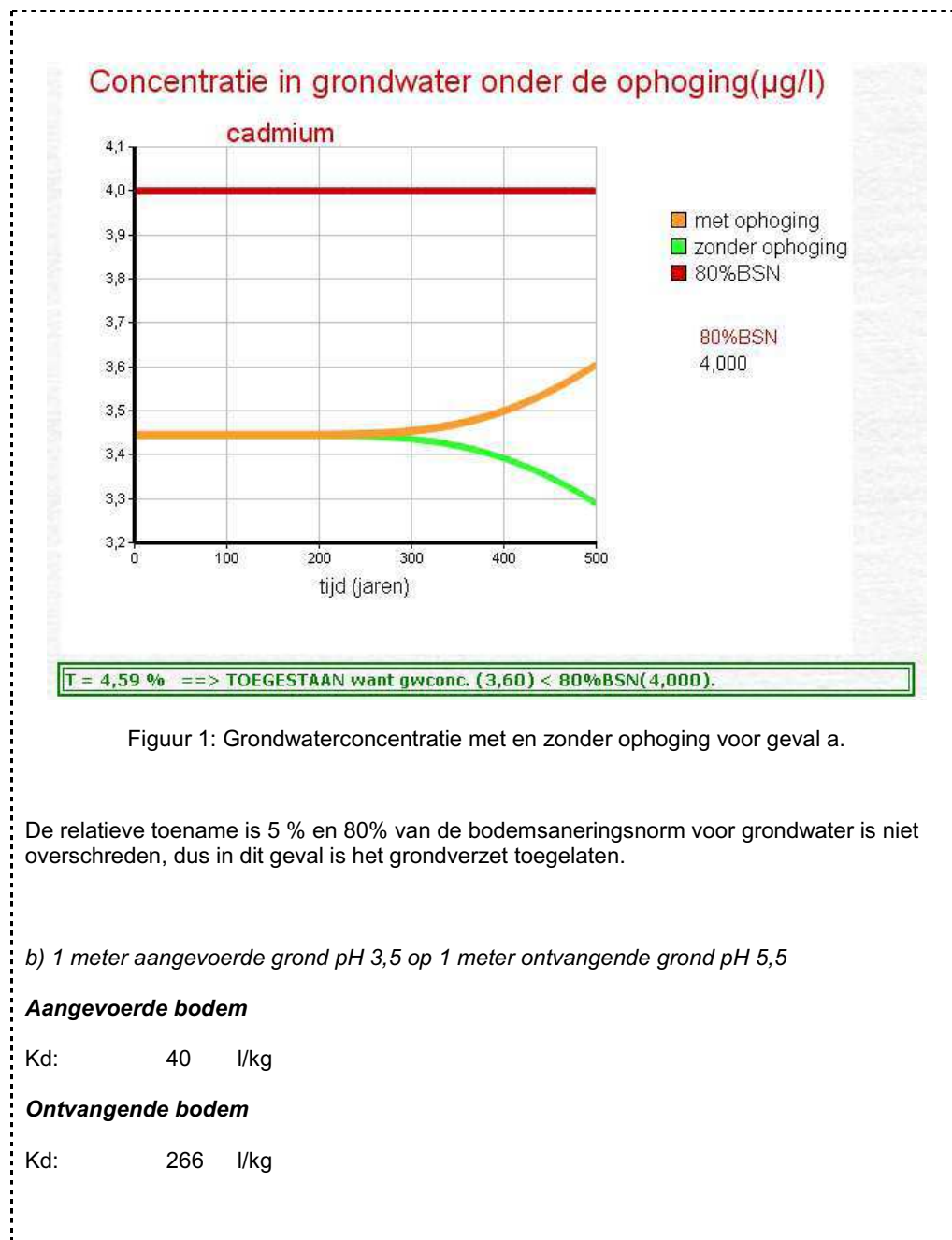
bulkdensiteit: 1,3 kg/l  
vochtgehalte: 0,35 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>  
dikte aangerijkte laag 1 m  
conc in aangerijkte laag 1,5 mg/kg ds  
dikte onderliggende bodemlaag 0 m

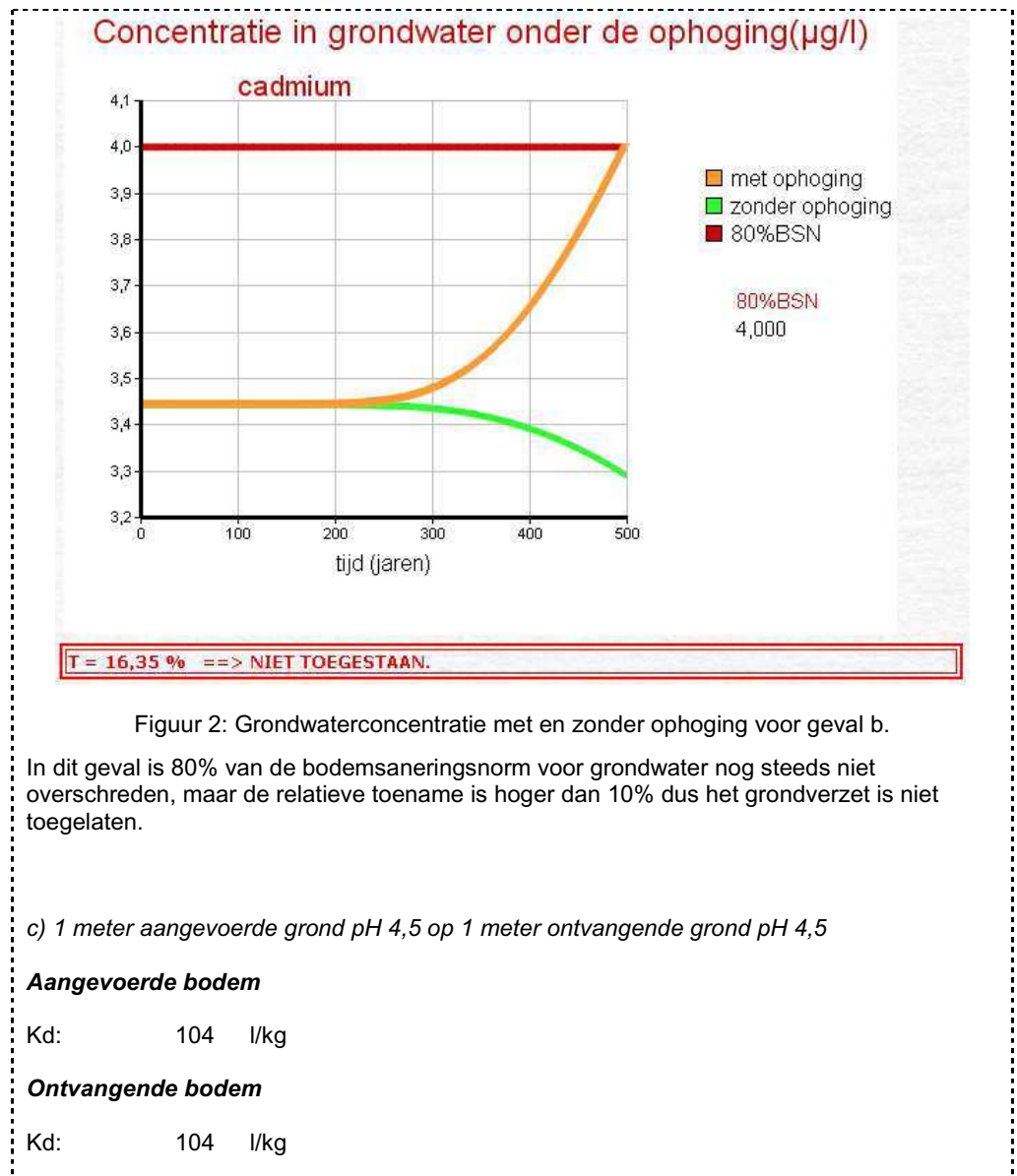
(tussen aangerijkte laag en GW)

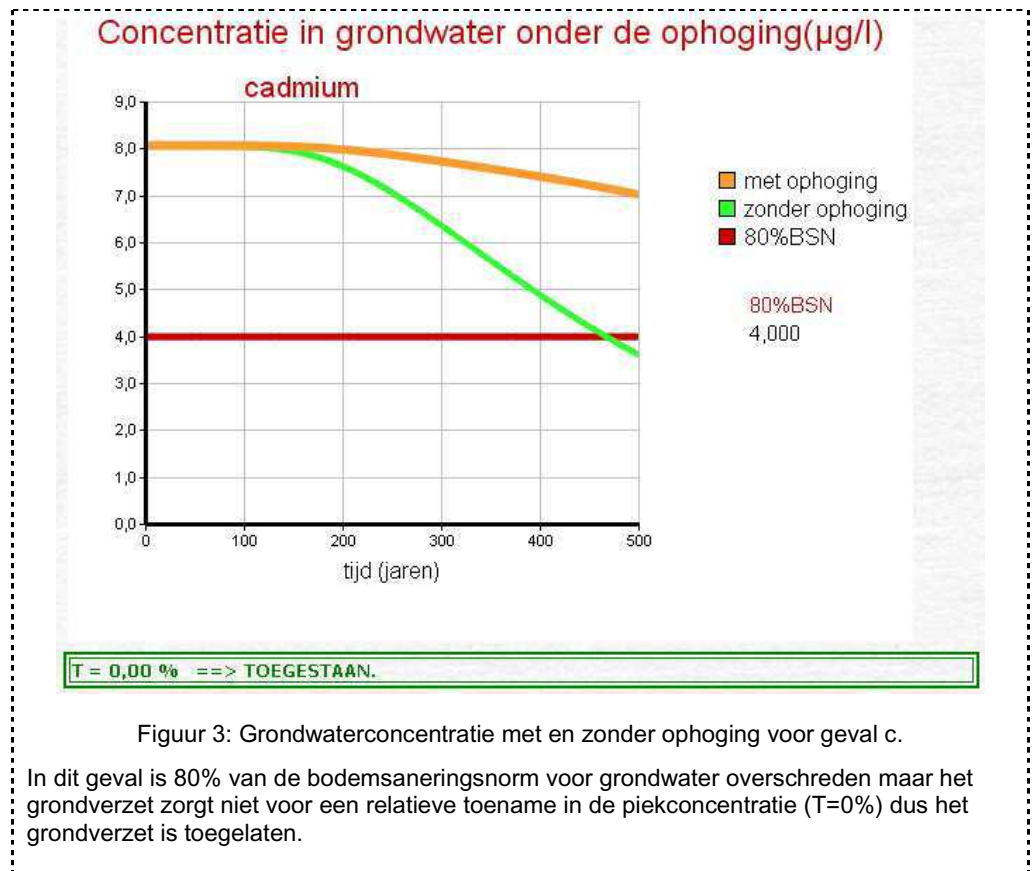
Kd: 266 l/kg

### **Aquifer**

gradient 0,001m/m  
Ks 365 m/j  
dikte aquifer 30 m  
Mengdiepte 16,26 m (berekend door model)  
initiële conc gw 1 µg/l  
lengte aangevoerd terrein 25 m  
tijdsduur van berekening 500 j









# BIJLAGE I: Bepalen bodemeigenschappen

## 1. $K_d$ voor zware metalen en metalloïden

Voor de bepaling van de bodem-water verdelingsfactor voor zware metalen, worden twee manieren vooropgesteld. Ofwel wordt de  $K_d$  voor een specifieke stof en site bepaald via een schudproef, ofwel wordt de  $K_d$  geschat a.h.v. bodemkenmerken bepaald voor de site.

### Bepaling van de $K_d$ a.h.v. de schudproef met 0,01 M $\text{CaCl}_2$

De verdelingsfactor  $K_d$  kan bepaald worden door het uitvoeren van een schudproef met 0,01 M  $\text{CaCl}_2$ . In eerste instantie wordt de totale metaalconcentratie in de bodem bepaald. Daarnaast wordt aan 2,5 g bodemstaal 25 ml 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  toegevoegd en het geheel wordt overnacht geschud (end-over-end shaking). Vervolgens wordt de suspensie gecentrifugeerd (15 min, 6000 g) en de metaalconcentratie in het supernatans wordt bepaald. De  $K_d$  wordt bepaald volgens:

$$K_d = \frac{M_{tot}}{M_{pw}}$$

waarbij  $K_d$  = verdelingsfactor (L/kg)

$M_{tot}$  = totale metaalconcentratie in bodem (mg/kg d.s.)

$M_{pw}$  = metaalconcentratie in het poriënwater (mg/L)

en  $M_{pw}$  voor de verschillende metalen en arseen gelijk is aan:

$$As_{pw} = 2As_{Ca}$$

$$Cd_{pw} = 0.5Cd_{Ca}$$

$$Cu_{pw} = Cu_{Ca}$$

$$Pb_{pw} = 0.045 + 0.08Pb_{Ca}$$

$$Cr_{pw} = 4Cr_{Ca}$$

$$Ni_{pw} = Ni_{Ca}$$

$$Hg_{pw} = Hg_{Ca}$$

$$Zn_{pw} = Zn_{Ca}$$

met  $M_{Ca}$  (mg/L) de metaalconcentratie in het 0,01M  $\text{CaCl}_2$  extract.

### Bepaling van de $K_d$ a.h.v. de bodemkenmerken

Als alternatief kan de verdelingsfactor ook bepaald worden op basis van de bodemkenmerken. De studie van Smolders *et al.* (2000)<sup>1</sup>, die de relatie legt tussen de bodemkenmerken enerzijds en de  $K_d$  anderzijds, is als basis genomen. De relaties tussen de  $K_d$  en bodemkenmerken zijn omgezet van  $pH_{CaCl_2}$  (bepaling in 0,01 M  $CaCl_2$ ) naar  $pH_{KCl}$  (bepaling in 1 M  $KCl$ ; ISO 10390:2005 en CMA in opmaak) en de resulterende regressievergelijkingen zijn samengevat in Tabel X.1. Deze vergelijkingen kunnen toegepast worden om site-specifieke verdelingsfactoren af te leiden op basis van gemeten bodemkenmerken ( $pH$ - $KCl$ , % klei, fractie organische koolstof, CEC).

Tabel 1: Overzicht van de verdelingsfactoren voor de zware metalen en arseen.

Stof	Relatie	Opmerking
As	$\log K_d = 1,68 + 1,26 \log(\% \text{klei})$	onafhankelijk van pH
Cd	$\log K_d = 0,17 + 0,41 pH_{KCl}$ of $\log K_d = 0,21 + 0,38 pH_{KCl} + 0,26 \log(CEC)$	
Cr	$\log K_d = 2,47 + 0,25 pH_{KCl}$	
Cu	$\log K_d = 3,23 + 0,85 \log(f_{OC}) + 0,21 pH_{KCl}$	
Hg	$K_d = 5706$	onafhankelijk van pH
Ni	$\log K_d = 1,51 + 0,22 pH_{KCl}$	
Pb	$\log K_d = 2,08 + 0,36 pH_{KCl}$ $\log K_d = -1,26 + 0,43 pH_{KCl} + \log(Pb_{tot})$	pH < 5,3 pH > 5,3 en $\log(Pb_{tot}) > 3,34 - 0,07 pH$
Zn	$\log K_d = -0,61 + 0,54 pH_{KCl}$	

## 2. $K_d$ voor organische verbindingen

Voor organische verbindingen wordt voorzien dat de  $K_{ow}$ -factor (octanol-water verdelingscoëfficiënt) of de  $K_{oc}$ -factor (verdelingsfactor organische koolstof–water) van de te beschouwen verbindingen uit de literatuur gehaald wordt en dat op basis hiervan een  $K_d$ -factor berekend wordt. De  $K_{ow}$ - en  $K_{oc}$ -factoren voor de Vlarebo-parameters zijn weergegeven in Tabel X.2.

$$K_{oc} = 0,411 * K_{ow}$$

$$K_d = f_{oc} * f_{nd} * K_{oc}$$

<sup>1</sup> Smolders, E., Degryse, F., De Brouwere, K., Van Den Brande, K., Cornelis, C., Seuntjens, P. (2000). Bepaling van veldgemeten verdelingsfactoren van zware metalen bij bodemverontreiniging in Vlaanderen. Rapport in opdracht van OVAM, Mechelen, België.

$f_{oc}$  staat voor de fractie organische koolstof (het gehalte organisch materiaal vermenigvuldigd met een factor 0,58) en wordt bepaald op een representatief deel van de grond.  $f_{nd}$  staat voor de niet-gedissocieerde fractie en is normaal gezien gelijk aan 1, maar moet voor zuurdissociërende organische verbindingen (vb: fenolen) berekend worden op basis van de pKa en de bodem-pH.

Naast de bodem-water verdelingsfactor zijn ook andere fysico-chemische parameters gegeven in Tabel X.2 zoals de Henry-coëfficiënt en de diffusiecoëfficiënt in lucht  $D_a$ , die nodig zijn om de vervluchting te berekenen.

Tabel 2: Fysico-chemische parameters: molecuulair gewicht (MW), oplosbaarheid (S), Henry coëfficiënt ( $K_H$ ), dimensieloze Henry coëfficiënt ( $H'$ ), diffusiecoëfficiënt in lucht ( $D_a$ ) en organische koolstof-water verdelingscoëfficiënt ( $K_{oc}$ )

Stof	MW g/mol	S Mol/m <sup>3</sup>	S µg/l	$K_H$ Pa.m <sup>3</sup> /mol	$H'$ -	$D_a$ m <sup>2</sup> /u	$K_{oc}$ l/kg
<b>Organische verbindingen</b>							
Benzeen	78,11	2,27E+01	1,78E+06	5,52E+02	1,64E-01	0,0310	7,94E+01
Ethylbenzeen	106,2	1,55E+00	1,65E+05	7,88E+02	2,34E-01	0,0289	2,00E+02
Tolueen	92,13	5,68E+00	5,23E+05	6,55E+02	1,94E-01	0,0257	1,32E+02
o-xyleen	106,2	1,75E+00	1,86E+05	5,48E+02	1,62E-01	0,0248	1,41E+02
m-xyleen	106,2	1,56E+00	1,66E+05	7,10E+02	2,11E-01	0,0248	1,95E+02
p-xyleen	106,2	1,69E+00	1,79E+05	7,13E+02	2,11E-01	0,0248	2,95E+02
Styreen	104,51	2,60E+00	2,72E+05	2,71E+02	8,04E-02	0,0256	7,24E+02
Hexaan	86	1,10E-01	9,46E+03	1,45E+05	4,86E+01	0,0233	8,90E+02
Heptaan	100	3,00E-02	3,00E+03	1,57E+05	5,24E+01	0,0270	3,42E+03
octaan	114	5,79E-03	6,60E+02	2,54E+05	8,49E+01	0,0217	1,13E+04
MTBE	88,15	476,4606	4,20E+07	4,38E+01	1,46E-02	0,0334	6,70E+00
<b>PAKS</b>							
acenaftteen	154	2,55E-02	3,93E+03	1,48E+01	4,39E-03	0,0253	1,78E+04
acenaftyleen	152	1,06E-01	1,61E+04	1,14E+00	3,38E-04	0,0255	6,17E+03
antraceen	178	4,21E-04	7,50E+01	7,30E+01	2,75E-02	0,0235	3,89E+05
benzo(a)antraceen	228	4,39E-05	1,00E+01	8,13E-01	2,41E-04	0,0208	1,10E+06
benzo(a)pyreen	252	1,19E-05	3,00E+00	3,40E-02	1,01E-05	0,0198	2,04E+06
benzo(b)fluoranteen	252	4,76E-06	1,20E+00	5,10E-02	1,51E-05	0,0198	5,42E+05
benzo(g,h,i)peryleen	276	9,42E-07	2,60E-01	2,70E-02	9,03E-06	0,0189	4,11E+05
benzo(k)fluoranteen	252	3,02E-06	7,60E-01	4,40E-02	1,47E-05	0,0198	4,57E+05
chryseen	228	6,58E-06	1,50E+00	3,95E-02	1,32E-05	0,0208	5,25E+05
dibenz(a,h)antraceen	278	1,80E-06	5,00E-01	7,00E-03	2,08E-06	0,0188	2,04E+06
fenantreen	178	8,99E-03	1,60E+03	3,98E+00	1,18E-03	0,0235	4,07E+04
fluoranteen	202	1,31E-03	2,65E+02	6,50E-01	2,17E-04	0,0221	1,62E+05
fluoreen	166	1,19E-02	1,98E+03	1,01E+01	2,99E-03	0,0244	2,45E+04
indeno(1,2,3-cd)pyreen	276	3,62E-07	1,00E-01	2,90E-02	9,70E-06	0,0189	1,11E+07

naftaleen	128	2,34E+01	3,00E+06	4,89E+01	1,45E-02	0,0231	1,48E+03
pyreen	202	6,68E-04	1,35E+02	1,10E+00	3,26E-04	0,0221	7,59E+04
<b>Gechloreerde solventen</b>							
1,1,1-trichloorethaan	133,41	7,67E+00	1,02E+06	7,26E+02	2,43E-01	0,0272	1,02E+02
1,1,2-trichloorethaan	133,41	3,33E+01	4,44E+06	8,00E+01	2,67E-02	0,0272	6,31E+01
1,1-dichloorethaan	98,96	5,46E+01	5,40E+06	2,49E+02	8,32E-02	0,0374	3,55E+01
1,2-dichloorbenzeen	147	9,50E-01	1,40E+05	2,11E+02	7,04E-02	0,0259	5,17E+02
1,2-dichloorethaan	98,97	8,68E+01	8,59E+06	9,82E+01	3,28E-02	0,0315	2,60E+01
1,3-dichloorbenzeen	147	8,80E-01	1,29E+05	2,27E+02	6,74E-02	0,0259	9,86E+02
1,4-dichloorbenzeen	147	3,30E-01	4,85E+04	2,42E+02	7,72E-02	0,0259	4,89E+02
cis-1,2-dichlooretheen	96,95	8,25E+00	8,00E+05	2,26E+02	7,56E-02	0,0319	4,68E+01
dichloormethaan	85	2,34E+02	1,99E+07	1,16E+02	3,88E-02	0,0340	2,30E+01
hexachloorbenzeen	284,79	4,00E-05	1,14E+01	4,75E+01	1,59E-02	0,0195	4,93E+04
monochloorbenzeen	112,6	4,44E+00	5,00E+05	2,64E+02	8,83E-02	0,0296	1,73E+02
pentachloorbenzeen	250,3	2,24E-03	5,61E+02	5,94E+01	1,76E-02	0,0198	6,37E+04
tetrachloorbenzeen	215,9	1,62E-02	3,50E+03	3,30E+01	1,05E-02	0,0214	1,64E+04
tetrachlooretheen	165,8	9,10E-01	1,51E+05	7,33E+02	2,45E-01	0,0244	2,64E+02
tetrachloormethaan	154	5,19E+00	7,99E+05	1,35E+03	4,51E-01	0,0253	1,64E+02
trans-1,2-dichlooretheen	96,95	6,19E+00	6,00E+05	4,49E+02	1,50E-01	0,0319	4,79E+01
trichloorbenzeen	181,5	1,05E-01	1,91E+04	1,78E+02	5,67E-02	0,0233	1,56E+03
trichlooretheen	131,5	1,07E+01	1,41E+06	4,19E+02	1,40E-01	0,0274	8,70E+01
trichloormethaan	119,39	6,79E+01	8,10E+06	2,96E+02	9,89E-02	0,0374	6,80E+01
vinylchloride	62,5	1,79E+01	1,12E+06	1,86E+04	6,23E+00	0,0382	1,20E+01
<b>Cyanides</b>	26	3,85E+04	1,00E+09	5,17E+03	1,73E+00	0,0615	6,87E+02

### 3. Bepalen van additionele bodemeigenschappen

De droge stofdichtheid  $\rho$  (kg/l) wordt bepaald door een bodemmonster met gekend volume te drogen (24 u bij 105 °C) en het drooggewicht (in gram) te delen door het volume (in cm<sup>3</sup>).

Het volumetrisch vochtgehalte  $\theta$  (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) bekomt men door een bodemstaal met gekend volume te wegen vóór en na het drogen (24 u bij 105 °C) en het verschil in gewicht (in gram) te delen door het volume (in cm<sup>3</sup>). Het volumetrisch vochtgehalte  $\theta$  (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) kan ook uit het gravimetrisch vochtgehalte  $\theta_g$  (= massa water/massa droge grond) (g/g) bepaald worden a.h.v.:

$$\theta = \frac{\rho}{\rho_w} \theta_g$$

met  $\rho_w$  de dichtheid van water (= 1 g/cm<sup>3</sup> of 1 kg/l);

De porositeit  $\phi$  (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>) kan op twee manieren bepaald worden: ofwel als het volumetrisch vochtgehalte bij volledige verzadiging van een bodemstaal, ofwel benaderend met volgende formule:

$$\phi = 1 - \frac{\rho}{2.65}$$

waarbij 2,65 g/cm<sup>3</sup> de specifieke dichtheid van kwarts is.

# Bijlage II: stoffen waarvoor de berekening moet uitgevoerd worden

Tabel 1.

Overzicht per stof van de uit te voeren berekening bij afwijking van de voorwaarden voor vrij gebruik met:

(B) uitvoeren van berekening (VITO-uitloogmodel) noodzakelijk;

(+) grondverzet toegestaan zonder berekening (mits voldaan is aan randvoorwaarden);

(-) grondverzet niet toegestaan bij afwijking van voorwaarden voor vrij gebruik

	Terreinophoging	Terreinopvulling
<b>Zware metalen en metalloïden</b>		
Arseen	B	B
Cadmium	B	B
chrom(III)	B	B
Koper	B	B
Kwik	B	B
Lood	B	B
Nikkel	B	B
Zink	B	B
<b>Organische verbindingen</b>		
Benzeen	B	+
Ethylbenzeen	B	+
Tolueen	B	+
Xylenen	B	+
Styreen	B	+
Hexaan	B	B
Heptaan	B	+
Octaan	B	+
minerale olie	B <sup>1</sup>	B <sup>2</sup>
MTBE	B	+
<b>PAKS</b>		
Acenafteen	B	+
Acenafyleen	B	+
Antraceen	+	+
Benzo(a)antraceen	+	+
Benzo(a)pyreen	+	+
Benzo(b)fluoranteen	+	+
Benzo(g,h,i)peryleen	+	+
Benzo(k)fluoranteen	+	+

<sup>1</sup> de berekening dient te gebeuren voor de verschillende EC-blokken bepaald volgens de EPK- en VPK-methode (CMA/3/R.3 Petroleumkoolwaterstoffen); voor de fysico-chemische eigenschappen zie 'Humane risicoevaluatie voor minerale olie' (beschikbaar via [www.ovam.be](http://www.ovam.be)).

<sup>2</sup> de berekening dient te gebeuren op basis van de EC-blokken bepaald volgens de EPK- en VPK-methode (CMA/3/R.3 Petroleumkoolwaterstoffen) en als de minerale olie aanrijking alifaten EC<sub>5-6</sub> bevat, anders "+".

	<i>Terreinophoging</i>	<i>Terreinopvulling</i>
Chryseen	+	+
Dibenz(a,h)antracene	+	+
Fenantreen	B	+
Fluoranteen	B	+
Fluoreen	B	+
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	+	+
Naftaleen	B	+
Pyreen	B	+
<b>Gechloreerde solventen</b>		
1,1,1-trichloorethaan	B	-
1,1,2-trichloorethaan	B	-
1,1-dichloorethaan	B	-
1,2-dichloorbenzeen	B	-
1,2-dichloorethaan	B	-
1,3-dichloorbenzeen	B	-
1,4-dichloorbenzeen	B	-
cis-1,2-dichlooretheen	B	-
Dichloormethaan	B	-
Hexachloorbenzeen	B	-
Monochloorbenzeen	B	-
Pentachloorbenzeen	B	-
Tetrachloorbenzeen	B	-
Tetrachlooretheen	B	-
Tetrachloormethaan	B	-
Trans-1,2-dichlooretheen	B	-
Trichloorbenzeen	B	-
Trichlooretheen	B	-
Trichloormethaan (chloroform)	B	-
Vinylchloride	B	-
<b>Totaal cyanide</b>	B	B



# Bijlage III: Hydrogeologische eigenschappen per kaartblad

**Tabel 1.: Dikte aquifer, hydraulische geleidbaarheid  $k$  en hydraulisch verhang  $i$  per kaartblad**

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit $k$ (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient $i$ (m/m)
1	8	3	3	2	0,001
1	8	4	3	2	0,001
2	6	3	3	2	0,001
2	6	4	3	2	0,001
2	7	3	3	2	0,001
3	5	3	3	2	0,001
3	5	4	3	2	0,001
4	7	4	6	2	0,001
4	8	2	6	2	0,001
4	8	-	6	2	0,001
4	8	4	6	2	0,001
5	5	1	6	2	0,001
5	5	2	6	2	0,001
5	5	3	6	2	0,001
5	5	4	6	2	0,001
5	6	1	6	2	0,001
5	6	2	6	2	0,001
5	6	3	6	2	0,001
5	6	4	6	2	0,001
5	8	3	6	2	0,001
5	8	4	6	2	0,001
6	5	3	4	10	0,001
7	2	3	6	10	0,001
7	2	4	6	25	0,001
7	3	2	6	2	0,001
7	3	3	6	25	0,001
7	4	1	6	2	0,001
7	4	2	6	2	0,001
7	4	3	6	2	0,001
7	4	4	6	2	0,001
7	5	4	6	2	0,001
7	6	1	6	2	0,001
7	6	2	6	25	0,001
7	6	3	6	2	0,001
7	6	4	6	10	0,001
7	7	1	6	10	0,001
7	7	2	6	50	0,001
7	7	3	6	10	0,001
7	7	4	6	10	0,001
7	8	1	6	50	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
7	8	2	6	50	0,001
7	8	3	6	10	0,001
7	8	4	6	10	0,001
8	1	1	3	2	0,001
8	1	2	3	2	0,001
8	1	3	3	2	0,001
8	1	4	3	2	0,001
8	2	1	3	2	0,001
8	2	2	3	2	0,001
8	2	3	3	2	0,001
8	2	4	3	2	0,001
8	3	1	3	2	0,001
8	3	3	3	2	0,001
8	3	4	3	2	0,001
8	4	2	3	2	0,001
8	4	3	3	2	0,001
8	4	4	3	2	0,001
8	5	1	3	2	0,001
8	5	2	3	2	0,001
8	5	3	3	10	0,001
8	5	4	3	10	0,001
8	6	1	3	2	0,001
8	6	2	3	2	0,001
8	6	3	3	10	0,001
8	6	4	3	10	0,001
8	7	1	3	2	0,001
8	7	2	3	2	0,001
8	7	3	3	10	0,001
8	7	4	3	10	0,001
8	8	1	3	2	0,001
8	8	2	3	2	0,001
8	8	3	3	10	0,001
8	8	4	3	10	0,001
9	1	1	5	2	0,001
9	1	2	5	2	0,001
9	1	3	5	2	0,001
9	1	4	5	2	0,001
9	5	1	5	2	0,001
9	5	2	5	2	0,001
9	5	3	5	10	0,001
9	5	4	5	10	0,001
9	6	1	5	10	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
9	6	3	5	10	0,001
9	6	4	5	10	0,001
10	5	3	8	25	0,001
10	5	4	8	25	0,001
11	7	4	4	2	0,001
11	8	2	4	2	0,001
11	8	3	4	2	0,001
11	8	4	4	2	0,001
12	1	4	4	2	0,001
12	2	2	4	2	0,001
12	2	3	4	2	0,001
12	2	4	4	2	0,001
12	3	1	4	2	0,001
12	3	2	4	2	0,001
12	3	3	4	2	0,001
12	3	4	4	2	0,001
12	4	1	4	2	0,001
12	4	2	4	2	0,001
12	4	3	4	2	0,001
12	4	4	4	2	0,001
12	5	1	4	2	0,001
12	5	2	4	2	0,001
12	5	3	4	2	0,001
12	5	4	4	2	0,001
12	6	1	4	2	0,001
12	6	2	4	2	0,001
12	6	3	4	2	0,001
12	6	4	4	2	0,001
12	7	1	4	2	0,001
12	7	2	4	2	0,001
12	7	3	4	2	0,001
12	7	4	4	2	0,001
12	8	1	4	2	0,001
12	8	2	4	2	0,001
12	8	3	4	2	0,001
12	8	4	4	2	0,001
13	1	1	4	10	0,001
13	1	2	4	10	0,001
13	1	3	4	10	0,001
13	1	4	4	10	0,001
13	2	1	4	10	0,001
13	2	2	4	10	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
13	2	3	4	10	0,001
13	2	4	4	2	0,001
13	3	1	4	10	0,001
13	3	2	4	10	0,001
13	3	3	4	2	0,001
13	3	4	4	10	0,001
13	4	1	4	10	0,001
13	4	2	4	10	0,001
13	4	3	4	10	0,001
13	4	4	4	10	0,001
13	5	1	4	10	0,001
13	5	2	4	10	0,001
13	5	3	4	2	0,001
13	5	4	4	2	0,001
13	6	1	4	10	0,001
13	6	2	4	10	0,001
13	6	3	4	2	0,001
13	6	4	4	10	0,001
13	7	1	4	2	0,001
13	7	2	4	2	0,001
13	7	3	4	10	0,001
13	7	4	4	10	0,001
13	8	1	4	10	0,001
13	8	2	4	10	0,001
13	8	3	4	10	0,001
13	8	4	4	10	0,001
14	1	1	4	2	0,001
14	1	2	4	2	0,001
14	1	3	4	2	0,001
14	1	4	4	2	0,001
14	2	1	4	2	0,001
14	2	3	4	2	0,001
14	2	4	4	2	0,001
14	3	3	4	2	0,001
14	3	4	4	2	0,001
14	4	2	4	2	0,001
14	4	3	4	10	0,001
14	4	4	4	2	0,001
14	5	1	4	2	0,001
14	5	2	4	2	0,001
14	5	3	4	2	0,001
14	5	4	4	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
14	6	1	4	10	0,001
14	6	2	4	10	0,001
14	6	3	4	10	0,001
14	6	4	4	10	0,001
14	7	1	4	10	0,001
14	7	2	4	10	0,001
14	7	3	4	10	0,001
14	7	4	4	10	0,001
14	8	1	4	10	0,001
14	8	2	4	10	0,001
14	8	3	4	10	0,001
14	8	4	4	10	0,001
15	1	1	3	2	0,001
15	1	2	3	2	0,001
15	1	3	3	2	0,001
15	1	4	3	2	0,001
15	2	1	3	2	0,001
15	2	2	3	2	0,001
15	2	3	3	2	0,001
15	2	4	3	2	0,001
15	3	1	3	2	0,001
15	3	2	3	2	0,001
15	3	3	3	2	0,001
15	3	4	3	2	0,001
15	4	1	3	2	0,001
15	4	2	3	2	0,001
15	4	3	3	10	0,001
15	4	4	3	2	0,001
15	5	1	3	2	0,001
15	5	2	3	2	0,001
15	5	3	3	2	0,001
15	5	4	3	2	0,001
15	6	1	3	2	0,001
15	6	2	3	2	0,001
15	6	3	3	2	0,001
15	6	4	3	2	0,001
15	7	1	3	2	0,001
15	7	2	3	2	0,001
15	7	3	3	2	0,001
15	7	4	3	2	0,001
15	8	1	3	2	0,001
15	8	2	3	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
15	8	3	3	2	0,001
15	8	4	3	2	0,001
16	1	1	8	2	0,001
16	1	2	8	2	0,001
16	1	3	8	2	0,001
16	1	4	8	2	0,001
16	2	1	8	2	0,001
16	2	2	8	2	0,001
16	2	3	8	2	0,001
16	2	4	8	2	0,001
16	3	1	8	2	0,001
16	3	2	8	2	0,001
16	3	3	8	2	0,001
16	3	4	8	2	0,001
16	4	1	8	2	0,001
16	4	2	8	2	0,001
16	4	3	8	2	0,001
16	4	4	8	2	0,001
16	5	1	8	2	0,001
16	5	2	8	2	0,001
16	5	3	8	2	0,001
16	5	4	8	2	0,001
16	6	1	8	10	0,001
16	6	2	8	10	0,001
16	6	3	8	2	0,001
16	6	4	8	10	0,001
16	7	1	8	25	0,001
16	7	2	8	2	0,001
16	7	3	8	25	0,001
16	7	4	8	25	0,001
16	8	1	8	2	0,001
16	8	2	8	2	0,001
16	8	3	8	50	0,001
16	8	4	8	2	0,001
17	1	1	9	2	0,001
17	1	2	9	2	0,001
17	1	3	9	2	0,001
17	1	4	9	2	0,001
17	2	1	9	2	0,001
17	2	2	9	2	0,001
17	2	3	9	2	0,001
17	2	4	9	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
17	3	1	9	25	0,001
17	3	2	9	25	0,001
17	3	3	9	25	0,001
17	3	4	9	25	0,001
17	4	1	9	25	0,001
17	4	2	9	25	0,001
17	4	3	9	50	0,001
17	4	4	9	25	0,001
17	5	1	9	25	0,001
17	5	2	9	50	0,001
17	5	3	9	50	0,001
17	5	4	9	25	0,001
17	6	1	9	25	0,001
17	6	2	9	50	0,001
17	6	3	9	50	0,001
17	6	4	9	50	0,001
17	7	1	9	2	0,001
17	7	2	9	2	0,001
17	7	3	9	50	0,001
17	7	4	9	50	0,001
17	8	1	9	10	0,001
17	8	2	9	10	0,001
17	8	3	9	50	0,001
17	8	4	9	50	0,001
18	1	1	10	25	0,005
18	1	2	10	25	0,005
18	1	3	10	50	0,005
18	1	4	10	25	0,005
18	2	3	10	25	0,005
18	2	4	10	25	0,005
18	5	1	10	50	0,005
18	5	2	10	50	0,005
18	5	3	10	50	0,005
18	5	4	10	50	0,005
18	6	1	10	25	0,005
18	6	2	10	25	0,005
18	6	3	10	10	0,005
18	6	4	10	25	0,005
18	7	1	10	25	0,005
18	7	2	10	25	0,005
18	7	3	10	25	0,005
18	7	4	10	25	0,005

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
18	8	1	10	25	0,005
18	8	3	10	25	0,005
19	3	2	2	2	0,001
19	3	4	2	2	0,001
19	4	1	2	2	0,001
19	4	2	2	2	0,001
19	4	3	2	2	0,001
19	4	4	2	2	0,001
19	8	1	2	2	0,001
19	8	2	2	2	0,001
19	8	3	2	2	0,001
19	8	4	2	2	0,001
20	1	1	2	2	0,001
20	1	2	2	2	0,001
20	1	3	2	2	0,001
20	1	4	2	2	0,001
20	2	1	2	2	0,001
20	2	2	2	2	0,001
20	2	3	2	2	0,001
20	2	4	2	2	0,001
20	3	1	2	2	0,001
20	3	2	2	2	0,001
20	3	3	2	2	0,001
20	3	4	2	2	0,001
20	4	1	2	2	0,001
20	4	2	2	2	0,001
20	4	3	2	2	0,001
20	4	4	2	2	0,001
20	5	1	2	2	0,001
20	5	2	2	2	0,001
20	5	3	2	2	0,001
20	5	4	2	2	0,001
20	6	1	2	2	0,001
20	6	2	2	2	0,001
20	6	3	2	2	0,001
20	6	4	2	2	0,001
20	7	1	2	2	0,001
20	7	2	2	2	0,001
20	7	3	2	2	0,001
20	7	4	2	2	0,001
20	8	1	2	2	0,001
20	8	2	2	2	0,001



Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
20	8	3	2	2	0,001
20	8	4	2	2	0,001
21	1	1	3	2	0,001
21	1	2	3	2	0,001
21	1	3	3	2	0,001
21	1	4	3	2	0,001
21	2	1	3	2	0,001
21	2	2	3	2	0,001
21	2	3	3	2	0,001
21	2	4	3	2	0,001
21	3	1	3	10	0,001
21	3	2	3	10	0,001
21	3	3	3	2	0,001
21	3	4	3	2	0,001
21	4	1	3	10	0,001
21	4	2	3	10	0,001
21	4	3	3	10	0,001
21	4	4	3	10	0,001
21	5	1	3	2	0,001
21	5	2	3	2	0,001
21	5	3	3	2	0,001
21	5	4	3	2	0,001
21	6	1	3	2	0,001
21	6	2	3	2	0,001
21	6	3	3	10	0,001
21	6	4	3	10	0,001
21	7	1	3	10	0,001
21	7	2	3	10	0,001
21	7	3	3	10	0,001
21	7	4	3	10	0,001
21	8	1	3	10	0,001
21	8	2	3	10	0,001
21	8	3	3	2	0,001
21	8	4	3	10	0,001
22	1	1	3	10	0,001
22	1	2	3	10	0,001
22	1	3	3	10	0,001
22	1	4	3	10	0,001
22	2	1	3	10	0,001
22	2	2	3	10	0,001
22	2	3	3	10	0,001
22	2	4	3	10	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
22	3	1	3	10	0,001
22	3	2	3	10	0,001
22	3	3	3	10	0,001
22	3	4	3	10	0,001
22	4	1	3	10	0,001
22	4	2	3	10	0,001
22	4	3	3	10	0,001
22	4	4	3	10	0,001
22	5	1	3	10	0,001
22	5	2	3	10	0,001
22	5	3	3	10	0,001
22	5	4	3	10	0,001
22	6	1	3	2	0,001
22	6	2	3	2	0,001
22	6	3	3	2	0,001
22	6	4	3	2	0,001
22	7	1	3	2	0,001
22	7	2	3	2	0,001
22	7	3	3	2	0,001
22	7	4	3	2	0,001
22	8	1	3	2	0,001
22	8	2	3	2	0,001
22	8	3	3	2	0,001
22	8	4	3	2	0,001
23	1	1	4	2	0,001
23	1	2	4	2	0,001
23	1	3	4	2	0,001
23	1	4	4	2	0,001
23	2	1	4	2	0,001
23	2	2	4	2	0,001
23	2	3	4	2	0,001
23	2	4	4	2	0,001
23	3	1	4	2	0,001
23	3	2	4	2	0,001
23	3	3	4	2	0,001
23	3	4	4	2	0,001
23	4	1	4	2	0,001
23	4	2	4	2	0,001
23	4	3	4	2	0,001
23	4	4	4	2	0,001
23	5	1	4	2	0,001
23	5	2	4	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
23	5	3	4	2	0,001
23	5	4	4	2	0,001
23	6	1	4	2	0,001
23	6	2	4	2	0,001
23	6	3	4	2	0,001
23	6	4	4	2	0,001
23	7	1	4	2	0,001
23	7	2	4	2	0,001
23	7	3	4	2	0,001
23	7	4	4	2	0,001
23	8	1	4	2	0,001
23	8	2	4	2	0,001
23	8	3	4	10	0,001
23	8	4	4	10	0,001
24	1	1	3	2	0,001
24	1	2	3	2	0,001
24	1	3	3	2	0,001
24	1	4	3	2	0,001
24	2	1	3	2	0,001
24	2	2	3	2	0,001
24	2	3	3	2	0,001
24	2	4	3	2	0,001
24	3	1	3	2	0,001
24	3	2	3	2	0,001
24	3	3	3	2	0,001
24	3	4	3	2	0,001
24	4	1	3	25	0,001
24	4	2	3	25	0,001
24	4	3	3	25	0,001
24	4	4	3	50	0,001
24	5	1	3	2	0,001
24	5	2	3	2	0,001
24	5	3	3	10	0,001
24	5	4	3	2	0,001
24	6	1	3	2	0,001
24	6	2	3	2	0,001
24	6	3	3	2	0,001
24	6	4	3	2	0,001
24	7	1	3	2	0,001
24	7	2	3	25	0,001
24	7	3	3	2	0,001
24	7	4	3	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
24	8	1	3	25	0,001
24	8	2	3	50	0,001
24	8	3	3	10	0,001
24	8	4	3	10	0,001
25	1	1	6	25	0,002
25	1	2	6	25	0,002
25	1	3	6	50	0,002
25	1	4	6	50	0,002
25	2	1	6	50	0,002
25	2	2	6	10	0,002
25	2	3	6	50	0,002
25	2	4	6	50	0,002
25	3	1	6	50	0,002
25	3	2	6	50	0,002
25	3	3	6	10	0,002
25	3	4	6	10	0,002
25	4	1	6	10	0,002
25	4	2	6	10	0,002
25	4	3	6	25	0,002
25	4	4	6	25	0,002
25	5	1	6	2	0,002
25	5	2	6	2	0,002
25	5	3	6	2	0,002
25	5	4	6	2	0,002
25	6	1	6	2	0,002
25	6	2	6	2	0,002
25	6	3	6	2	0,002
25	6	4	6	2	0,002
25	7	1	6	2	0,002
25	7	2	6	2	0,002
25	7	3	6	2	0,002
25	7	4	6	2	0,002
25	8	1	6	2	0,002
25	8	2	6	2	0,002
25	8	3	6	2	0,002
25	8	4	6	2	0,002
26	1	1	9	50	0,005
26	1	2	9	50	0,005
26	1	3	9	50	0,005
26	1	4	9	50	0,005
26	2	1	9	50	0,005
26	2	2	9	50	0,005

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
26	2	3	9	50	0,005
26	2	4	9	50	0,005
26	3	1	9	50	0,005
26	3	2	9	25	0,005
26	3	3	9	50	0,005
26	3	4	9	50	0,005
26	5	1	9	50	0,005
26	5	2	9	50	0,005
26	5	3	9	2	0,005
26	5	4	9	2	0,005
26	6	1	9	50	0,005
26	6	2	9	50	0,005
26	6	3	9	2	0,005
26	6	4	9	2	0,005
26	7	1	9	2	0,005
26	7	3	9	2	0,005
27	4	1	2	2	0,001
27	4	2	2	2	0,001
27	4	3	2	2	0,001
27	4	4	2	2	0,001
28	1	1	2	2	0,001
28	1	2	2	2	0,001
28	1	3	2	2	0,001
28	1	4	2	2	0,001
28	2	1	2	2	0,001
28	2	2	2	2	0,001
28	2	3	2	2	0,001
28	2	4	2	2	0,001
28	3	1	2	2	0,001
28	3	2	2	2	0,001
28	3	3	2	2	0,001
28	3	4	2	2	0,001
28	4	1	2	2	0,001
28	4	2	2	2	0,001
28	4	3	2	2	0,001
28	4	4	2	2	0,001
28	5	1	2	2	0,001
28	5	2	2	2	0,001
28	5	4	2	2	0,001
28	6	1	2	2	0,001
28	6	2	2	2	0,001
28	6	3	2	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
28	7	1	2	2	0,001
28	7	2	2	2	0,001
28	8	1	2	2	0,001
28	8	2	2	2	0,001
29	1	1	4	2	0,002
29	1	2	4	2	0,002
29	1	3	4	10	0,002
29	1	4	4	2	0,002
29	2	1	4	10	0,002
29	2	2	4	2	0,002
29	2	3	4	2	0,002
29	2	4	4	2	0,002
29	3	1	4	2	0,002
29	3	2	4	2	0,002
29	3	3	4	2	0,002
29	3	4	4	2	0,002
29	4	1	4	2	0,002
29	4	2	4	2	0,002
29	4	3	4	2	0,002
29	4	4	4	2	0,002
29	5	1	4	2	0,002
29	5	2	4	2	0,002
29	5	3	4	2	0,002
29	5	4	4	2	0,002
29	6	1	4	2	0,002
29	6	2	4	2	0,002
29	6	3	4	2	0,002
29	6	4	4	2	0,002
29	7	1	4	2	0,002
29	7	2	4	2	0,002
29	7	3	4	2	0,002
29	7	4	4	2	0,002
29	8	1	4	2	0,002
29	8	2	4	2	0,002
29	8	3	4	2	0,002
29	8	4	4	2	0,002
30	1	1	4	2	0,002
30	1	2	4	2	0,002
30	1	3	4	2	0,002
30	1	4	4	2	0,002
30	2	1	4	2	0,002
30	2	2	4	2	0,002

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
30	2	3	4	2	0,002
30	2	4	4	2	0,002
30	3	1	4	2	0,002
30	3	2	4	2	0,002
30	3	3	4	2	0,002
30	3	4	4	2	0,002
30	4	1	4	2	0,002
30	4	2	4	2	0,002
30	4	3	4	2	0,002
30	4	4	4	2	0,002
30	5	1	4	2	0,002
30	5	2	4	2	0,002
30	5	3	4	2	0,002
30	5	4	4	2	0,002
30	6	1	4	2	0,002
30	6	2	4	2	0,002
30	6	3	4	2	0,002
30	6	4	4	2	0,002
30	7	1	4	2	0,002
30	7	2	4	2	0,002
30	7	3	4	2	0,002
30	7	4	4	2	0,002
30	8	1	4	2	0,002
30	8	2	4	2	0,002
30	8	3	4	2	0,002
30	8	4	4	2	0,002
31	1	1	5	2	0,002
31	1	2	5	2	0,002
31	1	3	5	2	0,002
31	1	4	5	2	0,002
31	2	1	5	2	0,002
31	2	2	5	2	0,002
31	2	3	5	2	0,002
31	2	4	5	2	0,002
31	4	1	5	2	0,002
31	4	2	5	2	0,002
31	4	3	5	10	0,002
31	4	4	5	10	0,002
31	5	1	5	2	0,002
31	5	2	5	2	0,002
31	5	3	5	2	0,002
31	5	4	5	2	0,002

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
31	6	1	5	2	0,002
31	6	2	5	2	0,002
31	6	3	5	2	0,002
31	6	4	5	2	0,002
31	7	3	5	2	0,002
31	7	4	5	10	0,002
31	8	1	5	10	0,002
31	8	2	5	10	0,002
31	8	3	5	10	0,002
31	8	4	5	10	0,002
32	1	1	5	10	0,001
32	1	2	5	10	0,001
32	1	3	5	10	0,001
32	1	4	5	10	0,001
32	2	1	5	2	0,001
32	2	2	5	2	0,001
32	2	3	5	2	0,001
32	2	4	5	2	0,001
32	3	1	5	10	0,001
32	3	2	5	10	0,001
32	3	3	5	2	0,001
32	3	4	5	2	0,001
32	4	1	5	2	0,001
32	4	2	5	2	0,001
32	4	3	5	2	0,001
32	4	4	5	2	0,001
32	5	1	5	10	0,001
32	5	2	5	2	0,001
32	5	3	5	2	0,001
32	5	4	5	2	0,001
32	6	1	5	10	0,001
32	6	2	5	10	0,001
32	7	1	5	2	0,001
32	7	2	5	2	0,001
32	7	4	5	2	0,001
32	8	1	5	10	0,001
32	8	2	5	10	0,001
32	8	3	5	10	0,001
32	8	4	5	2	0,001
33	1	1	4	2	0,001
33	1	2	4	2	0,001
33	1	3	4	10	0,001



Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
33	1	4	4	2	0,001
33	2	1	4	10	0,001
33	2	2	4	2	0,001
33	2	3	4	2	0,001
33	2	4	4	2	0,001
33	3	1	4	2	0,001
33	3	2	4	2	0,001
33	3	3	4	2	0,001
33	3	4	4	2	0,001
33	4	1	4	2	0,001
33	4	2	4	2	0,001
33	4	3	4	2	0,001
33	4	4	4	2	0,001
33	5	1	4	2	0,001
33	5	2	4	2	0,001
33	5	3	4	2	0,001
33	5	4	4	2	0,001
33	6	1	4	2	0,001
33	6	2	4	2	0,001
33	6	3	4	2	0,001
33	6	4	4	2	0,001
33	7	1	4	2	0,001
33	7	2	4	2	0,001
33	7	3	4	2	0,001
33	7	4	4	2	0,001
33	8	1	4	2	0,001
33	8	2	4	2	0,001
33	8	3	4	2	0,001
33	8	4	4	10	0,001
34	1	1	4	2	0,001
34	1	2	4	2	0,001
34	1	3	4	2	0,001
34	1	4	4	2	0,001
34	2	1	4	2	0,001
34	2	2	4	2	0,001
34	2	3	4	2	0,001
34	2	4	4	2	0,001
34	5	1	4	2	0,001
34	5	2	4	2	0,001
34	5	3	4	10	0,001
34	5	4	4	10	0,001
34	7	2	4	10	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
34	7	3	4	10	0,001
34	7	4	4	10	0,001
34	8	3	4	2	0,001
34	8	4	4	2	0,001
35	5	3	4	2	0,001
36	1	2	2	2	0,001
36	2	1	2	2	0,001
37	2	1	3	2	0,001
37	2	2	3	2	0,001
38	3	2	3	2	0,001
38	4	1	3	2	0,001
38	4	2	3	2	0,001
39	1	1	3	2	0,001
39	1	2	3	2	0,001
39	2	1	3	2	0,001
39	2	2	3	2	0,001
41	1	2	4	2	0,001
41	2	1	4	2	0,001
41	2	2	4	2	0,001
41	3	1	4	2	0,001
41	3	2	4	2	0,001
41	4	2	4	2	0,001
42	4	1	4	2	0,001
42	4	2	4	2	0,001