



Vlaanderen
is materiaalbewust



STUDIE VAN DE ONVANGENDE GROND

STANDAARDPROCEDURE
REGLING VOOR GEBRUIK VAN BODEMMATERIALEN

SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER

OVAM

WWW.OVAM.BE

////////////////////////////////////

STUDIE VAN DE **ONVANGENDE GROND**

Standaardprocedure
Regeling voor gebruik van bodemmaterialen
Regeling voor gebruik van bodemmaterialen
20.12.2018

////////////////////////////////////

DOCUMENTBESCHRIJVING

- | | |
|--|---|
| <p>1 <i>Titel van publicatie:</i>
Standaardprocedure voor de opmaak van een studie van ontvangende grond</p> <p>3 <i>Wettelijk Depot nummer:</i>
D/2018/5024/16</p> <p>5 <i>Samenvatting:</i>
Deze standaardprocedure bevat de richtlijnen die de erkende bodemsaneringsdeskundige hanteert voor de opmaak van een studie van ontvangende grond. De studie van ontvangende grond heeft als doel om na te gaan of bodemmateriaal die niet voldoen aan de voorwaarden voor vrij gebruik toch als bodem kunnen gebruikt worden op een welbepaald terrein</p> <p>6 <i>Aantal bladzijden:</i> 51</p> <p>8 <i>Datum publicatie:</i>
20 december 2018</p> <p>10 <i>Begeleidingsgroep en/of auteur:</i> VITO, OVAM, Grondbank vzw, Grondwijzer vzw</p> <p>12 <i>Andere titels over dit onderwerp:</i> /
xxxx</p> | <p>2 <i>Verantwoordelijke Uitgever:</i>
OVAM</p> <p>4 <i>Trefwoorden:</i>
Bodemmateriaal, standaardprocedure, gebruik als bodem, grondverzet, uitgegraven bodem, baggerspecie, ruimingsspecie, bentonietlib, erkende bodemsaneringsdeskundige, onderzoeksstrategie,</p> <p>7 <i>Aantal tabellen en figuren:</i> /</p> <p>9 <i>Prijs:</i> /</p> <p>11 <i>Contactpersonen:</i>
Ingeborg Joris (VITO), Dirk Dedecker</p> |
|--|---|

U hebt het recht deze brochure te downloaden, te printen en digitaal te verspreiden. U hebt niet het recht deze aan te passen of voor commerciële doeleinden te gebruiken.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website:

<http://www.ovam.be>

INHOUD

1	Inleiding.....	5
1.1	Toepassingsgebied	5
1.1.1	Natuurlijke aanrijking	6
1.1.2	Conform verklaard bodemsaneringsproject	6
1.2	Voorwaarden	6
1.3	Voorstudie	7
1.3.1	Administratieve gegevens:	7
1.3.2	Milieutechnische gegevens	7
1.4	Gebruik van bestaande analysegegevens	8
1.5	Vaste deel van de Bodem	8
1.5.1	Staalname en analyse	8
1.5.2	Interpretatie van de analyseresultaten	10
1.6	Grondwater	11
1.6.1	Staalname en analyse	11
1.6.2	Interpretatie van de analyseresultaten	12
1.6.3	Bepaling van het effect op de grondwaterkwaliteit door een modelberekening	13
1.6.4	Bepaling van het effect op de grondwaterkwaliteit met een schudproef	14
2	Kenmerken van de aan te voeren bodemmaterialen	15
2.1	Op basis van het bestemmingstype	15
2.2	Op basis van het risico op blootstelling	15
2.3	Op basis van het effect op het grondwater	16
2.3.1	Beoordeling van het effect door middel van een modelberekening	16
2.3.2	Beoordeling van het effect door middel van een schudproef	16
2.4	Op basis van de concentraties van verontreinigende stoffen in de ontvangende grond	16
2.5	Andere relevante bodemkenmerken	17
3	Rapportage.....	17
3.1	Staalname en analyse	18
3.2	Overzicht en evaluatie van de resultaten	18
3.3	Besluit	19
3.4	Ondertekening	19
3.5	Bijlagen	19
3.5.1	Boorstaten	19
3.5.2	Analyseresultaten	20
4	Voorbeeldberekening	21
4.1	Voorbeeldberekening VITO-uitloogmodel voor een terreinophoging	21
Bijlage I: Bepalen bodemeigenschappen.....		25
Bijlage II: stoffen waarvoor de berekening moet uitgevoerd worden		30
Bijlage III: Hydrogeologische eigenschappen per kaartblad.....		32

1 INLEIDING

Bodemmaterialen die niet voldoen aan de voorwaarden voor vrij gebruik als bodem buiten de kadastrale werkzone, kunnen 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 bodemmaterialen moeten 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 bodemmaterialen worden gebruikt.

De staalnamestrategie voor het vaste deel van de aarde van de studie van de ontvangende grond wordt gebruikt om de kenmerken van de vijfmeterstook voor de oeverdeponie van bagger- en ruimingsspecie te bepalen.

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 bodemmaterialen die niet in aanmerking komen voor vrij gebruik.

Het opvullen van groeven en graverijen en het opvullen van putten, andere dan groeven en graverijen met een capaciteit van 1.000m³ of meer, met bodemmaterialen, vereist omwille van de resulterende heterogeniteit naar uitlogingsgedrag evenals naar hydrogeologische situatie specifiek maatwerk. De voorwaarden waaraan de bodemmaterialen moet voldoen die gebruikt wordt voor een dergelijke opvulling kunnen worden bepaald met de code van goede praktijk – studie van ontvangende groeve en graverij. De uiteindelijke voorwaarde waaraan de bodemmaterialen moet voldoen zijn vastgelegd in de milieuvergunning van de betreffende groeve of graverij. De milieuvergunning wordt in deze gevallen beschouwd als de studie van de ontvangende grond.

Bodemmaterialen komen 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 bodemmaterialen die een gelijkaardige natuurlijke aanrijking kent.
- het ophogen of opvullen van terreinen in het kader van een conform verklaard bodemsaneringsproject.

1.1.1 Natuurlijke aanrijking

Bodemmaterialen kunnen 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 bodemmaterialen 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.

1.1.2 Conform verklaard bodemsaneringsproject

Bij aanvoer van bodemmaterialen in het kader van een conform verklaard bodemsaneringsproject kan de studie van de ontvangende grond beperkt worden tot een oplistings van de relevante voorwaarden van het bodemsaneringsproject.

1.2 VOORWAARDEN

Voor het gebruik van bodemmaterialen die niet voldoen 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 bodemmaterialen zijn lager dan 80 % van de bodemsaneringsnormen van het overeenstemmende bestemmingstype van de ontvangende grond. Voor de concentraties aan zware metalen of metalloïden die van nature aanwezig zijn, kan daarvan afgeweken worden tot de waarde van de natuurlijke concentraties in de bodem;
- een mogelijke blootstelling aan de verontreinigende stoffen mag geen bijkomend risico opleveren;
- het gebruik van bodemmaterialen mag geen bijkomende verontreiniging van het grondwater veroorzaken;
- de gemiddelde concentraties van verontreinigende stoffen in de bodemmaterialen zijn lager dan of gelijk aan de concentraties in de ontvangende grond;
- de concentraties van verontreinigende stoffen in de bodemmaterialen 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 bodemmaterialen 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 bodemmateri len geen hypotheek kan leggen op de uitvoering van de saneringswerken. 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.

Voor de procedure voor de oeverdeponie van bagger- en ruimingsspecie voor ontwatering is de ontvangende grond de vijfmeterstrook waar de bagger- of ruimingsspecie tijdelijk wordt opgeslagen om te ontwateren.

1.3 VOORSTUDIE

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

1.3.1 Administratieve gegevens:

Volgende administratieve gegevens worden opgenomen:

- 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.

1.3.2 Milieutechnische gegevens

Volgende milieutechnische gegevens worden opgenomen:

- 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.

1.4 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.

1.5 VASTE DEEL VAN DE BODEM

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 bodemmateriaal, 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 staalnamestrategie.

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 staalname 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.

1.5.1 Staalname en analyse

Voor de richtlijnen over de uitvoering van de boringen en het plaatsen van peilbuizen, de staalname van de bodem en de staalconservering wordt verwezen naar het Compendium voor monsterneming en analyse (CMA) en naar de geldende codes van goede praktijk voor het uitvoeren van bodemonderzoeken.

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

1.5.1.1 Aantal boringen en analyses

Globaal gezien wordt 1 boring per 500m² 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 stalen voor analyse wordt mede bepaald door zintuiglijke waarnemingen.

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

Tabel 1 geeft het minimum aantal mengstalen 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 bodemmateriële wil of kan aanvoeren. Bij een opvulling is de oppervlakte gelijk aan de oppervlakte van de put op maaiveldhoogte.

Oppervlakte ontvangend terrein (ha)	Aantal mengstalen van de geroerde bodemlaag	Aantal mengstalen 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	4x(P+2)
P= oppervlakte van de onderzoekslocatie uitgedrukt in ha (afgerond naar boven)			
Tabel 1. Minimum aantal mengstalen van de geroerde bodemlaag en de onderliggende laag en het minimum aantal boringen voor een bepaalde terreinoppervlakte			

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

1.5.1.2 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.

1.5.1.3 Te analyseren parameters:

Op ieder bodemstaal worden volgende parameters bepaald:

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

1.5.2 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 bodemmaterialen 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 berekend¹;
- 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 overschrijden²;
- 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.

1.6 GRONDWATER

Om bij het ophogen of het opvullen van terreinen te kunnen beoordelen wat het effect is van het gebruik van de bodemmateriële die niet voldoen 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 bodemmateriële 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 bodemmateriële op de kwaliteit van het grondwater beoordeeld wordt door middel van de schudproef, wordt enkel rekening gehouden met de maximale uitloogbaarheidswaarden bepaald met de schud proef 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 bodemmateriële die niet voldoet aan de waarde voor vrij gebruik worden niet in rekening gebracht voor de bepaling van het effect van het gebruik van bodemmateriële.

1.6.1 Staalname 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.

1.6.1.1 Aantal peilbuizen en analyses

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

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

1.6.1.2 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.

1.6.1.3 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 grondwaterstaal worden 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 bepaald (zie ook tabel 1 in Bijlage II):

- voor een ophoging met bodemmateriaal: zware metalen en metalloïden, BTEXS, minerale olie, acenafteen, acenafteleen, fenantreen, fluoranteen, fluoreen, naftaleen, pyreen, gechloreerde solventen en, voor zover van toepassing, niet-genormeerde uitloogbare stoffen;
- voor een opvulling met bodemmateriaal: zware metalen en metalloïden, hexaan, minerale olie en, voor zover van toepassing niet-genormeerde uitloogbare stoffen.

1.6.2 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 bodemmateriaal 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.

1.6.3 Bepaling van het effect op de grondwaterkwaliteit door 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.

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 bodemmaterialen 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 bodemmaterialen die zware metalen en metalloïden, BTEXS, minerale olie, acenafteen, acenaftyleen, fenantreen, fluoranteen, fluoreen, naftaleen, pyreen, gechloreerde solventen bevat in concentraties die de waarden van bijlage V van het VLAREBO overschrijden of bij ophoging met bodemmaterialen die niet-genormeerde uitloogbare stoffen bevat;
- bij opvulling met bodemmaterialen 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 bodemmaterialen die niet-genormeerde uitloogbare stoffen bevat.

Indien de bodemmaterialen minerale olie bevatten 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 het gebruik van de bodemmaterialen 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.

1.6.4 Bepaling van het effect op de grondwaterkwaliteit met 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 bodemmaterialen. Deze beoordeling houdt enkel rekening met maximale uitloogbaarheidswaarden. Een karakterisering van het grondwater van het ontvangende terrein is hier niet langer relevant.

2 KENMERKEN VAN DE AAN TE VOEREN BODEMMATERIALEN

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 bodemmateriaal te berekenen op basis van verschillende afgebakende partijen.

Indien de kwaliteit van de aan te voeren bodemmateriaal niet gekend is, legt de studie van de ontvangende grond eenduidig de kenmerken vast waaraan de bodemmateriaal 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.

2.1 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.

2.2 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. Op basis van de toetsingswaarden en de

stofeigenschappen van de niet-genormeerde parameter bepaalt de bodemsaneringsdeskundige de maximale concentraties voor de uit te graven of bodemmaterialen.

2.3 OP BASIS VAN HET EFFECT OP HET GRONDWATER

2.3.1 Beoordeling van het effect door middel van een modelberekening

Het beoordelen van een mogelijk effect van het gebruik van bodemmaterialen 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 bodemmaterialen 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 K_d '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.

2.3.2 Beoordeling van het effect door middel van een schudproef

Indien het effect van het aanbrengen van bodemmaterialen 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 bodemmaterialen in elk geval lager dan of gelijk aan de waarden vermeld in bijlage VII van het VLAREBO.

2.4 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).

2.5 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 K_d .

...

3 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:
 - staalnamestrategie en motivatie;
 - verslag staalname;
 - 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.

3.1 STAALNAME EN ANALYSE

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

De gegevens met betrekking tot de staalname worden samengevat:

- uitvoerder van de boringen (boorfirma of bodemsaneringsdeskundige);
- datum van uitvoering;
- gehanteerde boortechniek;
- de uitvoerder en de datum van grondwaterstaalname, 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 stalen;
- 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.

3.2 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 mengstaal de volgende gegevens opgenomen:

- samenstelling mengstaal;
- nummer mengstaal;
- 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.

3.3 BESLUIT

Per kadastraal perceel worden de kenmerken van de aan te voeren bodemmaterialen bepaald op basis van de kenmerken van de ontvangende grond. De gegevens worden opgenomen in een samenvattende tabel.

3.4 ONDERTEKENING

Het rapport is gedateerd en In elk rapport is de ondertekening opgenomen. De ondertekening bestaat enerzijds uit een aantal verklaringen en anderzijds uit een overzicht van de personen die aan het rapport hebben meegewerkt. Ondertekening ‘in opdracht’ wordt niet toegestaan.

Onderstaande verklaringen en ondertekeningstabel worden opgenomen:

De bodemsaneringsdeskundige verklaart hierbij dat het voorliggende rapport representatief is voor de verontreinigingstoestand van de onderzoekslocatie. Tevens verklaart de bodemsaneringsdeskundige dat de meegestuurde digitale gegevens overeenstemmen met de inhoud van het rapport.

Daarnaast verklaart de bodemsaneringsdeskundige dat alle analyses werden uitgevoerd door een daartoe erkend laboratorium, dat de resultaten van alle uitgevoerde analyses zijn opgenomen in het rapport en dat analyseresultaten opgenomen in het rapport identiek zijn aan de analyseresultaten die werden aangeleverd door het erkend laboratorium.

De bodemsaneringsdeskundige verklaart dat hij voor het uitvoeren van deze opdracht niet verkeert in een van de gevallen van onverenigbaarheid zoals bepaald in artikel 53/5 van het VLAREL.

Naam van de persoon die beschikt over de individuele handtekeningsbevoegdheid (artikel 53/4 §1, eerste lid van het VLAREL):	
Naam van de kwaliteitsverantwoordelijke bij de bodemsaneringsdeskundige voor dit rapport:	
Naam van de persoon die de bodemsaneringsdeskundige rechtsgeldig kan vertegenwoordigen tegenover derden:	

Er zijn telkens een of meerdere personen toegestaan.

3.5 BIJLAGEN

3.5.1 Boorstaten

Het boorverslag en de boorbeschrijving conform de methode CMA.

3.5.2 Analyseresultaten

Het analyseverslagen conform de methode CMA.

4 VOORBEELDBEREKENING

4.1 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 bodemmaterialen 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://uitlogging.vito.be/>).

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

Aangevoerde grond

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

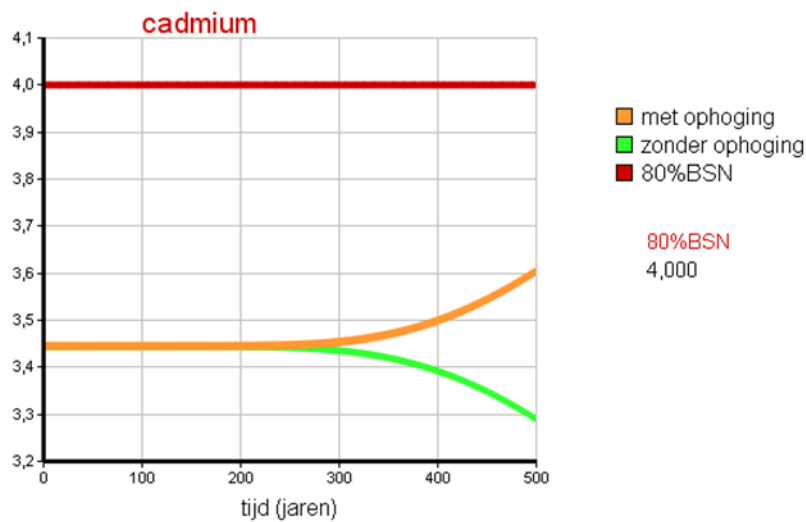
Ontvangende grond

bulkdensiteit:	1,3	kg/l
vochtgehalte:	0,35	cm ³ /cm ³
dikte aangerijkte laag	1	m
conc in aangerijkte laag	1,5	mg/kg ds
dikte onderliggende bodemlaag (tussen aangerijkte laag en GW)	0	m
K_d :	266	l/kg

Aquifer

gradient	0,001	m/m
K_s	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

Concentratie in grondwater onder de ophoging($\mu\text{g/l}$)



$T = 4,59 \% \Rightarrow \text{TOEGESTAAN want gwconc. (3,60) < 80\%BSN(4,000)}.$

tijdsduur van berekening 500 j

Figuur 1: Grondwaterconcentratie met en zonder ophoging voor geval a.

De relatieve toename is 5 % en 80% van de bodemsaneringsnorm voor grondwater is niet overschreden, dus in dit geval is het grondverzet toegelaten.

b) 1 meter aangevoerde grond pH 3,5 op 1 meter ontvangende grond pH 5,5

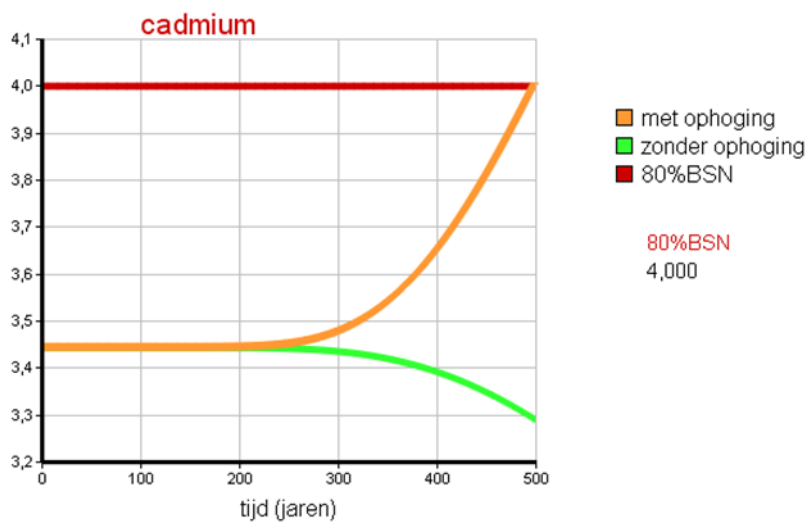
Aangevoerde grond

K_d : 40 l/kg

Ontvangende grond

K_d : 266 l/kg

Concentratie in grondwater onder de ophoging($\mu\text{g/l}$)



T = 16,35 % ==> NIET TOEGESTAAN.

Figuur 2: Grondwaterconcentratie met en zonder ophoging voor geval b.

In dit geval is 80% van de bodemsaneringsnorm voor grondwater nog steeds niet overschreden, maar de relatieve toename is hoger dan 10% dus het grondverzet is niet toegelaten.

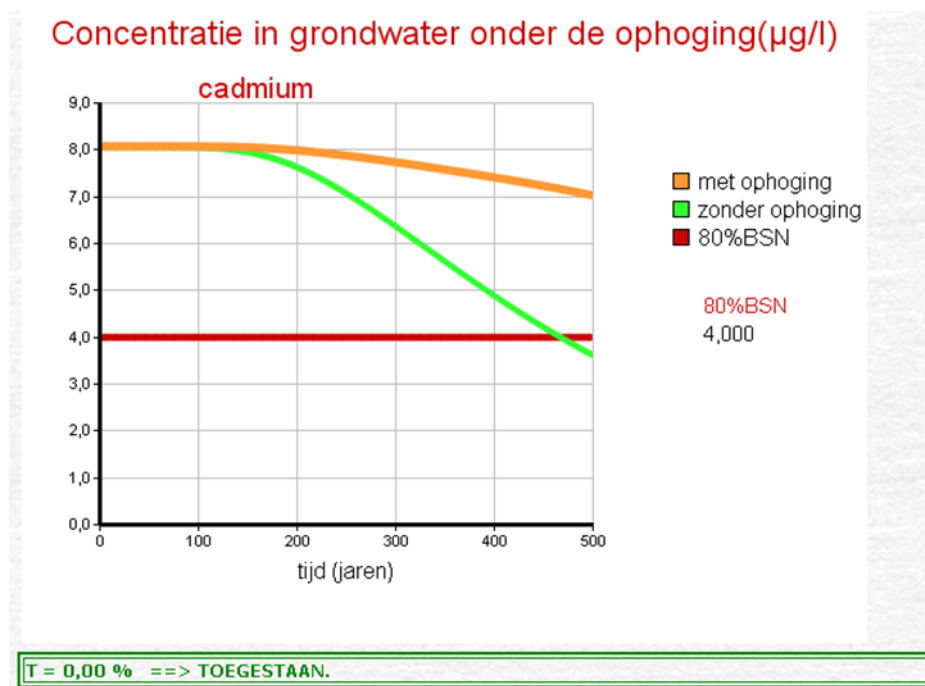
c) 1 meter aangevoerde grond pH 4,5 op 1 meter ontvangende grond pH 4,5

Aangevoerde grond

K_d : 104 l/kg

Ontvangende grond

K_d : 104 l/kg



Figuur 3: Grondwaterconcentratie met en zonder ophoging voor geval c.

In dit geval is 80% van de bodemsaneringsnorm voor grondwater overschreden maar het grondverzet zorgt niet voor een relatieve toename in de piekconcentratie ($T=0\%$) dus het grondverzet is toegelaten.

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 CaCl_2

De verdelingsfactor K_d kan bepaald worden door het uitvoeren van een schudproef met 0,01 M 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 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 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)¹, 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).

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	$\log K_d = -0,61 + 0,54 pH_{KCl}$	

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

¹ 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.

2. Kd 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.

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

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

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. fnd 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.

Stof	MW g/mol	S Mol/m3	S µg/l	K_H Pa.m ³ /mol	H' -	D_a m ² /u	K_{oc} l/kg
Organische verbindingen							
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
PAKS							
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
Gechloroerde solventen							
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
Cyanides	26	3,85E+04	1,00E+09	5,17E+03	1,73E+00	0,0615	6,87E+02

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

3. Bepalen van additionele bodemeigenschappen

De droge stofdichtheid ρ (kg/l) wordt bepaald door een bodemstaal met gekend volume te drogen (24 u bij 105 °C) en het drooggewicht (in gram) te delen door het volume (in cm³).

Het volumetrisch vochtgehalte θ (cm³/cm³) 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 cm³).

Het volumetrisch vochtgehalte θ (cm³/cm³) kan ook uit het gravimetrisch vochtgehalte θ_g (= massa water/massa droge grond) (g/g) bepaald worden a.h.v.:

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

met ρ_w de dichtheid van water (= 1 g/cm³ of 1 kg/l);

De porositeit ϕ (cm³/cm³) 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/cm³ 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.

	<i>Terreinophoging</i>	<i>Terreinopvulling</i>
Zware metalen en metalloïden		
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
Organische verbindingen		
Benzeen	B	+
Ethylbenzeen	B	+
Tolueen	B	+
Xylenen	B	+
Styreen	B	+
Hexaan	B	B
Heptaan	B	+
Octaan	B	+
minerale olie	B ¹	B ²
MTBE	B	+
PAKS		
Acenafteen	B	+
Acenaftyleen	B	+
Antraceen	+	+
Benzo(a)antraceen	+	+

1 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).

2 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 EC5-6 bevat, anders "+".

	<i>Terreinophoging</i>	<i>Terreinopvulling</i>
Benzo(a)pyreen	+	+
Benzo(b)fluoranteen	+	+
Benzo(g,h,i)peryleen	+	+
Benzo(k)fluoranteen	+	+
Chryseen	+	+
Dibenz(a,h)antraceen	+	+
Fenantreen	B	+
Fluoranteen	B	+
Fluoreen	B	+
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	+	+
Naftaleen	B	+
Pyreen	B	+
Gechloreerde solventen		
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	-
Totaal cyanide	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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
20	8	3	2	2	0,001
20	8	4	2	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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

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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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
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

Kaartblad	1/8	1/4	Permeabiliteit k (m/d)	Dikte aquifer (m)	Gradient i (m/m)
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