

**Algemene verspreiding**

**(Contract 041368)**

**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**

**Studie uitgevoerd in opdracht van OVAM**

**VITO**

**Update 2010**



## INHOUDSTABEL

1	INLEIDING .....	1
2	STARTEN VAN DE TOEPASSING .....	2
2.1	Toetsen van de concentraties aan de voorwaarden voor vrij gebruik .....	2
2.2	Toegangsschermen .....	2
3	OPHOGING .....	4
3.1	Algemeen .....	4
3.2	Invoerscherm .....	5
3.2.1	Aangevoerde uitgegraven bodem .....	6
3.2.2	Ontvangende grond .....	8
3.2.3	Aquifer .....	9
3.2.4	Contaminant .....	10
3.2.5	Tijdsduur van berekening .....	10
3.3	Uitvoerscherm .....	10
3.4	Voorbeeld 1: Terrein aangerijkt met Cu .....	12
4	OPVULLING .....	16
4.1	Algemeen .....	16
4.2	Invoerscherm .....	17
4.2.1	Aangevoerde uitgegraven bodem .....	18
4.2.2	Aquifer .....	19
4.2.3	Contaminant .....	20
4.2.4	Tijdsduur van berekening .....	20
4.3	Uitvoerscherm .....	21
4.4	Voorbeeld 2: Terrein aangerijkt met Cd .....	22
	Referenties	
	Bijlage a: hydro-geologische kenmerken per kaartblad	

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Startschermen van de toepassing.....	3
Figuur 2: Schematische weergave van de berekeningen met en zonder ophoging .....	4
Figuur 3: Invoerscherm voor de berekening van het effect van een terreinophoging op de grondwaterkwaliteit .....	5
Figuur 4: Uitvoerscherm met het eerste deel van het rapport voor de berekening van het effect van een terreinophoging op de grondwaterkwaliteit .....	11
Figuur 5: Detail van het uitvoerscherm voor de berekening van het effect van een terreinverhoging met de lijst van de invoerparameters .....	12
Figuur 11: In- en uitvoerscherm voor voorbeeld 1 .....	13
Figuur 12: In- en uitvoerscherm voor voorbeeld 1 .....	15
Figuur 13: Schematische weergave van de berekeningen voor een terreinopvulling .....	16
Figuur 14: Invoerscherm voor de berekening van het effect van een terreinopvulling op de grondwaterkwaliteit .....	17
Figuur 15: Invoerscherm voor de berekening van het effect van een terreinopvulling op de grondwaterkwaliteit met alle mogelijke invoervelden .....	18
Figuur 16: Uitvoerscherm met het eerste deel van het rapport voor de berekening van het effect van een opvulling op de grondwaterkwaliteit .....	21
Figuur 17: In- en uitvoerscherm voor voorbeeld 2 .....	23

## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Overzicht van de in te vullen parameters voor de aangevoerde uitgegraven bodem bij een ophoging.....	6
Tabel 2: Overzicht van de verdelingsfactoren voor zware metalen en arseen (bron: Smolders et al., 2000) .....	8
Tabel 3: Overzicht van de in te vullen parameters voor de ontvangende grond bij een ophoging .....	8
Tabel 4: Overzicht van de in te vullen parameters voor de aquifer bij een ophoging .....	9
Tabel 5: Overzicht van de in te vullen parameters voor de aangevoerde uitgegraven bodem bij een opvulling .....	18
Tabel 6: Overzicht van de in te vullen parameters voor de aquifer bij een opvulling.....	19



## 1 INLEIDING

De reglementering rond grondverzet laat in welbepaalde gevallen toe uitgegraven bodem met een mindere milieukwaliteit dan vereist voor vrij gebruik te gebruiken in een ophoging of opvulling, mits een studie aantoont dat er geen verontreiniging van het grondwater wordt veroorzaakt en dat mogelijke blootstelling aan de verontreinigende stoffen geen extra risico oplevert. Er is software ontwikkeld die toelaat de nodige berekeningen uit te voeren om de invloed op de grondwaterkwaliteit door het gebruik van uitgegraven bodem als bodem op een bepaalde site te evalueren. Deze softwaretoepassing wordt uitgevoerd nadat de toetsing van bodemconcentraties heeft uitgewezen dat er afgeweken wordt van de voorwaarden voor vrij gebruik (overschrijding van de waarden uit VLAREBO bijlage 5) en er geen saneringsplicht op de ontvangende grond rust of indien het gaat om een niet-genormeerde stof. Het uitvoeren van de berekening levert een rapport met de beoordeling van de ophoging/opvulling en een overzicht van de gebruikte parameters.

Dit document biedt een praktische handleiding en een technische achtergrond bij de software ontwikkeld als hulpinstrument bij het uitvoeren van de studie bij afwijking van de voorwaarden voor vrij gebruik. De richtlijnen voor het uitvoeren van de studie zijn uitsluitend van toepassing bij grondverzet buiten de kadastrale werkzone. De software is terug te vinden op <http://uitlogging.vito.be/uitlogingen/>. Alle informatie over de regelgeving, de toetsingswijze en berekeningsmethode is terug te vinden in de Standaardprocedure studie van de ontvangende grond (OVAM, 2008).

De doelgroep van het rekeninstrument zijn de erkende bodemsaneringsdeskundigen, die elk een persoonlijke toegangscode kunnen verkrijgen op eenvoudig verzoek aan OVAM. Het eindproduct is een af te printen rapport met de beoordeling van de ophoging/opvulling en een overzicht van de gebruikte parameters.

## **2 STARTEN VAN DE TOEPASSING**

### **2.1 Toetsen van de concentraties aan de voorwaarden voor vrij gebruik**

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:

1. 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;
2. een mogelijke blootstelling aan de verontreinigende stoffen mag geen bijkomend risico opleveren;
3. het gebruik van uitgegraven bodem mag geen bijkomende verontreiniging van het grondwater veroorzaken;
4. de gemiddelde concentraties van verontreinigende stoffen in de uitgegraven bodem zijn lager dan of gelijk aan de concentraties in de ontvangende grond;
5. de concentraties van verontreinigende stoffen in de uitgegraven bodem zijn lager dan de waarden van bijlage IV voor bestemmingstype III.
6. 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.

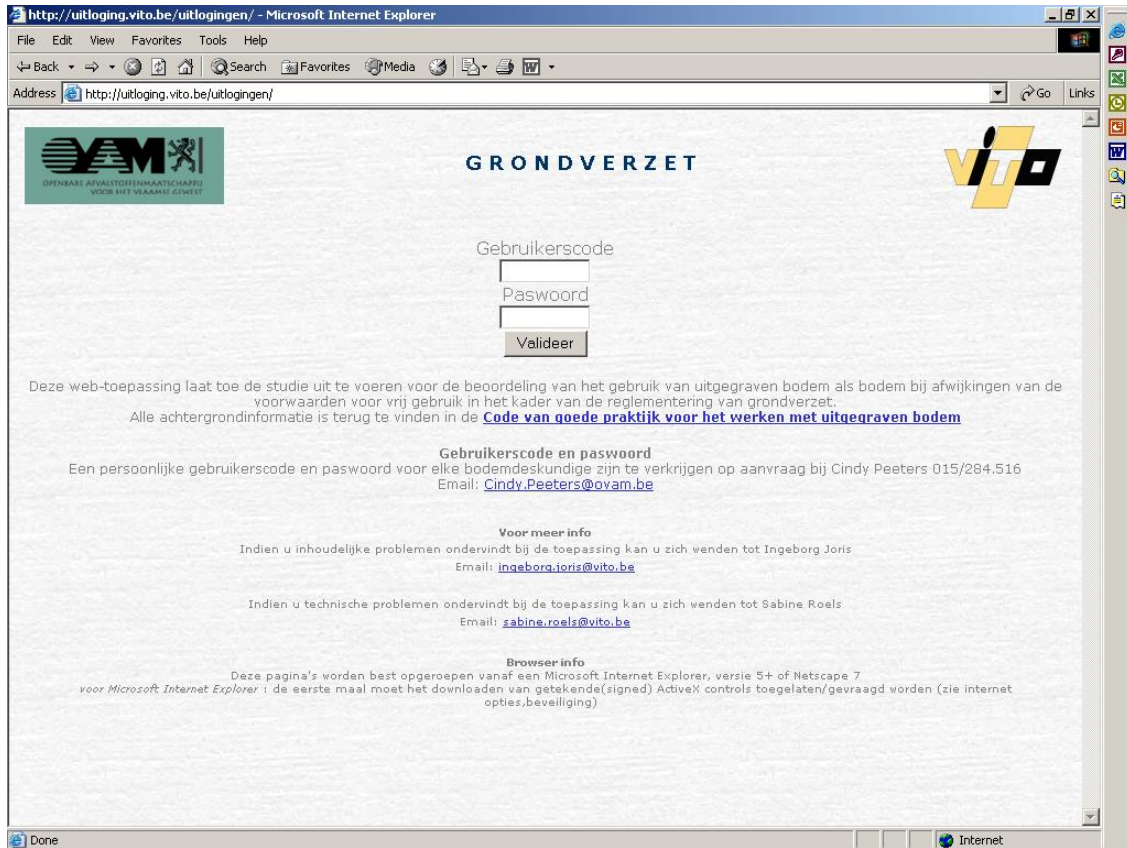
In de studie van de ontvangende grond wordt nagegaan of voldaan is aan bovenstaande voorwaarden. De ontwikkelde software kan gebruikt worden om na te gaan of aan de derde voorwaarde voldaan wordt. Vooraleer de modelberekening te starten, is het aangewezen na te gaan of aan de andere voorwaarden voldaan is. Een gedetailleerde beschrijving van de bemonsterings- en toetsingsprocedure is terug te vinden in de 'Standaardprocedure studie van de ontvangende grond' (OVAM, 2008).

### **2.2 Toegangsschermen**

Figuur 1 toont de startschermen van de toepassing. Op het eerste scherm wordt de gebruiker gevraagd zich te identificeren met een gebruikersnaam en paswoord. Een persoonlijke gebruikerscode + paswoord kan door elke erkende bodemsaneringsdeskundige verkregen worden op eenvoudig verzoek aan OVAM via het e-mailadres op het scherm. Technische en inhoudelijke vragen kunnen aan VITO gericht worden via de e-mailadressen onderaan het scherm.

Na validatie van gebruikerscode en paswoord, komt de gebruiker op het tweede scherm waar een beknopte uitleg over de toepassing gegeven wordt en de keuze gemaakt moet worden tussen ophoging of opvulling. Indien de aangevoerde uitgegraven bodem zich boven grondwaterniveau bevindt, gaat het om een ophoging; indien de aangevoerde uitgegraven bodem geheel of gedeeltelijk onder grondwater niveau zit, gaat het om een opvulling.





Figuur 1: Startschermen van de toepassing



Het programma geeft de grondwaterconcentratie met en zonder ophoging over 500 jaar, duidt het niveau van 80% van de bodemsaneringsnorm aan en berekent de relatieve aanrijking  $T$ .

### 3.2 Invoerscherm

**OPHOGING**

Enkele tips bij het invullen

Aangevoerde uitgegraven bodem		Ontvangende grond	
droge stofdichtheid	<input type="text"/> kg/l	droge stofdichtheid	<input type="text"/> kg/l
vochtgehalte	<input type="text"/> cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	vochtgehalte	<input type="text"/> cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
dikte aangevoerde laag	<input type="text"/> m	dikte aangerijkte laag	<input type="text"/> m
conc in aangevoerde laag	<input type="text"/> mg/kg DS	conc in aangerijkte laag	<input type="text"/> mg/kg DS
lengte ophoging (in richting GW stroming)	<input type="text"/> m	dikte onderliggende bodemlaag	<input type="text"/> m
		(tussen aangerijkte laag en GW)	
fractie orgC	<input type="text"/> -	conc in onderliggende laag (CAW)	<input type="text"/> mg/kg DS
K <sub>d</sub>	<input type="text"/> l/kg	fractie orgC	<input type="text"/> -
		K <sub>d</sub>	<input type="text"/> l/kg

Aquifer		Contaminant	
verhang	<input type="text"/> m/m	Kies een stof	...
verzadigde doorlaatbaarheid	<input type="text"/> m/l	H	-
dikte freatische laag	<input type="text"/> m	Da	<input type="text"/> m <sup>2</sup> /j
mengdiepte	<input type="text"/> m	Koc	<input type="text"/> l/kg
dilutiefactor	<input type="text"/> -	Oplosbaarheid	<input type="text"/> µg/l
initiele conc gw (C <sub>gw,0</sub> )	<input type="text"/> µg/l	Bodemsaneringsnorm	<input type="text"/> µg/l

tijdsduur van berekening  j (standaard 500 j) **BEREKEN**

**Enkele tips bij het invullen:**

- Alle witte velden moeten door de gebruiker ingevuld worden, de blauwe velden worden automatisch ingevuld
- De K<sub>d</sub> moet door de gebruiker ingevuld worden voor zware metalen, voor de andere stoffen wordt de waarde automatisch ingevuld op basis van de Koc-waarde
- Voor niet-genormeerde stoffen moeten de fysico-chemische parameters door de gebruiker ingevuld worden
- Vul alle verplichte velden in vooraleer een stof te selecteren
- Alle informatie over de in te vullen parameters is terug te vinden in Bijlage 1 van de [Code van goede praktijk voor het werken met uitgegraven bodem](#)
- voor Microsoft Internet Explorer : gebruik steeds de printknop van het rapport (in plaats van de printknop van de Browser)

Voor meer info

*Figuur 3: Invoerscherm voor de berekening van het effect van een terreinophoging op de grondwaterkwaliteit*

Het invoerscherm voor de berekening voor een terreinophoging wordt getoond in Figuur 3. Alle witte velden moeten worden ingevuld door de gebruiker, waarden voor de blauwe velden worden automatisch geleverd door de software. Er zijn twee grijze velden voor de bodem-water verdelingscoëfficiënt  $K_d$  voor aangevoerde en ontvangende grond. Hiervoor moet de waarde worden ingevoerd door de gebruiker indien het gaat om zware metalen en metalloïden (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), voor alle andere stoffen wordt de waarde automatisch berekend door de software. De invoer is ingedeeld in 4 blokken: aangevoerde uitgegraven bodem, ontvangende grond, aquifer (d.i. grondwater) en contaminant, en daarbij nog de tijdsduur van de berekening.

### 3.2.1 Aangevoerde uitgegraven bodem

Voor de aangevoerde uitgegraven bodem moeten steeds de droge stofdichtheid, het vochtgehalte, de dikte van de aangevoerde laag, de concentratie in de aangevoerde laag, de lengte van de ophoging in de richting van de grondwaterstroming en de fractie organische koolstof gegeven worden. Voor zware metalen en metalloïden komt daar nog de bodem-water verdelingscoëfficiënt  $K_d$  bij. In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de parameters en de overeenkomstige symbolen uit Figuur 2.

*Tabel 1: Overzicht van de in te vullen parameters voor de aangevoerde uitgegraven bodem bij een ophoging*

Parameter	Omschrijving	Benaming in Fig.3	Eenheid	Waarde
droge stofdichtheid	droge stofdichtheid van de aangevoerde uitgegraven bodem	-	kg/l	standaard/te bepalen
vochtgehalte	volumetrisch vochtgehalte van de aangevoerde uitgegraven bodem	-	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	standaard/te bepalen
dikte aangevoerde laag	dikte van de ophoging	$d_2$	m	te bepalen
conc. in aangevoerde laag	concentratie in de aangevoerde laag	$C_2$	mg/kg DS	te bepalen
lengte ophoging	lengte van de ophoging in de richting van de grondwaterstroming	L	m	te bepalen
fractie orgC	gehalte organische koolstof (=gehalte organische stof *0,58)(tussen 0 en 1)	-	-	te bepalen
$K_d$	bodem-water verdelingscoëfficiënt	-	l/kg	te bepalen/ berekend door software

De droge stofdichtheid  $\rho$  (kg/l) van de aangevoerde bodem is de verhouding van de massa droge bodem over het totaal volume van de bodem en wordt bepaald door een monster met gekend volume te drogen gedurende 24 u bij 105 °C en het netto gewicht van de bodem na drogen te delen door het volume. De droge stofdichtheid is afhankelijk van de textuur en het organische stofgehalte van de bodem en kan voor Belgische bodems uiteenlopen van 0,89 tot 1,77 kg/l (Vereecken, 1988) met als standaardwaarde 1,5 kg/l (Seuntjens et al., 2004). Indien geen meetwaarden voorhanden zijn, kan de standaardwaarde van 1,5 kg/l in de toepassing gebruikt worden.

Het vochtgehalte wordt ingegeven op volumebasis (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>). Het volumetrisch vochtgehalte wordt gemeten door een monster met gekend volume te wegen, te drogen gedurende 24 u bij 105 °C, vervolgens opnieuw te wegen en het verschil in gewicht (in gram) te delen door het volume van het monster (in cm<sup>3</sup>). Het volumetrisch vochtgehalte kan ook bepaald worden uit het gravimetrisch vochtgehalte (= massa water/massa droge bodem) als:

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

met  $\theta$  het volumetrisch vochtgehalte (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>),  $\theta_g$  het gravimetrisch vochtgehalte (g/g),  $\rho$  de droge stofdichtheid van de bodem (kg/l) en  $\rho_w$  de dichtheid van water (= 1 g/cm<sup>3</sup> of 1

kg/l). Het gravimetrisch vochtgehalte kan uit een droogrestbepaling berekend worden volgens:

$$\theta_s = \frac{100 - \%d.s.}{\%d.s.}$$

Indien geen gegevens over het vochtgehalte van de grond gekend zijn, kan als standaardwaarde voor Vlaanderen een waarde van  $0,20 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$  ingevuld worden.

Voor de bepaling van de bodem-water verdelingsfactor voor zware metalen en metalloïden, 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. Voor beide methodes is de studie van Smolders et al. (2000), waarin verdelingsfactoren voor zware metalen en metalloïden bepaald zijn voor een reeks verontreinigde bodems in Vlaanderen, als basis genomen.

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.

Als alternatief kan de verdelingsfactor ook bepaald worden op basis van bodemkenmerken. In de studie van Smolders et al. (2000) is getracht de relatie te leggen tussen de bodemkenmerken en de  $K_d$ . De resultaten van de studie worden samengevat in Tabel 2. Deze regressievergelijkingen kunnen toegepast worden om site-specifieke verdelingsfactoren af te leiden op basis van gemeten bodemkenmerken.

Tabel 2: Overzicht van de verdelingsfactoren voor zware metalen en arseen (bron: Smolders et al., 2000)

Metaal	$K_d$	Correlatie	Observaties	Bron	Opmerking
As	$\log K_d = 1.68 + 1.26 \log(\% \text{klei})$	$R^2 = 0.49$	13	naar Smolders et al. (2000)	Rechtstreekse correlatie tussen totaalconcentratie en poriewater-concentratie is lager dan correlatie tussen klei en $K_d$ ( $R^2 = 0.15$ ).
Cd	$\log K_d = -0.19 + 0.46 \text{pH}$ $\log K_d = 0.13 + 0.43 \text{pH} + 0.26 \log(\text{CEC})$	$R^2 = 0.73$ $R^2 = 0.79$	23	Smolders et al. (2000)	Optioneel
Cr	$\log K_d = 2.25 + 0.28 \text{pH}$	$R^2 = 0.79$	5	Smolders et al. (2000) de Groot et al. (1998)	Cr(III) Gelijkaardige resultaten
Cu	$\log K_d = 1.34 + 0.85 \log(\% \text{C}) + 0.24 \text{pH}$	$R^2 = 0.81$	19	Smolders et al. (2000)	
Hg	5706 (mediaan)		4	Smolders et al. (2000)	Geen 'Vlaamse' relatie door beperkte dataset Weinig gegevens in literatuur
Pb	$\log K_d = 1.76 + 0.4 \text{pH}$ $\log K_d = -1.64 + 0.48 \text{pH} + \log(\text{Pb}_{\text{tot}})$	$R^2 = 0.92$ theoretisch	5	Smolders et al. (2000)	pH < 5.5 pH > 5.5 en $\log(\text{Pb})_{\text{tot}} > 3.4 - 0.08 \text{pH}$
Ni	$\log K_d = 1.31 + 0.25 \text{pH}$	$R^2 = 0.71$	44	De Groot et al. (1998) Janssen et al. (1996)	Geen 'Vlaamse' relatie door beperkte dataset
Zn	$\log K_d = -1.09 + 0.61 \text{pH}$	$R^2 = 0.75$	37	Smolders et al. (2000)	

Voor de bodemkenmerken in Tabel 2 geldt:

pH : pH in 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  (L/S 10/1; 24 u schudden)

CEC : bepaling met zilverthioereum ( $\text{Ag}(\text{TU})^+$ )

### 3.2.2 Ontvangende grond

Voor de ontvangende grond moeten steeds de droge stofdichtheid, het vochtgehalte, de dikte van de aangerijkte laag, de concentratie in de aangerijkte laag, de dikte van de onderliggende bodemlaag, de concentratie in de onderliggende bodemlaag en de fractie organische koolstof gegeven worden. Voor zware metalen en metalloïden komt daar nog de bodem-water verdelingscoëfficiënt  $K_d$  bij. In Tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de parameters en de overeenkomstige symbolen uit Figuur 2.

Tabel 3: Overzicht van de in te vullen parameters voor de ontvangende grond bij een ophoging

Parameter	Omschrijving	Benaming in Fig.3	Eenheid	Waarde
droge stofdichtheid	droge stofdichtheid van de ontvangende grond	-	kg/l	standaard/te bepalen
vochtgehalte	volumetrisch vochtgehalte van de ontvangende grond	-	$\text{cm}^3/\text{cm}^3$	standaard/te bepalen
dikte aangerijkte laag	dikte van de aangerijkte laag (waar $R/R' < \text{conc} < 80\% \text{BSN}$ )	$d_1$	m	te bepalen
conc. in aangerijkte laag	concentratie in de aangerijkte laag	$C_1$	mg/kg DS	te bepalen
dikte onderliggende	dikte van de laag tussen aangerijkte	$d_0$	m	te bepalen

Parameter	Omschrijving	Benaming in Fig.3	Eenheid	Waarde
bodemlaag	laag en grondwatertafel (=0 indien de aangerijkte laag tot de grondwatertafel reikt)			
conc. in onderliggende laag	concentratie in de laag tussen de aangerijkte laag en de grondwatertafel (=0 indien de aangerijkte laag tot de grondwatertafel reikt)	$C_{AW}$	mg/kg DS	te bepalen
fractie orgC	gehalte organische koolstof (=gehalte organische stof *0,58)(tussen 0 en 1)	-	-	te bepalen
$K_d$	bodem-water verdelingscoëfficiënt	-	l/kg	te bepalen/ berekend door software

De bepaling van droge stofdichtheid, vochtgehalte en  $K_d$  voor zware metalen en metalloïden is analoog aan de aangevoerde uitgegraven bodem.

### 3.2.3 Aquifer

Voor de aquifer moeten het verhang, de verzadigde doorlaatbaarheid, de dikte van de freatische laag en de initiële grondwaterconcentratie gegeven worden. De mengdiepte en dilutiefactor worden door de software berekend. In Tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de parameters en de overeenkomstige symbolen uit Figuur 2.

*Tabel 4: Overzicht van de in te vullen parameters voor de aquifer bij een ophoging*

Parameter	Omschrijving	Benaming in Fig.3	Eenheid	Waarde
verhang	hydraulische gradient of verhang in de freatische laag onder de ophoging	I	m/m	Bijlage A/ te bepalen
verzadigde doorlaatbaarheid	verzadigde doorlaatbaarheid van de freatische laag	K	m/j	Bijlage A/ te bepalen
dikte freatische laag	dikte van de freatische laag	-	m	Bijlage A/ te bepalen
initiële conc. gw	concentratie in het grondwater stroomopwaarts van de ophoging	$C_{gw,0}$	µg/l	AW/ te bepalen
mengdiepte	dikte van de laag waarbinnen volledige menging van infiltrerend water en grondwater optreedt; wordt berekend door de software	H	m	berekend door software
dilutiefactor	verhouding tussen de concentratie in het bodemwater en de concentratie in het grondwater; wordt berekend door de software	-	-	berekend door software

Indien het grondwater onder de ophoging verdacht is en er een vermoeden bestaat dat er een verontreiniging aanwezig is, dienen de richting van de grondwaterstroming, het verhang en de verzadigde doorlaatbaarheid van de freatische laag en de concentratie in het grondwater



stroomopwaarts van de ophoging gemeten te worden. Indien niet, kunnen de hydrogeologische parameters afgelezen worden uit Bijlage A en kan de grondwater concentratie gelijk gesteld worden aan de achtergrondwaarde.

### 3.2.4 Contaminant

Voor de fysico-chemische parameters van de contaminant volstaat het de aanwezige stof te selecteren uit het drop-down menu en dan worden de parameters automatisch ingevuld. Indien het echter om een niet-genormeerde stof gaat, moet de gebruiker 'andere stof (nt in db)' selecteren, en vervolgens zelf de dimensieloze Henry-coëfficiënt  $H'$  (-), de diffusiecoëfficiënt in lucht  $D_a$  ( $m^2/j$ ), de organische koolstof-water verdelingscoëfficiënt  $K_{oc}$  (l/kg), de oplosbaarheid  $S$  ( $\mu g/l$ ) en de afgeleide bodemsaneringsnorm in  $\mu g/l$  invullen.

### 3.2.5 Tijdsduur van berekening

Standaard staat de tijdsduur van berekening ingesteld op 500 jaar aangezien het criterium zo gedefinieerd is dat de concentratie in het grondwater over de volgende 500 jaar berekend moet worden. Enkel voor zeer mobiele stoffen met een lage  $K_d$  kan het aangewezen zijn de tijdsduur te verminderen. Modelmatig wordt er in de standaardtoepassing (met een tijdsduur van 500 jaar) gerekend met een tijdstap van 1,25 jaar, en indien gerekend wordt met zeer mobiele stoffen die volledig uitgeloozd zijn binnen een tijdspanne van enkele jaren, is deze tijdsresolutie niet hoog genoeg. Bij de berekening van de relatieve toename van de maximale grondwaterconcentratie bestaat de kans dat de relatieve toename overschat wordt. Dat kan opgelost worden door de tijdsduur van de berekening te verlagen zodat de tijdsresolutie van de concentratie curves verhoogt. Dat wordt verder geïllustreerd in Voorbeeld 2.

Na het invullen van alle velden, wordt de berekening gestart met de 'Bereken'-knop.

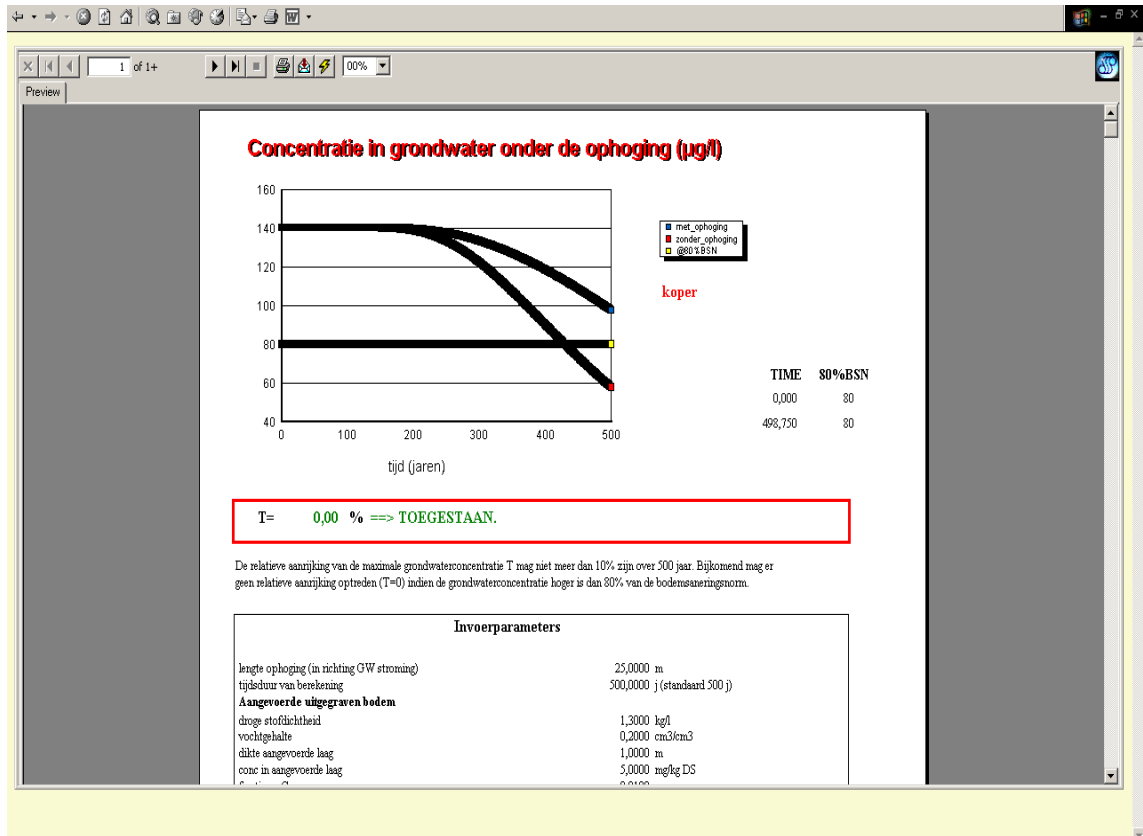
## 3.3 Uitvoerscherm

De uitvoer van de berekening bestaat uit een rapport dat kan afgedrukt worden via de printknop van de Seagate Crystal Smart Viewer (voor Microsoft Internet Explorer) of via de printknop van de Netscape browser (voor Netscape). Het rapport bestaat uit drie delen: een grafiek met het berekende criterium  $T$  en een beoordeling van de ophoging, een lijst van de invoerparameters en tenslotte een lijst van de getallen waarmee de grafieken opgebouwd zijn (berekende grondwaterconcentraties met en zonder ophoging in functie van de tijd).

Figuur 4 toont het eerste deel van het rapport. De grafiek is opgebouwd uit drie curven: de rode curve is de grondwaterconcentratie als er geen ophoging zou gebeuren, de blauwe is de grondwaterconcentratie met ophoging en de gele geeft het niveau van 80% van de bodemsaneringsnorm aan. Rechts van de grafiek onder de legende staat de naam van de stof waarvoor de berekening is uitgevoerd en uiterst rechts de waarde van 80% van de bodemsaneringsnorm voor die stof. Uit de grafiek is af te lezen waar de grondwaterconcentratie ligt t.o.v. de bodemsaneringsnorm, en of de maximale

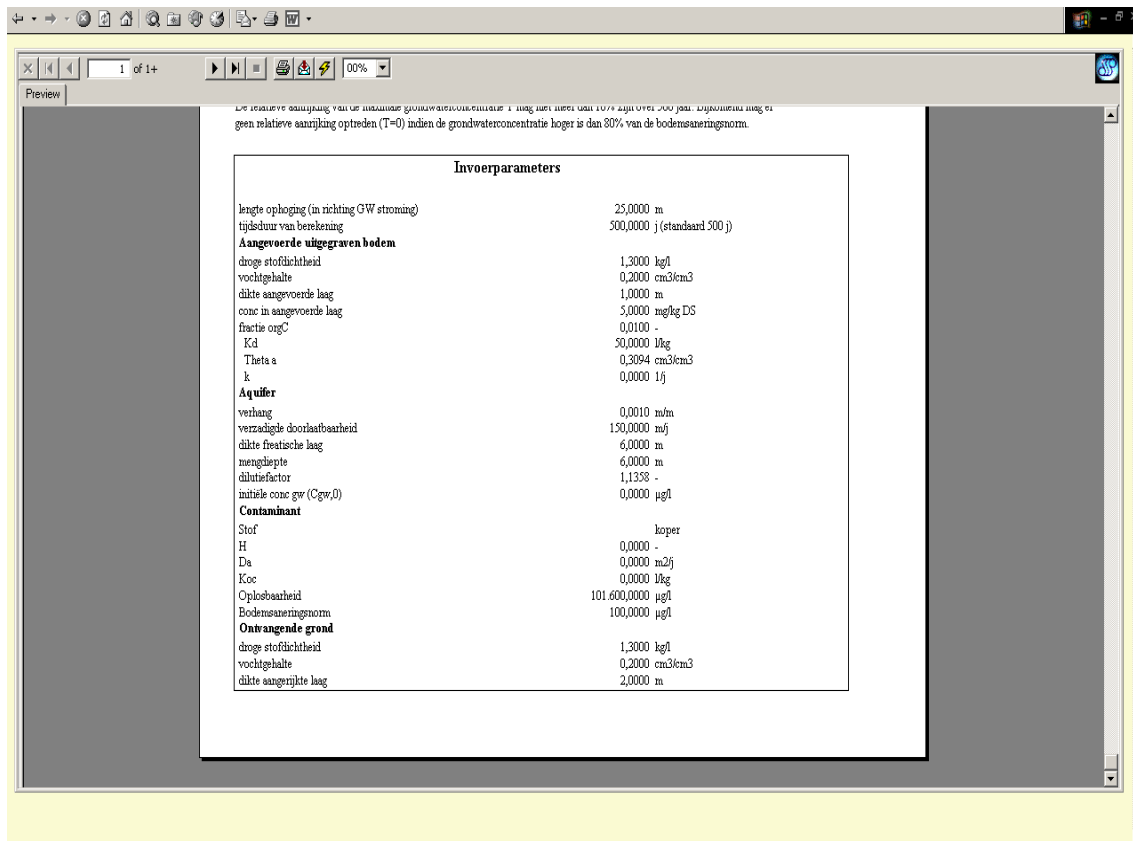


grondwaterconcentratie verhoogt door de terreinophoging. Dat zijn de twee elementen die van belang zijn voor de beoordeling van de ophoging. Indien de berekende grondwaterconcentratie zonder ophoging lager dan 80% van de bodemsaneringsnorm blijft, mag de ophoging een aanrijking van de maximum concentratie tot 10% over 500 jaar veroorzaken, op voorwaarde dat de ophoging er niet voor zorgt dat 80% van de bodemsaneringsnorm overschreden wordt. Indien er ook zonder ophoging al een overschrijding van 80% van de bodemsaneringsnorm optreedt, kan de ophoging enkel als er geen enkele verhoging van de maximum concentratie binnen de 500 jaar is.



*Figuur 4: Uitvoerscherm met het eerste deel van het rapport voor de berekening van het effect van een terreinophoging op de grondwaterkwaliteit*

In Figuur 4 staat onder de grafiek de berekende toename in maximum concentratie in procenten. Indien de ophoging is toegestaan, is het getal groen en verschijnt er achter het getal 'toegestaan'. Indien de ophoging niet is toegelaten, wordt het getal rood en verschijnt er achter het getal 'niet toegestaan' indien de relatieve aanrijking hoger is dan 10%, of 'niet toegestaan' want  $\text{gwconc} > 80\%$  van de bodemsaneringsnorm indien de relatieve aanrijking lager is dan 10% maar 80% van de bodemsaneringsnorm overschreden wordt. Hiermee is alle benodigde informatie voor de beoordeling van de ophoging gegeven. De rest van het uitvoerrapport geeft een overzicht van de gebruikte invoerparameters (zoals te zien is in Figuur 5) en de berekende getallen waarmee de grafiek is opgebouwd.



Figuur 5: Detail van het uitvoerscherm voor de berekening van het effect van een terreinverhoging met de lijst van de invoerparameters

### 3.4 Voorbeeld 1: Terrein aangerijkt met Cu

In dit voorbeeld wordt de invloed van de dikte van de opgehoogde laag geïllustreerd voor een terrein aangerijkt met koper. De aangerijkte laag van de ontvangende grond is 0,5 meter dik en daaronder bevindt zich nog een laag van 0,5 meter tot de grondwatertafel. In de eerste berekening is de terreinophoging 0,5 meter dik en 20 meter lang in de richting van de grondwaterstroming. De bodem heeft een kleigehalte van 22% en een organische koolstofgehalte van 0,0087 (organische stof gehalte is 1,5%). Voor droge stofdichtheid en volumetrisch vochtgehalte worden de standaardwaarden gebruikt, resp. 1,5 kg/l en 0,2 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>. Het perceel ligt in Kaartblad 26/3 en in bestemmingstype II. 80% van de bodemsaneringsnorm is 146 mg/kg DS en de waarde vrij gebruik is 107 mg/kg DS. De concentraties in aangevoerde en ontvangende grond zijn resp. 110 mg/kg DS en 120 mg/kg DS. De pH van de aangevoerde uitgegraven bodem is 4 en van de ontvangende grond 5. De berekende K<sub>d</sub> van de aangevoerde uitgegraven bodem is 126 l/kg en van de ontvangende grond 218 l/kg. Er is geen vermoeden van grondwaterverontreiniging, dus de hydrogeologische eigenschappen zijn afgelezen uit Bijlage A. Het invoerscherm en uitvoerscherm van de berekening zijn te zien in **Error! Reference source not found.**

### OPHOGING

Enkele tips bij het invullen

<b>Aangevoerde uitgegraven bodem</b>		<b>Ontvangende grond</b>	
droge stofdichtheid	1,5 kg/l	droge stofdichtheid	1,5 kg/l
vochtgehalte	0,2 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	vochtgehalte	0,2 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
dikte aangevoerde laag	0,5 m	dikte aangerijkte laag	0,5 m
conc in aangevoerde laag	110 mg/kg DS	conc in aangerijkte laag	120 mg/kg DS
lengte ophoging (in richting GW stroming)	20 m	dikte onderliggende bodemlaag (tussen aangerijkte laag en GW)	0,5 m
fractie orgC	0,006	conc in onderliggende laag (CAW)	15 mg/kg DS
Kd	126 l/kg	fractie orgC	0,006
		Kd	218 l/kg

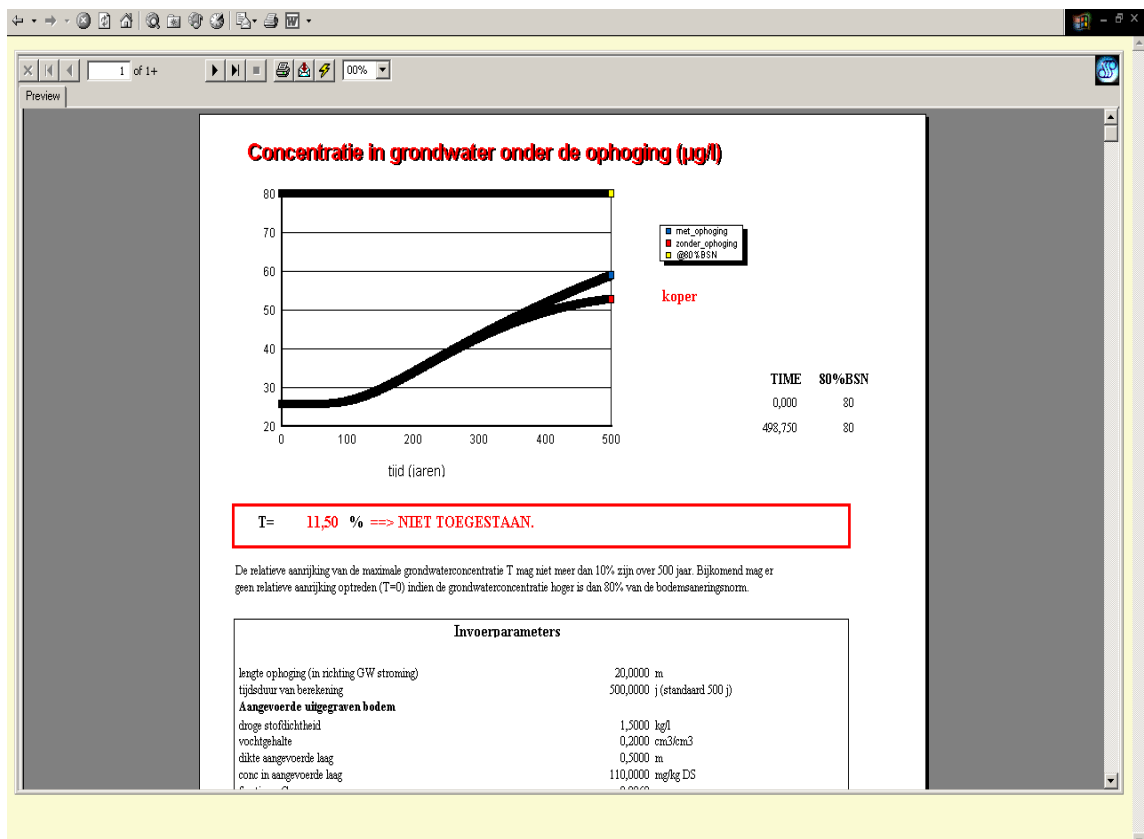
<b>Aquifer</b>		<b>Contaminant</b>	
verhang	0,005 m/m	Kies een stof	koper
verzadigde doorlaatbaarheid	3285 m/j	H	0
dikte freatische laag	50 m	Da	0 m <sup>2</sup> /j
mengdiepte	2,43824091191 m	Koc	l/kg
dilutiefactor	8,55624659982	Oplosbaarheid	101600 µg/l
initiele conc gw (C <sub>gw,0</sub> )	20 µg/l	Bodemsaneringsnorm	100 µg/l

tijdsduur van berekening:  j (standaard 500 j)
 **BEREKEN**

**Enkele tips bij het invullen:**

- Alle witte velden moeten door de gebruiker ingevuld worden, de blauwe velden worden automatisch ingevuld
- De Kd moet door de gebruiker ingevuld worden voor zware metalen, voor de andere stoffen wordt de waarde automatisch ingevuld op basis van de Koc-waarde
- Voor niet-getoonde stoffen moeten de fysico-chemische parameters door de gebruiker ingevuld worden
- Vul alle verplichte velden in vooraleer een stof te selecteren
- Alle informatie over de in te vullen parameters is terug te vinden in Bijlage 1 van de [Code van goede praktijk voor het werken met uitgegraven bodem](#)
- voor Microsoft Internet Explorer : gebruik steeds de printknop van het rapport (in plaats van de printknop van de Browser)

Voor meer info



Figuur 6: In- en uitvoerscherm voor voorbeeld 1

Het grondverzet leidt tot een aanrijking van de grondwaterconcentratie met 11,5 % en is dus niet toegestaan.

In het tweede deel wordt berekend wat het gevolg is van het aanbrengen van dezelfde aangevoerde uitgegraven bodem met een dikte van 0,2 m en een lengte in de richting van de grondwaterstroming van 50m. De resultaten staan in Figuur 7. Bij het aanbrengen van een dunnere laag leidt het grondverzet tot een aanrijking van de grondwaterconcentratie van 7,3 % en is dus wel toegestaan.

**OPHOING**

Enkele tips bij het invullen

Aangevoerde uitgegraven bodem		Ontvangende grond	
droge stofdichtheid	1,5 kg/l	droge stofdichtheid	1,5 kg/l
vochtgehalte	0,2 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	vochtgehalte	0,2 cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
dikte aangevoerde laag	0,2 m	dikte aangerijkte laag	0,5 m
conc in aangevoerde laag	110 mg/kg DS	conc in aangerijkte laag	120 mg/kg DS
lengte ophoing (in richting GW stroming)	50 m	dikte onderliggende bodemlaag (tussen aangerijkte laag en GW)	0,5 m
		conc in onderliggende laag (CAW)	15 mg/kg DS
fractie orgC	0,006	fractie orgC	0,006
Kd	126 l/kg	Kd	218 l/kg

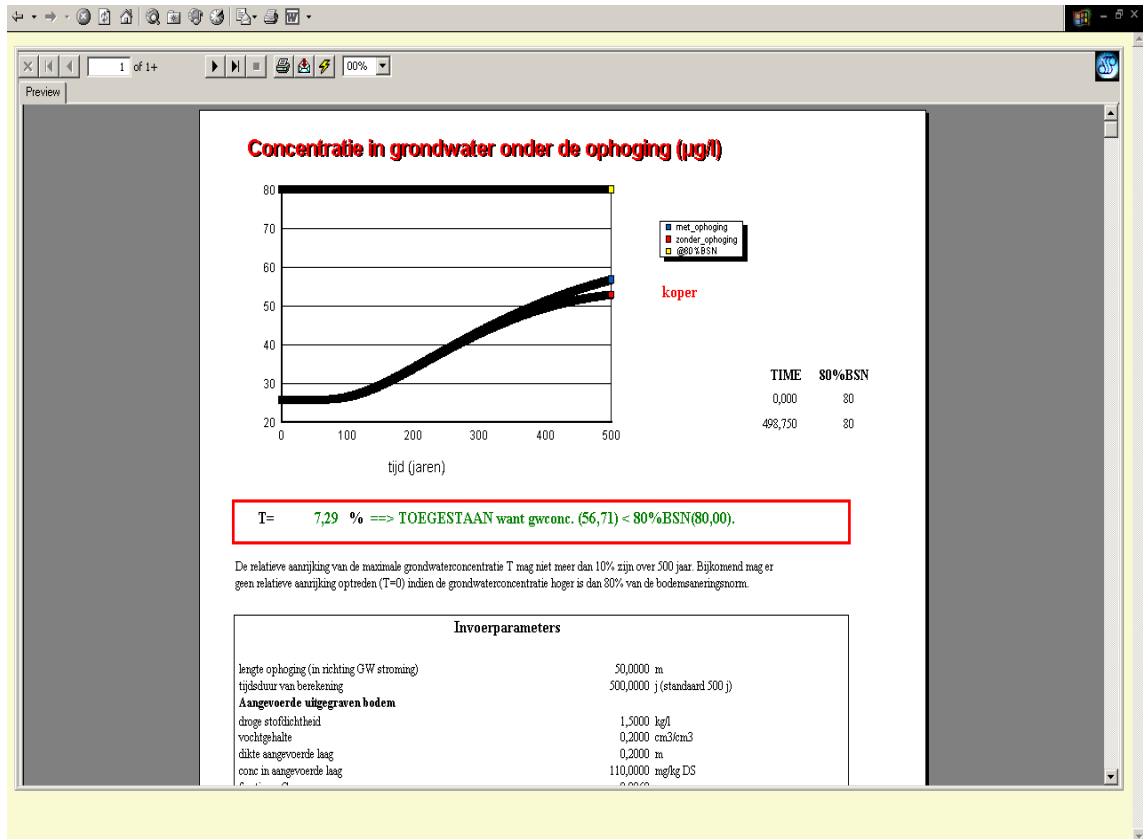
Aquifer		Contaminant	
verhang	0,005 m/m	Kies een stof	koper
verzadigde doorlaatbaarheid	3285 m/j	H	0
dikte freatische laag	50 m	Da	0 m <sup>2</sup> /j
mengdiepte	2,43824091194 m	Koc	0 l/kg
dilutiefactor	8,55624659982	Oplosbaarheid	101600 µg/l
initiele conc gw (C <sub>gw,0</sub> )	20 µg/l	Bodemsaneringsnorm	100 µg/l

tijdsduur van berekening 500 j (standaard 500 j) **BEREKEN**

**Enkele tips bij het invullen:**

- Alle witte velden moeten door de gebruiker ingevuld worden, de blauwe velden worden automatisch ingevuld
- De Kd moet door de gebruiker ingevuld worden voor zware metalen, voor de andere stoffen wordt de waarde automatisch ingevuld op basis van de Koc-waarde
- Voor niet-genormeerde stoffen moeten de fysico-chemische parameters door de gebruiker ingevuld worden
- Vul alle verplichte velden in, vooraleer een stof te selecteren
- Alle informatie over de in te vullen parameters is terug te vinden in Bijlage 1 van de [Code van goede praktijk voor het werken met uitgegraven bodem](#)
- voor Microsoft Internet Explorer: gebruik steeds de printknop van het rapport (in plaats van de printknop van de browser)

Voor meer info

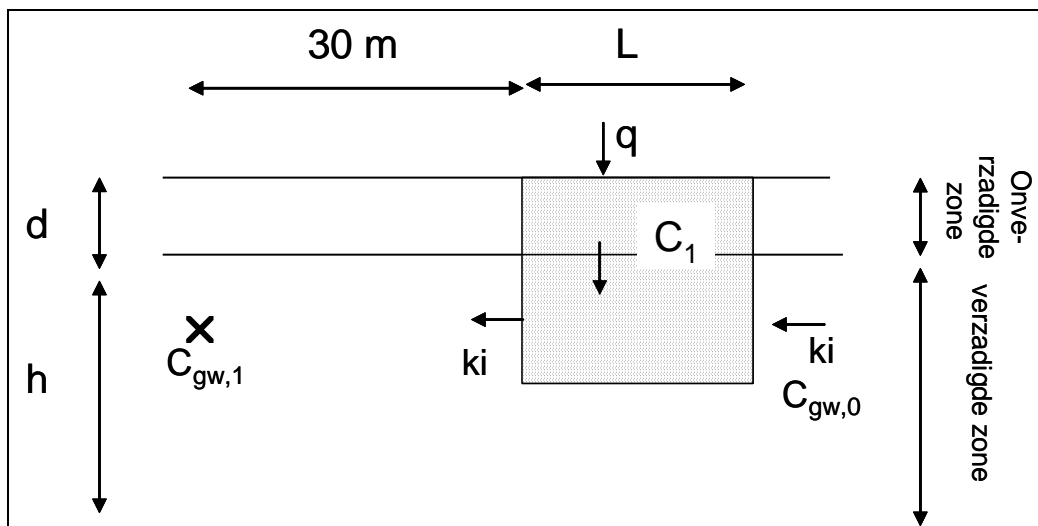


Figuur 7: In- en uitvoerscherf voor voorbeeld 1

## 4 OPVULLING

### 4.1 Algemeen

Bij opvullingen bevindt zich minstens een gedeelte van de opvulling onder de grondwatertafel. Indien aangetoond wordt dat de opvulling niet onder grondwaterniveau komt, wordt ze behandeld als een terreinverhoging. Indien de opvulling gedeeltelijk onder grondwaterniveau komt, wordt zowel de uitloging in de verzadigde zone als de uitloging uit de onverzadigde zone berekend. De grondwaterconcentratie wordt berekend in een receptor 30 meter stroomafwaarts van de terreinopvulling en de relatieve toename t.o.v. de initiële grondwaterconcentratie wordt berekend. De grondwaterconcentratie wordt getoetst aan het niveau van 80% van de bodemsaneringsnorm.



Figuur 8: Schematische weergave van de berekeningen voor een terreinopvulling

Het criterium waaraan de uitspoeling uit de terreinopvulling moet voldoen is het volgende:

*De maximale grondwaterconcentratie op een afstand van 30 meter van de terreinopvulling mag ten gevolge van de opvulling met niet meer dan 10% toenemen in een periode van 500 jaar EN de maximale grondwaterconcentratie mag nooit hoger zijn dan 80% van de bodemsaneringsnorm, tenzij deze norm al overschreden wordt in de situatie zonder terreinopvulling, in welk geval geen enkele toename van de maximale grondwaterconcentratie toegestaan is.*

$$\text{criterium } T = 100 * \frac{C_{gw,1}^{MAX} - C_{gw,0}^{MAX}}{C_{gw,0}^{MAX}} \rightarrow \begin{cases} T \leq 0 \Rightarrow \text{toegestaan} \\ 0 < T \leq 10 \Rightarrow \text{toegestaan als } C_{gw,1}^{MAX} \leq 80\% \text{ BSN} \\ T > 10 \Rightarrow \text{niet toege staan} \end{cases}$$



Het programma geeft de grondwaterconcentratie op 30 meter stroomafwaarts over 500 jaar, duidt het niveau van 80% van de bodemsaneringsnorm aan en berekent de relatieve aanrijking  $T$ .

## 4.2 Invoerscherm

**OPVULLING**

[Enkele tips bij het invullen](#)

Aangevoerde uitgegraven bodem

droge stofdichtheid	<input type="text"/>	kg/l
porositeit	<input type="text"/>	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
conc in opvulling	<input type="text"/>	mg/kg DS
fractie orgC	<input type="text"/>	-
K <sub>d</sub>	<input type="text"/>	l/kg
lengte opvulling (in richting GW stroming)	<input type="text"/>	m
Is er een deel van de opvulling boven de grondwatertafel (J/N)	<input type="text"/>	

Aquifer

verhang	<input type="text"/>	m/m
verzadigde doorlaatbaarheid	<input type="text"/>	m/j
dikte freatische laag	<input type="text"/>	m
mengdiepte	<input type="text"/>	m
dilutiefactor	<input type="text"/>	-
initiele conc gw (C <sub>gw,0</sub> )	<input type="text"/>	µg/l
afbraak in het grondwater (J/N)	<input type="text"/>	

Contaminant

Kies een stof	<input type="text"/>	-
H	<input type="text"/>	
Da	<input type="text"/>	m <sup>2</sup> /j
Koc	<input type="text"/>	l/kg
Oplosbaarheid	<input type="text"/>	µg/l
Bodemsaneringsnorm	<input type="text"/>	µg/l

tijdsduur van berekening  j (standaard 500 j)

**Enkele tips bij het invullen:**

- Alle witte velden moeten door de gebruiker ingevuld worden, de blauwe velden worden automatisch ingevuld
- De K<sub>d</sub> moet door de gebruiker ingevuld worden voor zware metalen, voor de andere stoffen wordt de waarde automatisch ingevuld op basis van de Koc-waarde
- Voor niet-genormeerde stoffen moeten de fysico-chemische parameters door de gebruiker ingevuld worden
- Vul alle verplichte velden in vooraleer een stof te selecteren
- Alle informatie over de in te vullen parameters is terug te vinden in Bijlage 1 van de [Code van goede praktijk voor het werken met uitgegraven bodem](#)
- Voor Microsoft Internet Explorer: gebruik steeds de printknop van het rapport (in plaats van de printknop van de Browser)

Voor meer info

*Figuur 9: Invoerscherm voor de berekening van het effect van een terreinopvulling op de grondwaterkwaliteit*

Het invoerscherm voor de berekening voor een terreinopvulling wordt getoond in Figuur 9. Alle witte velden moeten worden ingevuld door de gebruiker, waarden voor de blauwe velden worden automatisch geleverd door de software. Er is een grijs veld voor de bodemwater verdelingscoëfficiënt  $K_d$  voor de aangevoerde uitgegraven bodem. Hiervoor moet de waarde worden ingevoerd door de gebruiker indien het gaat om zware metalen en metalloïden (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), voor alle andere stoffen wordt de waarde automatisch berekend door de software. De invoer is ingedeeld in 3 blokken: aangevoerde uitgegraven bodem, aquifer en contaminant, en daarbij nog de tijdsduur van de berekening. Indien een deel van de opvulling zich boven grondwaterniveau bevindt, moet de gebruiker 'J' invullen bij 'Is er een deel van de opvulling boven grondwaterniveau?', en worden er extra invoerparameters gevraagd. Indien eerste orde afbraak van de contaminant in het grondwater in rekening wordt gebracht, moet de gebruiker 'J' invullen bij 'afbraak in het grondwater', en moet ook hier een extra parameter worden gegeven. Het invoerscherm met alle mogelijke invoerparameters is getoond in Figuur 10.

**OPVULLING**

Enkele tips bij het invullen

Aangevoerde uitgegraven bodem

droge stofdichtheid	<input type="text"/>	kg/l
porositeit	<input type="text"/>	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>
conc in opvulling	<input type="text"/>	mg/kg DS
fractie orgC	<input type="text"/>	-
Kd	<input type="text"/>	l/kg
lengte opvulling (in richting GW stroming)	<input type="text"/>	m
Is er een deel van de opvulling boven de grondwatertafel (J/N)	<input type="text"/>	
Zo ja: dikte van de laag boven de grondwatertafel	<input type="text"/>	m
vochtgehalte bodem	<input type="text"/>	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>

Aquifer

verhang	<input type="text"/>	m/m
verzadigde doorlaatbaarheid	<input type="text"/>	m/j
dikte freatische laag	<input type="text"/>	m
mengdiepte	<input type="text"/>	m
dilubefactor	<input type="text"/>	-
initiele conc gw (C <sub>gw,0</sub> )	<input type="text"/>	µg/l
afbraak in het grondwater (J/N)	<input type="text"/>	
Zo ja: halfwaardetijd	<input type="text"/>	j

tijdsduur van berekening  j (standaard 500 j) **BEREKEN**

Contaminant

Kies een stof

H	<input type="text"/>	-
Da	<input type="text"/>	m <sup>2</sup> /j
Koc	<input type="text"/>	l/kg
Oplosbaarheid	<input type="text"/>	µg/l
Bodemsaneringsnorm	<input type="text"/>	µg/l

Enkele tips bij het invullen:

- Alle witte velden moeten door de gebruiker ingevuld worden, de blauwe velden worden automatisch ingevuld
- De Kd moet door de gebruiker ingevuld worden voor zware metalen, voor de andere stoffen wordt de waarde automatisch ingevuld op basis van de Koc-waarde.
- Voor niet-genormeerde stoffen moeten de fysico-chemische parameters door de gebruiker ingevuld worden
- Vul alle verplichte velden in vooraleer een stof te selecteren
- Alle informatie over de in te vullen parameters is terug te vinden in Bijlage 1 van de [Code van goede praktijk voor het werken met uitgegraven bodem](#)
- voor Microsoft Internet Explorer: gebruik steeds de printknop van het rapport (in plaats van de printknop van de Browser)

Voor meer info

*Figuur 10: Invoerscherm voor de berekening van het effect van een terreinopvulling op de grondwaterkwaliteit met alle mogelijke invoervelden*

#### 4.2.1 Aangevoerde uitgegraven bodem

Voor de aangevoerde uitgegraven bodem moeten steeds de droge stofdichtheid, de porositeit, de concentratie in de opvulling, de lengte van de ophoging in de richting van de grondwaterstroming en de fractie organische koolstof gegeven worden. Voor zware metalen en metalloïden komt daar nog de bodem-water verdelingscoëfficiënt  $K_d$  bij. Als er zich een deel van de opvulling boven de grondwatertafel bevindt, komen daar nog de dikte van de laag boven de grondwatertafel en het vochtgehalte van die laag bij. In Tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de parameters en de overeenkomstige symbolen uit Figuur 8.

*Tabel 5: Overzicht van de in te vullen parameters voor de aangevoerde uitgegraven bodem bij een opvulling*

Parameter	Omschrijving	Benaming in Fig.14	Eenheid	Waarde
droge stofdichtheid	droge stofdichtheid van de aangevoerde uitgegraven bodem	-	kg/l	standaard/te bepalen
porositeit	porositeit van de grond in de opvulling	-	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	standaard/te bepalen



Parameter	Omschrijving	Benaming in Fig.14	Eenheid	Waarde
conc. in aangevoerde laag	concentratie in de aangevoerde uitgegraven bodem	C <sub>1</sub>	mg/kg DS	te bepalen
lengte opvulling	lengte van de opvulling in de richting van de grondwaterstroming	L	m	te bepalen
fractie orgC	gehalte organische koolstof (=gehalte organische stof *0,58)(tussen 0 en 1)	-	-	te bepalen
K <sub>d</sub>	bodem-water verdelingscoëfficiënt	-	l/kg	te bepalen/ berekend door software
dikte laag boven grondwatertafel	dikte van de opvulling boven de grondwatertafel	D	m	te bepalen
vochtgehalte	volumetrisch vochtgehalte van de opvulling (laag boven de grondwatertafel)	-	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	standaard/te bepalen

De bepaling van de droge stofdichtheid, het vochtgehalte en de bodem-water verdelingsfactor  $K_d$  voor zware metalen en metalloïden zijn hetzelfde als bij de ophoging en staan beschreven in 3.2.1.

De porositeit (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. De standaardwaarde (voor  $\rho = 1,5$  kg/l) is 0,43 cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>.

#### 4.2.2 Aquifer

Voor de aquifer moeten het verhang, de verzadigde doorlaatbaarheid, de dikte van de freatische laag en de initiële grondwaterconcentratie gegeven worden. De mengdiepte en dilutiefactor worden door de software berekend. Indien afbraak in het grondwater in rekening wordt gebracht, moet de halfwaardetijd in grondwater gegeven worden. In Tabel 6 wordt een overzicht gegeven van de parameters en de overeenkomstige symbolen uit Figuur 8.

*Tabel 6: Overzicht van de in te vullen parameters voor de aquifer bij een opvulling*

Parameter	Omschrijving	Benaming In Fig.14	Eenheid	Waarde
verhang	hydraulische gradient of verhang in de freatische laag waarin de opvulling is	I	m/m	Bijlage A/te bepalen
verzadigde doorlaatbaarheid	verzadigde doorlaatbaarheid van de freatische laag	K	m/j	Bijlage A/te bepalen
dikte freatische laag	dikte van de freatische laag	-	m	Bijlage A/te bepalen

Parameter	Omschrijving	Benaming In Fig.14	Eenheid	Waarde
initiële conc. gw	concentratie in het grondwater stroomopwaarts van de opvulling	$C_{gw,0}$	$\mu\text{g/l}$	AW/te bepalen
mengdiepte	dikte van de laag waarbinnen volledige menging van infiltrerend water en grondwater optreedt; wordt berekend door de software	H	m	berekend door software
dilutiefactor	verhouding tussen de concentratie in het bodemwater en de concentratie in het grondwater; wordt berekend door de software	-	-	berekend door software
halfwaardetijd	halfwaardetijd van de afbraakreactie van de contaminant in het grondwater; enkel indien 1 <sup>e</sup> orde afbraak beschouwd wordt	-	j	te bepalen

Indien het grondwater van het op te vullen terrein verdacht is en er een vermoeden bestaat dat er een verontreiniging aanwezig is, dienen de richting van de grondwaterstroming, het verhang en de verzadigde doorlaatbaarheid van de freatische laag en de concentratie in het grondwater stroomopwaarts van de ophoging gemeten te worden. Indien niet, kunnen de hydro-geologische parameters afgelezen worden uit Bijlage A en kan de grondwater concentratie gelijk gesteld worden aan de achtergrondwaarde. De initiële grondwaterconcentratie moet steeds groter dan nul zijn (minimaal de detectielimiet) omdat de relatieve aanrijking berekend wordt en er anders moet gedeeld worden door nul.

#### 4.2.3 Contaminant

Voor de fysico-chemische parameters van de contaminant volstaat het de aanwezige stof te selecteren uit het drop-down menu en dan worden de parameters automatisch ingevuld. Indien het echter om een niet-genormeerde stof gaat, moet de gebruiker ‘andere stof (nt in db)’ selecteren, en vervolgens zelf de dimensieloze Henry-coëfficiënt  $H'$  (-), de diffusiecoëfficiënt in lucht  $D_a$  ( $\text{m}^2/\text{j}$ ), de organische koolstof-water verdelingscoëfficiënt  $K_{oc}$  (l/kg), de oplosbaarheid  $S$  ( $\mu\text{g/l}$ ) en de afgeleide bodemsaneringsnorm in  $\mu\text{g/l}$  invullen.

#### 4.2.4 Tijdsduur van berekening

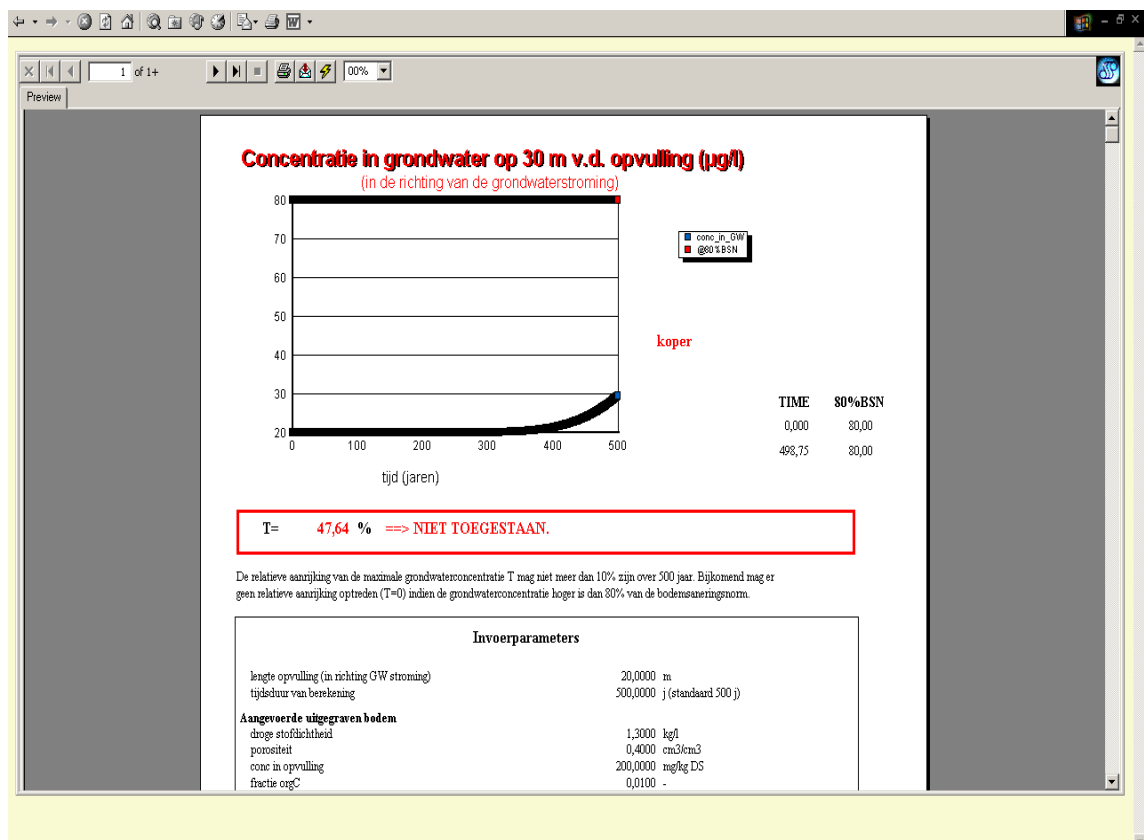
Standaard staat de tijdsduur van berekening ingesteld op 500 jaar aangezien het criterium zo gedefinieerd is dat de concentratie in het grondwater over de volgende 500 jaar berekend moet worden.

Na het invullen van alle velden, wordt de berekening gestart met de ‘Bereken’-knop.

### 4.3 Uitvoerscherm

De uitvoer van de berekening bestaat uit een rapport analoog aan dat bij ophoging en kan afgedrukt worden via de printknop van de Seagate Crystal Smart Viewer (voor Microsoft Internet Explorer) of via de printknop van de Netscape browser (voor Netscape). Het rapport bestaat uit drie delen: een grafiek met het berekende criterium  $T$  en een beoordeling van de ophoging, een lijst van de invoerparameters en tenslotte een lijst van de getallen waarmee de grafieken opgebouwd zijn (berekende grondwaterconcentratie 30 meter stroomafwaarts van de opvulling in functie van de tijd).

Figuur 11 toont het eerste deel van het rapport. De grafiek is opgebouwd uit twee curven: de blauwe curve is de grondwaterconcentratie 30 meter stroomafwaarts van de opvulling en de rode geeft het niveau van 80% van de bodemsaneringsnorm aan. Rechts van de grafiek onder de legende staat de naam van de stof waarvoor de berekening is uitgevoerd en uiterst rechts de waarde van 80% van de bodemsaneringsnorm voor die stof. Uit de grafiek is af te lezen waar de grondwaterconcentratie ligt t.o.v. de van de bodemsaneringsnorm. Indien de berekende grondwaterconcentratie lager dan 80% van de bodemsaneringsnorm blijft, mag de opvulling een aanrijking van de maximum concentratie tot 10% over 500 jaar veroorzaken.



Figuur 11: Uitvoerscherm met het eerste deel van het rapport voor de berekening van het effect van een opvulling op de grondwaterkwaliteit

Onder de grafiek staat de berekende relatieve toename van de grondwaterconcentratie in procenten. Indien de opvulling is toegestaan, is het getal groen en verschijnt er achter het

getal 'toegestaan'. Indien de opvulling niet is toegelaten, wordt het getal rood en verschijnt er achter het getal 'niet toegestaan' indien de relatieve aanrijking hoger is dan 10%, of 'niet toegestaan want  $gwconc > 80\% BSN$ ' indien de relatieve aanrijking lager is dan 10% maar 80% van de bodemsaneringsnorm overschreden wordt. Hiermee is alle benodigde informatie voor de beoordeling van de opvulling gegeven. De rest van het uitvoerrapport geeft een overzicht van de gebruikte invoerparameters en de berekende getallen waarmee de grafiek is opgebouwd.

#### 4.4 Voorbeeld 2: Terrein aangerijkt met Cd

In dit voorbeeld wordt berekend wat de invloed is van een opvulling met grond aangerijkt in Cd op de grondwaterkwaliteit 30 meter stroomafwaarts. De opvulling bevindt zich volledig onder grondwatervlucht en is 50 meter lang in de richting van de grondwaterstroming. De bodem heeft een kleigehalte van 10%, een organische koolstofgehalte van 0,02 en een droogrest van 72%. Uit peilbuisgegevens is gebleken dat het grondwater ook verhoogde Cd-concentraties bevat, en daarom zijn de hydro-geologische gegevens ter plaatse opgemeten. De hydraulische gradiënt  $i$  is 0,002 m/m, de verzadigde doorlaatbaarheid  $k$  is 1760 m/j en de dikte van de freatische laag is 2 meter. De Cd-concentratie in het grondwater is 3  $\mu\text{g/l}$ . Het perceel ligt in bestemmingstype III. 80% van de bodemsaneringsnorm is 4,8 mg/kg DS en de R-waarde is 1,2 mg/kg DS. De porositeit is bepaald uit de droge stofdichtheid (hier 1,3 kg/l) en is gelijk aan 0,51  $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ . De aangevoerde uitgegraven bodem heeft een pH 5 en gebruikmakend van de vergelijkingen in Tabel 2, is de  $K_d$  gelijk aan 129 l/kg. De concentratie in de aangevoerde uitgegraven bodem is 3,6 mg/kg DS. Het invoerscherm en uitvoerscherm van de berekening zijn te zien in Figuur 12.

**OPVULLING**

Enkele tips bij het invullen

Aangevoerde uitgegraven bodem	
droge stofdichtheid	1,3 kg/l
porositeit	0,51 $\text{cm}^3/\text{cm}^3$
conc in opvulling	3,6 mg/kg DS
fractie orgC	0,02
Kd	129 l/kg
lengte opvulling (in richting GW stroming)	50 m
Is er een deel van de opvulling boven de grondwaterafel (J/N)	n

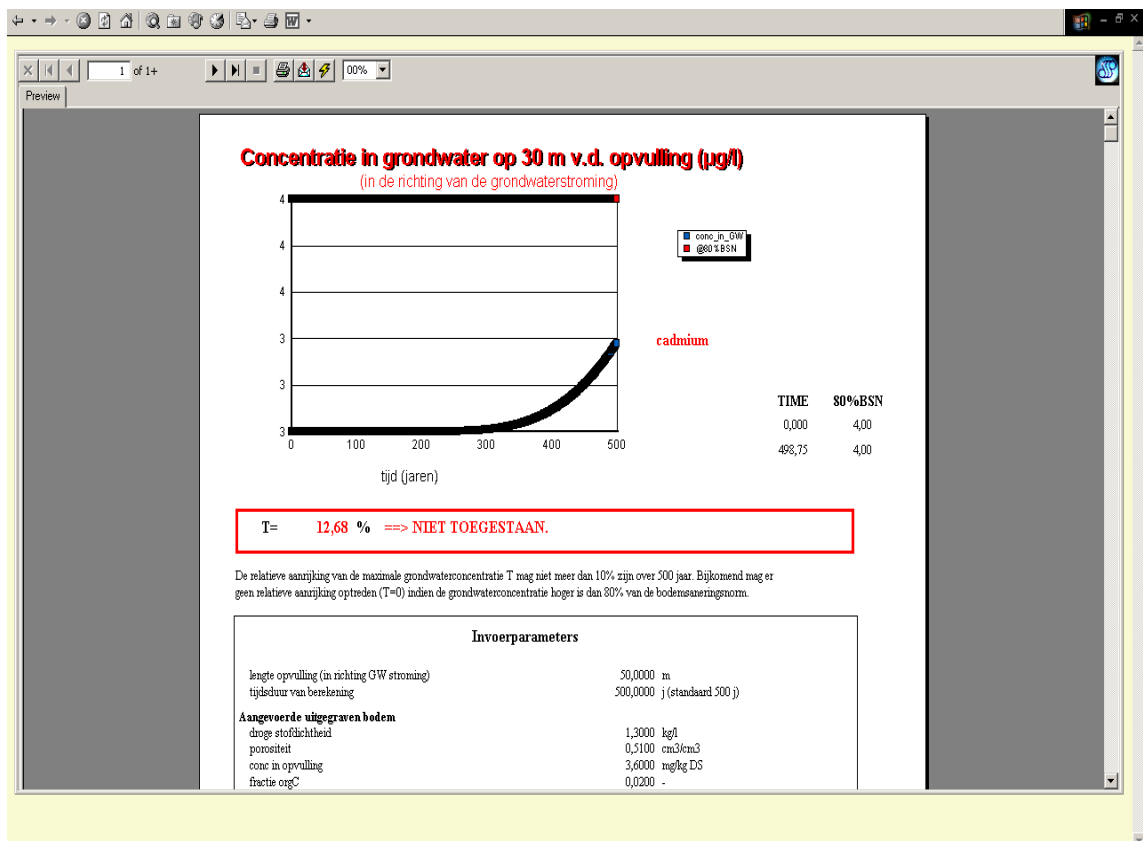
Aquifer		Contaminant	
verhang	0,002 m/m	Kies een stof	cadmium
verzadigde doorlaatbaarheid	1760 m/j	H	0 -
dikte freatische laag	2 m	Da	0 $\text{m}^2/\text{j}$
mergdiepte	2 m	Koc	101160 l/kg
dilatiefactor	1,53132075471	Oplosbaarheid	101160 $\mu\text{g/l}$
initiele conc gw (Cgw,0)	3 $\mu\text{g/l}$	Bodemsaneringsnorm	5 $\mu\text{g/l}$
afbraak in het grondwater (J/N)	n		

tijdsduur van berekening 500 j (standaard 500 j) **BEREKEN**

Enkele tips bij het invullen:

- Alle witte velden moeten door de gebruiker ingevuld worden, de blauwe velden worden automatisch ingevuld
- De Kd moet door de gebruiker ingevuld worden voor zware metalen, voor de andere stoffen wordt de waarde automatisch ingevuld op basis van de Koc-waarde
- Voor niet-genormeerde stoffen moeten de fysico-chemische parameters door de gebruiker ingevuld worden
- Vul alle verplichte velden in voorsleer een stof te selecteren
- Alle informatie over de in te vullen parameters is terug te vinden in Bijlage 1 van de [Code van goede praktijk voor het werken met uitgegraven bodem](#)
- Voor Microsoft Internet Explorer: gebruik steeds de printknop van het rapport (in plaats van de printknop van de Browser)

Voor meer info



Figuur 12: In- en uitvoerscherf voor voorbeeld 2

De opvulling is niet toegestaan, want de relatieve aanrijking 30 meter stroomafwaarts ten gevolge van de opvulling is hoger dan 10%.

## REFERENTIES

OVAM. 2008. Standaardprocedure studie van de ontvangende grond. OVAM, Mechelen.

Seuntjens, P., I. Joris, J. Patyn, C. Cornelis, J. Bronders. 2004. Opstellen van een methodiek voor bepaling van risico's door uitloging en beschrijving evolutie van de bodemkwaliteit. Studie i.o.v. OVAM.

Smolders, E., Degryse, F., De Brouwere, K., Van den brande, K., Cornelis, C., en P. Seuntjens. 2000. Bepaling van veldgemeten verdelingsfactoren van zware metalen bij bodemverontreiniging in Vlaanderen. Studie i.o.v. OVAM. 92 pp.

Toride, N., F. J. Leij, and M. Th. van Genuchten. 1995. The CXTFIT Code for Estimating Transport Parameters from Laboratory or Field Tracer Experiments, Version 2.0. Research Report No. 137, U.S. Salinity Laboratory, USDA, ARS, Riverside, California.

Vereecken, H. 1988. Pedotransfer functions for the generation of hydraulic properties for Belgian soils. Doctoraatsproefschrift, Faculteit der Landbouwwetenschappen, K.U.Leuven, Leuven.

# BIJLAGE A: HYDRO-GEOLOGISCHE KENMERKEN PER KAARTBLAD

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
1	8	3	3	1095	2	0,001
1	8	4	3	1095	2	0,001
2	6	3	3	1095	2	0,001
2	6	4	3	1095	2	0,001
2	7	3	3	1095	2	0,001
3	5	3	3	1095	2	0,001
3	5	4	3	1095	2	0,001
4	7	4	6	2190	2	0,001
4	8	2	6	2190	2	0,001
4	8	3	6	2190	2	0,001
4	8	4	6	2190	2	0,001
5	5	1	6	2190	2	0,001
5	5	2	6	2190	2	0,001
5	5	3	6	2190	2	0,001
5	5	4	6	2190	2	0,001
5	6	1	6	2190	2	0,001
5	6	2	6	2190	2	0,001
5	6	3	6	2190	2	0,001
5	6	4	6	2190	2	0,001
5	8	3	6	2190	2	0,001
5	8	4	6	2190	2	0,001
6	5	3	4	1460	10	0,001
7	2	3	6	2190	10	0,001
7	2	4	6	2190	25	0,001
7	3	2	6	2190	2	0,001
7	3	3	6	2190	25	0,001
7	4	1	6	2190	2	0,001
7	4	2	6	2190	2	0,001
7	4	3	6	2190	2	0,001
7	4	4	6	2190	2	0,001
7	5	4	6	2190	2	0,001
7	6	1	6	2190	2	0,001
7	6	2	6	2190	25	0,001
7	6	3	6	2190	2	0,001
7	6	4	6	2190	10	0,001
7	7	1	6	2190	10	0,001
7	7	2	6	2190	50	0,001
7	7	3	6	2190	10	0,001
7	7	4	6	2190	10	0,001
7	8	1	6	2190	50	0,001
7	8	2	6	2190	50	0,001
7	8	3	6	2190	10	0,001
7	8	4	6	2190	10	0,001
8	1	1	3	1095	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
8	1	2	3	1095	2	0,001
8	1	3	3	1095	2	0,001
8	1	4	3	1095	2	0,001
8	2	1	3	1095	2	0,001
8	2	2	3	1095	2	0,001
8	2	3	3	1095	2	0,001
8	2	4	3	1095	2	0,001
8	3	1	3	1095	2	0,001
8	3	3	3	1095	2	0,001
8	3	4	3	1095	2	0,001
8	4	2	3	1095	2	0,001
8	4	3	3	1095	2	0,001
8	4	4	3	1095	2	0,001
8	5	1	3	1095	2	0,001
8	5	2	3	1095	2	0,001
8	5	3	3	1095	10	0,001
8	5	4	3	1095	10	0,001
8	6	1	3	1095	2	0,001
8	6	2	3	1095	2	0,001
8	6	3	3	1095	10	0,001
8	6	4	3	1095	10	0,001
8	7	1	3	1095	2	0,001
8	7	2	3	1095	2	0,001
8	7	3	3	1095	10	0,001
8	7	4	3	1095	10	0,001
8	8	1	3	1095	2	0,001
8	8	2	3	1095	2	0,001
8	8	3	3	1095	10	0,001
8	8	4	3	1095	10	0,001
9	1	1	5	1825	2	0,001
9	1	2	5	1825	2	0,001
9	1	3	5	1825	2	0,001
9	1	4	5	1825	2	0,001
9	5	1	5	1825	2	0,001
9	5	2	5	1825	2	0,001
9	5	3	5	1825	10	0,001
9	5	4	5	1825	10	0,001
9	6	1	5	1825	10	0,001
9	6	3	5	1825	10	0,001
9	6	4	5	1825	10	0,001
10	5	3	8	2920	25	0,001
10	5	4	8	2920	25	0,001
11	7	4	4	1460	2	0,001
11	8	2	4	1460	2	0,001
11	8	3	4	1460	2	0,001
11	8	4	4	1460	2	0,001
12	1	4	4	1460	2	0,001
12	2	2	4	1460	2	0,001
12	2	3	4	1460	2	0,001



Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
12	2	4	4	1460	2	0,001
12	3	1	4	1460	2	0,001
12	3	2	4	1460	2	0,001
12	3	3	4	1460	2	0,001
12	3	4	4	1460	2	0,001
12	4	1	4	1460	2	0,001
12	4	2	4	1460	2	0,001
12	4	3	4	1460	2	0,001
12	4	4	4	1460	2	0,001
12	5	1	4	1460	2	0,001
12	5	2	4	1460	2	0,001
12	5	3	4	1460	2	0,001
12	5	4	4	1460	2	0,001
12	6	1	4	1460	2	0,001
12	6	2	4	1460	2	0,001
12	6	3	4	1460	2	0,001
12	6	4	4	1460	2	0,001
12	7	1	4	1460	2	0,001
12	7	2	4	1460	2	0,001
12	7	3	4	1460	2	0,001
12	7	4	4	1460	2	0,001
12	8	1	4	1460	2	0,001
12	8	2	4	1460	2	0,001
12	8	3	4	1460	2	0,001
12	8	4	4	1460	2	0,001
13	1	1	4	1460	10	0,001
13	1	2	4	1460	10	0,001
13	1	3	4	1460	10	0,001
13	1	4	4	1460	10	0,001
13	2	1	4	1460	10	0,001
13	2	2	4	1460	10	0,001
13	2	3	4	1460	10	0,001
13	2	4	4	1460	2	0,001
13	3	1	4	1460	10	0,001
13	3	2	4	1460	10	0,001
13	3	3	4	1460	2	0,001
13	3	4	4	1460	10	0,001
13	4	1	4	1460	10	0,001
13	4	2	4	1460	10	0,001
13	4	3	4	1460	10	0,001
13	4	4	4	1460	10	0,001
13	5	1	4	1460	10	0,001
13	5	2	4	1460	10	0,001
13	5	3	4	1460	2	0,001
13	5	4	4	1460	2	0,001
13	6	1	4	1460	10	0,001
13	6	2	4	1460	10	0,001
13	6	3	4	1460	2	0,001
13	6	4	4	1460	10	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
13	7	1	4	1460	2	0,001
13	7	2	4	1460	2	0,001
13	7	3	4	1460	10	0,001
13	7	4	4	1460	10	0,001
13	8	1	4	1460	10	0,001
13	8	2	4	1460	10	0,001
13	8	3	4	1460	10	0,001
13	8	4	4	1460	10	0,001
14	1	1	4	1460	2	0,001
14	1	2	4	1460	2	0,001
14	1	3	4	1460	2	0,001
14	1	4	4	1460	2	0,001
14	2	1	4	1460	2	0,001
14	2	3	4	1460	2	0,001
14	2	4	4	1460	2	0,001
14	3	3	4	1460	2	0,001
14	3	4	4	1460	2	0,001
14	4	2	4	1460	2	0,001
14	4	3	4	1460	10	0,001
14	4	4	4	1460	2	0,001
14	5	1	4	1460	2	0,001
14	5	2	4	1460	2	0,001
14	5	3	4	1460	2	0,001
14	5	4	4	1460	2	0,001
14	6	1	4	1460	10	0,001
14	6	2	4	1460	10	0,001
14	6	3	4	1460	10	0,001
14	6	4	4	1460	10	0,001
14	7	1	4	1460	10	0,001
14	7	2	4	1460	10	0,001
14	7	3	4	1460	10	0,001
14	7	4	4	1460	10	0,001
14	8	1	4	1460	10	0,001
14	8	2	4	1460	10	0,001
14	8	3	4	1460	10	0,001
14	8	4	4	1460	10	0,001
15	1	1	3	1095	2	0,001
15	1	2	3	1095	2	0,001
15	1	3	3	1095	2	0,001
15	1	4	3	1095	2	0,001
15	2	1	3	1095	2	0,001
15	2	2	3	1095	2	0,001
15	2	3	3	1095	2	0,001
15	2	4	3	1095	2	0,001
15	3	1	3	1095	2	0,001
15	3	2	3	1095	2	0,001
15	3	3	3	1095	2	0,001
15	3	4	3	1095	2	0,001
15	4	1	3	1095	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
15	4	2	3	1095	2	0,001
15	4	3	3	1095	10	0,001
15	4	4	3	1095	2	0,001
15	5	1	3	1095	2	0,001
15	5	2	3	1095	2	0,001
15	5	3	3	1095	2	0,001
15	5	4	3	1095	2	0,001
15	6	1	3	1095	2	0,001
15	6	2	3	1095	2	0,001
15	6	3	3	1095	2	0,001
15	6	4	3	1095	2	0,001
15	7	1	3	1095	2	0,001
15	7	2	3	1095	2	0,001
15	7	3	3	1095	2	0,001
15	7	4	3	1095	2	0,001
15	8	1	3	1095	2	0,001
15	8	2	3	1095	2	0,001
15	8	3	3	1095	2	0,001
15	8	4	3	1095	2	0,001
16	1	1	8	2920	2	0,001
16	1	2	8	2920	2	0,001
16	1	3	8	2920	2	0,001
16	1	4	8	2920	2	0,001
16	2	1	8	2920	2	0,001
16	2	2	8	2920	2	0,001
16	2	3	8	2920	2	0,001
16	2	4	8	2920	2	0,001
16	3	1	8	2920	2	0,001
16	3	2	8	2920	2	0,001
16	3	3	8	2920	2	0,001
16	3	4	8	2920	2	0,001
16	4	1	8	2920	2	0,001
16	4	2	8	2920	2	0,001
16	4	3	8	2920	2	0,001
16	4	4	8	2920	2	0,001
16	5	1	8	2920	2	0,001
16	5	2	8	2920	2	0,001
16	5	3	8	2920	2	0,001
16	5	4	8	2920	2	0,001
16	6	1	8	2920	10	0,001
16	6	2	8	2920	10	0,001
16	6	3	8	2920	2	0,001
16	6	4	8	2920	10	0,001
16	7	1	8	2920	25	0,001
16	7	2	8	2920	2	0,001
16	7	3	8	2920	25	0,001
16	7	4	8	2920	25	0,001
16	8	1	8	2920	2	0,001
16	8	2	8	2920	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
16	8	3	8	2920	50	0,001
16	8	4	8	2920	2	0,001
17	1	1	9	3285	2	0,001
17	1	2	9	3285	2	0,001
17	1	3	9	3285	2	0,001
17	1	4	9	3285	2	0,001
17	2	1	9	3285	2	0,001
17	2	2	9	3285	2	0,001
17	2	3	9	3285	2	0,001
17	2	4	9	3285	2	0,001
17	3	1	9	3285	25	0,001
17	3	2	9	3285	25	0,001
17	3	3	9	3285	25	0,001
17	3	4	9	3285	25	0,001
17	4	1	9	3285	25	0,001
17	4	2	9	3285	25	0,001
17	4	3	9	3285	50	0,001
17	4	4	9	3285	25	0,001
17	5	1	9	3285	25	0,001
17	5	2	9	3285	50	0,001
17	5	3	9	3285	50	0,001
17	5	4	9	3285	25	0,001
17	6	1	9	3285	25	0,001
17	6	2	9	3285	50	0,001
17	6	3	9	3285	50	0,001
17	6	4	9	3285	50	0,001
17	7	1	9	3285	2	0,001
17	7	2	9	3285	2	0,001
17	7	3	9	3285	50	0,001
17	7	4	9	3285	50	0,001
17	8	1	9	3285	10	0,001
17	8	2	9	3285	10	0,001
17	8	3	9	3285	50	0,001
17	8	4	9	3285	50	0,001
18	1	1	10	3650	25	0,005
18	1	2	10	3650	25	0,005
18	1	3	10	3650	50	0,005
18	1	4	10	3650	25	0,005
18	2	3	10	3650	25	0,005
18	2	4	10	3650	25	0,005
18	5	1	10	3650	50	0,005
18	5	2	10	3650	50	0,005
18	5	3	10	3650	50	0,005
18	5	4	10	3650	50	0,005
18	6	1	10	3650	25	0,005
18	6	2	10	3650	25	0,005
18	6	3	10	3650	10	0,005
18	6	4	10	3650	25	0,005
18	7	1	10	3650	25	0,005

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
18	7	2	10	3650	25	0,005
18	7	3	10	3650	25	0,005
18	7	4	10	3650	25	0,005
18	8	1	10	3650	25	0,005
18	8	3	10	3650	25	0,005
19	3	2	2	730	2	0,001
19	3	4	2	730	2	0,001
19	4	1	2	730	2	0,001
19	4	2	2	730	2	0,001
19	4	3	2	730	2	0,001
19	4	4	2	730	2	0,001
19	8	1	2	730	2	0,001
19	8	2	2	730	2	0,001
19	8	3	2	730	2	0,001
19	8	4	2	730	2	0,001
20	1	1	2	730	2	0,001
20	1	2	2	730	2	0,001
20	1	3	2	730	2	0,001
20	1	4	2	730	2	0,001
20	2	1	2	730	2	0,001
20	2	2	2	730	2	0,001
20	2	3	2	730	2	0,001
20	2	4	2	730	2	0,001
20	3	1	2	730	2	0,001
20	3	2	2	730	2	0,001
20	3	3	2	730	2	0,001
20	3	4	2	730	2	0,001
20	4	1	2	730	2	0,001
20	4	2	2	730	2	0,001
20	4	3	2	730	2	0,001
20	4	4	2	730	2	0,001
20	5	1	2	730	2	0,001
20	5	2	2	730	2	0,001
20	5	3	2	730	2	0,001
20	5	4	2	730	2	0,001
20	6	1	2	730	2	0,001
20	6	2	2	730	2	0,001
20	6	3	2	730	2	0,001
20	6	4	2	730	2	0,001
20	7	1	2	730	2	0,001
20	7	2	2	730	2	0,001
20	7	3	2	730	2	0,001
20	7	4	2	730	2	0,001
20	8	1	2	730	2	0,001
20	8	2	2	730	2	0,001
20	8	3	2	730	2	0,001
20	8	4	2	730	2	0,001
21	1	1	3	1095	2	0,001
21	1	2	3	1095	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
21	1	3	3	1095	2	0,001
21	1	4	3	1095	2	0,001
21	2	1	3	1095	2	0,001
21	2	2	3	1095	2	0,001
21	2	3	3	1095	2	0,001
21	2	4	3	1095	2	0,001
21	3	1	3	1095	10	0,001
21	3	2	3	1095	10	0,001
21	3	3	3	1095	2	0,001
21	3	4	3	1095	2	0,001
21	4	1	3	1095	10	0,001
21	4	2	3	1095	10	0,001
21	4	3	3	1095	10	0,001
21	4	4	3	1095	10	0,001
21	5	1	3	1095	2	0,001
21	5	2	3	1095	2	0,001
21	5	3	3	1095	2	0,001
21	5	4	3	1095	2	0,001
21	6	1	3	1095	2	0,001
21	6	2	3	1095	2	0,001
21	6	3	3	1095	10	0,001
21	6	4	3	1095	10	0,001
21	7	1	3	1095	10	0,001
21	7	2	3	1095	10	0,001
21	7	3	3	1095	10	0,001
21	7	4	3	1095	10	0,001
21	8	1	3	1095	10	0,001
21	8	2	3	1095	10	0,001
21	8	3	3	1095	2	0,001
21	8	4	3	1095	10	0,001
22	1	1	3	1095	10	0,001
22	1	2	3	1095	10	0,001
22	1	3	3	1095	10	0,001
22	1	4	3	1095	10	0,001
22	2	1	3	1095	10	0,001
22	2	2	3	1095	10	0,001
22	2	3	3	1095	10	0,001
22	2	4	3	1095	10	0,001
22	3	1	3	1095	10	0,001
22	3	2	3	1095	10	0,001
22	3	3	3	1095	10	0,001
22	3	4	3	1095	10	0,001
22	4	1	3	1095	10	0,001
22	4	2	3	1095	10	0,001
22	4	3	3	1095	10	0,001
22	4	4	3	1095	10	0,001
22	5	1	3	1095	10	0,001
22	5	2	3	1095	10	0,001
22	5	3	3	1095	10	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
22	5	4	3	1095	10	0,001
22	6	1	3	1095	2	0,001
22	6	2	3	1095	2	0,001
22	6	3	3	1095	2	0,001
22	6	4	3	1095	2	0,001
22	7	1	3	1095	2	0,001
22	7	2	3	1095	2	0,001
22	7	3	3	1095	2	0,001
22	7	4	3	1095	2	0,001
22	8	1	3	1095	2	0,001
22	8	2	3	1095	2	0,001
22	8	3	3	1095	2	0,001
22	8	4	3	1095	2	0,001
23	1	1	4	1460	2	0,001
23	1	2	4	1460	2	0,001
23	1	3	4	1460	2	0,001
23	1	4	4	1460	2	0,001
23	2	1	4	1460	2	0,001
23	2	2	4	1460	2	0,001
23	2	3	4	1460	2	0,001
23	2	4	4	1460	2	0,001
23	3	1	4	1460	2	0,001
23	3	2	4	1460	2	0,001
23	3	3	4	1460	2	0,001
23	3	4	4	1460	2	0,001
23	4	1	4	1460	2	0,001
23	4	2	4	1460	2	0,001
23	4	3	4	1460	2	0,001
23	4	4	4	1460	2	0,001
23	5	1	4	1460	2	0,001
23	5	2	4	1460	2	0,001
23	5	3	4	1460	2	0,001
23	5	4	4	1460	2	0,001
23	6	1	4	1460	2	0,001
23	6	2	4	1460	2	0,001
23	6	3	4	1460	2	0,001
23	6	4	4	1460	2	0,001
23	7	1	4	1460	2	0,001
23	7	2	4	1460	2	0,001
23	7	3	4	1460	2	0,001
23	7	4	4	1460	2	0,001
23	8	1	4	1460	2	0,001
23	8	2	4	1460	2	0,001
23	8	3	4	1460	10	0,001
23	8	4	4	1460	10	0,001
24	1	1	3	1095	2	0,001
24	1	2	3	1095	2	0,001
24	1	3	3	1095	2	0,001
24	1	4	3	1095	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
24	2	1	3	1095	2	0,001
24	2	2	3	1095	2	0,001
24	2	3	3	1095	2	0,001
24	2	4	3	1095	2	0,001
24	3	1	3	1095	2	0,001
24	3	2	3	1095	2	0,001
24	3	3	3	1095	2	0,001
24	3	4	3	1095	2	0,001
24	4	1	3	1095	25	0,001
24	4	2	3	1095	25	0,001
24	4	3	3	1095	25	0,001
24	4	4	3	1095	50	0,001
24	5	1	3	1095	2	0,001
24	5	2	3	1095	2	0,001
24	5	3	3	1095	10	0,001
24	5	4	3	1095	2	0,001
24	6	1	3	1095	2	0,001
24	6	2	3	1095	2	0,001
24	6	3	3	1095	2	0,001
24	6	4	3	1095	2	0,001
24	7	1	3	1095	2	0,001
24	7	2	3	1095	25	0,001
24	7	3	3	1095	2	0,001
24	7	4	3	1095	2	0,001
24	8	1	3	1095	25	0,001
24	8	2	3	1095	50	0,001
24	8	3	3	1095	10	0,001
24	8	4	3	1095	10	0,001
25	1	1	6	2190	25	0,002
25	1	2	6	2190	25	0,002
25	1	3	6	2190	50	0,002
25	1	4	6	2190	50	0,002
25	2	1	6	2190	50	0,002
25	2	2	6	2190	10	0,002
25	2	3	6	2190	50	0,002
25	2	4	6	2190	50	0,002
25	3	1	6	2190	50	0,002
25	3	2	6	2190	50	0,002
25	3	3	6	2190	10	0,002
25	3	4	6	2190	10	0,002
25	4	1	6	2190	10	0,002
25	4	2	6	2190	10	0,002
25	4	3	6	2190	25	0,002
25	4	4	6	2190	25	0,002
25	5	1	6	2190	2	0,002
25	5	2	6	2190	2	0,002
25	5	3	6	2190	2	0,002
25	5	4	6	2190	2	0,002
25	6	1	6	2190	2	0,002



Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
25	6	2	6	2190	2	0,002
25	6	3	6	2190	2	0,002
25	6	4	6	2190	2	0,002
25	7	1	6	2190	2	0,002
25	7	2	6	2190	2	0,002
25	7	3	6	2190	2	0,002
25	7	4	6	2190	2	0,002
25	8	1	6	2190	2	0,002
25	8	2	6	2190	2	0,002
25	8	3	6	2190	2	0,002
25	8	4	6	2190	2	0,002
26	1	1	9	3285	50	0,005
26	1	2	9	3285	50	0,005
26	1	3	9	3285	50	0,005
26	1	4	9	3285	50	0,005
26	2	1	9	3285	50	0,005
26	2	2	9	3285	50	0,005
26	2	3	9	3285	50	0,005
26	2	4	9	3285	50	0,005
26	3	1	9	3285	50	0,005
26	3	2	9	3285	25	0,005
26	3	3	9	3285	50	0,005
26	3	4	9	3285	50	0,005
26	5	1	9	3285	50	0,005
26	5	2	9	3285	50	0,005
26	5	3	9	3285	2	0,005
26	5	4	9	3285	2	0,005
26	6	1	9	3285	50	0,005
26	6	2	9	3285	50	0,005
26	6	3	9	3285	2	0,005
26	6	4	9	3285	2	0,005
26	7	1	9	3285	2	0,005
26	7	3	9	3285	2	0,005
27	4	1	2	730	2	0,001
27	4	2	2	730	2	0,001
27	4	3	2	730	2	0,001
27	4	4	2	730	2	0,001
28	1	1	2	730	2	0,001
28	1	2	2	730	2	0,001
28	1	3	2	730	2	0,001
28	1	4	2	730	2	0,001
28	2	1	2	730	2	0,001
28	2	2	2	730	2	0,001
28	2	3	2	730	2	0,001
28	2	4	2	730	2	0,001
28	3	1	2	730	2	0,001
28	3	2	2	730	2	0,001
28	3	3	2	730	2	0,001
28	3	4	2	730	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
28	4	1	2	730	2	0,001
28	4	2	2	730	2	0,001
28	4	3	2	730	2	0,001
28	4	4	2	730	2	0,001
28	5	1	2	730	2	0,001
28	5	2	2	730	2	0,001
28	5	4	2	730	2	0,001
28	6	1	2	730	2	0,001
28	6	2	2	730	2	0,001
28	6	3	2	730	2	0,001
28	7	1	2	730	2	0,001
28	7	2	2	730	2	0,001
28	8	1	2	730	2	0,001
28	8	2	2	730	2	0,001
29	1	1	4	1460	2	0,002
29	1	2	4	1460	2	0,002
29	1	3	4	1460	10	0,002
29	1	4	4	1460	2	0,002
29	2	1	4	1460	10	0,002
29	2	2	4	1460	2	0,002
29	2	3	4	1460	2	0,002
29	2	4	4	1460	2	0,002
29	3	1	4	1460	2	0,002
29	3	2	4	1460	2	0,002
29	3	3	4	1460	2	0,002
29	3	4	4	1460	2	0,002
29	4	1	4	1460	2	0,002
29	4	2	4	1460	2	0,002
29	4	3	4	1460	2	0,002
29	4	4	4	1460	2	0,002
29	5	1	4	1460	2	0,002
29	5	2	4	1460	2	0,002
29	5	3	4	1460	2	0,002
29	5	4	4	1460	2	0,002
29	6	1	4	1460	2	0,002
29	6	2	4	1460	2	0,002
29	6	3	4	1460	2	0,002
29	6	4	4	1460	2	0,002
29	7	1	4	1460	2	0,002
29	7	2	4	1460	2	0,002
29	7	3	4	1460	2	0,002
29	7	4	4	1460	2	0,002
29	8	1	4	1460	2	0,002
29	8	2	4	1460	2	0,002
29	8	3	4	1460	2	0,002
29	8	4	4	1460	2	0,002
30	1	1	4	1460	2	0,002
30	1	2	4	1460	2	0,002
30	1	3	4	1460	2	0,002

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
30	1	4	4	1460	2	0,002
30	2	1	4	1460	2	0,002
30	2	2	4	1460	2	0,002
30	2	3	4	1460	2	0,002
30	2	4	4	1460	2	0,002
30	3	1	4	1460	2	0,002
30	3	2	4	1460	2	0,002
30	3	3	4	1460	2	0,002
30	3	4	4	1460	2	0,002
30	4	1	4	1460	2	0,002
30	4	2	4	1460	2	0,002
30	4	3	4	1460	2	0,002
30	4	4	4	1460	2	0,002
30	5	1	4	1460	2	0,002
30	5	2	4	1460	2	0,002
30	5	3	4	1460	2	0,002
30	5	4	4	1460	2	0,002
30	6	1	4	1460	2	0,002
30	6	2	4	1460	2	0,002
30	6	3	4	1460	2	0,002
30	6	4	4	1460	2	0,002
30	7	1	4	1460	2	0,002
30	7	2	4	1460	2	0,002
30	7	3	4	1460	2	0,002
30	7	4	4	1460	2	0,002
30	8	1	4	1460	2	0,002
30	8	2	4	1460	2	0,002
30	8	3	4	1460	2	0,002
30	8	4	4	1460	2	0,002
31	1	1	5	1825	2	0,002
31	1	2	5	1825	2	0,002
31	1	3	5	1825	2	0,002
31	1	4	5	1825	2	0,002
31	2	1	5	1825	2	0,002
31	2	2	5	1825	2	0,002
31	2	3	5	1825	2	0,002
31	2	4	5	1825	2	0,002
31	4	1	5	1825	2	0,002
31	4	2	5	1825	2	0,002
31	4	3	5	1825	10	0,002
31	4	4	5	1825	10	0,002
31	5	1	5	1825	2	0,002
31	5	2	5	1825	2	0,002
31	5	3	5	1825	2	0,002
31	5	4	5	1825	2	0,002
31	6	1	5	1825	2	0,002
31	6	2	5	1825	2	0,002
31	6	3	5	1825	2	0,002
31	6	4	5	1825	2	0,002

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
31	7	3	5	1825	2	0,002
31	7	4	5	1825	10	0,002
31	8	1	5	1825	10	0,002
31	8	2	5	1825	10	0,002
31	8	3	5	1825	10	0,002
31	8	4	5	1825	10	0,002
32	1	1	5	1825	10	0,001
32	1	2	5	1825	10	0,001
32	1	3	5	1825	10	0,001
32	1	4	5	1825	10	0,001
32	2	1	5	1825	2	0,001
32	2	2	5	1825	2	0,001
32	2	3	5	1825	2	0,001
32	2	4	5	1825	2	0,001
32	3	1	5	1825	10	0,001
32	3	2	5	1825	10	0,001
32	3	3	5	1825	2	0,001
32	3	4	5	1825	2	0,001
32	4	1	5	1825	2	0,001
32	4	2	5	1825	2	0,001
32	4	3	5	1825	2	0,001
32	4	4	5	1825	2	0,001
32	5	1	5	1825	10	0,001
32	5	2	5	1825	2	0,001
32	5	3	5	1825	2	0,001
32	5	4	5	1825	2	0,001
32	6	1	5	1825	10	0,001
32	6	2	5	1825	10	0,001
32	7	1	5	1825	2	0,001
32	7	2	5	1825	2	0,001
32	7	4	5	1825	2	0,001
32	8	1	5	1825	10	0,001
32	8	2	5	1825	10	0,001
32	8	3	5	1825	10	0,001
32	8	4	5	1825	2	0,001
33	1	1	4	1460	2	0,001
33	1	2	4	1460	2	0,001
33	1	3	4	1460	10	0,001
33	1	4	4	1460	2	0,001
33	2	1	4	1460	10	0,001
33	2	2	4	1460	2	0,001
33	2	3	4	1460	2	0,001
33	2	4	4	1460	2	0,001
33	3	1	4	1460	2	0,001
33	3	2	4	1460	2	0,001
33	3	3	4	1460	2	0,001
33	3	4	4	1460	2	0,001
33	4	1	4	1460	2	0,001
33	4	2	4	1460	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
33	4	3	4	1460	2	0,001
33	4	4	4	1460	2	0,001
33	5	1	4	1460	2	0,001
33	5	2	4	1460	2	0,001
33	5	3	4	1460	2	0,001
33	5	4	4	1460	2	0,001
33	6	1	4	1460	2	0,001
33	6	2	4	1460	2	0,001
33	6	3	4	1460	2	0,001
33	6	4	4	1460	2	0,001
33	7	1	4	1460	2	0,001
33	7	2	4	1460	2	0,001
33	7	3	4	1460	2	0,001
33	7	4	4	1460	2	0,001
33	8	1	4	1460	2	0,001
33	8	2	4	1460	2	0,001
33	8	3	4	1460	2	0,001
33	8	4	4	1460	10	0,001
34	1	1	4	1460	2	0,001
34	1	2	4	1460	2	0,001
34	1	3	4	1460	2	0,001
34	1	4	4	1460	2	0,001
34	2	1	4	1460	2	0,001
34	2	2	4	1460	2	0,001
34	2	3	4	1460	2	0,001
34	2	4	4	1460	2	0,001
34	5	1	4	1460	2	0,001
34	5	2	4	1460	2	0,001
34	5	3	4	1460	10	0,001
34	5	4	4	1460	10	0,001
34	7	2	4	1460	10	0,001
34	7	3	4	1460	10	0,001
34	7	4	4	1460	10	0,001
34	8	3	4	1460	2	0,001
34	8	4	4	1460	2	0,001
35	5	3	4	1460	2	0,001
36	1	2	2	730	2	0,001
36	2	1	2	730	2	0,001
37	2	1	3	1095	2	0,001
37	2	2	3	1095	2	0,001
38	3	2	3	1095	2	0,001
38	4	1	3	1095	2	0,001
38	4	2	3	1095	2	0,001
39	1	1	3	1095	2	0,001
39	1	2	3	1095	2	0,001
39	2	1	3	1095	2	0,001
39	2	2	3	1095	2	0,001
41	1	2	4	1460	2	0,001
41	2	1	4	1460	2	0,001

Kaartblad	1/8	1/4	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/d)	Verzadigde doorlaatbaarheid (m/j)	Dikte freatische laag (m)	Verhang (m/m)
41	2	2	4	1460	2	0,001
41	3	1	4	1460	2	0,001
41	3	2	4	1460	2	0,001
41	4	2	4	1460	2	0,001
42	4	1	4	1460	2	0,001
42	4	2	4	1460	2	0,001