



**Tauw**

**Infiltratie van neerslag in constructies  
met gerijpte baggerspecie**  
eindrapport

**Rapport  
in opdracht van  
DWW**

**Infiltratie van neerslag in constructies  
met gerijpte baggerspecie**  
eindrapport

**Verantwoording**

Titel Infiltratie van neerslag in constructies met gerijpte baggerspecie  
Opdrachtgever Dienst Weg- en Waterbouwkunde Rijkswaterstaat

Projectleider dhr. ir. J. Steketee  
Auteur(s) dhr. ir. J. Boode

Projectnummer 3876799  
Aantal pagina's 20  
Handtekening



Datum 27 december 2000

**Colofon**

Tauw bv  
Regio Oost  
Handelskade 11  
Postbus 133  
7400 AC Deventer  
Telefoon (0570) 69 99 11  
Fax (0570) 69 96 66

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of anderszins zonder voorafgaande, schriftelijke toestemming van de opdrachtgever of Tauw bv.

Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw bv een hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

. NEN-EN-ISO 9001.

## Inhoud

1	Inleiding .....	4
2	Uitgevoerde werkzaamheden .....	5
2.1	Inleiding .....	5
2.2	Berekeningsmethode.....	5
2.2.1	Infiltratiesnelheid en doorlaatfactor .....	5
2.2.2	Rekenmodel .....	6
3	Resultaten.....	10
3.1	Inleiding .....	10
3.2	Berging 0 mm (geen berging): infiltratie gedurende regenbui .....	10
3.3	Berging 10 mm: semi-permanente infiltratie .....	11
3.4	Grote berging: permanente infiltratie .....	12
3.5	Andere factoren .....	13
3.6	Resumé .....	14
4	Praktijksituaties.....	16
4.1	Inleiding .....	16
4.2	Geluidswal en dergelijke .....	16
4.3	Ophoging in de wegenbouw.....	17
5	Samenvatting en conclusies.....	18

## Bijlagen

Bijlage 1, blad 1	Infiltratie (tabel)
Bijlage 1, blad 2	Infiltratie als functie van de doorlaatfactor (m/s) (grafiek)
Bijlage 1, blad 3	Infiltratie als functie van de doorlaatfactor (m/d) grafiek
Bijlage 1, blad 4	Infiltratie als functie van de doorlaatfactor (mm/u) grafiek
Bijlage 2, blad 1	Situaties bij geluidswal
Bijlage 2, blad 2	Situaties bij wegcunet

## 1 Inleiding

In opdracht van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat heeft Tauw een modelonderzoek uitgevoerd naar de infiltratiemogelijkheden in constructies met gerijpte baggerspecie.

Aanleiding voor het onderzoek vormt het Bouwstoffenbesluit, waarin wordt uitgegaan van standaardwaarden voor de infiltratie. Voor categorie 1 toepassingen op het land wordt uitgegaan van een infiltratiehoeveelheid van 300 mm/jaar. Toepassingen in oppervlaktewater worden berekend alsof het een toepassing op land betreft.

Voor gerijpte baggerspecie geldt, dat dit voor een belangrijk deel een sterk kleiig materiaal is, met een kleine doorlaatfactor. De doorlaatfactor kan zo klein zijn, dat niet het volledige neerslagoverschot kan infiltreren, maar gedeeltelijk oppervlakkig zal afstromen. Een lagere infiltratie zal gepaard gaan met een kleinere emissie van sulfaat uit de baggerspecie. Op grond daarvan zou een materiaal, dat op basis van de standaardberekening wordt geclassificeerd als categorie 2, in werkelijkheid kunnen voldoen aan de eis voor categorie 1. Gezien het intensieve contact met water, geldt dit uiteraard niet voor oppervlaktewatertoepassingen.

In hoofdstuk 2 is een beschrijving gegeven van de rekenmethodiek en van de gehanteerde gegevens. De rekenresultaten zijn beschreven in hoofdstuk 3. Een vertaling van deze resultaten naar een aantal praktijksituaties is gegeven in hoofdstuk 4.

## 2 Uitgevoerde werkzaamheden

### 2.1 Inleiding

Er is gevraagd om berekeningen te maken van infiltratiehoeveelheden in constructies van gerijpte baggerspecie met verschillende doorlatendheid. Belangrijke factoren die daarin een rol spelen zijn:

- hoeveelheid en intensiteit van de neerslag;
- infiltratiecapaciteit van de bodem;
- verdamping;
- berging.

In paragraaf 2.2 is beschreven op welke wijze deze factoren zijn doorgerekend.

### 2.2 Berekeningsmethode

#### 2.2.1 Infiltratiesnelheid en doorlaatfactor

De infiltratieflux (infiltratiehoeveelheid per tijdseenheid per oppervlakte-eenheid) gedurende een bui wordt bepaald door:

- de neerslagduur en intensiteit;
- de infiltratiecapaciteit van de bodem.

Infiltratie tussen twee buien door kan alleen optreden als er sprake is van berging. In dat geval speelt ook verdamping een rol.

De infiltratieflux wordt gelimiteerd door de infiltratiecapaciteit van de bodem: de infiltratiecapaciteit geeft een maximum aan. Dit betekent, dat als de neerslagflux groter is dan de infiltratiecapaciteit van de bodem, de infiltratieflux gelijk is aan de infiltratiecapaciteit ( $I_s$ ) van de bodem en het surplus zal afstromen (bij berging gelijk aan nul).

Algemeen wordt aangehouden, dat de infiltratiecapaciteit van de bodem gelijk is aan de verzadigde doorlatendheid van die bodem:

$$I_s = k$$

$I_s$  = infiltratiecapaciteit van de bodem (m/dag)

$k$  = verzadigde doorlatendheid van de bodem (m/dag)

Voorwaarde daarvoor is, dat het verticale stijghoogteverhang vrijwel 1 is.

De vergelijking van Darcy luidt namelijk:

$$Q = k * d (h + z)/dz = k (dh/dz + 1)$$

$Q$  = infiltratieflux  $m^3/[m^2.dag]$

$h$  = dikte waterkolom op bodem  $m$

$z$  = diepte grondwaterspiegel  $m$ -top

De flux  $Q$  is gelijk aan  $k$ , als de dikte van waterkolom  $h$  boven de bodem klein is ten opzichte van de diepte van de grondwaterspiegel  $z$  onder de top van die bodem (maaiveld of top van de laag). Behalve in extreme situaties is dit vrijwel altijd het geval.

De doorlatendheid van de bodems, en daarmee ook de infiltratiecapaciteit, is gegeven door de opdrachtgever:  $k$ -waarden in de range tussen  $10^{-2}$  en  $10^{-11}$  m/sec.

In andere vakgebieden worden andere eenheden gebruikt, namelijk:

- rioleringsontwerp: mm/uur;
- geohydrologie: m/dag.

In tabel 2.1 is daarom de gegeven range doorlaatfactoren in meerdere eenheden weergegeven. Daarnaast is indicatief aangegeven waar natuurlijke sedimenten zich in deze range bevinden.

Tabel 2.1 Range door te rekenen doorlaatfactoren in verschillende eenheden.

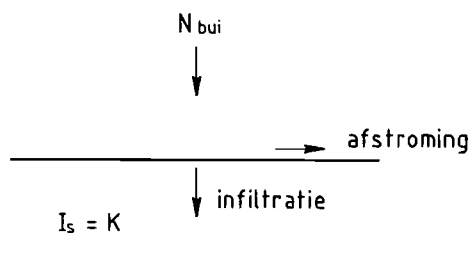
Doorlaatfactor			Natuurlijk sediment
M/sec	M/dag	Mm/uur	
$10^{-2}$	864	36000	
$10^{-3}$	86,4	3600	Grind
$10^{-4}$	8,64	360	Matig grof zand
$10^{-5}$	0,86	36	Matig fijn zand
$10^{-6}$	0,0864	3,6	Fijn zand
$10^{-7}$	0,00864	0,36	Leem/klei
$10^{-8}$	0,000864	0,0036	Klei
$10^{-9}$	0,0000864	0,00036	
$10^{-10}$	0,00000864	0,000036	
$10^{-11}$	0,000000864	0,0000036	

### 2.2.2 Rekenmodel

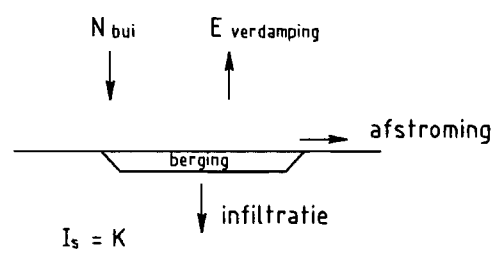
De berekeningen zijn uitgevoerd met het "Inloopmodel", dat in het kader van NWRW 4.3 is uitgewerkt (NWRW 1989). Dit model wordt toegepast in de rioleringstechniek, om afstroming van verharde oppervlakken naar riolen te berekenen. Uitgangspunt daarbij is, dat alle neerslag die niet infiltreert of verdampt, afstroomt naar het riool. Verdamping vindt alleen plaats vanuit berging aan maaiveld.

In figuur 1 is de rekenmethodiek van dit model schematisch weergegeven.

A. berging = 0



B. berging > 0



Figuur 1. Rekenmethodiek "Inloopmodel" NWRW 4.3.

**Beperking**

Het model is een benadering van de werkelijkheid. Er zouden ook berekeningen kunnen worden gemaakt met een volledig hydrologisch model (onverzadigde zone, een verzadigde zone met drainage en een te doorspoelen laag), maar dergelijke berekeningen waren in het kader van dit project niet voorzien.

Het gegeven model kan de vraagstelling voor bodems met lage doorlatendheid redelijk benaderen:

- slecht doorlatende bodems aan maaiveld;
- slecht doorlatende laag onder een goed doorlatende bovengrond, waarbij sprake is van een permanente grondwaterspiegel boven een slecht doorlatende laag.

Het model benadert niet alle situaties goed. Met name de volgende situatie wordt matig beschreven:

- er is sprake van berging in de onverzadigde zone, van waaruit geen oppervlakkige afvoer mogelijk is, maar wel verdamping;
- voeding naar diepte vindt alleen plaats als berging vol is;
- er is sprake van een matig tot goed doorlatende ondergrond, zodat zich geen permanente verzadigde zone vormt boven de gerijpte baggerspecie.

Deze situatie zal zich maar weinig voordoen, aangezien de constructies met gerijpte baggerspecie zich kenmerken door een geringe doorlatendheid.

Er zijn een aantal proefberekeningen gemaakt, waarmee de maximale voeding naar de diepte is berekend onder de volgende condities:

- geen oppervlakkige afvoer;
- verdamping vanuit berging, afhankelijk van de grootte van de berging.

De berging wordt gevormd door een wortelzone van 30 cm dik (gras), met een bergingscapaciteit van 3 tot 10 %. De berekende maximale voeding bij een bergingscapaciteit van 3, 5 en 10 % bedraagt respectievelijk 432, 380 en 350 mm/jaar. Op basis daarvan is in de grafieken een **maximale infiltratie** van 400 mm/jaar aangegeven, voor situaties waarbij sprake is van berging in een wortelzone. Dat wil niet zeggen, dat grotere voedingen niet kunnen voorkomen. Immers als er sprake zou zijn van een grofzandige bodem, zonder berging in een wortelzone (zonder begroeiing), dan zijn de berekende infiltratiehoeveelheden wel degelijk realistisch.

**Neerslag**

Voor de berekening is uitgegaan van een langjarig reeks van neerslag en verdamping, namelijk de standaard 15-minuten reeks voor De Bilt (RIONED-reeks). Deze reeks beslaat 25 jaar, is veel bestudeerd en wordt vrijwel standaard gebruikt voor het berekenen van oppervlakkige afvoer naar rioelstelsels.

Een regenbui wordt verdeeld over:

- berging;
- infiltratie in de bodem;
- afstroming;
- verdamping.

Bij een gegeven reeks van neerslag en verdamping wordt de verdeling bepaald door de grootte van de berging en de infiltratiecapaciteit van de bodem.



**Verdamping**

De verdamping is berekend met de standaardreeks open water verdamping voor De Bilt (RIONED-reeks), met vermenigvuldigingsfactor van 0,8 in de maanden april tot en met september (Makkink-correctie).

Het model berekent alleen verdamping uit de berging. Als de bergingscapaciteit 0 is, of als de waterhoeveelheid in de berging is uitgeput, wordt de verdamping gereduceerd tot 0. In het model is de berging gesitueerd aan maaiveld: waterfilm op verhard wegdek, plassen, et cetera. De neerslag die eenmaal is geïnfiltreerd kan niet meer verdampen (geen capillaire opstijging).

In de praktijk vormt een ondiepe grondwaterspiegel ook een berging, van waaruit water kan verdampen (plantengroei, capillaire opstijging). Ook deze verdamping kan met het model worden benaderd.

De verdamping is groter, naarmate de berging groter is. Er is dan namelijk over een langere periode water beschikbaar voor verdamping. Met het model zijn in eerste instantie bergingen tussen 0 en 10 mm doorgerekend, met het beeld dat de gerijpte baggerspecie direct aan maaiveld zou voorkomen. Daarbij zijn relatief kleine verdamping berekend (maximaal 350 mm/jaar).

Zoals boven is gesteld, vormt het model geen goede benadering voor situaties waarin sprake is van berging in een onverzadigde zone, van waaruit water kan verdampen, terwijl er niet steeds sprake is van afvoer naar de verzadigde zone. Op grond daarvan is in de berekeningen een **maximale infiltratie** van 400 mm/jaar opgenomen, voor situaties met een wortelzone. Logischerwijs is dit maximum alleen relevant voor relatief beter doorlatende constructies van baggerspecie.

**Infiltratie**

De grootte van de infiltratie wordt bepaald door:

- intensiteit van de bui;
- infiltratiecapaciteit van de bodem;
- berging en verdamping.

De volgende grootheden zijn van belang:

$I_w$ = werkelijke infiltratie	$m^3/[m^2.tijd]$
N-bui = neerslagintensiteit gedurende bui	$m^3/[m^2.tijd]$
N-som = neerslagintensiteit gemiddeld over langere periode	$m^3/[m^2.tijd]$

Als er geen berging is, wordt de infiltratie flux ( $I_w$ ) als volgt berekend uit de neerslagflux (N) en de infiltratiecapaciteit ( $I_s$ ):

*Berging = 0 (alleen infiltratie gedurende bui)*

- als N-bui <  $I_s$  :  $I_w =$  N-bui

- als N-bui  $\geq$   $I_s$  :  $I_w = I_s$

De infiltratiehoeveelheden per bui zijn gesommeerd over de 25 jaar van de reeks van 15-minuten neerslagen.

Uit de bovenstaande vergelijkingen mag duidelijk zijn, dat als de berging nul is, vooral frequente buien met lage intensiteit bijdragen aan de infiltratie in relatief matig doorlatende bodems. De minder frequente buien met hoge neerslagflux zullen maar weinig bijdragen, daar er veel afstroomt. Naarmate de doorlaatfactor groter is, gaan buien met grotere neerslagintensiteit meer bijdragen.

De bijdrage van buien met grotere intensiteit neemt ook toe naarmate de berging groter is. Als de berging oneindig groot is, dan kan er voortdurend water infiltreren met een flux gelijk aan de infiltratiecapaciteit:

*Berging = oneindig groot (permanente infiltratie)*

- als  $N\text{-som} < I_s$  :  $I_w = N\text{-som}$

- als  $N\text{-som} \geq I_s$  :  $I_w = I_s\text{-som}$

Uit de berekeningen is dan ook gebleken, dat het effect van berging erg groot is.

Op basis van de bovengenoemde beperkingen van het model, is in de berekeningen een **maximale voeding** van 400 mm/jaar opgenomen, voor situaties met een wortelzone. Logischerwijs is dit maximum alleen relevant voor relatief beter doorlatende constructies van gerijpte baggerspecie.

## 3 Resultaten

### 3.1 Inleiding

De berekeningsresultaten zijn in tabelvorm weergegeven in bijlage 1 blad 1. De resultaten zijn ook grafisch weergegeven en wel in drie verschillende eenheden voor de doorlaatfactor:

- overzicht resultaten in tabelvorm bijlage 1 blad 1;
- infiltratie als functie van de doorlaatfactor (m/s) bijlage 1 blad 2;
- infiltratie als functie van de doorlaatfactor (m/d) bijlage 1 blad 3;
- infiltratie als functie van de doorlaatfactor (mm/u) bijlage 1 blad 4.

Uit deze resultaten blijkt het grote effect van de doorlaatfactor van de gerijpte baggerspecie op de infiltratiehoeveelheden. Anderzijds blijkt ook, dat een eventuele berging van water een grote invloed heeft op de infiltratiehoeveelheden.

Op grond daarvan is een verdere indeling van paragrafen gemaakt op basis van de grootte van de berging.

Op grond van de in hoofdstuk 2 genoemde beperkingen van het model, is in de berekeningen een **maximale voeding** van 400 mm/jaar opgenomen, voor situaties met een wortelzone. Logischerwijs is dit maximum alleen relevant voor relatief beter doorlatende constructies van baggerspecie.

### 3.2 Berging 0 mm (geen berging): infiltratie gedurende regenbui

De situatie zonder berging is het uitgangspunt geweest van het projectvoorstel. Het beeld daarbij is geweest, dat slecht doorlatende gerijpte baggerspecie aan het maaiveld voorkomt, dus zonder bovenliggende lagen van zand of teelaarde.

In dit scenario kan er alleen water in de gerijpte baggerspecie infiltreren gedurende een bui. De infiltratiecapaciteit van de gerijpte baggerspecie vormt een limiet voor de infiltratiesnelheid. Rekenkundig betekent dit, dat de infiltratiehoeveelheid gedurende de bui, het minimum is van de neerslagintensiteit en de doorlaatfactor. De doorlaatfactor geeft een maximumwaarde aan de infiltratiesnelheid: als de regenintensiteit groter is dan de doorlaatfactor, is de infiltratiesnelheid gelijk aan de doorlaatfactor. In perioden zonder neerslag infiltreert er geen water.

Deze situatie is grafisch weergegeven in de bijlage 1 bladen 2 tot en met 4 (voor verschillende eenheden voor de doorlaatfactor), namelijk de lijn "berging = 0 mm".

Uit deze grafiek blijkt:

- bij zeer kleine doorlaatfactor nadert de infiltratiehoeveelheid naar 0 mm/jaar;
- toename van de doorlaatfactor tussen 5 10<sup>-8</sup> m/s en 10<sup>-6</sup> m/s neemt de infiltratiehoeveelheid sterk toe van 100 mm/jaar naar 700 mm/jaar;
- bij grotere doorlaatfactoren wordt de maximale infiltratiehoeveelheid van 800 mm/jaar bereikt, zijnde de neerslaghoeveelheid per jaar. Als er sprake is van berging in een wortelzone, bedraagt de maximale infiltratiehoeveelheid 400 mm/jaar.

In tabel 3.1 zijn de uitkomsten op een iets andere manier gepresenteerd. In deze tabel zijn de doorlaatfactoren aangegeven, waarbij een bepaalde infiltratiehoeveelheid wordt onderschreden.

Tabel 3.1 Onderschrijding infiltratieflex als functie van doorlaatfactor baggerspecie "Berging = 0 mm").

Infiltratie [mm/jaar]	Infiltratiecapaciteit = doorlaatfactor		
	M/sec	M/dag	Mm/uur
< 300	< 1,5E-07	< 1,3E-02	< 0,540
< 200	< 8,3E-08	< 7,2E-03	< 0,300
< 100	< 3,6E-08	< 3,1E-03	< 0,130
< 50	< 1,9E-08	< 1,7E-03	< 0,070
< 25	< 6,9E-09	< 6,0E-04	< 0,025

Uit tabel 3.1 blijkt, dat voor een reductie van de infiltratiehoeveelheid tot minder dan 300 mm/jaar, de gerijpte baggerspecie in deze situatie zonder berging een doorlaatfactor kleiner dan  $1,5 \cdot 10^{-7}$  m/s moet hebben. Voor het bereiken van infiltratiehoeveelheden kleiner dan 50 mm moet de gerijpte baggerspecie doorlaatfactoren kleiner dan  $2 \cdot 10^{-8}$  m/s hebben.

### 3.3 Berging 10 mm: semi-permanente infiltratie

In dit scenario kan er niet alleen gedurende een bui water in de gerijpte baggerspecie infiltreren. Na afloop van de bui kan er ook water uit de berging infiltreren, voor zover die niet is verdampt. De infiltratiehoeveelheid in beide perioden is maximaal gelijk aan de doorlaatfactor.

Deze situatie is grafisch weergegeven in de bijlage 1 bladen 2 tot en met 4 (voor verschillende eenheden voor de doorlaatfactor), namelijk de lijn "berging = 10 mm".

Uit deze grafiek blijkt:

- de vorm van de grafiek "berging = 10 mm" is in grote lijnen dezelfde als de lijn met "berging = 0 mm";
- de infiltratiehoeveelheden bij "berging = 10 mm" zijn in het middentraject van de beschouwde doorlaatfactoren 100 tot 400 mm/jaar groter dan in de situatie zonder berging;
- de toename van de infiltratiehoeveelheid ten opzichte van de situatie met "berging = 0 mm" is bij kleine en grote doorlaatfactor veel minder dan in het middentraject. Bij kleinere doorlaatfactoren vormt de geringe doorlatendheid een onderlimiet. Bij de grotere doorlaatfactoren vormt de totale neerslaghoeveelheid een plafond;
- als er sprake is van berging in een wortelzone, bedraagt de maximale infiltratiehoeveelheid 400 mm/jaar.

In tabel 3.2 zijn weer de doorlaatfactoren aangegeven, waarbij een bepaalde infiltratiehoeveelheid wordt onderschreden.

Tabel 3.2 Onderschrijding infiltratieflex als functie van doorlaatfactor baggerspecie ("Berging = 10 mm").

Infiltratie [mm/jaar]	Infiltratiecapaciteit		
	M/sec	M/dag	Mm/uur
< 300	< 1,7E-08	< 1,5E-03	< 0,062
< 200	< 9,7E-09	< 8,4E-04	< 0,035
< 100	< 4,4E-09	< 3,8E-04	< 0,016
< 50	< 2,2E-09	< 1,9E-04	< 0,008
< 25	< 9,7E-10	< 8,4E-05	< 0,004

Uit tabel 3.2 blijkt, dat voor een reductie van de infiltratiehoeveelheid tot minder dan 300 mm/jaar, de gerijpte baggerspecie in deze situatie met berging een doorlaatfactor kleiner dan  $1,5 \cdot 10^{-8}$  m/s moet hebben. Voor het bereiken van infiltratiehoeveelheden kleiner dan 50 mm moet de gerijpte baggerspecie doorlaatfactoren kleiner dan  $2 \cdot 10^{-9}$  m/s hebben. Deze waarden zijn ongeveer een factor 10 kleiner dan die in de situatie zonder berging (om precies te zijn een factor 7 à 9 kleiner).

Hieruit blijkt, dat het belangrijk is om te voorkomen, dat een (semi-)permanente schijngrondwaterspiegel ontstaat, van waaruit water (semi-)permanent kan infiltreren in het lichaam met gerijpte baggerspecie.

### 3.4 Grote berging: permanente infiltratie

In dit scenario is er sprake van een grote berging. In deze situatie kan er voortdurend water infiltreren, zowel gedurende regenbuien als daartussen. De infiltratie-intensiteit is steeds gelijk aan de doorlaatfactor. Alleen bij grote doorlaatfactoren vormt de jaarlijkse netto neerslaghoeveelheid een plafond (neerslag minus verdamping). Deze situatie is buiten het "Inloopmodel" om doorgerekend. Een beperking van de infiltratie door grotere verdamping is daardoor niet meegenomen (zou kunnen optreden voor het traject groter dan  $10^{-8}$  m/s). Desgewenst kunnen in een vervolg ook berekeningen met het Inloopmodel worden uitgevoerd, bijvoorbeeld met een bergingscapaciteit van 100 mm.

Deze situatie is weer grafisch weergegeven in de bijlage 1 bladen 2 tot en met 4 (voor verschillende eenheden voor de doorlaatfactor), namelijk de lijn "permanente infiltratie".

Uit deze grafiek blijkt, dat de infiltratiehoeveelheid in deze situatie nog verder toeneemt, met name in het traject met doorlaatfactoren tussen  $5 \cdot 10^{-9}$  en  $3 \cdot 10^{-8}$  m/s. Bij kleinere doorlaatfactoren vormt de infiltratiecapaciteit een onderlimiet, terwijl bij grotere doorlaatfactoren de totale neerslaghoeveelheid een plafond vormt.

Logischerwijs moet in deze situatie de gerijpte baggerspecie een kleinere doorlaatfactor hebben om een bepaalde infiltratiehoeveelheid te onderschrijden dan in de twee voorgaande situaties met geen of kleinere berging. Dit is geïllustreerd in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Onderschrijding infiltratieflex als functie van doorlaatfactor baggerspecie ("Berging = oneindig; permanente infiltratie").

Infiltratie [mm/jaar]	Infiltratiecapaciteit		
	M/sec	M/dag	Mm/uur
< 300	< 9,5E-09	< 8,2E-04	< 0,034
< 200	< 6,3E-09	< 5,5E-04	< 0,023
< 100	< 3,2E-09	< 2,7E-04	< 0,011
< 50	< 1,6E-09	< 1,4E-04	< 0,006
< 25	< 7,9E-10	< 6,8E-05	< 0,003

Uit tabel 3.3 blijkt, dat voor een reductie van de infiltratiehoeveelheid tot minder dan 300 mm/jaar in deze situatie de gerijpte baggerspecie een doorlaatfactor kleiner dan  $10^{-8}$  m/s moet hebben. Voor het bereiken van infiltratiehoeveelheden kleiner dan 50 mm moet de gerijpte baggerspecie doorlaatfactoren kleiner dan  $2 \cdot 10^{-9}$  m/s hebben. Deze waarden zijn een factor 1 à 1,7 kleiner dan die in de situatie met 10 mm berging. Op basis hiervan kan de situatie met een berging van 10 mm inderdaad worden gekwalificeerd als semi-permanente infiltratie.

De resultaten van 3.3 en 3.4 komen in grote lijnen overeen met die van Hoeks (1982 en 1988), die onderzoek heeft verricht aan afdekkingen op stortplaatsen, waarbij een combinatie is gemaakt van modelberekeningen, laboratoriumonderzoek en veldproeven. Daarin is geconcludeerd dat, om de infiltratiehoeveelheid te beperken tot 25 à 50 mm/jaar, een doorlaatfactor kleiner dan  $2$  à  $5 \cdot 10^{-10}$  m/s is vereist.

### 3.5 Andere factoren

In het bovenstaande is een vrij rechtlijnige rekensystematiek gevolgd voor de berekening van de infiltratiehoeveelheid in constructies van gerijpte baggerspecie. Daaruit is gebleken dat de doorlaatfactor van de baggerspecie en de berging boven op de baggerspecie de dominerende factoren zijn.

Daarnaast kunnen er een aantal factoren worden genoemd, die invloed hebben op de infiltratie van water en op de uitloging van stoffen. Te noemen vallen:

- scheurvorming in kleigronden;
- hydraulisch verhang groter dan 1.

Op deze factoren is onder ingegaan. Daarnaast kunnen ook de kenmerken van het wegdek een rol spelen. De laatste factor is meegenomen in hoofdstuk 4.

#### Scheurvorming kleigronden

Scheuren in kleigronden kunnen een belangrijke bijdrage geven aan de doorlatendheid van de bodem. Scheuren kunnen optreden door uitdroging, maar ook door doorworteling, doorboring, et cetera. Daardoor wordt de doorlaatfactor sterk vergroot. Doordat de doorlatendheid evenwel niet uniform is, maar geconcentreerd is in de scheuren, heeft een groot deel van de infiltratiehoeveelheid contact met een beperkt oppervlak. Het is denkbaar dat dit, eventueel op termijn, resulteert in plaatselijke uitloging en in lagere concentraties.

In dat geval resulteert een grotere hoeveelheid percolaat niet in een evenredig grotere vracht aan stoffen.

Deze situatie verandert, als de scheurvorming slechts een beperkte laag betreft, aan de bovenzijde van de constructie met baggerspecie (wortelzone). Er vormt zich dan namelijk een schijngrondwaterspiegel bovenop de slechter doorlatende constructie, waardoor contact ontstaat met een groter deel van de baggerspecie. Belangrijker zal echter zijn dat er hierdoor berging ontstaat, waardoor de infiltratie kan toenemen.

### Hydraulisch verhang groter dan 1

In het bovenstaande is steeds uitgegaan van een infiltratiecapaciteit die gelijk is aan de doorlatendheid van de bodem, hetgeen geldig is als het stijghoogteverhang vrijwel gelijk is aan 1.

Er zijn situaties denkbaar, dat het verhang groter is dan 1, waarbij de infiltratieflux groter is dan de doorlaatfactor (vorming diepe plassen aan maaiveld, vorming schijngrondwaterspiegel in een zandige laag zonder drainage boven een slecht doorlatende laag, et cetera). Het zal duidelijk zijn, dat dergelijke situaties eigenlijk moeten worden voorkomen.

In het projectvoorstel werd nog gedacht, dat de grotere infiltratiesnelheid mogelijk van groot belang zou kunnen zijn voor de infiltratiehoeveelheid. Inmiddels is duidelijk, dat dit effect volledig wordt overschaduwd door het effect van de langere tijdsduur waarover infiltratie in dergelijke situaties kan plaatsvinden (infiltratie vanuit berging).

## 3.6 Resumé

In de voorgaande paragrafen zijn voor verschillende bergingssituaties en bij verschillende doorlaatfactoren aangegeven hoeveel water er kan infiltreren. Uit het grote effect van berging is gebleken, dat het belangrijk is om te voorkomen, dat een (semi-)permanente schijngrondwaterspiegel ontstaat, van waaruit water (semi-)permanent kan infiltreren in het lichaam met gerijpte baggerspecie. Getalsmatig is dit nog eens aangegeven in tabel 3.4 (de volledige reeks is weergegeven in bijlage 1 blad 1).

Tabel 3.4 Samenvatting infiltratieflux en doorlaatfactor baggerspecie.

Infiltratie	Berging = 0 mm	Berging = 10 mm
[mm/jaar]	Doorlaatfactor [m/s]	doorlaatfactor [m/s]
< 300	< $1,5 \cdot 10^{-7}$	< $1,5 \cdot 10^{-8}$
< 50	< $2 \cdot 10^{-8}$	< $2 \cdot 10^{-9}$

Om de infiltratiehoeveelheid te beperken tot 50 mm/jaar, moet de gerijpte baggerspecie doorlaatfactoren kleiner dan  $2 \cdot 10^{-9}$  m/s moet hebben. Alleen als de berging boven het pakket gerijpte baggerspecie tot 0 mm kan worden beperkt, kan dit ook worden bereikt met k-waarden in de orde van  $2 \cdot 10^{-8}$  m/s. In tabel 3.5 wordt een overzicht gegeven van de berekende infiltraties voor de reeks van k-waarden.

Tabel 3.5 Overzicht berekende infiltraties (mm/j) bij twee bergingsscenario's en verschillende k-waarden. Afronding op 5 mm/j.

k-waarde [m/s]	Infiltratie (mm/j) bij berging = 0 mm	Infiltratie (mm/j) bij berging = 10 mm
$\leq 10^{-10}$	< 5	< 5
$10^{-9}$	5	35
$10^{-8}$	30	205
$10^{-7}$	230	300 (1)
$\geq 10^{-6}$	300 (1)	300 (1)

(1) op basis gemiddelde verdamping in Nederland, bij begroeide constructies. In het geval van onbegroeide constructies kan de infiltratie groter zijn dan 300 mm.

Schijngrondwaterspiegels boven op de gerijpte baggerspecie vormen zich door:

- **grondverbetering**, waarbij een beter doorlatende laag boven op de slecht doorlatende baggerspecie wordt aangebracht (ten behoeve van plantengroei, fundatie wegdek, et cetera). Dit geldt vooral als de waterspiegel buiten het bereik van de vegetatie komt te liggen, ofwel bij laagdikten groter dan 0,3 à 1,0 m. In principe vormen ook kleinere laagdikten reeds een semi-permanente berging. In natte perioden vormt zich een schijngrondwaterspiegel, zeker als de zijdelingse afstroming beperkt zijn. In drogere perioden zal die door evapotranspiratie en/of drainage weer verdwijnen;
- **ongelijkmatige zetting**. Hierdoor wordt het afschot minder of ontstaan zelfs depressies, waarin water blijft staan;
- **doorworteling**. Als de gerijpte baggerspecie zonder afdeklaag (van zand of teelaarde) wordt toegepast en begroeid raakt, zullen plantenwortels in de wortelzone poriën creëren. Er ontstaat daardoor een wortelzone met een doorlaatfactor die groot is ten opzichte van de slecht doorlatende ondergrond (niet doorwortelde baggerspecie). In een dergelijke wortelzone kan eveneens een semi-permanente schijngrondwaterspiegel ontstaan, van waaruit semi-permanent water kan infiltreren.

In hoofdstuk 4 zijn deze mogelijkheden in een aantal praktijksituaties geschetst.



## 4 Praktijksituaties

### 4.1 Inleiding

In de onderstaande beschrijvingen zijn twee basisvormen onderscheiden van toepassingen van gerijpte baggerspecie:

- de "geluidswal". Dit is een dijklichaam, dat geheel of grotendeels uit gerijpte baggerspecie bestaat. Het materiaal staat direct in contact met neerslag;
- de "ophoging". Dit is een dijklichaam, dat in de kern bestaat uit gerijpte baggerspecie. Het materiaal is altijd afgedekt met een laag zand of teelaarde. Onder wegen vormt de verharding tevens een weerstand tegen infiltratie van neerslag.

### 4.2 Geluidswal en dergelijke

Gerijpte baggerspecie kan worden verwerkt in geluidswallen of in wallen/dijklichamen met een andere functie.

In bijlage 2 blad 1 zijn een aantal situaties geschetst:

- geluidswal zonder ophoogzand (of ander materiaal dat beter doorlatend is dan de specie);
- geluidswal met een dunne laag ophoogzand;
- geluidswal met een dikke laag ophoogzand.

De geluidswal zonder ophoogzand betreft in principe de nulsituatie: er is geen berging en alleen gedurende een bui kan er water infiltreren.

Als er evenwel een beter doorlatende ophooglaag wordt aangebracht (of als door plantengroei een beter doorlatende wortelzone ontstaat) dan kan er een schijngrondwaterspiegel ontstaan, van waaruit een (semi-)permanente infiltratie kan plaatsvinden. Daardoor zullen de infiltratiehoeveelheden aanzienlijk toenemen, behalve als er sprake is van een zeer lage doorlaatfactor (zie 3.3 en 3.4).

Om de infiltratiehoeveelheden te beperken en zoveel mogelijk de nulsituatie te handhaven, is het van belang om te voorkomen dat er een waterlaag op de gerijpte baggerspecie blijft staan. Mogelijkheden daarvoor zijn:

- aanbrengen afschot in bovenoppervlak gerijpte baggerspecie;
- aanbrengen drainerende laag boven op gerijpte baggerspecie. Een dergelijke laag, met een grote doorlaatfactor, moet zorgen voor een snelle afvoer van ingedrongen water naar de zijkanten van de geluidswal, eer dit in het lichaam gerijpte baggerspecie kan indringen. Om indringing van plantenwortels tegen te gaan, stelt Hoeks (1988) voor om de afdeklaag te laten bestaan uit 0,75 m humeus zand, met daaronder circa 0,30 m drainagezand;
- uiteraard geldt algemeen, dat verdichting van het materiaal gunstig is om de doorlatendheid van de specie te verkleinen.

### 4.3 Ophoging in de wegebouw

In bijlage 2 blad 2 zijn een aantal mogelijke situaties weergegeven voor toepassing van gerijpte baggerspecie in een wegophoging:

- gerijpte baggerspecie alleen onder wegdek;
- gerijpte baggerspecie in getrapt profiel;
- gerijpte baggerspecie met onvoldoende afstroming.

In de eerste situatie vormt het asfalt wegdek een ondoorlatende bovenafdekking. Het van de weg afstromende water, alsmede de neerslag op de berm infiltreert in een goed doorlatende laag afdekzand, maar niet in de gerijpte baggerspecie. Op deze wijze treedt er geen uitspoeling uit de baggerspecie op.

Een nadeel van deze oplossing is, dat er onder de bermen geen baggerspecie wordt verwerkt, waardoor relatief weinig baggerspecie kan worden toegepast.

In de tweede situatie wordt ook baggerspecie verwerkt onder de bermen. Door de gerijpte baggerspecie onder afschot te leggen en te zorgen voor goede drainagecondities van de ophooglaag, moet zoveel mogelijk worden voorkomen, dat er water in de ophooglaag blijft staan.

De derde situatie geeft de meest ongunstig situatie weer. Als de drainagesituatie niet optimaal is, ontstaat er een schijngrondwaterspiegel zowel onder de berm als onder het wegdek. Hieruit kan permanent water infiltreren over het hele oppervlak van lichaam met gerijpte baggerspecie.

Ook hier geldt, dat het wenselijk is om te voorkomen dat er een waterlaag op de gerijpte baggerspecie blijft staan. Ten opzichte van de geluidswal is de situatie in principe gunstiger, daar een asfaltwegdek reeds zorgt voor een vrijwel ondoorlatende bovenafdichting. Verdere mogelijke maatregelen zijn:

- aanbrengen tweezijdig afschot in bovenoppervlak gerijpte baggerspecie;
- aanbrengen drainerende laag boven op gerijpte baggerspecie: snelle zijwaartse afvoer. Onder de bermen zou de afdeklaag dan weer kunnen bestaan uit 0,75 m humeus zand, met daaronder circa 0,30 m drainagezand;
- afvangen van neerslag die van het wegdek afstroomt (afvoergoten);
- verdichten van de specie, om de doorlatendheid van de specie te verkleinen.

Bij wegbouwkundige constructies met voldoende verhang zullen de delen van het specielichaam onder het asfalt minder water ontvangen dan waar nu mee is gerekend. De infiltratie van regenwater zal immers vrijwel volledig in de berm plaatsvinden. De delen onder de bermen zullen dus relatief meer water ontvangen, die onder het asfalt minder. Gezien de oppervlakteverhouding, zal in het specielichaam als geheel waarschijnlijk minder water infiltreren dan nu is berekend, afhankelijk van de doorlaatfactor van de specie en drainagevoorzieningen in de berm. Een kwantitatieve uitwerking van dit aspect is in het kader van dit project niet voorzien.

## 5 Samenvatting en conclusies

In opdracht van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat heeft Tauw een modelonderzoek uitgevoerd naar de infiltratiemogelijkheden in constructies van gerijpte baggerspecie.

Aanleiding voor het onderzoek vormt het Bouwstoffenbesluit, waarin wordt uitgegaan van standaardwaarden voor de infiltratie. Voor categorie 1 toepassingen op het land wordt uitgegaan van een infiltratiehoeveelheid van 300 mm/jaar.

Het is denkbaar, dat de doorlaatfactor van gerijpte baggerspecie zo klein is, dat niet het volledige neerslagoverschot kan infiltreren, maar gedeeltelijk oppervlakkig zal afstromen. Een lagere infiltratie zal gepaard gaan met een kleinere emissie van sulfaat uit de baggerspecie. Op grond daarvan zou een materiaal, dat op basis van de standaardberekening wordt geclassificeerd als categorie 2, in werkelijkheid mogelijk kunnen voldoen aan de eis voor categorie 1.

Er zijn berekeningen uitgevoerd met de onderstaande gegevens en rekenmethodiek.

1. Neerslag en verdamping volgens standaard reeksen voor De Bilt (RIONED-reeks):
  - neerslag volgens 15-minuten reeks;
  - verdamping vanuit berging volgens standaardreeks, met vermenigvuldigingsfactor van 0,8 in de maanden april tot en met september (Makkink-correctie).
2. Berekeningen uitgevoerd met het "inloopmodel":
  - doorlaatfactoren variërend tussen  $10^{-2}$  en  $10^{-11}$  m/sec;
  - berging tussen 0 en 10 mm;
  - daarnaast is buiten het inloopmodel om een berekening uitgevoerd voor een permanente infiltratie (grote berging).

Vanwege de relatief kleine bergingen die zijn doorgerekend, zijn relatief kleine verdamping berekend, althans voor situaties waarin sprake is van een permanente, voor verdamping beschikbare, schijngrondwaterspiegel. Voor dergelijke situaties tendeert deze aanpak naar een "worst case" benadering van de infiltratiehoeveelheid.

De praktijkinfiltratie zal lager zijn indien er meer neerslag kan verdampen. Dit speelt met name een belangrijke rol indien er sprake is van berging in een wortelzone, boven een laag redelijk doorlatende<sup>1</sup> gerijpte baggerspecie. Voor deze situatie is een maximale voeding van circa 400 mm berekend. Dit is overigens alleen van belang voor doorlatendheden van circa  $5 \cdot 10^{-7}$  m/s en hoger.

Met het model zijn de volgende resultaten verkregen:

- als berging van water bovenop de constructie met gerijpte baggerspecie kan worden voorkomen, is een reductie van de infiltratiehoeveelheid mogelijk bij doorlaatfactoren kleiner dan  $1,5 \cdot 10^{-7}$  m/sec. De infiltratiehoeveelheid is kleiner naarmate de doorlaatfactor kleiner is. Bij een doorlaatfactor van  $2 \cdot 10^{-8}$  m/s infiltreert nog slechts 50 mm/jaar;
- als er sprake is van berging, ofwel van een laagje water boven op de constructie met gerijpte baggerspecie, neemt de infiltratiehoeveelheid fors toe. Om in die situatie nog een reductie van de infiltratiehoeveelheid ten opzichte van de standaard van

---

<sup>1</sup> Verdamping treedt ook op boven slecht doorlatende specie maar in dat geval zal afstroming het overheersende proces zijn en speelt de (extra) verdamping een ondergeschikte rol.

300 mm/jaar te bereiken, moet de gerijpte baggerspecie worden verwerkt met veel lagere doorlaatfactoren dan in de situatie zonder berging: kleiner dan  $1,5 \cdot 10^{-8}$  m/sec. Voor het bereiken van infiltratiehoeveelheden kleiner dan 50 mm/jaar zijn zelfs doorlaatfactoren kleiner dan  $2 \cdot 10^{-9}$  m/s vereist;

- bij schijngrondwaterspiegels, plasvorming et cetera, wordt het effect van een iets groter stijghoogteverhang, en daarmee van de infiltratiecapaciteit, volledig overschaduwd door de grotere tijdsduur waarover infiltratie in dergelijke situaties kan optreden (groot effect van infiltratie vanuit berging);
- er zijn een aantal praktijksituaties geschetst, waarbij is aangegeven hoe de infiltratie kan worden verminderd:
  - verdichting van de specie;
  - aanbrengen tweezijdig afschot in bovenoppervlak gerijpte baggerspecie (het afschot moet voldoende zijn om ongelijkmatige zetting in de dwarsrichting van de weg te kunnen compenseren);
  - aanbrengen drainerende laag boven op gerijpte baggerspecie: snelle afvoer. Om indringing van wortels te voorkomen, zou de drainagelaag moeten worden afgedekt met 0,75 m humeus zand;
  - afvangen van neerslag die van het wegdek afstroomt (afvoergoten).

Samenvattend gelden de volgende waarden voor de doorlatendheid van de specie, waarbij de infiltratie kleiner wordt dan 300 mm:

- berging = 0 mm (voldoende verhang/drainage):  $k < 1,5 \cdot 10^{-7}$  m/s;
- berging = 10 mm (onvoldoende verhang/drainage):  $k < 1,5 \cdot 10^{-8}$  m/s.

In sommige situaties zal bij hogere k-waarden al een lagere infiltratie worden bereikt, met name door een grotere verdamping (plantengroei) of door de afschermdende werking van asfalt.

**Literatuur**

Hoeks, J and G.J. Agelink (1982). Hydrological aspects of sealing waste tips with liners and soil covers (IAHS publ. 139, juni 1982).

Hoeks, J. (1988). Bovenafdichting op afvalstortplaatsen met natuurlijke materialen. Land + water-nu, Milieutechniek no. 4, 1988.

Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (1989). Neerslag, inloop, overstortmodel: beschrijving en analyse. NWRW publicatie 4.3. Staatsuitgeverij, Den Haag, juni 1989.

## **Bijlage 1**

### **Berekende infiltratiehoeveelheid**

**Berekende infiltratiehoeveelheid als functie van:**

- de doorlaatfactor van de gerijpte baggerspecie
- de bergingscapaciteit boven de gerijpte baggerspecie

			Bergingscapaciteit (mm)								
			0	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	
Infiltratiecapaciteit			Infiltratie (mm/jaar)								
M/s	M/dag	mm/u									
2,8E-10	0,000024	0,00	0,816						5,988	6,68	
2,8E-09	0,00024	0,01	8,156	17,83	22,39	30,22	37,64	45,77	56,16	63,82	
5,6E-09	0,00048	0,02	16,32	31,66	39,24	53,55	67,1	83,31	105,2	121,1	
1,4E-08	0,0012	0,05	40,43	64,75	78,01	103,7	131,1	164,8	218,2	258	
2,8E-08	0,0024	0,1	77,98	108,9	127,1	162,9	202,1	253,3	333,4	395,8	
5,6E-08	0,0048	0,2	141,7	178,6	200,7	244,6	293,7	358,7	462,1	535,8	
1,4E-07	0,012	0,5	285,1	321,4	344,6	393,2	445,6	512,5	611,4	673,9	
2,8E-07	0,024	1	435,1	463,6	484,2	526,7	571,3	624,5	696,3	735,6	
5,6E-07	0,048	2	587,6	605	618,4	646,5	676,2	710	750,1	770,5	
1,4E-06	0,12	5	724,1						782,1	790,8	
5,6E-06	0,48	20	791						797	799,9	
5,6E-05	4,8	200	799,9						799,9	799,9	

# KODAK IMAGESOURCE 70cp Series II Copier-Printer

---

Eigenaar: Operator  
Bestandsnaam: Standaard Configuratie  
Datum: Wed Jan 3 08:25:15 2001

Strategie combinatiefout: Automatisch vervangen

Printwijze: 1-Zijdig  
Sorteren: Aan  
Stapelen: Gelijk  
Hechten: Nee  
Vouwen: Nee  
Emulatie: PostScript@/PCL

Geïnstalleerde toners: Zwart Rood Blauw Groen

Hoofdtoevoer: A4 l, 80g/m<sup>2</sup>, wit, gewoon  
Cassette onder: A3, 80g/m<sup>2</sup>, wit, gewoon  
Cassette boven: A4 l, 80g/m<sup>2</sup>, blauw, kleur  
Finisherblad: Leeg, 160g/m<sup>2</sup>, wit, tussenveltoevoer

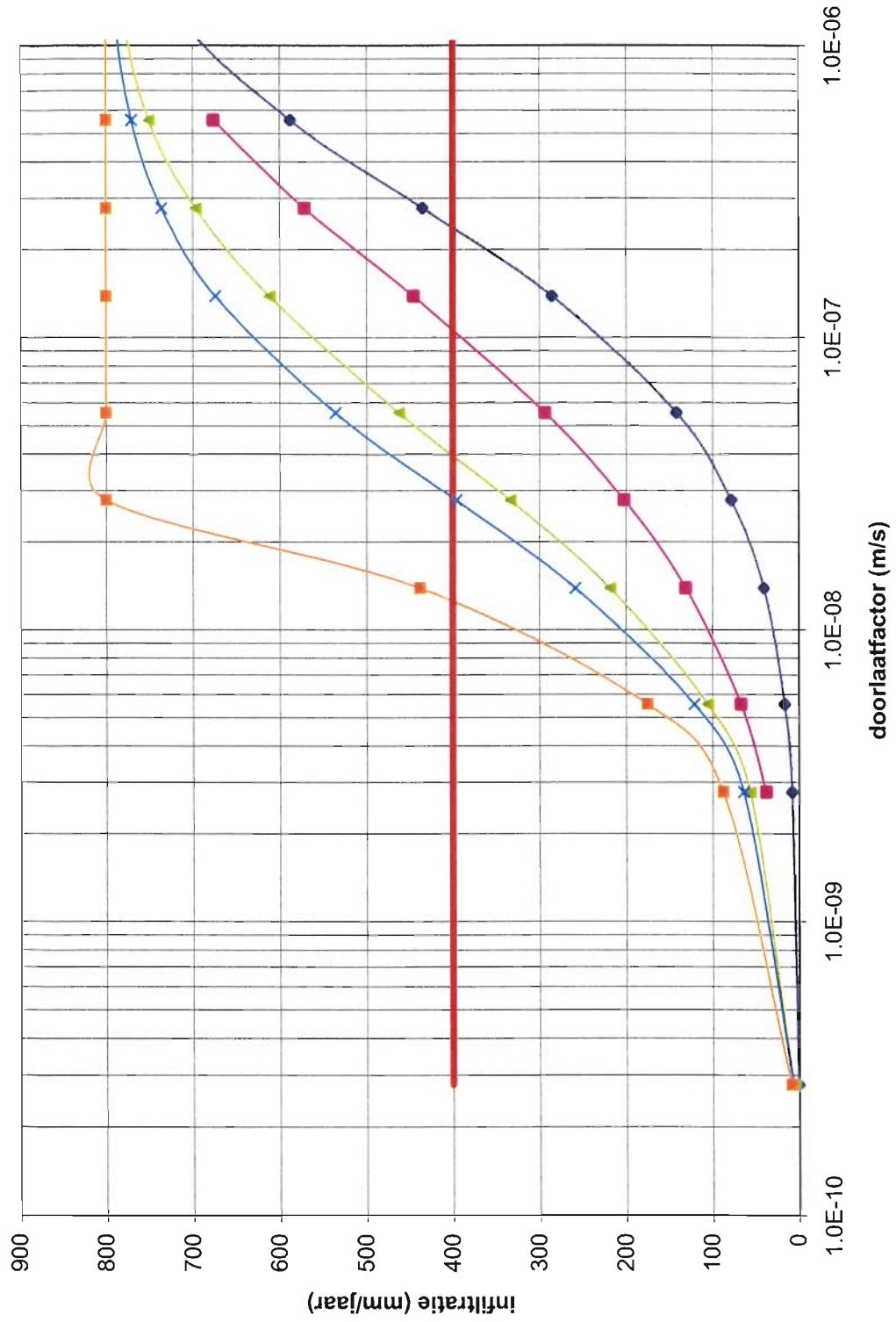
ME Versie: 8.06 18/3/96  
RIP Versie: 2.0  
RIP Opbouwtijd: 11 juni 1998 13:45:49 GMT

Scanner "A" Meter: 2618548  
Printer "A" Meter: 83105  
ME "A" Meter: 2711637  
Begindatum calculatie: 21 oktober 1999 21:40:53  
Einddatum calculatie: 2 januari 2001 8:26:48  
Calculatie record-telling: 455

Parallel Mode: Raw  
Parallel Timeout: 5 seconds  
Internet Address: 192.168.1.9  
Internet Netmask: 255.255.255.0  
Gateway Address: 192.168.1.254  
Broadcast With: Ones  
EtherTalk Address: KODAK 70cp Series II.LaserWriter

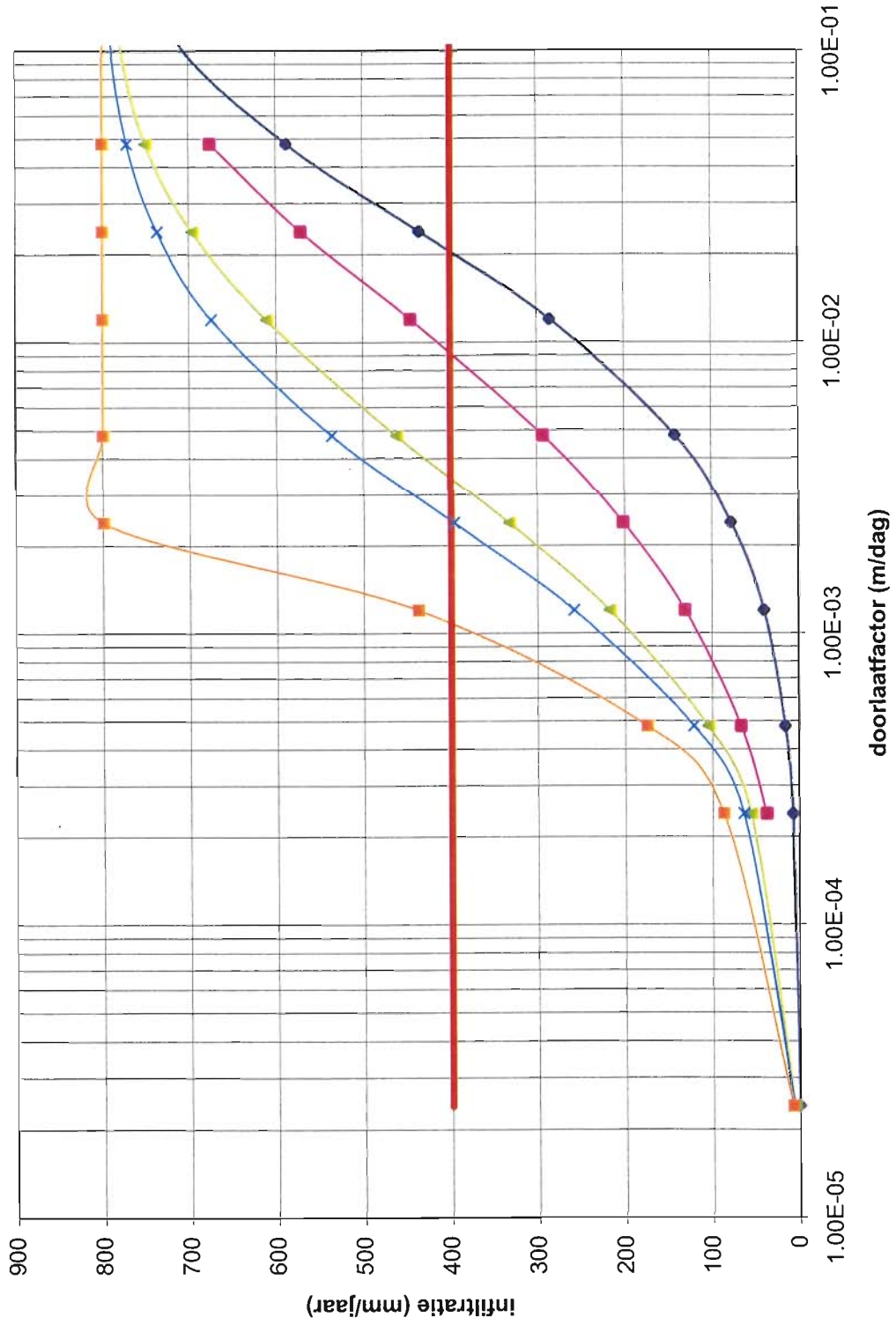


Infiltratie als functie van doorlaatafactor (m/sec)



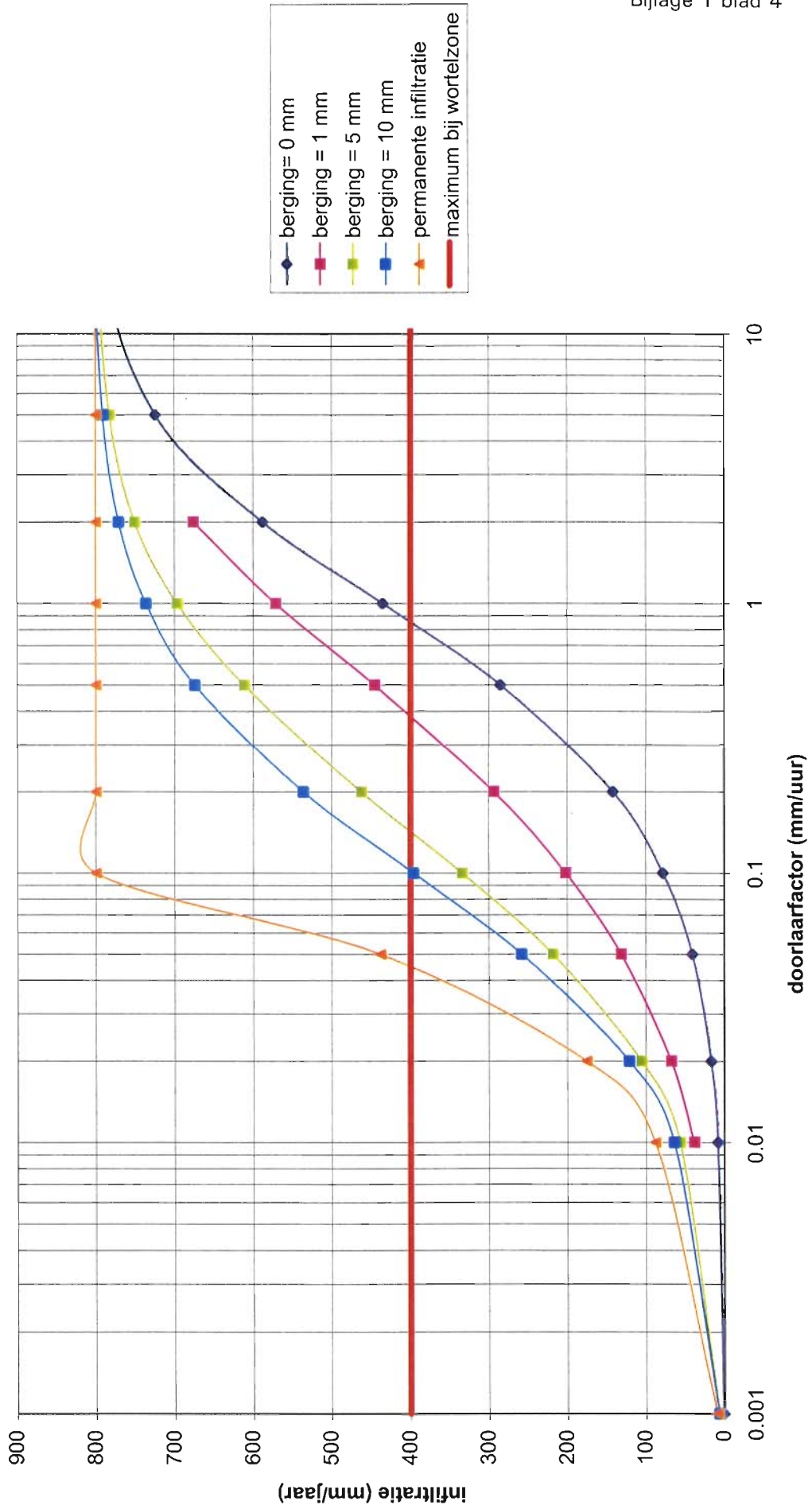
- berging = 0 mm
- berging = 1 mm
- ▲— berging = 5 mm
- ×— berging = 10 mm
- permanente infiltratie
- maximum bij wortelzone

Infiltratie als functie van doorlaatafactor (m/dag)



- berging = 0 mm
- berging = 1 mm
- berging = 5 mm
- berging = 10 mm
- berging oneindig
- maximum bij wortelzone

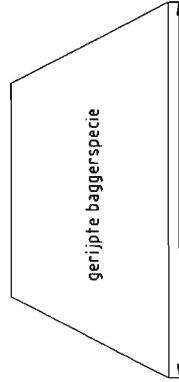
Infiltratie als functie van doorlaatafactor (mm/uur)



## **Bijlage 2**

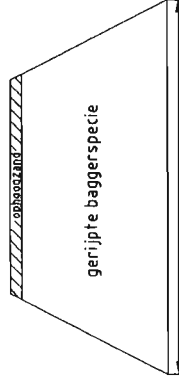
### **Praktijksituaties**

1.1 geen ophoogzand



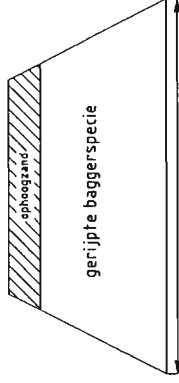
- $I_w = I$  -bui ( $B=0$ )
- geen schijngrondwaterspiegel
  - berging = 0
  - infiltratie gedurende regenbui:  $I_w = I_s$  -bui

1.2 dunne laag ophoogzand



- $I_w = I_s$  -halfpermanent
- periodieke schijngrondwaterspiegel, maar ook evaporatie
  - berging periodiek > 10 mm
  - semi- permanente infiltratie

1.3 dikke laag ophoogzand



- $I_w = I_s$  -permanent
- schijngrondwaterspiegel,
  - berging > 10 mm
  - permanente infiltratie

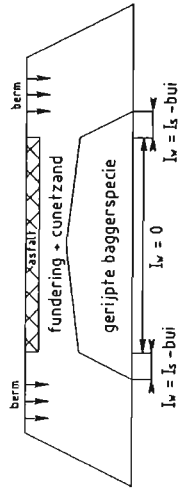
Opdrachtnummer RUKSWATERSTAAT, DIENST WEG- EN WATERBUWKUNDE	Schaal 1:100	Bladnr CONCEPT
Project INFILTRATIE GERIJPTE BAGGERSPECIE	Formaat A3	Projectnummer 3876799
Ontwerper BIJLAGE 2, BLAD 1	Datum 09-09-00	Tekeningnummer 102
	Ontk. SFI	
	Over. JBD	



**Tauw**

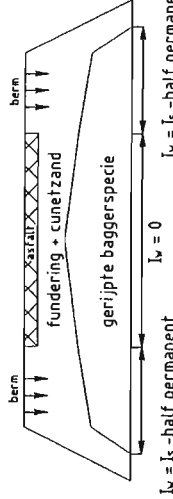
Poortbaan 133  
7400 AC Deventer  
T: (0570) 69 98 66  
F: (0570) 69 98 65

2.1 gerijpte baggerspecie  
alleen onder wegdek



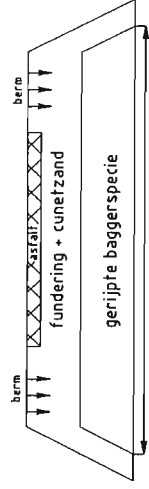
- geen schijngrondwaterspiegel
- berging = 0
- onder wegdek geen infiltratie
- talud gerijpte baggerspecie, infiltratie gedurende regenbui

2.2 gerijpte baggerspecie  
in getrapt profiel




- periodieke schijngrondwaterspiegel
- berging periodiek/plaatselijk > 10 mm
- onder wegdek geen infiltratie
- onder berm semi-permanente infiltratie

2.3 gerijpte baggerspecie  
met onvoldoende afstroming



- schijngrondwaterspiegel
- berging > 10 mm
- permanente infiltratie

Opdrachtgever RUCSWATERSTAAT, DIENST WEG- EN WATERBOUWKUNDE	Schaal 1:100	Status CONCEPT
Project INFILTRATIE GERIJPTE BAGGERSPECIE	Formaat A3	Projectnummer 3876799
Onderdeel BIJLAGE 2, BLAD 2	Datum 17-06-00	Tekeningnummer 103
 Poortbus 133 7400 AC Drenster Telefoon (0527) 80 94 11 Fax (0527) 89 98 66		