

Geofox-Lexmond bv

Eektestraat 10-12  
Postbus 221  
7570 AE Oldenzaal  
T (0541) 58 55 44  
F (0541) 52 29 35

[www.geofox-lexmond.nl](http://www.geofox-lexmond.nl)  
[info@geofox-lexmond.nl](mailto:info@geofox-lexmond.nl)

Overige vestigingen:  
Bodegraven en Tilburg

KvK Enschede nr. 06066452

Gemeente Lochem  
De heer J. van der Wee  
Postbus 17  
7240 AA LOCHEM

Uw kenmerk:

Ons kenmerk: 20090919\_a3RAP

Oldenzaal, 8 februari 2012

Onderwerp: waterhuishoudkundig onderzoek  
Locatie: Reeveerweg West te Harfsen  
Projectnummer: 20090919/MVOP  
Behandeld door: de heer ing. E.J.G. Stamsnijder

Geachte heer van der Wee,

Hierbij ontvangt u het waterhuishoudkundig onderzoek dat is verricht op de locatie Reeveerweg West te Harfsen.

Het betreft een aanvulling van de tussenrapportage (15 juli 2009) welke is opgesteld zonder dat er een stedenbouwkundige invulling bekend was. In onderhavige rapportage is de voorgenomen stedenbouwkundige invulling verwerkt. Het waterhuishoudkundig onderzoek is geschikt voor opname als waterparagraaf in de ruimtelijke onderbouwing. Indien gewenst kunnen we u de rapportage als word document nasturen.

Mocht u naar aanleiding van dit rapport nog vragen/opmerkingen hebben, dan kunt u altijd contact opnemen met de heer E.J.G. Stamsnijder, de heer M.H. Voppen of ondergetekende (beiden bereikbaar op tel. 0541 – 58 55 44).

Wij vertrouwen erop u hiermee van dienst te zijn geweest.

Hoogachtend,

Geofox-Lexmond bv



ing. B.A.H. Kok  
teammanager

**Bijlagen:**

- rapportage waterhuishoudkundig onderzoek 20090919/MVOP (drievoud)

**Waterhuishoudkundig  
onderzoek**

Reeverweg West te Harfsen

**Opdrachtgever**

Gemeente Lochem  
heer Van der Wee  
Postbus 17  
7240 AA LOCHEM

**Adviesbureau**

Geofox-Lexmond bv  
Eektestraat 10-12  
Postbus 221  
7570 AE OLDENZAAL  
Tel. 0541 - 585544  
Fax 0541 - 522935

**Status**

definitief

**Datum**

8 februari 2012

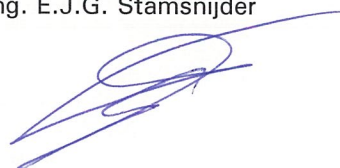
**Projectnummer**

20090919/MVOP

**Auteur**

de heer ing. E.J.G. Stamsnijder

Paraaf:



**Controle / vrijgave**

de heer ing. B.A.H. Kok

Paraaf:



# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Vooronderzoek</b>	<b>2</b>
	2.1 Locatiegegevens	2
	2.2 Gewenste herinrichting	3
<b>3</b>	<b>Geohydrologische situatie</b>	<b>4</b>
	3.1 Regionale geohydrologie	4
	3.2 Lokale geohydrologie	4
	3.3 Grondwater	5
	3.4 Grondwaterstroming	6
	3.5 Doorlatendheid	6
	3.6 Oppervlaktewater	6
	3.7 Riolering	6
<b>4</b>	<b>Infiltratiemogelijkheden op locatie</b>	<b>7</b>
	4.1 Algemeen	7
	4.2 Infiltratiemogelijkheden op de onderzochte locatie	8
<b>5</b>	<b>Huidig beleid stedelijk waterbeheer</b>	<b>9</b>
	5.1 Inleiding	9
	5.2 Beleid gemeente en waterschap	9
<b>6</b>	<b>Voorstel toekomstige inrichting waterhuishouding</b>	<b>11</b>
	6.1 Voorstel op hoofdlijnen	11
	6.2 Dimensionering	11
<b>Bijlagen</b>		
1	Situatietekening met boorpunten	
2	Boorstaten	
3	Uitwerking doorlatendheidsmetingen	
4	Dimensionering infiltratievoorziening	



## **1 Inleiding**

In opdracht van de gemeente Lochem heeft Geofox-Lexmond bv een waterhuishoudkundig onderzoek uitgevoerd op de locatie Reeveerweg West te Harfsen.

De aanleiding voor het laten opstellen van het waterhuishoudkundig onderzoek wordt gevormd door de geplande ontwikkeling van nieuwbouw op deze locatie. Onderdeel van dit ruimtelijk plan vormt een beschrijving van de gevolgen van de voorgenomen ontwikkeling op de waterhuishouding. Onderhavig rapport geeft hiervan een beschrijving, waarbij zowel ingegaan wordt op de huidige en de toekomstige waterhuishouding.

De rapportage betreft een aanvulling van de tussenrapportage (15 juli 2009) welke is opgesteld zonder dat er een stedenbouwkundige invulling bekend was. In onderhavige rapportage is de voorgenomen stedenbouwkundige invulling verwerkt. Het waterhuishoudkundig onderzoek is geschikt voor opname als waterparagraaf in de ruimtelijke onderbouwing.

## 2 Vooronderzoek

### 2.1 Locatiegegevens

Op onderstaande luchtfoto is de situering van de locatie weergegeven.



De locatie Reeveerweg West te Harfsen heeft een oppervlakte van circa 4 hectare. Het gebied is gelegen aan de rand van de kern en is in de huidige situatie niet bebouwd. In de Structuurvisie Wonen en Werken 2007-2015 van de gemeente Lochem is het aantal woningen voor de genoemde periode aangegeven dat moet worden gebouwd om in de woningbehoefte te kunnen voorzien. Per kern zijn er zoekgebieden voor uitbreiding ten behoeve van woningbouw aangegeven. In de kern van Harfsen is één van deze locaties de locatie Reeveerweg West.

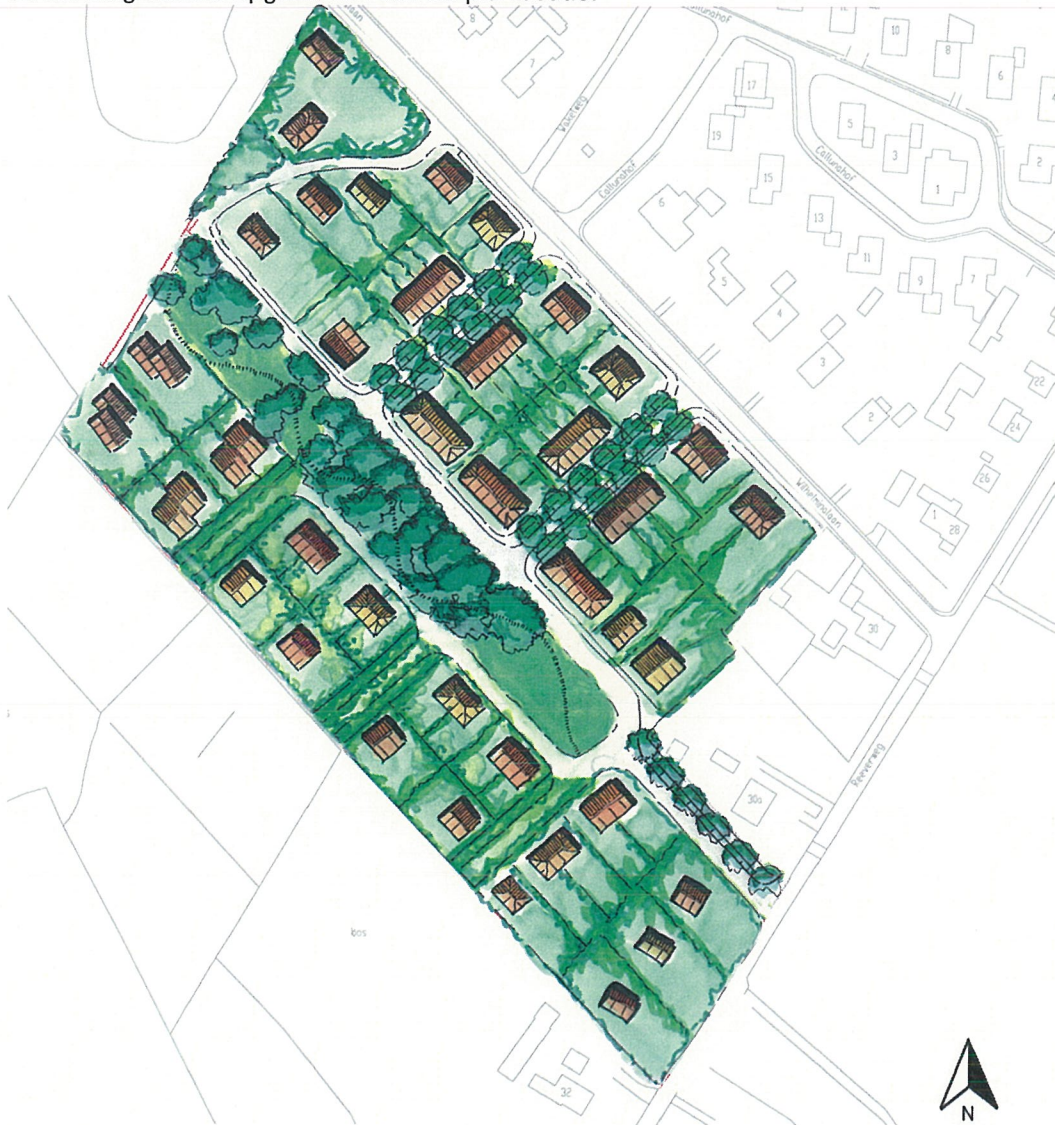
De algemene gegevens van de locatie zijn opgenomen in tabel 2.1. In bijlage 1 is een situatieschets opgenomen.

**Tabel 2.1: Algemene gegevens onderzoekslocatie**

Algemene gegevens onderzoekslocatie			
Huidige functie:	Bos en weiland		
Verharding:	Geen		
RD-coördinaten:	X: 216.885	Y: 468.882	Z: 10,4 m + NAP*
Oppervlakte onderzoekslocatie:	40.000 m <sup>2</sup>		
* min. 9,7 m + NAP, max. 11,4 m + NAP			

## 2.2 Gewenste herinrichting

Op de locatie zullen circa 70 woningen worden gerealiseerd. Hieronder is een voorlopige verkavelingsschets opgenomen van de planlocatie.



Ten aanzien van de huidige oppervlakteverdeling vinden de volgende wijzigingen plaats.

Tabel 2.2: Wijzigingen oppervlakteverdeling

Beschrijving	Huidige oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Toekomstige oppervlakte (m <sup>2</sup> )
Totaal verhard oppervlak	0	14.000
- dakoppervlak / bebouwing	0	6.500
- wegen / infrastructuur	0	7.500
Totaal onverhard oppervlak	40.000	26.000

## 3 Geohydrologische situatie

### 3.1 Regionale geohydrologie

#### Regionaal

In tabel 3.1 is schematisch de regionale bodemopbouw weergegeven.

**Tabel 3.1: Regionale bodemopbouw**

Tijdperk	Formatienaam	Soort afzetting	Bodemtype
KWARTAIR	Holoceen	Betuwe Formatie	Zand of kleilig zand en klei
	Pleistoceen	Formatie van Twente en Formatie van Kreftenhyeye	Fluvioperiglaciale afzettingen (afzetting ontstaan door smeltwaterrievieren, beken en Kreftenheye) zanden moerassen)
			Fijne (formatie van Twente) en grove (formatie van Kreftenheye) zanden

De regionale grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket is overwegend west-noordwestelijk gericht. De lokale stromingsrichting van het grondwater kan hiervan afwijken.

### 3.2 Lokale geohydrologie

Om de geohydrologische situatie te bepalen zijn op 17 juni 2009 veldwerkzaamheden uitgevoerd. Hierbij zijn twaalf boringen geplaatst, waarvan er drie zijn afgewerkt als peilbuis. In negen boringen zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. De boorlocaties zijn zoveel mogelijk verspreid over de locatie. In bijlage 1 is een situatieschets met de boorlocaties opgenomen. De boorstaten zijn bijgevoegd in bijlage 2. De bodemopbouw op de locatie kan op basis van de boringen als volgt worden geschematiseerd.

**Tabel 3.2: Lokale bodemopbouw**

Diepte (m-mv)	Bodemsamenstelling
0,0 – 0,5	Matig fijn zand, matig siltig, matig humeus
0,5 – 1,0	Matig fijn zand, zwak siltig
1,0 – 1,5	Zeer fijn zand, matig siltig, matig roesthoudend
1,5 – 2,0	Uiterst fijn zand, matig siltig, matig roesthoudend
2,0 – 2,5	Zeer fijn zand, matig siltig
2,5 – 3,5	Matig fijn zand, matig siltig
3,5 – 3,6*	Uiterst fijn zand, sterk siltig

\* einde diepste boring

### 3.3 Grondwater

Om de vraag te beantwoorden of infiltratie en berging van hemelwater mogelijk is en op welke wijze dat dan het beste gerealiseerd kan worden, moeten onder andere de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bekend zijn. Om deze waarden te bepalen zijn diverse informatiebronnen geraadpleegd:

- grondwaterstandsgegevens van peilbuizen, opgenomen in het landelijk meetnet van TNO-NITG;
- in het verleden uitgevoerde grondwaterstandsmetingen in de omgeving van de beschouwde locatie.

Er is één langdurig gemeten TNO-peilbuis in de nabijheid van de onderzoekslocatie geraadpleegd. De TNO-peilbuis B33F0179 is gelegen op circa. 300 m ten noordoosten van het onderzoeksgebied. Voor een overzicht van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), de gemiddelde grondwaterstand (GG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG), wordt verwezen naar onderstaande tabel.

**Tabel 3.3: grondwaterstanden**

Peilbuis nr.	x-coördinaat	y-coördinaat	maaiveld- hoogte (m + NAP)	Meetreeks 1997 – 2007 Filterstelling (m –mv)	GHG m-mv (m + NAP)	GG m-mv (m + NAP)	GLG m-mv (m + NAP)
B33F0179	217.250	469.220	10,32	20,0 – 21,0	1,16 (9,16)	1,74 (8,58)	2,20 (8,12)

Op basis van de grondwaterkaart van Nederland (kaartblad 45C) en de langdurige grondwaterstandsgegevens afkomstig van het TNO-meetnet wordt de GHG ingeschat op circa 9,16m +NAP en dat is circa 1,16-mv. De GG en GLG bedragen naar verwachting respectievelijk circa 8,58 en 8,12 m +NAP.

#### *Ter plaatse van de onderzoekslocatie*

De gemeten grondwaterstanden zijn in tabel 3.4 opgenomen. De gemeten grondwaterstanden komen lager uit dan de GG uit de TNO-peilbuis. Gezien de roestwaarnemingen in het traject van 1,0- 2,0 m-mv en de GHG zoals afgeleid uit de TNO-peilbuis wordt een GHG van 1,20 m-mv representatief geacht.

**Tabel 3.4: Meetgegevens grondwater**

peilbuis nr.	gws (m-mv)	gws (m + NAP)
1	2,42	7,98
2	2,39	8,02
3	2,53	8,04



### 3.4 Grondwaterstroming

De grondwaterstromingsrichting op de locatie is bepaald doormiddel van een doorgaande waterpassing aangevuld met het peilen van de grondwaterstand. De stromingsrichting op de locatie is hier globaal noordwestelijk gericht.

### 3.5 Doorlatendheid

Tijdens de veldwerkzaamheden zijn in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd door het uitvoeren van omgekeerde boorgatproeven. De doorlatendheidsmetingen hebben plaatsgevonden in het traject van 0,25 - 1,4 m-mv. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.5. De uitwerking van de doorlatendheidsmetingen zijn opgenomen in bijlage 3.

**Tabel 3.5: resultaten doorlatendheidsmetingen**

boringsnummer	doorlatendheid (m/d)	diepte (m-mv)
4	5,3	0,5-1,0
5	11,1	0,5-1,0
6	3,3	0,9-1,4
7	11,7	0,6-1,1
8	11,8	0,25-0,75
9	7,6	0,25-0,75
10	5,9	1,2-1,7
11	14,1	0,5-1,0
12	6,2	0,6-1,1

Uit de doorlatendheidsmetingen is gebleken dat de gemiddelde doorlatendheid in het traject waarin gemeten is (0,25 – 1,4 m-mv) redelijk goed is (8,5 m/d).

### 3.6 Oppervlaktewater

In de nabijheid van de onderzoekslocatie is geen oppervlaktewater, behoudens enkele perceelsslotten, aanwezig.

### 3.7 Riolering

Onder de Wilhelminalaan ligt een gemengd stelsel van rond 300 mm en onder de Reeveerweg ligt een gemengd stelsel van rond 500 mm. Het afvalwater wordt doormiddel van een persleiding afgevoerd richting Gorssel.

## 4 Infiltratiemogelijkheden op locatie

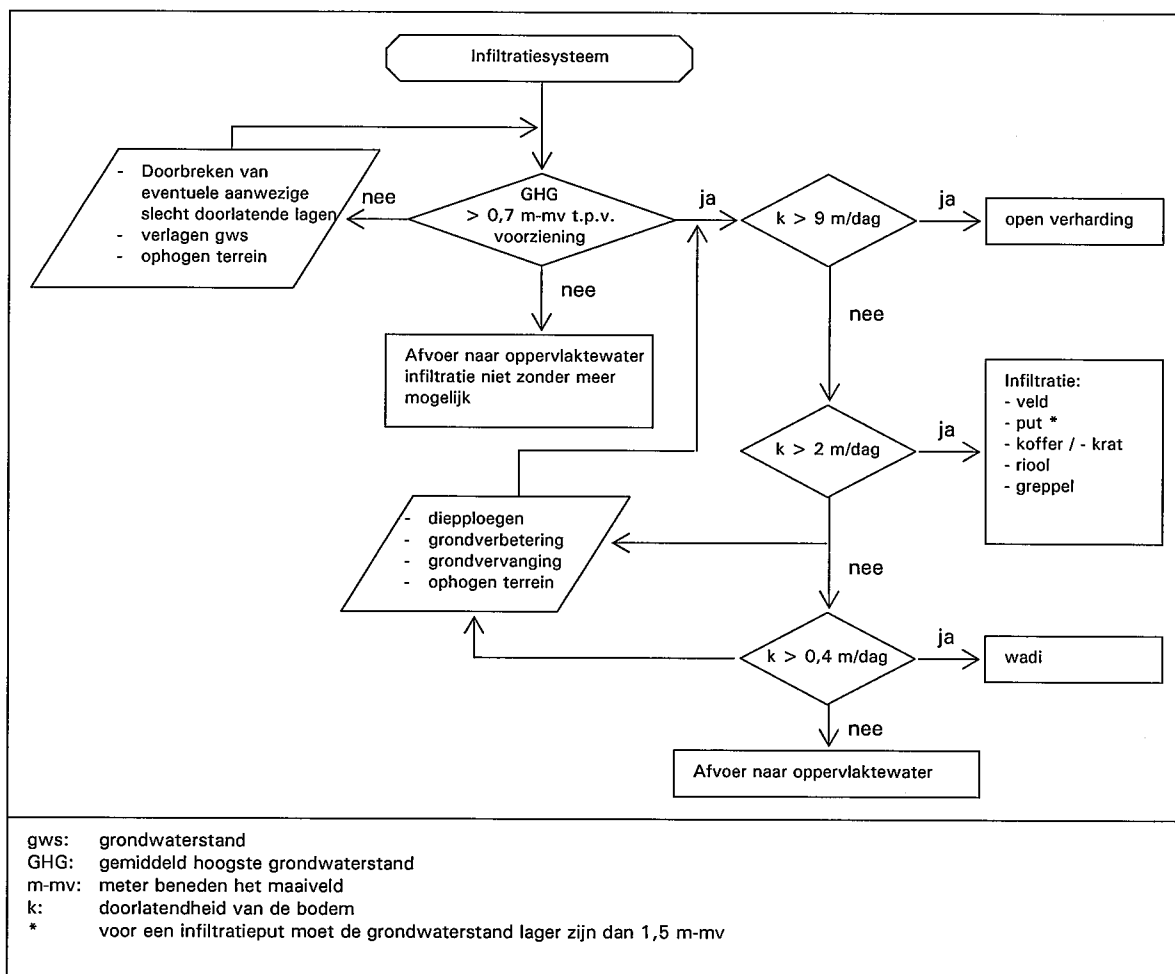
### 4.1 Algemeen

Op basis van de veldwerkresultaten en de bestudeerde beschikbare gegevens wordt allereerst een advies uitgebracht aangaande de mogelijkheden voor het infiltreren van hemelwater in de bodem.

In figuur 1 is schematisch de afweging tussen het wel of niet infiltreren in de bodem en de keuze van een bepaalde infiltratietechniek (op basis van de heersende grondwaterstand en de doorlatendheid van de bodem) weergegeven. Het betreft hier een algemene beslismethodiek. Ieder geval dient afzonderlijk te worden beoordeeld op basis van locatiespecifieke kenmerken (maatwerk).

**Figuur 1: Mogelijkheden voor infiltratie van hemelwater**

(bron: Leidraad aan- en afkoppelen verharde oppervlakken, Basisdocument, TAUW Civiel en Bouw, januari 1998)



De GHG is als eerste criterium toegepast bij de afweging tussen het infiltreren in de bodem, het bergen van het hemelwater, óf het afvoeren van hemelwater naar elders. Indien de GHG op de

locatie hoger is dan 0,7 m-mv is infiltratie niet zonder meer mogelijk en blijven de volgende mogelijkheden over:

- het bergen van het hemelwater op de locatie;
- het nemen van maatregelen ter verbetering van de geohydrologische omstandigheden;
- het afvoeren van hemelwater naar elders.

Indien de doorlatendheid van de bodem groter is dan 9 m/dag kunnen in principe alle typen infiltratievoorzieningen worden toegepast. Indien de verzadigde doorlatendheid van de onverzadigde zone kleiner is dan 9 m/dag, maar groter dan 2 m/dag, kunnen de infiltratietechnieken als een infiltratieveld, -koffer, -riool en -greppel goed worden toegepast. Indien de doorlatendheid van de bodem tussen de 2 en 0,4 m/dag ligt, kan het hemelwater, mits voldoende ruimte beschikbaar is, met behulp van een wadi (infiltratiegreppel met infiltratiekoffers en drainage naar open water) in de bodem worden geïnfiltreerd. In geval van een doorlatendheid van minder dan 0,4 m/dag is het infiltreren van hemelwater niet goed mogelijk.

#### **4.2 Infiltratiemogelijkheden op de onderzochte locatie**

Op basis van de resultaten van de doorlatendheid van de onverzadigde zone en van de grondwaterstandsgegevens is voor de locatie een afweging gemaakt of deze geschikt is voor het infiltreren van hemelwater in de bodem.

Op basis van de resultaten van de doorlatendheid van de onverzadigde zone en van de grondwaterstandsgegevens is voor de locatie een afweging gemaakt of deze geschikt is voor het infiltreren van hemelwater in de bodem. Deze afwegingen zijn hieronder vermeld:

- De GHG bevindt zich op een diepte van 1,2 m-mv. Dit vormt geen belemmering voor infiltratie van hemelwater in de bodem indien de infiltratievoorzieningen niet dieper dan 1,2 m-mv worden aangebracht.
- De berekende k-waarde van de onverzadigde zone is redelijk tot goed. Dit vormt geen belemmering voor zowel bovengrondse als ondergrondse infiltratie van hemelwater.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat zowel bovengrondse als ondergrondse infiltratie van hemelwater goed mogelijk is.

## 5 Huidig beleid stedelijk waterbeheer

### 5.1 Inleiding

In de navolgende paragraaf is het huidige beleid ten aanzien van stedelijk waterbeheer beknopt toegelicht. Het stedelijk waterbeleid wordt ingevuld door de gemeente Lochem en Waterschap Rijn en IJssel.

### 5.2 Beleid gemeente en waterschap

Gemeente Lochem en Waterschap Rijn en IJssel kennen binnen hun beheersgebied enkele specifieke eisen en randvoorwaarden inzake het stedelijk waterbeheer. Deze zijn o.a. opgenomen in het stuk "Duurzaam en veilig water in de stad" en "Handreiking Standaard Waterparagraaf voor bestemmingsplannen". De belangrijkste voor het plangebied geldende eisen en randvoorwaarden zijn hieronder samengevat opgenomen:

- Waterschap Rijn en IJssel hanteert bij de beoordeling van een waterparagraaf een aantal waterthema's welke relevant zijn om rekening mee te houden bij de planontwikkeling. De thema's welke relevant zijn dienen nader uitgewerkt en/of toegelicht te worden. De relevante thema's voor onderhavige planontwikkeling (daar waar met 'ja' beantwoord is) betreffen:

Waterthema's	Relevante toetsvraag (antwoord ja)
Riolering en afvalwaterketen	1. Is er toename van het afvalwater (DWA)
Wateroverlast	1. Is er toename van verhard oppervlak 2. Zijn er kansen voor afkoppelen van verhard oppervlak
<b>De overige waterthema's zijn minder relevant</b>	<b>Relevante toetsvraag (antwoord nee)</b>
Veiligheid	1. Ligt in of nabij het plangebied een primaire of regionale waterkering 2. Ligt in of nabij het plangebied een kade
Riolering en Afvalwaterketen	2. Ligt in het plangebied een persleiding van WRIJ 3. Ligt in of nabij het plangebied een RWZI van het waterschap
Grondwateroverlast	1. Is in het plangebied sprake van slecht doorlatende lagen in de ondergrond 2. Bevindt het plangebied zich in de invloedzone van de Rijn of IJssel 3. Is in het plangebied sprake van kwel 4. Beoogt het plan dempen van slootjes of andere wateren
Oppervlaktewaterkwaliteit	1. Wordt vanuit het plangebied water op oppervlaktewater geloosd 2. Ligt in of nabij het plangebied een HEN of SED water 3. Ligt het plangebied geheel of gedeeltelijk in een Strategisch actiegebied
Grondwaterkwaliteit	1. Ligt het plangebied in de beschermingszone van een drinkwateronttrekking
Volksgesondheid	1. In of nabij het plangebied bevinden zich overstorten uit het gemengde of verbeterde gescheiden stelsel 2. Bevinden zich, of komen er functies, in of nabij het plangebied die milieuhygiënische of verdrinkingsrisico's met zich meebrengen (zwemmen, spelen, tuinen aan water)
Verdroging	1. Bevindt het plangebied zich in of nabij beschermingszones voor natte natuur

Natte natuur	1. Bevindt het plangebied zich in of nabij een natte EVZ 2. Bevindt het plangebied zich in of nabij beschermingszones voor natte natuur
Inrichting en beheer	1. Bevinden zich in of nabij het plangebied wateren die in eigendom of beheer zijn bij het waterschap 2. Heeft het plan herinrichting van watergangen tot doel
Recreatie	1. Bevinden zich in het plangebied watergangen en/of gronden in beheer van het waterschap waar actief recreatief medegebruik mogelijk wordt
Cultuurhistorie	1. Zijn er cultuurhistorische waterobjecten in het plangebied aanwezig

- Een bui  $T = 100 + 10\%$  moet in het plangebied geïnfiltreerd / geborgen worden waarbij uit het plangebied maximaal de landelijke afvoernorm naar het oppervlaktewater mag worden afgevoerd. De berging mag hierbij maximaal tot aan maaiveld plaatsvinden en als gevolg van de berging mag geen waterschade ontstaan. Gezien de afvoercoëfficiënt van 0,8 l/s/ha ter plaatse van het plangebied dient uitgegaan te worden van een benodigde berging van 74 mm per hectare verhard oppervlak (740 m<sup>3</sup>/ha). Bij de dimensionering mag uitgegaan worden van een ledigingstijd van 48 uur. De inhoud van een infiltratievoorziening moet minstens 10 mm bedragen van het verhard oppervlak, waarbij de infiltratievoorziening binnen 24 uur weer beschikbaar is voor een volgende regenbui. De hoeveelheid hemelwater welke via infiltratievoorzieningen geïnfiltreerd en/of geborgen worden, kunnen van de totale hoeveelheid worden afgetrokken;
- Het oppervlakkig zichtbaar afvoeren naar de infiltratievoorziening verdient de voorkeur boven ondergronds afvoeren.
- De toename van de vuilvracht van de riolering in het plangebied mag niet groter zijn dan het stelsel wat momenteel aanwezig is.
- Bij de behandeling van hemelwater dient rekening gehouden te worden met een zorgvuldige (bouw)materiaalkeuze (niet-uitlogbare bouwmaterialen). Daarnaast dient geen gebruik gemaakt te worden van milieubelastende stoffen bij het onderhoud van de verhardingen en groenvoorzieningen. Vervuilingen die ontstaan bij calamiteiten dienen verwijderd te worden;
- Om het dichtslibben van het hemelwatersysteem te minimaliseren dient voorkomen te worden dat blad en slib in het systeem komt. Hiertoe dienen in de aanvoleidingen naar de voorzieningen bladscheiders geplaatst te worden.
- Hoogteverschil in plan zo veel mogelijk benutten t.b.v. regenwaterberging en/of -afvoer.

## 6 Voorstel toekomstige inrichting waterhuishouding

### 6.1 Voorstel op hoofdlijnen

Gezien de mogelijkheden en plannen voor de locatie en uitgaande van de wensen van opdrachtgever en waterschap Rijn en IJssel wordt geadviseerd om het hemelwater wat op het dakoppervlak en wegooppervlak valt, af te koppelen en te infiltreren in de bodem. Gezien de ruimte in de planlocatie en de relatief hoge GHG wordt geadviseerd om hiervoor een bovengrondse infiltratievoorziening te creëren in de vorm van Wadi's en/of infiltratievelden. Het vuilwater (DWA) dient aangesloten te worden op de bestaande gemeentelijke riolering.

Bij de aanleg en het onderhoud van bebouwing, infrastructuur en de infiltratievoorzieningen wordt geen gebruik gemaakt van uitlogbare bouwmaterialen en chemische bestrijdingsmiddelen. Tevens worden de afvoeren naar het infiltratiesysteem voorzien van bladvangsers. Bij de aanleg van het infiltratiesysteem dient rekening gehouden te worden met de realisatie van een noodoverstortvoorziening, die in werking treedt bij buien groter dan de normbui van waterschap Rijn en IJssel. Hiertoe dient een noodoverstortvoorziening op de riolering (oppervlaktewater niet mogelijk) van de gemeente gemaakt te worden, voorzien van terugslagklep (om te voorkomen dat water vanuit riolering in de infiltratievoorziening terecht komt). De drempelhoogte van de overstort dient zich minimaal 10 cm beneden de drempelhoogte van de laagstgelegen woning te bevinden om wateroverlast nabij de woningen te voorkomen.

### 6.2 Dimensionering

#### Algemeen

Voor de dimensionering van het hemelwatersysteem wordt uitgegaan van de verharde oppervlakken zoals beschreven in hoofdstuk 2, de geohydrologische eigenschappen zoals beschreven in hoofdstuk 3 en onderstaande waterbalans.

- In  $\rightarrow Q_{in} = i * A_b$
- Uit  $\rightarrow Q_{uit} = k * A_i * t$  (gebaseerd op de wet van Darcy)
- Berging  $\rightarrow V_b = Q_{in} - Q_{uit}$

Waarbij:

$Q_{in}$	= hoeveelheid instromend hemelwater	[m <sup>3</sup> ]
$i$	= neerslag	[m]
$A_b$	= aangesloten verhard oppervlak	[m <sup>2</sup> ]
$Q_{uit}$	= infiltratiehoeveelheid	[m <sup>3</sup> ]
$A_i$	= bijdragend infiltratie-oppervlak	[m <sup>2</sup> ]
$k$	= doorlatendheid bodem	[m/min]
$t$	= tijd	[min]
$V_b$	= berging	[m <sup>3</sup> ]

De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 4. Ten aanzien van de berekeningen is rekening gehouden met de helft van de infiltratiecapaciteit van de infiltratievoorzieningen. Er is geen rekening gehouden met afvoer vanuit de bergingsvoorzieningen (al het hemelwater wordt in principe geborgen/ geïnfiltreerd) naar oppervlaktewater. Ook is geen rekening gehouden met de afvloeiingscoëfficiënt (100 % instroom in voorziening) van het verharde oppervlak. Voor de dimensionering is uitgegaan van bui T = 100 + 10 %.

Keuze en afmeting systeem

Uit de berekeningen zoals opgenomen in bijlage 4 (uitgaande van een doorlatendheid van 8,5 m/d en een verhard oppervlak van 14.000 m<sup>2</sup>) is gebleken dat een voorziening van circa 500 m<sup>3</sup> (1000 m<sup>2</sup> met een gemiddelde waterhoogte van 50 cm) volstaat om de minimale bergingshoeveelheid en normbui van Rijn en IJssel te kunnen bergen. In dat geval kan ook een landelijke normbui T = 100 + 10 % verwerkt worden zonder dat een overstort plaats vindt op het riool.

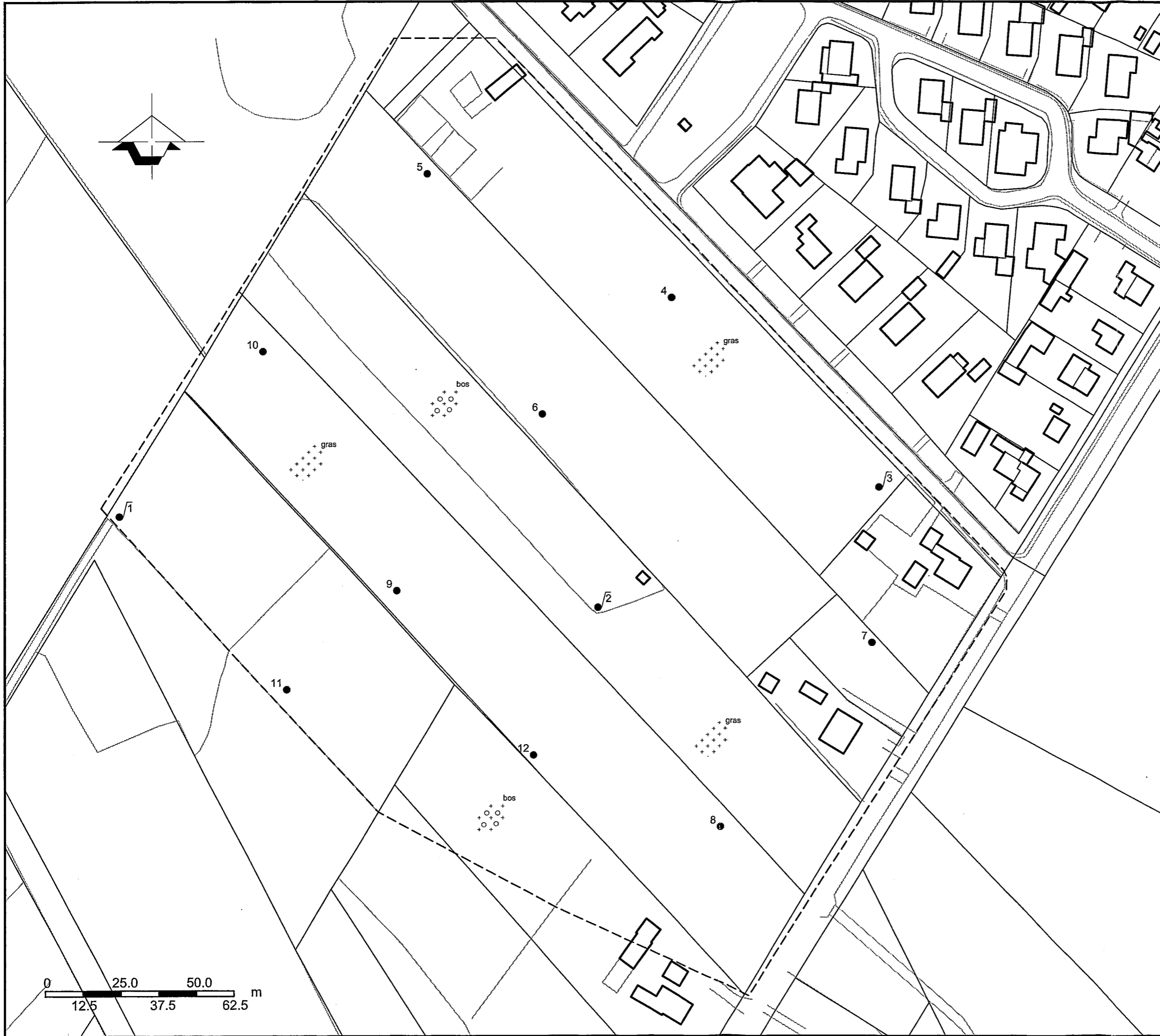
De infiltratievoorziening dient bij een bui groter dan T = 100 + 10 % over te storten op de riolering (geen oppervlaktewater in de nabijheid). Bij de aanleg van de infiltratievoorziening dient deze ruimtelijk ingepast te worden. In de besteksfase kan het bijvoorbeeld opgedeeld worden in kleinere infiltratievoorzieningen welke onderling verbonden zijn met overlagen. Hiermee kunnen ook maaiveldhoogteverschillen worden opgevangen. Ten behoeve van het onderhoud en de voorkeur van het waterschap dient rekening gehouden te worden met een aanlegtalud van 1:6.

De gemeente Lochem zal de uiteindelijke keuze voor een infiltratievoorziening nemen.



## **Bijlage 1: Situatietekening met boorpunten**





Legenda

- boring met infiltratietest
- ⌋ peilbuis
- ⋯ onderzoekslocatie

Omschrijving: **Situatieschets met boorlocaties** Bijlage: **1**

Project: **Reeverweg West te Harfsen**

Opdrachtgever: **Gemeente Lochem**

Projectnummer: **20090919/RSTR**

Tekenaar: **SBAR** Schaal: **1:1250** Formaat: **A3** Datum: **18-06-2009** Accoord:

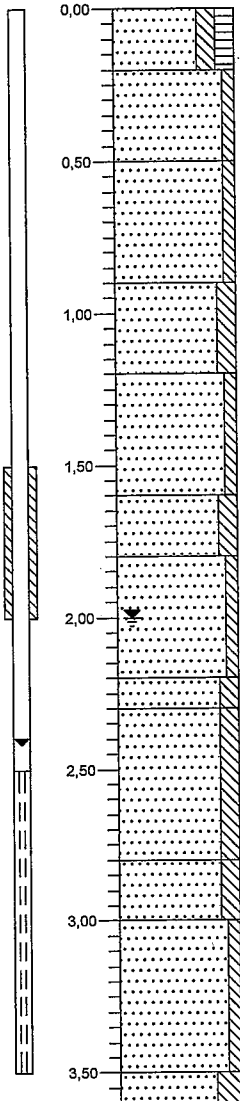
**Geofox-Lexmond** vestiging Oldenzaal  
Eekestraat 10-12  
Postbus 221  
7570 AE Oldenzaal  
T: (0541) 58 55 44  
F: (0541) 52 29 35  
www.geofox-lexmond.nl  
info@geofox-lexmond.nl



## **Bijlage 2: Boorstaten**

### Boring: 1

17-06-2009



AkkerZand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwart

Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtbruin

Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtgeel

Zand, zeer fijn, matig siltig, lichtgrijs

Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, geel, vaste laag

Zand, zeer fijn, matig siltig, matig roesthoudend, grijs

Zand, matig fijn, zwak siltig, sterk roesthoudend, oranje

Zand, matig fijn, matig siltig, bruin

Zand, matig grof, matig siltig, bruin

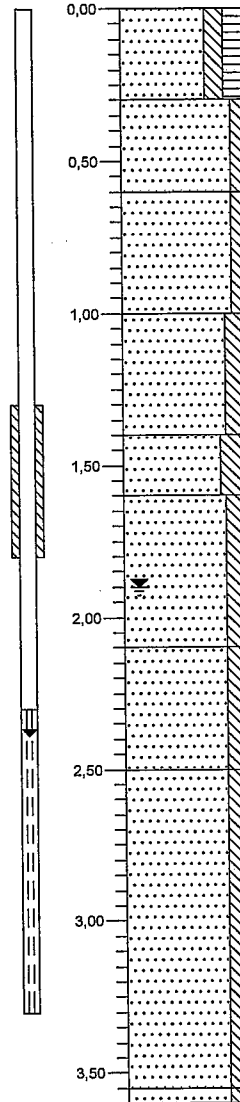
Zand, matig fijn, matig siltig, bruin

Zand, zeer grof, zwak siltig, bruin

Zand, uiterst fijn, sterk siltig, bruin

### Boring: 2

17-06-2009



AkkerZand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwart

Zand, matig fijn, zwak siltig, beige

Zand, matig fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, geel

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak roesthoudend, lichtgeel

Zand, uiterst fijn, sterk siltig, matig roesthoudend, grijs

Zand, matig fijn, matig siltig, sterk roesthoudend, oranje

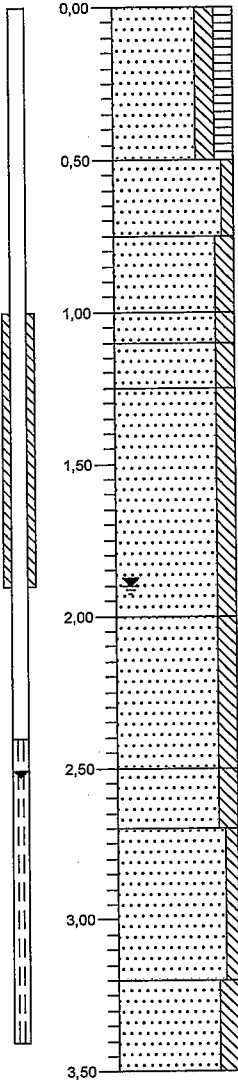
Zand, zeer fijn, matig siltig, bruin

Zand, matig fijn, matig siltig, bruin

Zand, uiterst fijn, matig siltig, bruin

**Boring: 3**

17-06-2009



AkkerZand, matig fijn, matig siltig,  
matig humeus, zwart

Zand, matig fijn, zwak siltig,  
donkeroranje

Zand, matig fijn, matig siltig, bruin

Zand, zeer fijn, matig siltig,  
lichtgeel

Zand, uiterst fijn, matig siltig,  
lichtgeel

Zand, zeer fijn, matig siltig,  
lichtgeel

Zand, zeer fijn, matig siltig,  
lichtgrijs

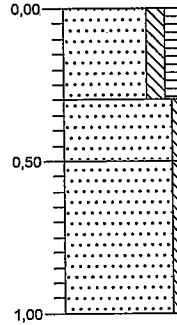
Zand, matig fijn, matig siltig,  
lichtgrijs

Zand, matig fijn, zwak siltig,  
lichtgrijs

Zand, matig fijn, matig siltig,  
lichtgrijs

**Boring: 4**

17-06-2009



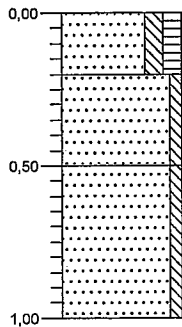
AkkerZand, matig fijn, matig siltig,  
matig humeus, zwart

Zand, matig fijn, zwak siltig,  
lichtbruin

Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak  
roesthoudend, geel

### Boring: 5

17-06-2009



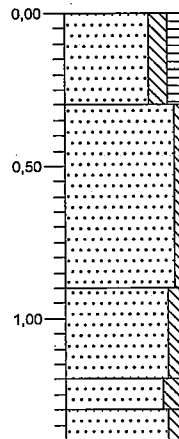
AkkerZand, matig fijn, matig siltig,  
matig humeus, zwart

Zand, zeer fijn, zwak siltig, geel

Zand, matig fijn, zwak siltig,  
lichtgeel

### Boring: 6

17-06-2009



AkkerZand, matig fijn, matig siltig,  
matig humeus, zwart

Zand, matig fijn, zwak siltig, geel

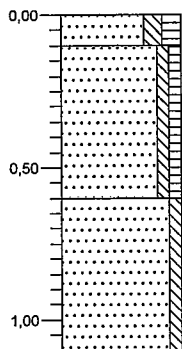
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak  
roesthoudend, lichtgeel

Zand, uiterst fijn, sterk siltig, zwak  
roesthoudend, licht geeloranje

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak  
roesthoudend, licht geeloranje

**Boring: 7**

17-06-2009



GrasZand, matig fijn, matig siltig,  
matig humeus, zwart

---

Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak  
humeus, zwart

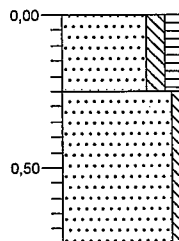
---

Zand, matig fijn, zwak siltig, geel

---

**Boring: 8**

17-06-2009



AkkerZand, matig fijn, matig siltig,  
matig humeus, zwart

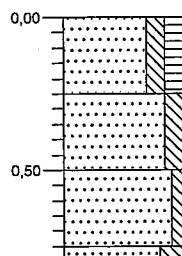
---

Zand, matig fijn, zwak siltig, geel

---

### Boring: 9

17-06-2009



AkkerZand, matig fijn, matig siltig,  
matig humeus, zwart

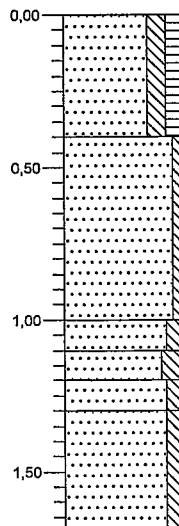
Zand, matig fijn, matig siltig,  
donkergeel

Zand, matig fijn, zwak siltig, geel

Zand, uiterst fijn, sterk siltig,  
lichtgeel

### Boring: 10

17-06-2009



AkkerZand, matig fijn, matig siltig,  
matig humeus, zwart

Zand, matig fijn, zwak siltig,  
lichtgeel

Zand, zeer fijn, matig siltig,  
lichtgeel

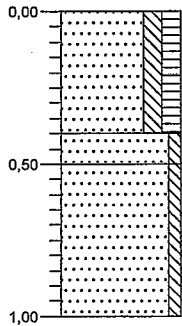
Zand, uiterst fijn, sterk siltig,  
lichtgeel

Zand, zeer fijn, matig siltig,  
lichtgeel

Zand, zeer fijn, matig siltig, matig  
roesthoudend, licht oranjegeel

### Boring: 11

17-06-2009



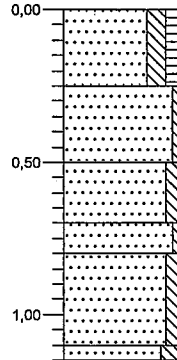
AkkerZand, matig fijn, matig siltig,  
matig humeus, donker geelbruin

Zand, matig fijn, zwak siltig,  
lichtbruin

Zand, matig fijn, zwak siltig,  
lichtbeige

### Boring: 12

17-06-2009



AkkerZand, matig fijn, matig siltig,  
matig humeus, zwart

Zand, matig fijn, zwak siltig, geel

Zand, zeer fijn, matig siltig,  
lichtgeel

Zand, matig fijn, zwak siltig,  
lichtgeel

Zand, zeer fijn, matig siltig,  
lichtgeel

Zand, uiterst fijn, sterk siltig, zwak  
roesthoudend, licht oranjegeel

A handwritten signature or stamp, possibly a date or initials, located at the bottom right of the page.



Legenda (conform NEN 5104)

grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

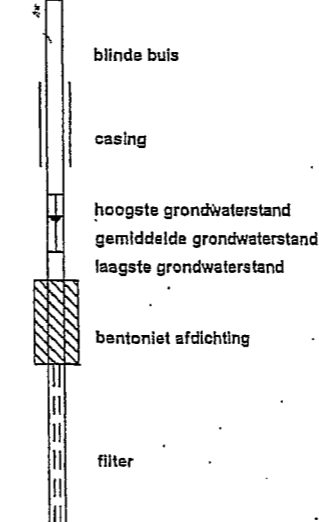
zand

	Zand, kleifig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalaarm
	Veen, zwak kleifig
	Veen, sterk kleifig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

peilbuis



klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

geur

	geen geur
	zwakke geur
	matige geur
	sterke geur
	uiterste geur

olie

	geen olie-water reactie
	zwakke olie-water reactie
	matige olie-water reactie
	sterke olie-water reactie
	uiterste olie-water reactie

p.l.d.-waarde

	>0
	>1
	>10
	>100
	>1000
	>10000

monsters

	geroerd monster
	ongeroid monster

overig

	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand
	slib
	water

AVM asbest verdacht materiaal

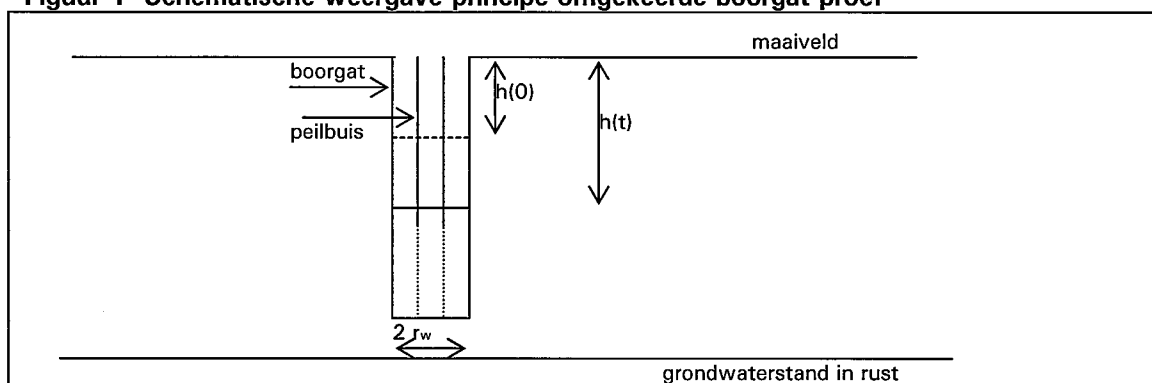
30\*30\*50 afmetingen gaten in centimeters (lengte x breedte x diepte)

## Toelichting omgekeerde boorgatmethode

Voor de bepaling van de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone in de bodem kan de zogenaamde omgekeerde boorgat proef, ook wel Hooghoudt-proef of Porchet-proef genaamd, worden uitgevoerd. Bij deze methode wordt een indicatie over de doorlatendheid van het bodemmateriaal rondom in een boorgat geplaatste peilbuis verkregen uit het verloop van de daling van de waterstand in de tijd, nadat in korte tijd het boorgat tot een bepaald niveau is gevuld met water. Opgemerkt wordt, dat de actuele grondwaterstand op de locatie nog onder de onderkant van de peilbuis dient te zijn.

Uitgaande van de in figuur 1 weergegeven situatie wordt de doorlatendheid berekend op basis van de vergelijking van Thiem voor stationaire stroming naar een put. Verondersteld wordt dat de hydraulische gradiënt na verloop van tijd ongeveer 1 bedraagt. In dit geval bestaat er een lineaire relatie tussen de logaritme van de waterhoogte in het boorgat en de tijd.

**Figuur 1 Schematische weergave principe omgekeerde boorgat proef**



De volgende formules zijn van toepassing:

$$\tan \alpha = \frac{\log(h(0) + r_w / 2) - \log(h(t) + r_w / 2)}{t}$$

$$K = 1,15 * r_w * \tan \alpha$$

waarin:  $h(0)$  = waterhoogte in het boorgat op  $t=0$  ten opzichte van een vast referentiepunt (m);  
 $r_w$  = straal van het boorgat (m);  
 $h(t)$  = waterhoogte in het boorgat op tijdstip  $t$  t.o.v. een vast referentiepunt (m);  
 $K$  = (verzadigde) doorlaatfactor (m/dag);  
 $t$  = tijd (dagen).

Bij de verwerking van de meetgegevens wordt  $h(0)$  gecorrigeerd voor de niet-lineaire relatie bij aanvang van de meting.

### Opmerking:


De filterstelling van de bij de peilbuis gebruikte proef heeft geen invloed op de formule. Dit lijkt op het eerste oog vreemd aangezien dit normaliter wel een parameter is die van invloed is op de doorlatendheid (zoals bij constant debietproef). De formule berekend echter de doorlatendheid na verloop van tijd, waarbij uiteindelijk een zo vlak mogelijk lopende horizontale grafieklijn verkregen dient te worden. In het begin zal de hellingshoek veel groter zijn (mede als gevolg van een hoog infiltrerend oppervlak) en worden waarden verkregen welke niet representatief zijn. Pas nadat een horizontaal lopende lijn is verkregen kan pas een representatieve  $k$ -waarde worden afgeleid. Dit is normaal gesproken pas nadat de bovenkant van het filter is gepasseerd. Zekerheidshalve dient dit echter wel te worden geverifieerd bij het uitwerken van de proeven.



## **Bijlage 3: Uitwerking doorlatendheidsmetingen**

## Overzicht doorlatendheid

onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode  
(Omgekeerde boorgatmethode)

Geofox-  
Lexmond

project	Reeverweg te Harfsen
project nummer	20090919/RSTR

Boring	Filterstelling (m-mv)	k-waarde (m-dag)
4	0,5-1,0	5,3
5	0,5-1,0	11,1
6	0,9-1,4	3,3
7	0,6-1,1	11,7
8	0,25-0,75	11,8
9	0,25-0,75	7,6
10	1,2-1,7	5,9
11	0,5-1,0	14,1
12	0,6-1,10	6,2

**Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode**  
(Omgekeerde boorgatmethode)

**Administratieve gegevens**

project	<=	Harfsen
project nummer	<=	20090919/RSTR
boorpunt	<=	4
meetdatum	<=	17-06-2009
waarnemer	<=	HKLE en MZWIJ

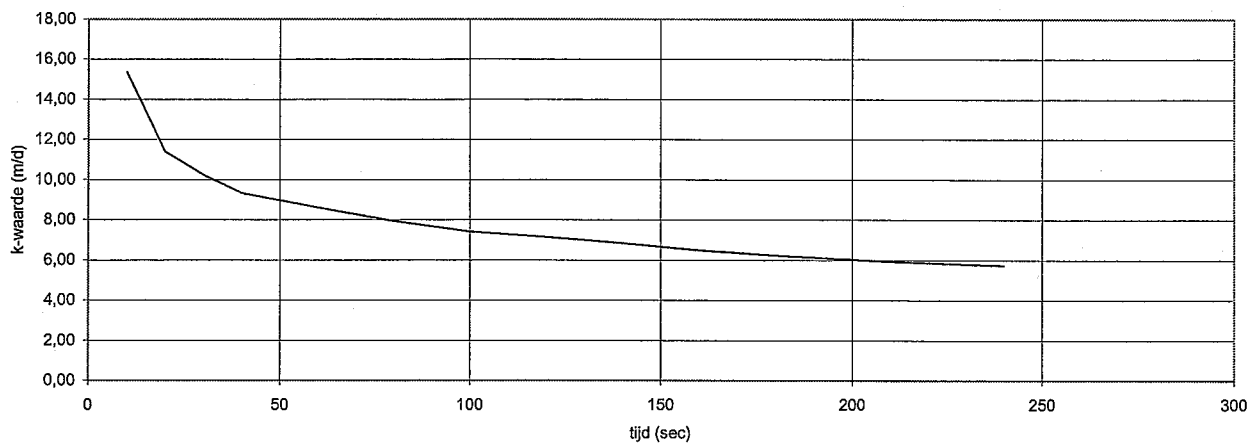
**Input basisparameters**

L (m)	<=	2,00	toelichting
bovenkant peilbuis	<=	1,00	lengte peilbuis (m)
rw (m)	<=	0,032	m+mv
filtertraject	<=	0,5-1,0	straal boorgat
			m-mv

**Meetgegevens/tussenberekeningen**

tijd (sec)	waterstand m-bkpb	waterstand m-mv	h (t)	h(t)+rw/2	doorlaatendheid (k) (m/dag)
0	1,50	0,50	0,50	0,52	-
10	1,54	0,54	0,46	0,48	15,4
20	1,57	0,57	0,44	0,45	11,4
30	1,59	0,59	0,41	0,43	10,2
40	1,61	0,61	0,39	0,41	9,3
60	1,65	0,65	0,35	0,37	8,6
80	1,68	0,68	0,32	0,34	7,9
100	1,71	0,71	0,30	0,31	7,4
120	1,73	0,73	0,27	0,29	7,1
140	1,75	0,75	0,25	0,27	6,8
160	1,77	0,77	0,24	0,25	6,5
180	1,78	0,78	0,22	0,24	6,2
210	1,80	0,80	0,20	0,22	5,9
240	1,82	0,8	0,18	0,20	5,7
			-	-	-
			-	-	-
			-	-	-

Verloop doorlaatendheid in de tijd



**Beoordeling meetgegevens**

h'0 (m)	<=	<=	0,52	toelichting
t' (s)	<=	<=	240	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	<=	0,20	referentietijdstip (grafisch)

**Berekening doorlaatfactor**

k (m/d)	=>	=>	<b>5,3</b>
---------	----	----	------------

**Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode**  
(Omgekeerde boorgatmethode)

**Administratieve gegevens**

project	<=	Harfsen
project nummer	<=	20090919/RSTR
boorpunt	<=	5
meetdatum	<=	17-06-09
waarnemer	<=	HKLE en MZWIJ

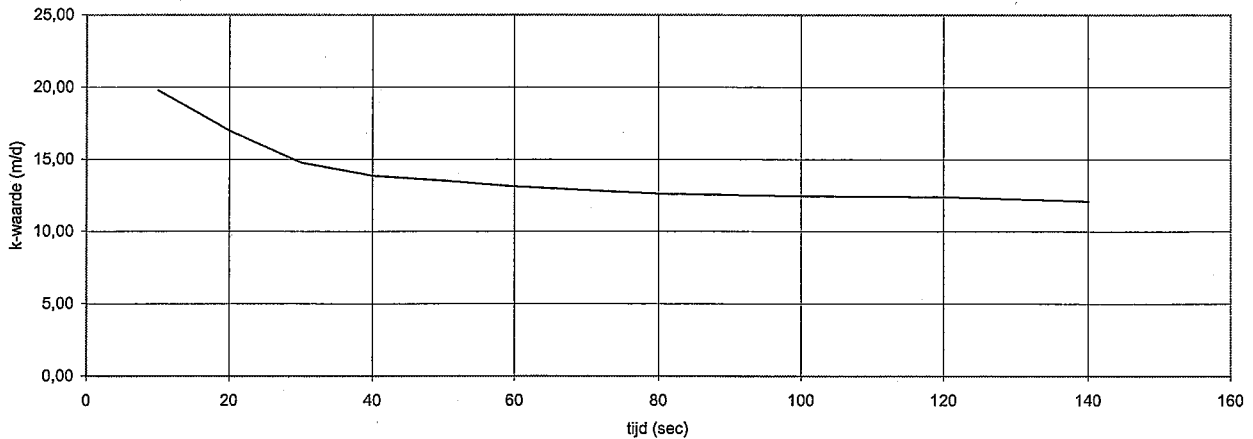
**Input basisparameters**

L (m)	<=	2	toelichting
bovenkant peilbuis	<=	1	lengte peilbuis (m)
rw (m)	<=	0,032	m+mv
filtertraject	<=	0,5-1,0	straal boorgat
			m-mv

**Meetgegevens/tussenberekeningen**

tijd (sec)	waterstand m-bkpb	waterstand m-mv	h(t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k) (m/dag)
0	1,50	0,50	0,50	0,52	-
10	1,56	0,56	0,45	0,46	19,8
20	1,60	0,60	0,40	0,42	17,0
30	1,63	0,63	0,37	0,39	14,8
40	1,66	0,66	0,34	0,36	13,9
50	1,69	0,69	0,31	0,33	13,5
60	1,72	0,72	0,29	0,30	13,1
80	1,76	0,76	0,24	0,26	12,6
100	1,80	0,80	0,20	0,22	12,4
120	1,84	0,84	0,17	0,18	12,4
140	1,86	0,86	0,14	0,16	12,1
			-	-	-
			-	-	-
			-	-	-

Verloop doorlatendheid in de tijd



**Beoordeling meetgegevens**

h'0 (m)	<=	<=	0,52	toelichting
t' (s)	<=	<=	140	gecorr. h0 voor dh/dz>1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	<=	0,16	referentietijdstip (grafisch)

**Berekening doorlaatfactor**

k (m/d)	=>	=>	11,1
---------	----	----	------

**Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode**  
(Omgekeerde boorgatmethode)

**Administratieve gegevens**

project	<=	Harfsen
project nummer	<=	20090919/RSTR
boorpunt	<=	6
meetdatum	<=	17-06-09
waarnemer	<=	HKLE en MZWIJ

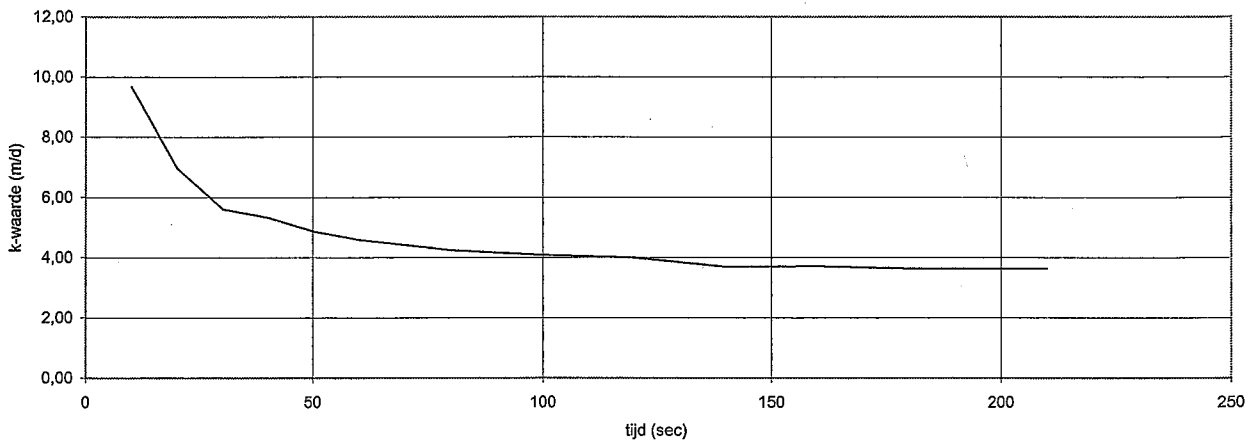
**Input basisparameters**

L (m)	<=	2	toelichting
bovenkant peilbuis	<=	0,6	lengte peilbuis (m)
rw (m)	<=	0,032	m+mv
filtertraject	<=	0,9-1,4	straal boorgat
			m-mv

**Meetgegevens/tussenberekeningen**

tijd (sec)	waterstand m-bkpb	waterstand m-mv	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k) (m/dag)
0	1,50	0,90	0,50	0,52	-
10	1,52	0,92	0,48	0,50	9,7
20	1,54	0,94	0,47	0,48	7,0
30	1,55	0,95	0,46	0,47	5,6
40	1,56	0,96	0,44	0,46	5,3
50	1,57	0,97	0,43	0,45	4,9
60	1,58	0,98	0,42	0,44	4,6
80	1,60	1,00	0,40	0,42	4,2
100	1,62	1,02	0,38	0,40	4,1
120	1,64	1,04	0,36	0,38	4,0
140	1,65	1,05	0,35	0,37	3,7
160	1,67	1,07	0,33	0,35	3,7
180	1,69	1,09	0,32	0,33	3,6
210	1,71	1,1	0,29	0,31	3,6

Verloop doorlatendheid in de tijd



**Beoordeling meetgegevens**

h'0 (m)	<=	<=	0,52	toelichting
t' (s)	<=	<=	210	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	<=	0,31	referentietijdstip (grafisch)

**Berekening doorlaatfactor**

k (m/d)	=>	=>	<b>3,3</b>
---------	----	----	------------

**Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode**  
(Omgekeerde boorgatmethode)

**Administratieve gegevens**

project	<=	Harfsen
project nummer	<=	20090919/RSTR
boorpunt	<=	7
meetdatum	<=	17-06-09
waarnemer	<=	HKLE en MZWIJ

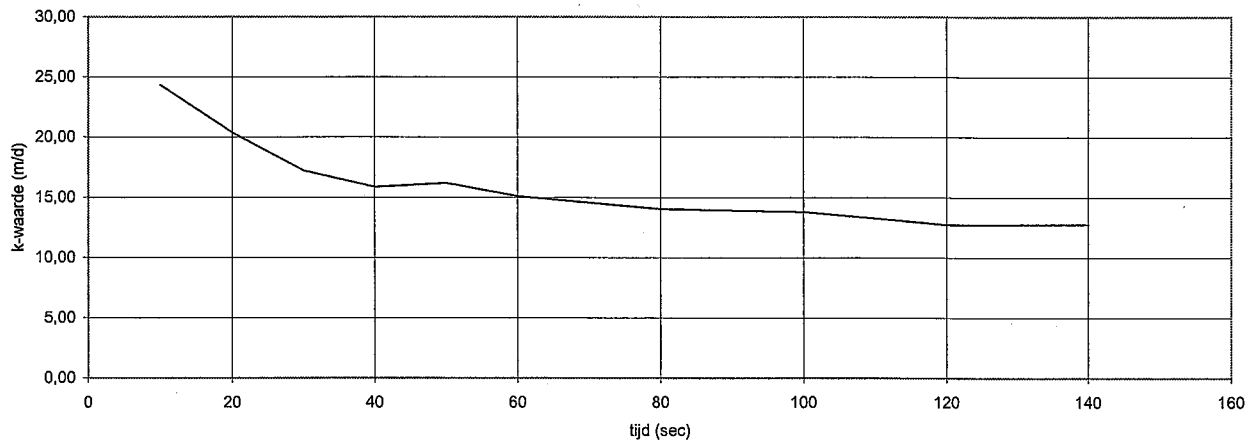
**Input basisparameters**

L (m)	<=	2	toelichting
bovenkant peilbuis	<=	0,9	lengte peilbuis (m)
rw (m)	<=	0,032	m+mv
filtertraject	<=	0,6-1,1	straal boorgat
			m-mv

**Meetgegevens/tussenberekeningen**

tijd (sec)	waterstand m-bkpb	waterstand m-mv	h(t)	n(t)+rw/2	doorlatendheid (k) (m/dag)
0	1,50	0,60	0,50	0,52	-
10	1,57	0,67	0,43	0,45	24,3
20	1,62	0,72	0,38	0,40	20,4
30	1,65	0,75	0,35	0,37	17,2
40	1,68	0,78	0,32	0,34	15,9
50	1,72	0,82	0,28	0,30	16,2
60	1,74	0,84	0,26	0,28	15,1
80	1,78	0,88	0,22	0,24	14,0
100	1,82	0,92	0,18	0,20	13,8
120	1,84	0,94	0,16	0,18	12,7
140	1,87	0,97	0,13	0,15	12,8
			-	-	-
			-	-	-

Verloop doorlatendheid in de tijd



**Beoordeling meetgegevens**

h'0 (m)	<=	<=	0,52	toelichting
t' (s)	<=	<=	140	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	<=	0,15	referentietijdstip (grafisch)

**Berekening doorlaatfactor**

k (m/d)	=>	=>	<b>11,7</b>
---------	----	----	-------------



**Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode**  
(Omgekeerde boorgatmethode)

**Administratieve gegevens**

project	⇐	Harfsen
project nummer	⇐	20090919/RSTR
boorpunt	⇐	8
meetdatum	⇐	17-06-09
waarnemer	⇐	HKLE en MZWIJ

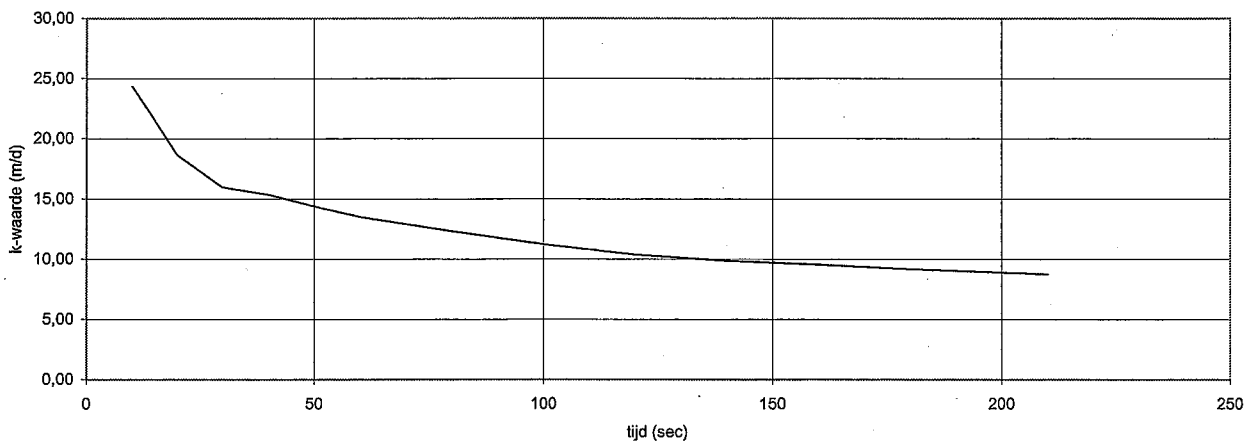
**Input basisparameters**

L (m)	⇐	2	toelichting
bovenkant peilbuis		1,25	lengte peilbuis (m)
rw (m)	⇐	0,032	m+mv
filtertraject	⇐	0,25-0,75	straal boorgat
			m-mv

**Meetgegevens/tussenberekeningen**

tijd (sec)	waterstand m-bkpb	waterstand m-mv	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k) (m/dag)
0	1,50	0,25	0,50	0,52	-
10	1,57	0,32	0,43	0,45	24,3
20	1,61	0,36	0,39	0,41	18,7
30	1,64	0,39	0,36	0,38	16,0
40	1,68	0,43	0,33	0,34	15,4
50	1,70	0,45	0,30	0,32	14,4
60	1,72	0,47	0,28	0,30	13,5
80	1,76	0,51	0,25	0,26	12,3
100	1,78	0,53	0,22	0,24	11,2
120	1,80	0,55	0,20	0,22	10,4
140	1,82	0,57	0,18	0,20	9,8
160	1,84	0,59	0,16	0,18	9,5
180	1,86	0,61	0,15	0,16	9,2
210	1,88	0,6	0,13	0,14	8,7

Verloop doorlatendheid in de tijd



**Beoordeling meetgegevens**

h'0 (m)	⇐	⇐	0,52	toelichting
t' (s)	⇐	⇐	210	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	⇐	⇐	0,14	referentietijdstip (grafisch)

**Berekening doorlaatfactor**

k (m/d)	=>	=>	<b>8,0</b>
---------	----	----	------------

**Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode**  
(Omgekeerde boorgatmethode)

**Administratieve gegevens**

project	⇐	Harfsen
project nummer	⇐	20090919/RSTR
boorpunt	⇐	9
meetdatum	⇐	17-06-09
waarnemer	⇐	HKLE en MZWIJ

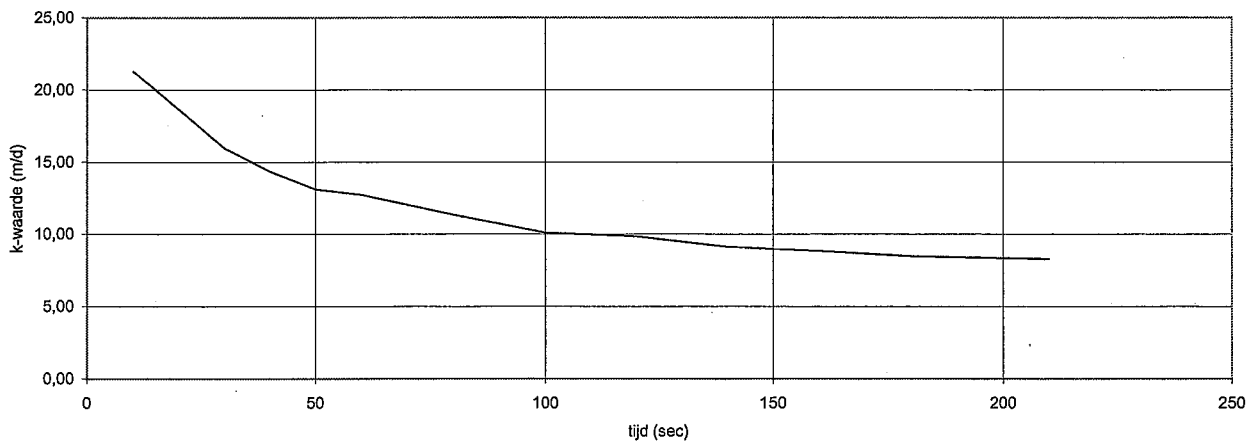
**Input basisparameters**

L (m)	⇐	2	toelichting
bovenkant peilbuis	⇐	1,25	lengte peilbuis (m)
rw (m)	⇐	0,032	m+mv
filtertraject	⇐	0,25-0,75	straal boorgat
			m-mv

**Meetgegevens/tussenberekeningen**

tijd (sec)	waterstand m-bkpb	waterstand m-mv	h (t)	h(0)+rw/2	doorlatendheid (k) (m/dag)
0	1,50	0,25	0,50	0,52	-
10	1,56	0,31	0,44	0,46	21,3
20	1,61	0,36	0,39	0,41	18,7
30	1,64	0,39	0,36	0,38	16,0
40	1,67	0,42	0,34	0,35	14,4
50	1,69	0,44	0,32	0,33	13,1
60	1,71	0,46	0,29	0,31	12,7
80	1,74	0,49	0,26	0,28	11,3
100	1,76	0,51	0,24	0,26	10,1
120	1,79	0,54	0,21	0,23	9,9
140	1,81	0,56	0,20	0,21	9,1
160	1,83	0,58	0,18	0,19	8,8
180	1,84	0,59	0,16	0,18	8,5
210	1,87	0,6	0,14	0,15	8,3

**Verloop doorlatendheid in de tijd**



**Beoordeling meetgegevens**

h'0 (m)	⇐	⇐	0,52	toelichting
t' (s)	⇐	⇐	210	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	⇐	⇐	0,15	referentietijdstip (grafisch)

**Berekening doorlaatfactor**

k (m/d)	⇒	⇒	<b>7,6</b>
---------	---	---	------------

**Bepaling doorlaafactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode**  
(Omgekeerde boorgatmethode)

**Administratieve gegevens**

project	<=	Harfsen
project nummer	<=	20090919/RSTR
boorpunt	<=	10
meetdatum	<=	17-06-09
waarnemer	<=	HKLE en MZWIJ

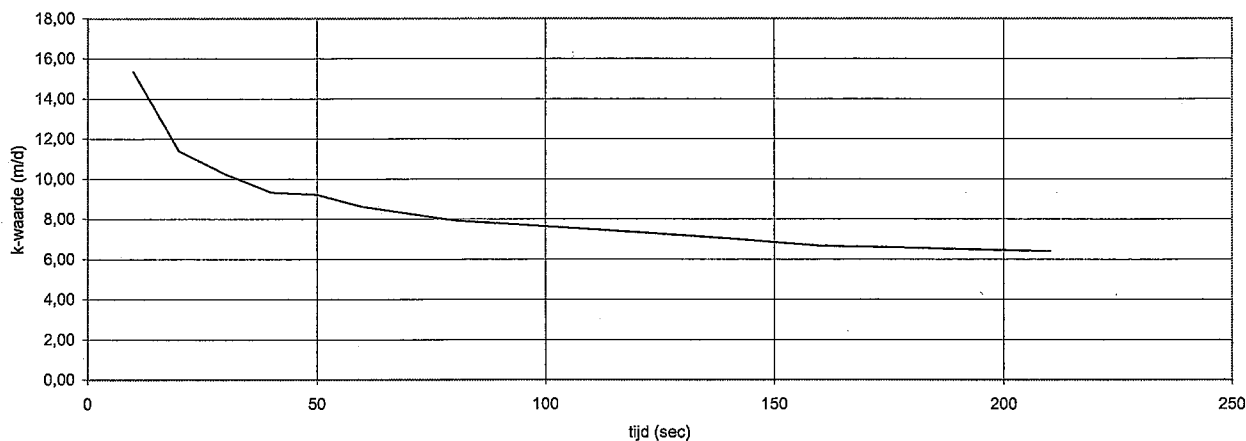
**Input basisparameters**

L (m)	<=	2	toelichting
bovenkant peilbuis	<=	0,3	lengte peilbuis (m)
rw (m)	<=	0,032	m+mv
filtertraject	<=	1,2-1,7	straal boorgat
			m-mv

**Meetgegevens/tussenberekeningen**

tijd (sec)	waterstand m-bkpb	waterstand m-mv	h(t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k) (m/dag)
0	1,50	1,20	0,50	0,52	-
10	1,54	1,24	0,46	0,48	15,4
20	1,57	1,27	0,44	0,45	11,4
30	1,59	1,29	0,41	0,43	10,2
40	1,61	1,31	0,39	0,41	9,3
50	1,64	1,34	0,37	0,38	9,2
60	1,65	1,35	0,35	0,37	8,6
80	1,68	1,38	0,32	0,34	7,9
100	1,71	1,41	0,29	0,31	7,6
120	1,74	1,44	0,27	0,28	7,3
140	1,76	1,46	0,25	0,26	7,0
160	1,77	1,47	0,23	0,25	6,7
180	1,79	1,49	0,21	0,23	6,6
210	1,82	1,5	0,19	0,20	6,4

Verloop doorlatendheid in de tijd



**Beoordeling meetgegevens**

h'0 (m)	<=	<=	0,52	toelichting
t' (s)	<=	<=	210	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	<=	0,20	referentietijdstip (grafisch)

**Berekening doorlaafactor**

k (m/d)	=>	=>	<b>5,9</b>
---------	----	----	------------

**Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode**  
(Omgekeerde boorgatmethode)

**Administratieve gegevens**

project	<=	Harfsen
project nummer	<=	20090919/RSTR
boorpunt	<=	11
meetdatum	<=	17-06-09
waarnemer	<=	HKLE en MZWIJ

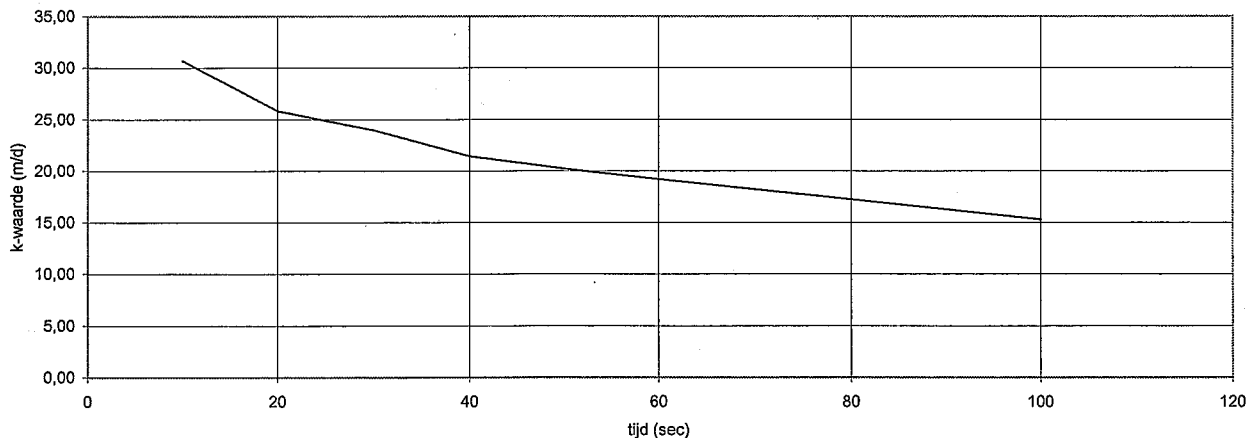
**Input basisparameters**

L (m)	<=	2	toelichting
bovenkant peilbuis	<=	1	lengte peilbuis (m)
rw (m)	<=	0,032	m+mv
filtertraject	<=	0,5-1,0	straal boorgat
			m-mv

**Meetgegevens/tussenberekeningen**

tijd (sec)	waterstand m-bkpb	waterstand m-mv	h'(t)	h'(t)+rw/2	doorlatendheid (k) (m/dag)
0	1,50	0,50	0,50	0,52	-
10	1,59	0,59	0,41	0,43	30,7
20	1,65	0,65	0,35	0,37	25,8
30	1,70	0,70	0,30	0,32	24,0
40	1,73	0,73	0,27	0,29	21,4
50	1,76	0,76	0,24	0,26	20,2
60	1,79	0,79	0,22	0,23	19,2
80	1,82	0,82	0,18	0,20	17,2
100	1,84	0,84	0,16	0,18	15,3
			-	-	-
			-	-	-
			-	-	-
			-	-	-
			-	-	-

Verloop doorlatendheid in de tijd



**Beoordeling meetgegevens**

h'0 (m)	<=	<=	0,52	toelichting
t' (s)	<=	<=	100	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	<=	0,18	referentietijdstip (grafisch)

**Berekening doorlaatfactor**

k (m/d)	=>	=>	<b>14,1</b>
---------	----	----	-------------

**Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode**  
(Omgekeerde boorgatmethode)

**Administratieve gegevens**

project	<=	Harfsen
project nummer	<=	20090919/RSTR
boorpunt	<=	12
meetdatum	<=	17-06-09
waarnemer	<=	HKLE en MZWIJ

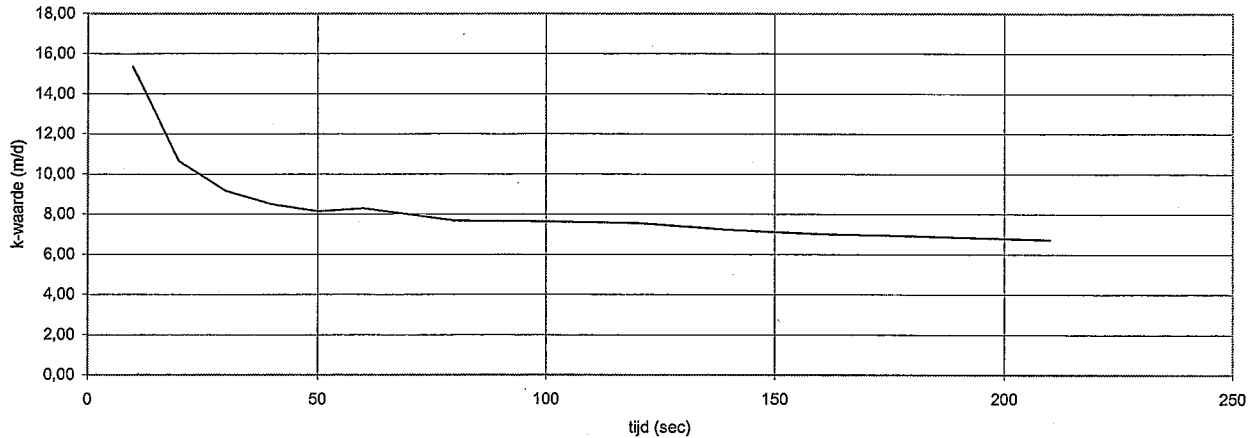
**Input basisparameters**

L (m)	<=	2	toelichting
bovenkant peilbuis	<=	0,9	lengte peilbuis (m)
rw (m)	<=	0,032	m+mv
filtertraject	<=	0,6-1,10	straal boorgat
			m-mv

**Meetgegevens/tussenberekeningen**

tijd (sec)	waterstand m-bkpb	waterstand m-mv	h(t)	h(t)+rw/2	doorlaatendheid (k) (m/dag)
0	1,50	0,60	0,50	0,52	-
10	1,54	0,64	0,46	0,48	15,4
20	1,56	0,66	0,44	0,46	10,6
30	1,58	0,68	0,42	0,44	9,2
40	1,60	0,70	0,40	0,42	8,5
50	1,62	0,72	0,38	0,40	8,2
60	1,65	0,75	0,36	0,37	8,3
80	1,68	0,78	0,33	0,34	7,7
100	1,71	0,81	0,29	0,31	7,6
120	1,74	0,84	0,26	0,28	7,6
140	1,76	0,86	0,24	0,26	7,2
160	1,78	0,88	0,22	0,24	7,0
180	1,80	0,90	0,20	0,22	6,9
210	1,83	0,9	0,18	0,19	6,7

**Verloop doorlaatendheid in de tijd**



**Beoordeling meetgegevens**

h'0 (m)	<=	<=	0,52	toelichting
t' (s)	<=	<=	210	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	<=	0,19	referentietijdstip (grafisch)

**Berekening doorlaatfactor**

k (m/d)	=>	=>	<b>6,2</b>
---------	----	----	------------



## **Bijlage 4: Dimensionering infiltratievoorziening**

**Capaciteitsberekeningen hemelwatersysteem bij normbui Rijn en IJssel**

Project:	Reevenweg West te Harfsen
Projectnummer:	20090919
Opdrachtgever:	Gemeente Lochem
Contactpersoon opdrachtgever:	mevrouw Hiddink
Contactpersoon Geofox-Lexmond:	E.J.G. Stamsnijder

Gehanteerde formules:  
 $V_b = Q_{in} - Q_{uit}$   
 $Q_{in} = i * A_b$   
 $Q_{uit} = k * A_i * t$

waarbij:

$V_b$  Benodigde berging (m<sup>3</sup>)  
 $Q_{in}$  Instroom in de infiltratievoorziening (m<sup>3</sup>)  
 $Q_{uit}$  Infiltratie uit de voorziening tijdens de bui (m<sup>3</sup>)  
 $i$  neerslag (mm)  
 $A_i$  Oppervlak infiltratievoorziening (m<sup>2</sup>)  
 $A_b$  aangesloten verhard opp. (m<sup>2</sup>)  
 $k$  doorlatendheid (m/min)  
 $t$  tijdsduur bui (minuten)

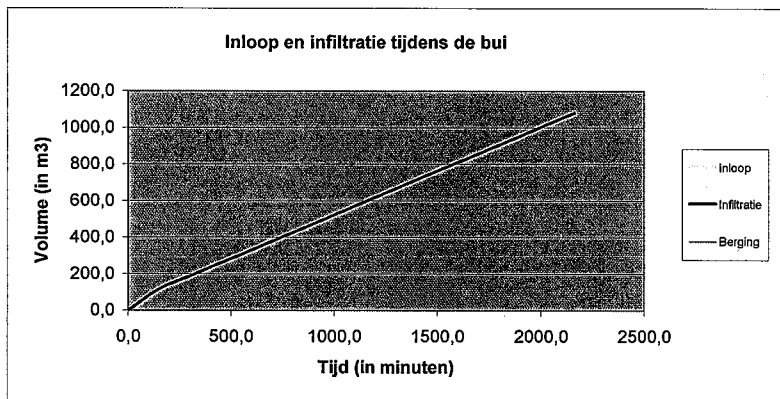
**Invoerparameters:**

Normbui-nummer	k (m/d)	k (m/min)	Aangesloten oppervlakte (m <sup>2</sup> )		
			wegen	daken	Totaal
12	9	0,0059	7.500	6.500	14.000

Normbui naam	T=1	T=2	T=5	T=10	T=25	T=100
Normbui nr.	1	2	3	4	5	6
Normbui naam	Bui 1	Bui 2	Bui 5	Bui 8	Bui 10	Rijn en IJssel T=100+10
Normbui nr.	7	8	9	10	11	12

Specificatie Infiltratieveld	
Oppervlakte I-veld	600 m <sup>2</sup>

tijd min	neerslag mm (cum)	inlooptijdlijn m <sup>3</sup>	cumulatieve instroom in I- veld m <sup>3</sup>	directe P cum	tot inloop	infiltratie-cap. I-veld	infiltratie I-veld	berging in I-veld	waterhoogte I-veld
				m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
144,0	7,7	108,3	108,3	4,6	112,9	255,00	112,9	0,0	0,00
288,0	12,5	174,5	174,5	7,5	182,0	255,00	182,0	0,0	0,00
432,0	17,2	240,8	240,8	10,3	251,1	255,00	251,1	0,0	0,00
576,0	21,9	307,1	307,1	13,2	320,2	255,00	320,2	0,0	0,00
720,0	26,7	373,3	373,3	16,0	389,3	255,00	389,3	0,0	0,00
864,0	31,4	439,6	439,6	18,8	458,4	255,00	458,4	0,0	0,00
1008,0	36,1	505,9	505,9	21,7	527,5	255,00	527,5	0,0	0,00
1152,0	40,9	572,1	572,1	24,5	596,7	255,00	596,7	0,0	0,00
1296,0	45,6	638,4	638,4	27,4	665,8	255,00	665,8	0,0	0,00
1440,0	50,3	704,7	704,7	30,2	734,9	255,00	734,9	0,0	0,00
1584,0	55,1	770,9	770,9	33,0	804,0	255,00	804,0	0,0	0,00
1728,0	59,8	837,2	837,2	35,9	873,1	255,00	873,1	0,0	0,00
1872,0	64,5	903,5	903,5	38,7	942,2	255,00	942,2	0,0	0,00
2016,0	69,3	969,7	969,7	41,6	1011,3	255,00	1011,3	0,0	0,00
2160,0	74,0	1036,0	1036,0	44,4	1080,4	255,00	1080,4	0,0	0,00



Geofox-Lexmond by  
 februari 2006  
 Versie 2.1

**Capaciteitsberekeningen hemelwatersysteem bij landelijke normbui T = 10**

Project:	Reeverweg West te Harfsen
Projectnummer:	20090919
Opdrachtgever:	Gemeente Lochem
Contactpersoon opdrachtgever:	mevrouw Hiddink
Contactpersoon Geofox-Lexmond:	E.J.G. Stamsnijder

Gehanteerde formules:  
 $V_b = Q_{in} - Q_{uit}$   
 $Q_{in} = i * A_b$   
 $Q_{uit} = k * A_i * t$

waarbij:

$V_b$  Benodigde berging (m<sup>3</sup>)  
 $Q_{in}$  Instroom in de infiltratievoorziening (m<sup>3</sup>)  
 $Q_{uit}$  Infiltratie uit de voorziening tijdens de bui (m<sup>3</sup>)  
 $i$  neerslag (mm)  
 $A_i$  Oppervlak infiltratievoorziening (m<sup>2</sup>)  
 $A_b$  aangesloten verhard opp. (m<sup>2</sup>)  
 $k$  doortatendheid (m/min)  
 $t$  tijdsduur bui (minuten)

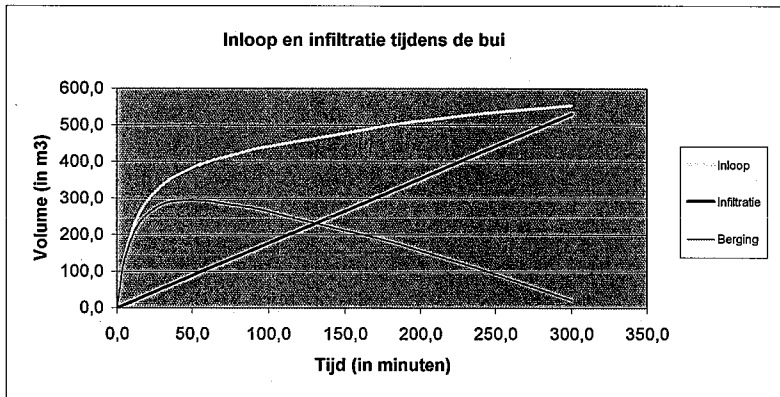
**Invoerparameters:**

Normbui-nummer	k (m/d)	k (m/min)	Aangesloten oppervlakte (m <sup>2</sup> )		Totaal
			wegen	daken	
4	9	0,0059	7.500	6.500	14.000

Normbui naam	T=1	T=2	T=5	T=10	T=25	T=100
Normbui nr.	1	2	3	4	5	6
Normbui naam	Bui 1	Bui 2	Bui 5	Bui 8	Bui 10	Rijn en IJssel T=100+10
Normbui nr.	7	8	9	10	11	12

Specificatie Infiltratieveld	
Oppervlakte I-veld	600 m <sup>2</sup>

tijd min	neerslag mm (cum)	inlooptuurlijn m <sup>3</sup>	cumulatieve instroom in I- veld		directe P cum m <sup>3</sup>	tot inloop m <sup>3</sup>	infiltratie-cap. I-veld m <sup>3</sup>	infiltratie I-veld m <sup>3</sup>	berging in I-veld m <sup>3</sup>	waterhoogte I-veld m
			veld m <sup>3</sup>	veld m <sup>3</sup>						
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
5,0	9,9	138,6	138,6	5,9	144,5	8,85	8,9	135,7	0,23	0,23
15,0	17,8	249,2	249,2	10,7	259,9	17,71	26,6	233,3	0,39	0,39
30,0	23,0	322,0	322,0	13,8	335,8	26,56	53,1	282,7	0,47	0,47
45,0	25,6	358,4	358,4	15,4	373,8	26,56	79,7	294,1	0,49	0,49
60,0	27,3	382,2	382,2	16,4	399,6	26,56	106,3	292,3	0,49	0,49
75,0	28,5	399,0	399,0	17,1	416,1	26,56	132,8	283,3	0,47	0,47
90,0	29,7	415,8	415,8	17,8	433,6	26,56	159,4	274,2	0,46	0,46
105,0	30,5	426,3	426,3	18,3	444,6	26,56	185,9	258,6	0,43	0,43
120,0	31,2	436,8	436,8	18,7	455,5	26,56	212,5	243,0	0,41	0,41
150,0	32,8	458,5	458,5	19,7	478,2	53,13	265,6	212,5	0,35	0,35
180,0	34,3	480,2	480,2	20,6	500,8	53,13	318,8	182,0	0,30	0,30
210,0	35,4	494,9	494,9	21,2	516,1	53,13	371,9	144,2	0,24	0,24
240,0	36,4	509,6	509,6	21,8	531,4	53,13	425,0	106,4	0,18	0,18
270,0	37,2	520,1	520,1	22,3	542,4	53,13	478,1	64,3	0,11	0,11
300,0	37,9	530,6	530,6	22,7	553,3	53,13	531,3	22,1	0,04	0,04



Geofox-Lexmond by  
 februari 2006  
 Versie 2.1