

Waterhuishoudkundig plan

Ploegstraat (Frij'hof) te
Nijmegen

Opdrachtgever

Kalliste Woningbouwontwikkeling B.V.
de heer B. Moust
Postbus 64
5600 AB EINDHOVEN

Adviesbureau

Geofox-Lexmond bv
Jules Verneweg 21-15
Postbus 2205
5001 CE TILBURG
Tel. 013 - 4582161
Fax 013 - 4553089

Status

Definitief, versie 2

Datum

9 maart 2009

Projectnummer

20082310/MDAL

Auteur

mevrouw ing. M.E.T. van Dalen

Paraaf:

Controle / vrijgave

de heer drs. B.L.H. ter Haar

Paraaf:



Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Vooronderzoek en onderzoeksopzet	2
	2.1 Algemene gegevens	2
	2.2 Waterhuishoudkundige situatie	3
	2.3 Regionale bodemopbouw	3
	2.4 Regionale grondwaterstandssituatie	4
	2.5 Gewenste herinrichting	4
3	Beleid	5
4	Veldwerkzaamheden	6
	4.1 Doorlatendheid ondergrond	6
	4.2 Doorlatendheid toplaag	7
5	Infiltratieadvies	8
6	Voorstel voor toekomstig waterhuishoudkundig systeem	9
	6.1 Ontwerp hemelwatersysteem	9
	6.2 Dimensionering	9
	6.3 Doorlatendheid toplaag	14
	6.4 DWA (vuilwater)	15
7	Conclusie	16

Bijlagen

1	Situatietekeningen	
	1.1 waterhuishoudkundige inrichting	
	1.2 locatie boringen en doorlatendheidsmetingen	
2	Boorprofielen	
3	Resultaten doorlatendheidsmetingen	
	3.1 ondergrond	
	3.2 toplaag	

1 Inleiding

In opdracht van Kalliste Woningbouwontwikkeling B.V. heeft Geofox-Lexmond bv een waterhuishoudkundig onderzoek uitgevoerd op de locatie Ploegstraat te Nijmegen.

De aanleiding voor het laten opstellen van het waterhuishoudkundig onderzoek wordt gevormd door de geplande herontwikkeling van de locatie.

Voor de Ploegstraat in Nijmegen is reeds een ruimtelijke onderbouwing, met daarin een door Geofox-Lexmond opgestelde waterparagraaf, ter inzage gelegd. Als voorwaarde in deze waterparagraaf wordt gesteld dat alsnog een waterhuishoudkundig plan wordt opgesteld waarin de waterhuishoudkundige invulling van het plangebied gedetailleerder wordt beschreven.

In het waterhuishoudkundig plan komen de volgende aspecten aan de orde:

- basisgegevens van de huidige (waterhuishoudkundige) situatie op en rondom het onderzoeksterrein (hoofdstuk 2);
- het lokale beleid ten aanzien van waterbeheer (hoofdstuk 3);
- de uitvoering en resultaten van de (aanvullende) veldwerkzaamheden (hoofdstuk 4);
- het infiltratieadvies (hoofdstuk 5);
- het voorstel voor het toekomstig hemelwatersysteem (hoofdstuk 6).

2 Vooronderzoek en onderzoeksopzet

2.1 Algemene gegevens

De locatie is gelegen ten zuidwesten van de binnenstad van Nijmegen en nabij het Goffertpark. De onderzoekslocatie heeft een oppervlakte van circa 1,9 ha en is ingesloten door een turnhal en duivenmelker aan de noordzijde, woonbebouwing en achtertuinen aan de oostzijde, een tennispark aan de zuidzijde en een school en bedrijvigheid aan de westzijde. De locatie zelf is grotendeels verhard en bebouwd. Op het terrein zijn enkele schoolgebouwen (ROC) aanwezig. De huidige bebouwing zal gesloopt worden waarna er woonbebouwing zal worden gerealiseerd.

Hieronder is een luchtfoto van de onderzoekslocatie opgenomen. In het kader bevindt zich de onderzoekslocatie.

Foto 2.1: luchtfoto onderzoekslocatie (maps.google.nl)



Op foto 2.2 is de onderzoekslocatie ten opzichte van kern van Nijmegen aangegeven.

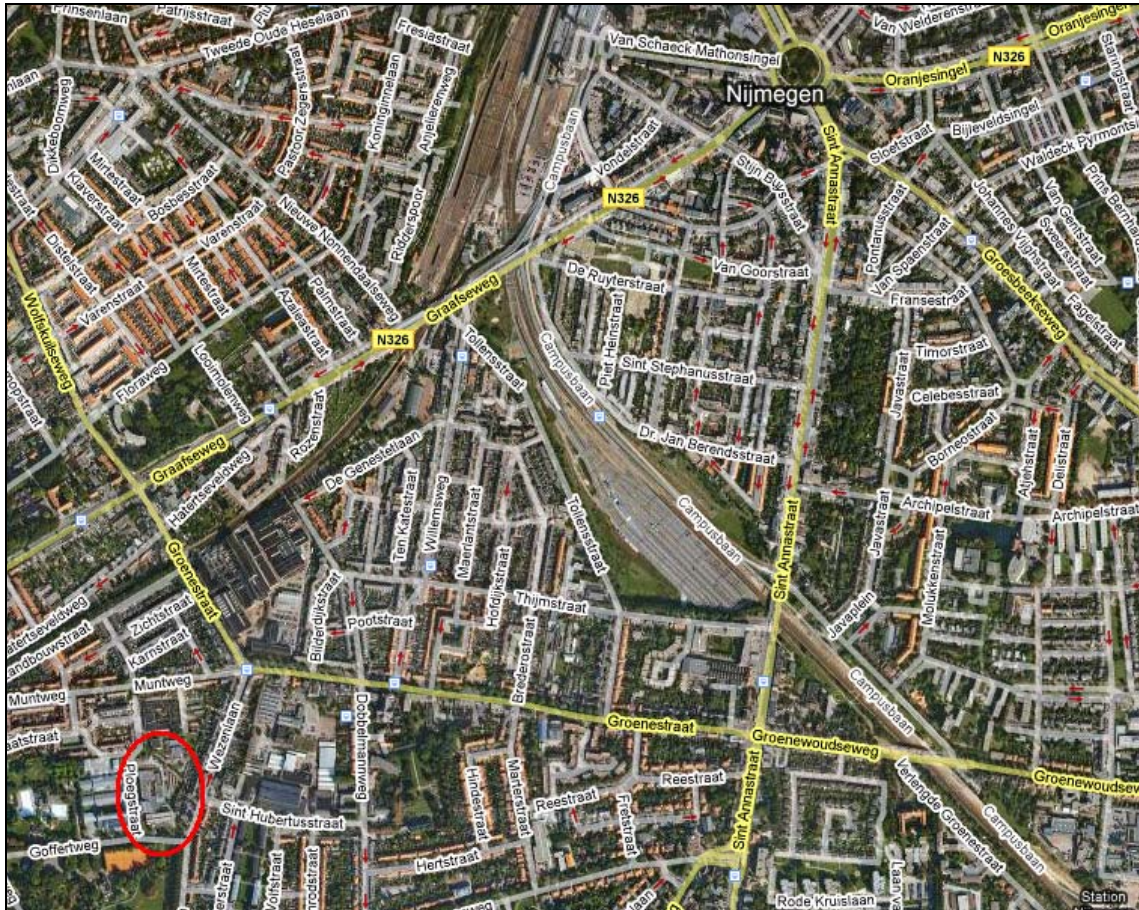


Foto 2.2: ligging locatie

2.2 Waterhuishoudkundige situatie

In de directe nabijheid van de locatie is geen oppervlaktewater gelegen.

2.3 Regionale bodemopbouw

In onderstaande tabel is de regionale bodemopbouw schematisch weergegeven. De verschillende afzettingen zijn van boven naar beneden weergegeven (respectievelijk van jong naar oud).

Tabel 2.1: regionale bodemopbouw

Diepte (m-mv)	Samenstelling	Schatting doorlatendheid (m/dag)
0,0 – 1,0	Matig fijn zand, zwak grindig, zwak siltig	5
1,0 – 5,0	Matig fijn zand, matig grindig, zwak siltig	15
5,0 – 20	Grind	80
20 – 28	Zand zeer grof	40
28 – 32	Leem	nihil

2.4 Regionale grondwaterstandssituatie

Om de grondwaterstand en de grondwaterstandsverloop op de locatie in beeld te brengen is de databank van TNO (REGIS) geraadpleegd. In deze databank bleken echter geen geschikte peilbuizen aanwezig. De dichtstbijzijnde peilbuis ligt op een afstand van meer dan 1000 meter. Tijdens de veldwerkzaamheden ten behoeve van het verkennend bodemonderzoek bleek dat de grondwaterstand dieper was dan 5 m-mv. Dit is dusdanig diep dat er voor wat betreft het grondwaterpeil geen beperkingen zijn voor het laten infiltreren van hemelwater.

2.5 Gewenste herinrichting

Het voornemen is om woningbouw te realiseren. In bijlage 1 is een situatieschets van de toekomstige situatie opgenomen.

Door dit plan vindt de volgende wijziging in oppervlakteverdeling plaats.

Tabel 2.2: Wijzigingen oppervlakteverdeling

Beschrijving	Huidige oppervlakte (m ²)	Toekomstige oppervlakte (m ²)	Toename / afname (m ²)
Totaal verhard oppervlak	11.500	7.400	- 4.100
- dakoppervlak woningen (inclusief inrit/toegangspad)	5.700	6.000	+ 300
- overig terrein (openbaar pad, toegangsweg)	5.800	1.400	- 4.400

Duidelijk is dat het totale verharde oppervlak als gevolg van de ontwikkeling afneemt. De verharde oppervlakken worden in hoofdstuk 6 verder onderverdeeld.

3 **Beleid**

De gemeente Nijmegen heeft in het Waterplan uit 2001 vastgelegd de basisinspanning van de riolering te willen halen door op grote schaal verhard oppervlak af te koppelen van de riolering. In 2007 heeft de gemeente de plicht tot infiltratie vastgelegd in de bouwverordening. Vanuit deze verordening wordt in elke bouwvergunning aangegeven dat de bouwende partij het hemelwater moet laten infiltreren.

De gemeentelijke eisen voor het ontwerp en de aanleg van afkoppel- en infiltratievoorzieningen zijn vastgelegd in de "Nota afkoppelen en infiltreren hemelwaterafvoer" die in juni 2008 is vastgesteld. De voor de Ploegstraat relevante eisen en randvoorwaarden zijn hieronder weergegeven.

Randvoorwaarden Gemeente Nijmegen

De gemeente Nijmegen heeft ten aanzien van het dimensioneren van een hemelwatersysteem een groot aantal uitgangspunten geformuleerd, afhankelijk van het type infiltratiesysteem.

Hieronder zijn de belangrijkste uitgangspunten ten aanzien van de dimensionering opgenomen:

- Het infiltratiesysteem dient goed toegankelijk te zijn voor inspectie en reiniging;
- Bij een k-waarde groter dan 3 m/dag dient de voorziening dusdanig gedimensioneerd te worden dat 5 mm hemelwater geborgen kan worden;
- Op openbaar terrein zijn alleen bovengrondse groen-infiltratiesystemen en infiltratieriolen toegestaan, op particulier terrein mogen alle systemen toegepast worden;
- De minimale gronddekking op een IT-riool is 1,4 m-mv. De maximale gronddekking op de buis is (afhankelijk van de diameter) 2,6 tot 3,0 m.
- Er dient gerekend te worden met $1/3^e$ van de berekende doorlatendheid indien de doorlatendheid is bepaald middels zeefkrommes;
- Er dient minimaal 1 kolk per 200 m² verhard oppervlak aangelegd te worden;
- Hemelwater van particuliere woningen dient te infiltreren op eigen terrein.

4 Veldwerkzaamheden

Het veldonderzoek voor de locatie bestond uit twee onderdelen. Ten eerste is er onderzoek gedaan naar de doorlatendheid van de ondergrond van 0,5 tot 3,0 m-mv. De doorlatendheid van dit traject van de bodem is van belang indien er ondergrondse infiltratievoorzieningen worden aangelegd. Ten tweede is er een onderzoek gedaan naar de doorlatendheid van de toplaag om te onderzoeken of er een risico is dat het hemelwater niet in de bodem infiltreert maar oppervlakkig afstroomt en op het laagste punt overlast veroorzaakt. Aanleiding van dit tweede onderzoeksdeel zijn de ervaringen van de gemeente Nijmegen op het Limosterrein. Op die locatie was de toplaag dermate slecht doorlatend dat het hemelwater oppervlakkig afstroomde en overlast veroorzaakte op de lager gelegen delen.

4.1 Doorlatendheid ondergrond

De technische mogelijkheid tot het infiltreren van hemelwater in de bodem op het onderzoeksterrein is onder andere afhankelijk van de grondwaterstand, de bodemopbouw (tot enkele meters beneden het maaiveldniveau) en de doorlatendheid van de bodem in de onverzadigde zone ter plaatse. Aangezien op basis van de beschikbare literatuurgegevens onvoldoende inzicht bestaat in de doorlatendheid zijn ter plaatse van het onderzoeksterrein de volgende veldwerkzaamheden verricht:

- het verrichten van 26 boringen tot 0,5 m-mv, 7 boringen tot 2 à 3 m-mv en 3 boringen tot 5 m-mv. Ter bepaling van de bodemgesteldheid in het onderzoeksgebied is de uit de boringen vrijgekomen grond conform de NEN-5104 geclassificeerd (vaststellen bodemopbouw);
- het uitvoeren van 4 in-situ doorlatendheidsmetingen in de onverzadigde zone (Hooghoudt-proef).

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 14, 15 en 17 april 2008. De boorlocaties zijn zoveel mogelijk geplaatst op locaties waar de toekomstige infiltratievoorziening zijn gepland. In bijlage 1 is een situatieschets met de boorlocaties opgenomen. De boorstaten zijn bijgevoegd in bijlage 2. De bodemopbouw op de locatie kan als volgt worden geschematiseerd.

Tabel 4.1: Lokale bodemopbouw

Diepte (m-mv)	Bodemsamenstelling	Opmerkingen
0,0 – 0,5	Zand, matig fijn, matig siltig, matig grindhoudend	Bijmenging met puin
0,5 – 2,0	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindhoudend	-
2,0 – 4,0	Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk grindig,	-
1,5 – 2,0	Zand, zeer grof, matig grindig, zwak siltig	-
4,0 – 5,0	Zand, uiterst grof, uiterst grindig, zwak siltig	-

De bedoeling van de boringen was om een in-situ doorlatendheidsmeting te verrichten op verschillende diepten. Gezien de extreme doorlatendheid van de bodem was het echter niet mogelijk om de geplande test (omgekeerde boorgatmethode) uit te voeren (resultaat niet betrouwbaar). Derhalve is ervoor gekozen om de doorlatendheid te bepalen aan de hand van de korrelfracties. Hiertoe zijn van een aantal boringen in het traject van 0,5-3,0 m-mv de korrelfracties bepaald door het milieulaboratorium van Alcontrol in Hoogvliet. De analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Ter bepaling van de doorlatendheidscoëfficiënt uit de korrelverdeling zijn diverse benaderingsformules beschikbaar (Hazen, Seelheim, Beyer, etc.). Ze zijn gebaseerd op kenmerkende waarden zoals de korreldiameters d_{10} , d_{60} , d_{50} en de ongelijkvormigheidsgraad

$U = d60 / d10$. Op basis van meerdere berekeningen is de doorlatendheid berekend (zie bijlage 3). Voor de uiteindelijke doorlatendheid is ervoor gekozen om de formule van Hazen te gebruiken. Deze formule is de meest gebruikte en wordt geadviseerd in de ontwerp tekst "Richtlijnen Bemalingen" van de Werkgroep Bemalingen. Een overzicht van de doorlatendheid is opgenomen in tabel 4.2.

Tabel 4.2: doorlatendheid

Monster/boringnummer	Samenstelling	Traject (in m-mv)	Doorlatendheid (m/dag)
23	23F/G	2,0 - 3,0	44
24	24B/C/D/E	0,8 - 2,0	38
26	26C/D/E	0,65 - 2,15	47
26	26F/G/H	2,15 - 3,15	45
27	27D	1,0 - 1,5	51
28	28B/C/D	0,5 - 2,0	32
29	29D/E	0,7 - 1,7	43
30	30B/C	0,5 - 1,5	37
31	31E/F	2,0 - 3,0	69

De gemiddelde doorlatendheid op de locatie is bepaald op 45 m/dag. Dit is een zeer hoge waarde, de ondergrond op de locatie Ploegstraat te Nijmegen is dus (zoals verwacht) zeer goed doorlatend.

Overigens dient bij doorlatendheidswaarden die bepaald zijn aan de hand van korrelgrootteverdeling, conform de eisen van gemeente Nijmegen, een veiligheidsfactor van 0,33 toegepast te worden. Bij de dimensionering van een hemelwatersysteem dient hier dus gerekend te worden met een doorlatendheid van 15 m/dag.

4.2 Doorlatendheid toplaag

Vanwege problemen op het Limosterrein, waar het hemelwater oppervlakkig afstroomt en op de laagste punten van de locatie overlast veroorzaakt, is door de gemeente Nijmegen aangegeven dat op de locatie aan de Ploegstraat de doorlatendheid van de toplaag bepaald moet worden. Om de infiltratiecapaciteit van de toplaag te bepalen zijn verspreid over de locatie 6 omgekeerde boorgatmetingen uitgevoerd in de bovenste halve meter van de bodem. De locatie van de metingen is weergegeven op bijlage 1.2. De uitwerking van de bepalingen is opgenomen in bijlage 3.2. In de onderstaande tabel zijn de resultaten beknopt weergegeven.

Tabel 4.3: doorlatendheid

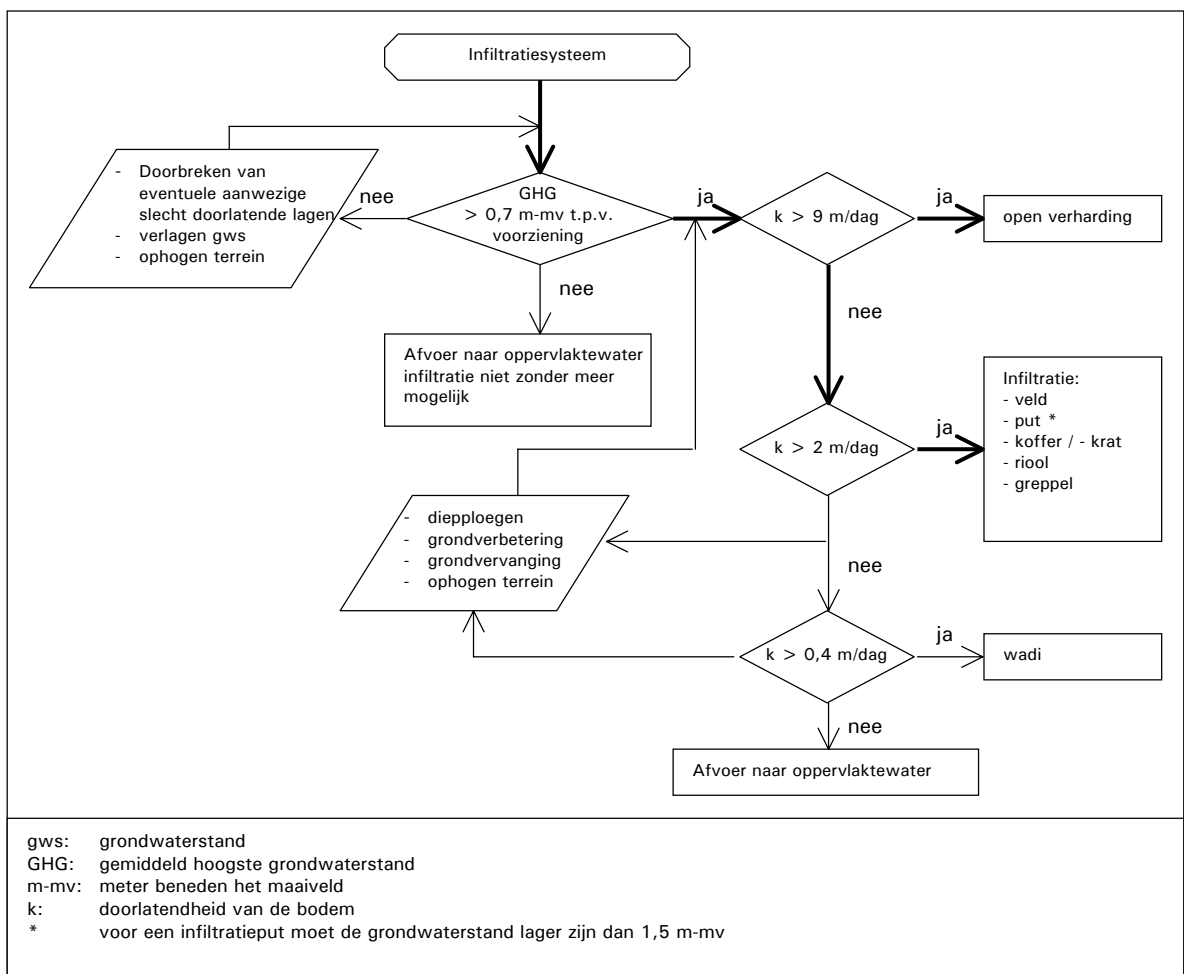
Boring	dieptetraject	Bodemsamenstelling)	Doorlatendheid (m/dag)
1	0,07-0,60 m-mv	Zwak siltig, matig humeus, matig grindig, matig grof zand	4
2	0,07-0,60 m-mv	Zwak siltig, zwak grindig, matig grof zand	6
3	0,07-0,60 m-mv	Zwak matig siltig, zwak grindig, overwegend zeer grof zand	15
4	0,07-0,60 m-mv	Matig siltig, zwak humeus, matig grindig, matig grof zand	6
5	0,07-0,60 m-mv	Matig siltig, matig humeus, zwak grindig, matig fijn zand	3
6	0,07-0,60 m-mv	Matig siltig, matig humeus, matig grindig, matig grof zand	12

Uit de tabel blijkt dat de doorlatendheid van de toplaag varieert van circa 3 tot 15 m/dag. In het matig fijne zand dat ter plaatse van boring 3 aanwezig is is de doorlatendheid 3 m/dag. Bij de meeste boringen is matig grof zand aangetroffen, hier varieert de doorlatendheid van 4 tot 12 m/dag. Bij boring 3 is zwak grindig zeer grof zand aanwezig, hier is de doorlatendheid 15 m/dag. Over de gehele locatie is de doorlatendheid van de toplaag voldoende om het hemelwater vlot te laten infiltreren.

5 Infiltratieadvies

Op basis van de beschikbare gegevens wordt een advies uitgebracht aangaande het infiltreren van hemelwater in de bodem op de onderzoekslocatie.

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 kwantitatieve beslismethodiek. Ieder geval dient afzonderlijk te worden beoordeeld op basis van locatiespecifieke kenmerken (maatwerk).



Figuur 5.1: Mogelijkheden voor infiltratie van hemelwater

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

Infiltratiemogelijkheden op de onderzochte locatie

Aangezien de grondwaterstand zich dieper dan 5 m-mv bevindt en gezien de hoge doorlatendheid ter plaatse van de locatie, zijn er geen belemmeringen met betrekking tot het toepassen van infiltratievoorzieningen. Bij de aanleg van de voorziening dient echter wel rekening gehouden te worden met het grote hoogteverschil op locatie (verschil hoogste punt laagste punt ca. 4,5 m).

6 Voorstel voor toekomstig waterhuishoudkundig systeem

6.1 Ontwerp hemelwatersysteem

De gemeente Nijmegen stelt als eis dat bij alle nieuwbouw het regenwater afgekoppeld moet worden. Dit betekent dat voorzieningen aangelegd moeten worden waarin al het hemelwater kan worden geborgen en van waaruit het kan infiltreren in de bodem.

In overleg met de gemeente, Kalliste Woningbouwontwikkeling, buro Lubbers en Copier Adviesburo is gekomen tot een waterhuishoudkundig inrichtingsplan voor de locatie. De inrichting is weergegeven op de kaart in bijlage 1.1. Het ontwerp bestaat uit drie delen:

- infiltratiekratten bij de particuliere grondgebonden woningen;
- zaksloot naast het centraal gelegen Karrespoor voor het laten infiltreren van het hemelwater van het Karrespoor;
- een tweetal IT-buizen (permeoroolbuizen) voor het bergen en laten infiltreren van het hemelwater afkomstig van de bebouwing aan de oostzijde en noordzijde van het terrein en de terreinverharding (m.u.v. het Karrespoor).

Het dak van de parkeergarage wordt deels ingericht als groendak/daktuin. Op deze groendaken wordt een drainage gelegd die het hemelwater afvoert. Het water wordt vanuit de drains, via een gesloten PVC-leiding, naar het zuidelijk gelegen IT-riool geleid. Ten behoeve van onderhoud en monitoring is het systeem voorzien van controleputten en ontstoppingsstukken. De ligging en details zijn aangegeven op de bijgevoegde tekening.

6.2 Dimensionering

6.2.1 Dimensionering particuliere infiltratievoorzieningen

Bij de grondgebonden woningen zal het hemelwater naar particuliere infiltratievoorzieningen aan de achterzijde van de woningen geleid worden. De inhoud van de infiltratievoorzieningen is afhankelijk van het verhard oppervlak van de betreffende woning. Op basis van de kaart van Buro Lubbers zijn de oppervlakken van de woningen bepaald. De oppervlakken variëren van ongeveer 100 tot 120 m².

De infiltratievoorzieningen zijn gedimensioneerd aan de hand van de volgende eisen van de gemeente Nijmegen:

- Benodigde bergingscapaciteit is 5 mm neerslag op aangesloten verhard oppervlak;
- Ledigingstijd is maximaal 24 uur;
- K-waarde bodem (van belang bij berekening ledigingstijd) is een derde van de op basis van korrelgrootteverdeling bepaalde k-waarde. De gemiddelde k-waarde voor deze locatie is bepaald op 45 m/dag. De in de dimensionering gehanteerde k-waarde bedraagt derhalve 15 m/dag.

De particuliere woningen hebben verschillende verharde oppervlakken. Daarbij komt dat er verschillende merken infiltratiekratten op de markt zijn die ieder eigen kenmerken hebben voor wat betreft de maten en de "porositeit" en dat de infiltratiecapaciteit afhankelijk is van de vorm van de kratten (vanuit een langgerekt krattensysteem infiltreert meer water dan vanuit een

vierkant systeem). Het is daarom niet mogelijk in dit stadium een exacte dimensionering uit te voeren. Aangeraden wordt om dit te laten uitvoeren door de leverancier van het krattensysteem.

In dit rapport is een globalere dimensionering uitgevoerd waarbij zowel voor de grootste als voor de kleinste woning (respectievelijk 120 en 100 m²) een krattensysteem gedimensioneerd is. In onderstaande tabel is deze dimensionering weergegeven. Duidelijk is dat zowel aan de bergingseis als aan de eis voor de ledigingstijd voldaan wordt.

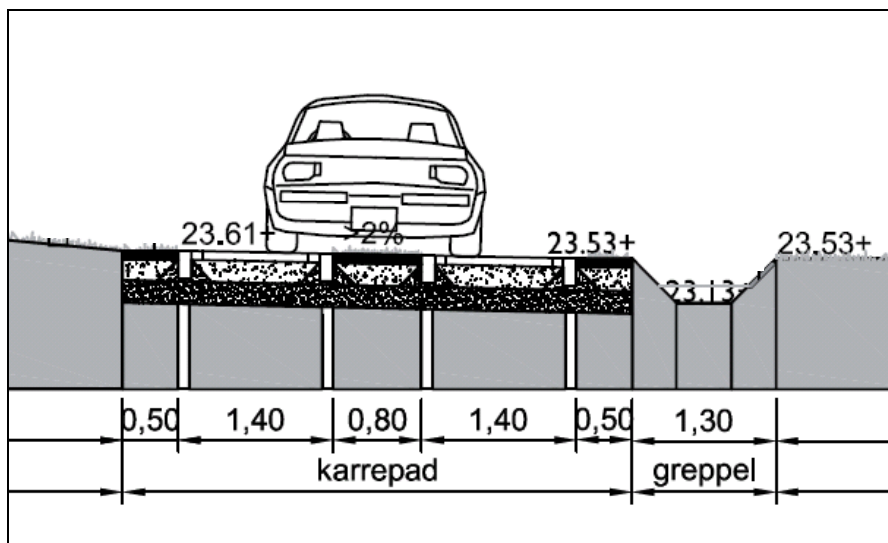
Tabel 6.1: dimensionering particuliere infiltratiesystemen

		algemeen	kleinste woning	grootste woning
<u>Eisen gemeente Nijmegen</u>				
bergingseis	mm	5		
ledigingstijd	uur	24		
bui ledigingstijd	mm	40		
factor k-waarde dimensionering	-	0,33		
<u>Locatiegegevens</u>				
verhard oppervlak	m ²		100	120
gemiddelde doorlatendheid	m/dag	45		
in dimensionering gehanteerde k-waarde	m/dag	15		
<u>Gegevens infiltratiekratten</u>				
lengte	m		2,5	3
breedte	m		0,5	0,5
hoogte	m		0,4	0,4
inhoud	m ³		0,5	0,6
infiltrerend oppervlak (infiltratie door helft zijwand)	m ²		1,2	1,4
<u>Dimensionering</u>				
hoeveelheid te bergen voldoet?	m ³		0,5 ja	0,6 ja
infiltratiecapaciteit te infiltreren	m ³ /dag		18,0	21,0
leeglooptijd voldoet?	uur		4,0 5,3 ja	4,8 5,5 ja

Om dichtslibbing te voorkomen dient iedere voorziening te worden uitgerust met een zandvang en bladvang.

6.2.2 De zaksloot bij het Karrespoor

Het Karrespoor wordt op één oor gelegd waardoor deze kan afwateren naar de naast het Karrespoor gelegen zaksloot. De breedte van het Karrespoor is ongeveer 4,6 meter waarvan 2,8 meter verhard is. Een doorsnede van het Karrespoor en de naastliggende zaksloot is weergegeven in figuur 6.1.



Figuur 6.1: profiel Karrespoor met zaksloot

De dimensionering van de zaksloot is al opgenomen in het ontwerp dat is opgesteld door Buro Lubbers, in dit ontwerp was de zaksloot voorzien van overstortpunten in de vorm van slokops. Het doel van de slokops is tweeledig:

- het afvoeren van het hemelwater bij zeer extreme neerslagsituaties;
- ontsnappingsmogelijkheid als de voorziening niet goed functioneert.

Gezien de vrij ruime dimensionering van de zaksloot en de beperkte breedte van het daarop afwaterende Karrespoor wordt er getwijfeld aan de noodzaak van de slokops. Om deze noodzaak te toetsen is onderzocht hoe het systeem zich gedraagt in een situatie met hevige neerslag ($T = 100$) en een slecht onderhouden zaksloot (dus geen infiltratie). In de navolgende alinea zijn de resultaten beknopt beschreven.

De in de zaksloot te bergen hoeveelheid hemelwater bij een $T = 100$ bui (70,7 mm in 24 uur) bedraagt ($2,8 \text{ m}^2/\text{m}^1 \times 0,0707 \text{ m} =$) $0,20 \text{ m}^3$ per strekkende meter. De door Buro Lubbers ontworpen zaksloot heeft per strekkende meter een bergend vermogen van $0,36 \text{ m}^3$. Hieruit volgt dat zelfs bij een extreme bui en een compleet dichtgeslibte zaksloot de zaksloot niet geheel gevuld is. Duidelijk is dat het aanleggen van overstortvoorzieningen niet noodzakelijk is.

De toetsing gaat duidelijk uit van een worst-case situatie waarbij de voorziening dusdanig is dichtgeslibd dat er, zelfs gedurende een bui van 24 uur, geen infiltratie plaatsvindt. De hoeveelheid water, afkomstig van het Karrespoor, kan dus volledig geborgen te worden. Voor de tweede eis, de eis dat de zaksloot in minder dan 24 uur na de bui weer leeg moet zijn, is de infiltratiecapaciteit bepaald. Hiertoe is, op basis van ervaring en in overleg met de gemeente Nijmegen, een k -waarde gehanteerd van $1 \text{ m}/\text{dag}$ en is er, veiligheidshalve, vanuit gegaan dat infiltratie enkel door de helft van het taludoppervlak geschiedt. Bij deze waarden is de infiltratiecapaciteit van de zaksloot $0,57 \text{ m}^3/\text{dag}$ (per strekkende meter) en is de zaksloot na 8,5 uur weer leeg en beschikbaar voor berging van de volgende bui. De zaksloot voldoet dus aan de eis voor de leeglooptijd.

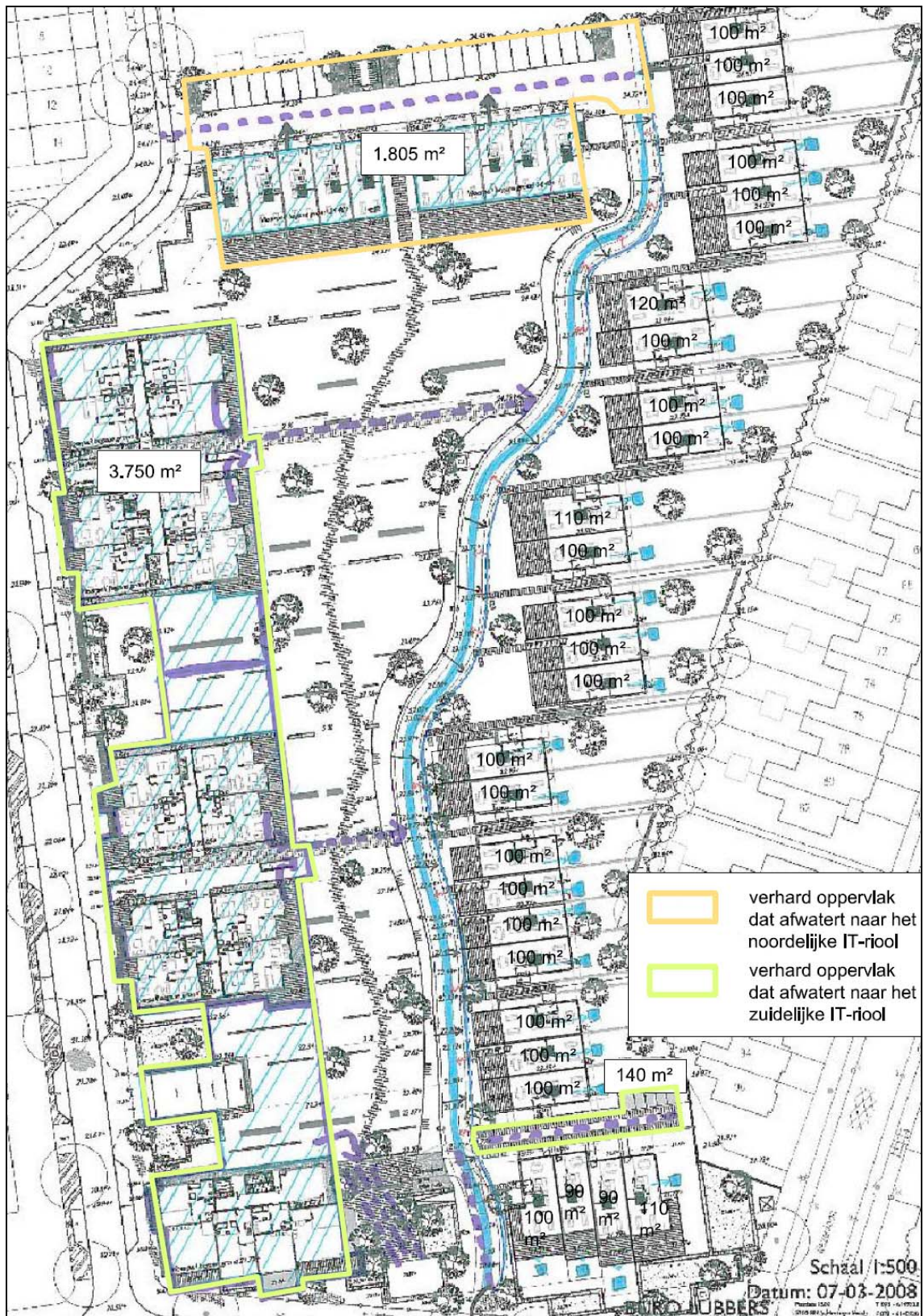
Om te voorkomen dat het hemelwater in de lengterichting over het Karrespoor afstroomt, dienen dwars op de weg voorzieningen te worden aangelegd die ervoor zorgen dat het hemelwater zijdelings afstroomt naar de zaksloot. Gedacht kan worden aan molgoten, ondiepe lijnafwatering of lage drempels. Deze voorzieningen kunnen in een later stadium uitgewerkt worden.

Omdat de zaksloot dwars op de richting van de hoogtelijnen loopt is het van belang om de zaksloot te verdelen in compartimenten. Hierdoor wordt voorkomen dat het water door de zaksloot in zuidelijke richting naar het lager gelegen terreindeel stroomt. De compartimenten kunnen worden gerealiseerd door het aanleggen van dammetjes of eenvoudige (houten) stuwten in de waterloop. Ook deze voorzieningen dienen nog concreet uitgewerkt te worden.

6.2.3 De IT-buizen (permeoroolbuizen)

Het dakwater en het water van de bestrating (m.u.v. het water van het Karrespoor en de grondgebonden woningen) wordt afgevoerd naar een tweetal IT-buizen: één onder de noordelijke parkeerplaats en één onder de zuidelijke zijweg. Een deel van het appartementencomplex (het dak van de parkeergarage) wordt uitgerust met een daktuin, dit gedeelte wordt middels drains aangesloten op de zuidelijke IT-buis. In de dimensionering zijn deze delen als verhard oppervlak beschouwd. De ligging van de buizen, de drains en de bijbehorende inspectieputten is weergegeven op de bijgevoegde tekening in bijlage 1. De op de IT-buizen aangesloten oppervlakken zijn weergegeven in figuur 6.2.

Het noordelijke IT-riool ligt min of meer parallel aan de hoogtelijnen. Het zuidelijke IT-riool ligt loodrecht op de hoogtelijnen. De noordelijk gelegen IT-buis heeft een noodoverstort naar het gemeentelijke rioolstelsel onder de Ploegstraat. Het zuidelijke IT-riool zal worden voorzien van een noodoverstort naar het gemeentelijke stelsel onder de Goffertweg. Ter plaatse van de noodoverstort dient een overstortklep te worden aangebracht.



Figuur 6.2: op IT-riool aangesloten oppervlakken

De IT-buizen zijn gedimensioneerd aan de hand van de volgende eisen van de gemeente Nijmegen:

- Benodigde bergingscapaciteit is 5 mm neerslag op aangesloten verhard oppervlak;
- Ledigingstijd is maximaal 24 uur;
- K-waarde bodem (van belang bij berekening ledigingstijd) is een derde van de op basis van korrelgrootteverdeling bepaalde k-waarde. De gemiddelde k-waarde voor deze locatie is bepaald op 45 m/dag. De in de dimensionering gehanteerde k-waarde is 15 m/dag;
- Infiltrerend oppervlak van een permeoroolbuis is de helft van het oppervlak van de buis.

De dimensionering is beknopt weergegeven in de navolgende tabel.

Tabel 6.2: Dimensionering IT-buizen

		Algemeen	Noordelijke IT-buis	Zuidelijke IT-buis
<u>Locatiegegevens</u>				
verhard oppervlak	m ²		1.805	3.890
te bergen waterschijf	mm	5		
hoeveelheid te bergen hemelwater	m ³		9,0	19,5
<u>Voorgestelde dimensionering IT-buizen</u>				
diameter	mm		600	800
lengte	m		32	39
inhoud	m ³		9,0	19,6
<u>Leeglooptijd</u>				
Infiltrerend oppervlak	m ²		30,2	49
In dimensionering gehanteerde k-waarde	m/dag	15		
Infiltratiecapaciteit	m ³ /dag		450	735
Te infiltreren hoeveelheid water (bui 40 mm)	m ³		72,2	155,6
Leeglooptijd	uur		3,8	5,1

Uit de tabel blijkt dat bij de aangegeven afmetingen de IT-buizen voldoende bergingscapaciteit hebben om een waterschijf van 5 mm op het aangesloten verharde oppervlak te bergen. Ook blijkt dat de IT-buizen ruim binnen de geëiste 24 uur leeglopen: de noordelijke IT-buis is binnen 4 uur leeg, de zuidelijke IT-buis is in 5,1 uur leeg.

6.3 Doorlatendheid toplaag

In december 2008 is door Geofox-Lexmond bv een onderzoek uitgevoerd naar de doorlatendheid van de toplaag. Resultaat van dit onderzoek is dat de toplaag goed doorlatend is (k-waarde tussen 3 en 15 m/dag). Naar verwachting zal het hemelwater dus snel genoeg infiltreren waardoor het risico op oppervlakkige afstroming gering is. Het aanleggen van voorzieningen ter voorkoming hiervan (bijvoorbeeld een drainagesysteem) wordt niet noodzakelijk geacht.

6.4 DWA (vuilwater)

De DWA-afvoer van de bebouwing aan de Ploegstraat kan direct worden aangesloten op het gemeentelijke rioolstelsel. Ten behoeve van de afvoer van het DWA van de grondgebonden woningen wordt onder het Karrespoor een DWA-leiding aangelegd die het water deels naar de Ploegstraat en deels naar de Goffertweg voert. Voor de ligging en de details wordt verwezen naar de tekening in bijlage 1.1. De uitgangspunten die bij de dimensionering van het DWA-stelsel zijn gehanteerd zijn weergegeven in tabel 6.3.

Tabel 6.3: Uitgangspunten dwa-stelsel Frij'hof te Nijmegen

Aantal inwoners per woning	2,5	[inw/won]
Maatgevend belasting per inwoner:	12	[l/uur]
Aantal woningen	28	
Maximale vullingsgraad	50 %	
Maximale strenglengte	60	[m]
Minimale leidingdiameter	250	[mm]
Leidingverhang beginstreng	200	[1:n]
Leidingverhang overige strengen	> 300	[1:n]
Minimale gronddekking	1,40	[m]
Minimale waking	0,20	[m]
Drukhoogte aansluiting Goffertweg	20,10	[m + NAP]
<i>maximale drukhoogte bij minimale waking</i>		

7 Conclusie

Kalliste Woningbouwontwikkeling bv is voornemens om op het terrein aan de Ploegstraat in Nijmegen woningen te ontwikkelen. Conform het beleid van de gemeente Nijmegen dient het verharde oppervlak geheel afgekoppeld te worden, het hemelwater mag dus niet naar het gemeentelijke rioolstelsel geleid worden.

Door Geofox-Lexmond bv is veldonderzoek uitgevoerd om de doorlatendheid van de bodem te onderzoeken. Conclusie van het veldonderzoek is dat de bodem op de locatie zeer goed doorlatend is en dat de grondwaterstand vrij diep is ($> 5\text{m-mv}$). Dit betekent dat de locatie zeer geschikt is voor het laten infiltreren van hemelwater.

In overleg met de gemeente, Kalliste Woningbouwontwikkeling, buro Lubbers en Copier Adviesburo is gekomen tot een waterhuishoudkundig inrichtingsplan voor de locatie. Het ontwerp bestaat uit drie delen:

- infiltratiekratten bij de particuliere grondgebonden woningen;
- zaksloot naast het centraal gelegen Karrespoor voor het laten infiltreren van het hemelwater van het Karrespoor;
- een tweetal IT-buizen (permeorioolbuizen) voor het bergen en laten infiltreren van het hemelwater afkomstig van de bebouwing aan de oostzijde en noordzijde van het terrein en de terreinverharding (m.u.v. het Karrespoor). Deze twee IT-rioolbuizen worden voorzien van een noodoverstort richting het gemeentelijke rioolstelsel.

Om te onderzoeken hoe groot voor deze locatie het risico op oppervlakkige afstroming is, is onderzoek gedaan naar de doorlatendheid van de toplaag. Indien deze onvoldoende doorlatend is zou eventueel een drainagevoorziening aangelegd kunnen worden. Tijdens het veldonderzoek is echter gebleken dat de toplaag goed doorlatend is. De kans op oppervlakkige afstroming lijkt daardoor gering. Maatregelen om oppervlakkige afstroming te voorkomen zijn daardoor naar verwachting niet nodig.

Door de locatie op hierboven beschreven wijze in te richten zal al het hemelwater op de locatie infiltreren. Alleen bij zeer hevige regenval zal een deel van het hemelwater via de noodoverstort het gemeentelijke rioolstelsel bereiken. Verder zal het gemeentelijke rioolstelsel niet belast worden met hemelwater van de locatie.



Bijlage 1: Situatietekeningen



Bijlage 1.1: Waterhuishoudkundige inrichting

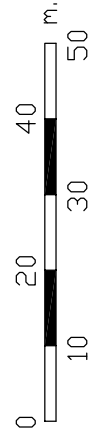


Bijlage 1.2: Locatie boringen en doorlatendheidsmetingen



Legenda

- ⊙ doorlatendheidsmeting toplaag
- doorlatendheidsmeting bodem

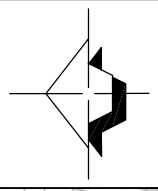


Omschrijving: **Locatie doorlatendheidsmetingen**
 Bijlage: **1.2**

Project: **Ploegstraat te Nijmegen (FRIJ"HOFF)**
 Opdrachtgever: **Kalliste**

Projectnummer: **20082310**

Tekenaar: **MDAL** Schaal: **1:1000** Datum: **12-1-2009** Accoort: Revisie: **...../...../.....**

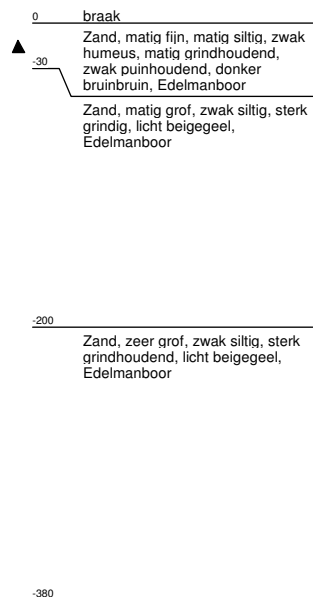
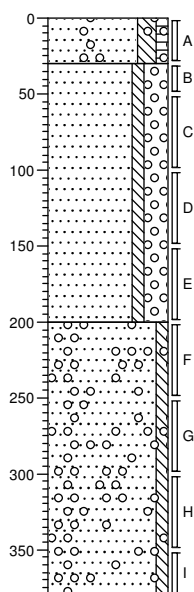


veefling 11burg
 Pegasusweg 2
 Postbus 2205
 5001 CE Tilburg
 (013) 455 21 61
 (013) 455 30 88
 www.geofoxlexmond.nl
 info@geofoxlexmond.nl

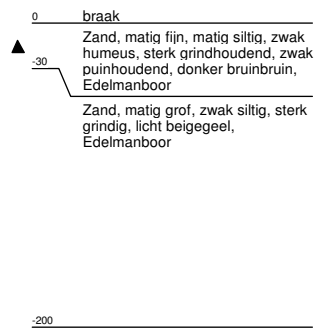
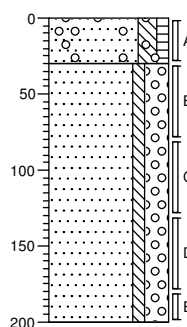


Bijlage 2: Boorprofielen

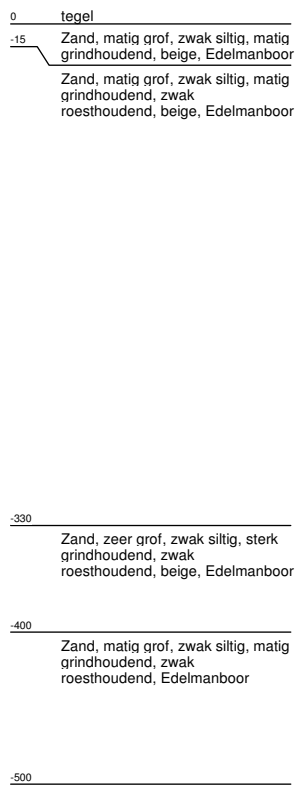
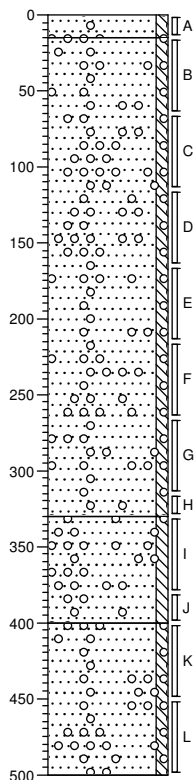
Boring: K23



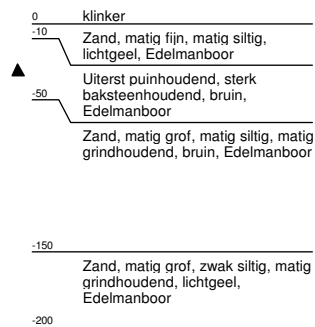
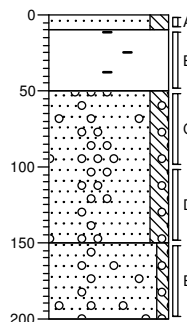
Boring: K24



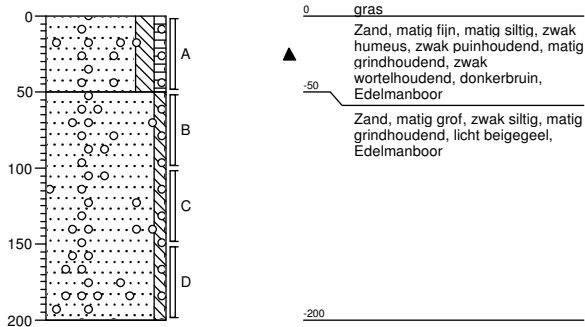
Boring: K26



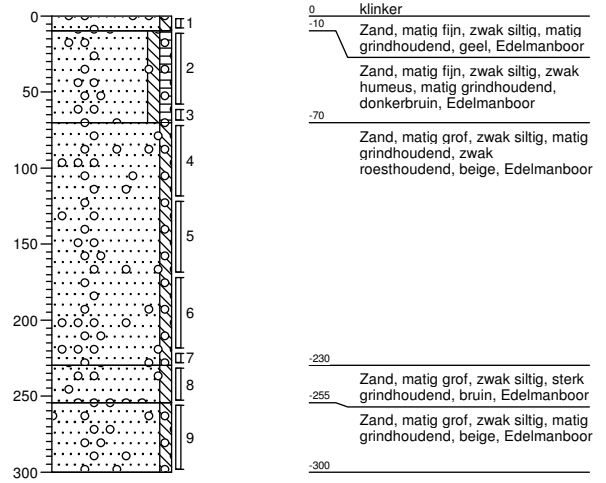
Boring: K27



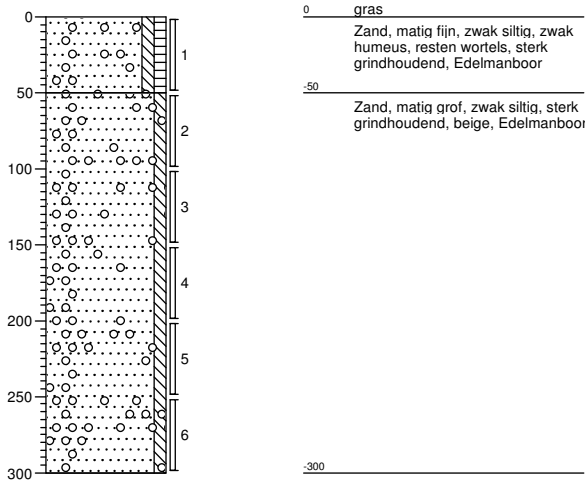
Boring: K28



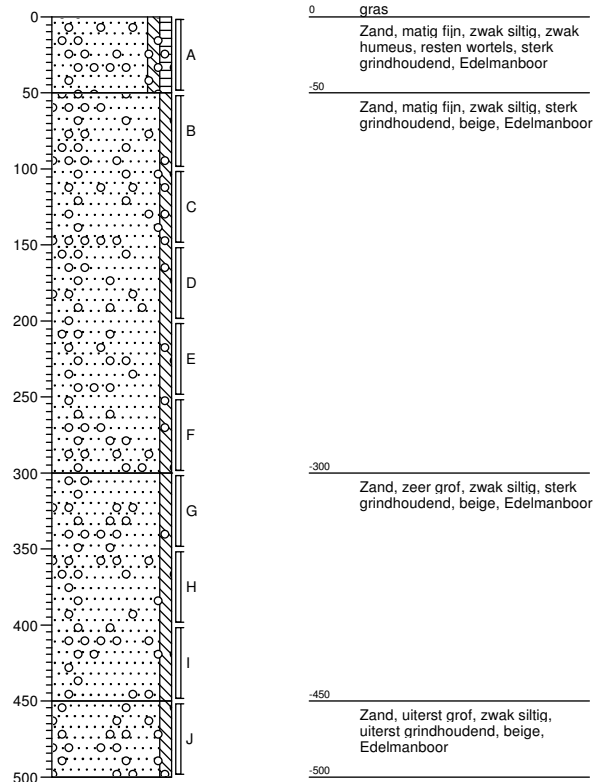
Boring: K29



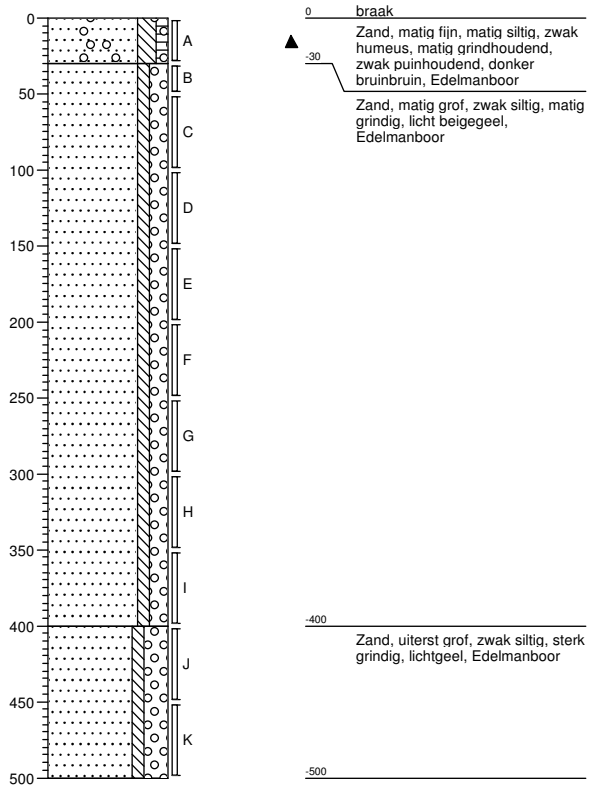
Boring: K30



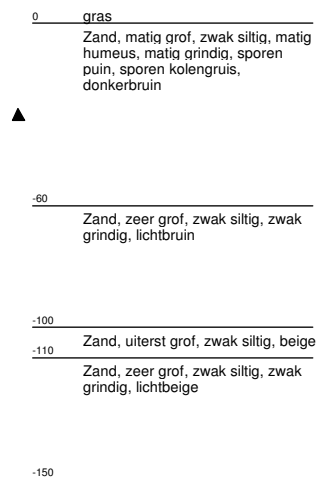
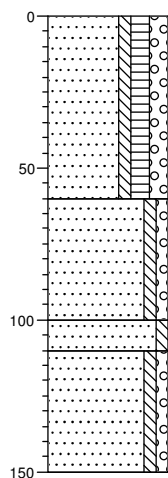
Boring: K31



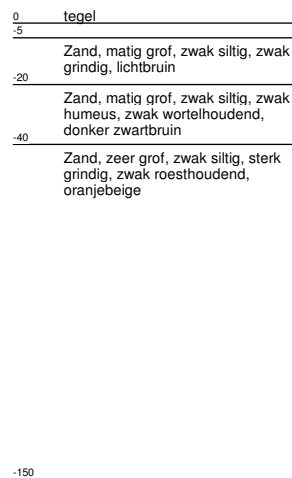
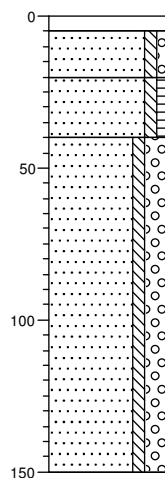
Boring: K32



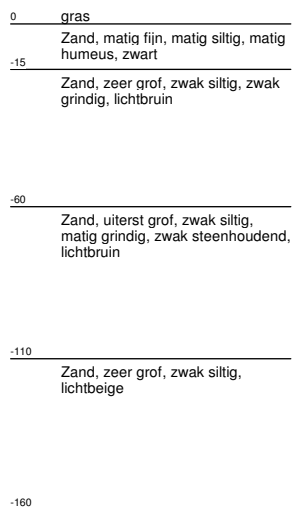
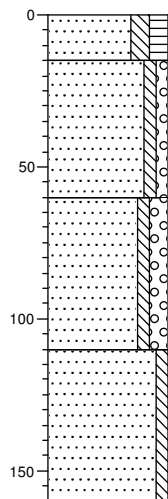
Boring: 1



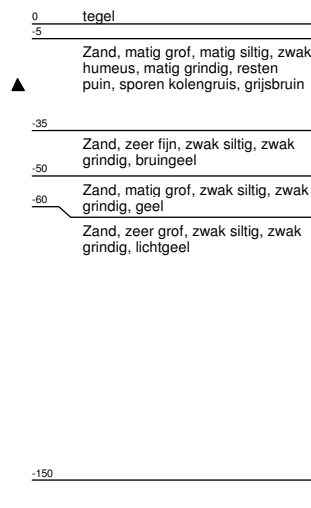
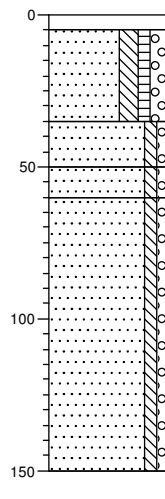
Boring: 2



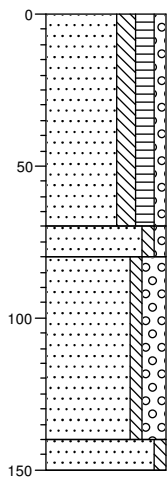
Boring: 3



Boring: 4



Boring: 5



0 gras
Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwak grindig, resten puin, zwart

▲

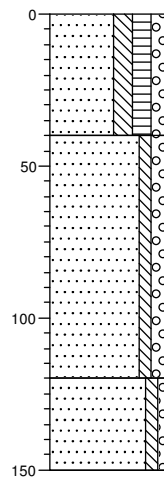
-70 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtbruin

-80 Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk grindig, beige

-140 Zand, matig grof, zwak siltig, lichtbeige

-150

Boring: 6



0 gras
Zand, matig grof, matig siltig, matig humeus, matig grindig, zwart

-40 Zand, zeer grof, zwak siltig, matig grindig, lichtbruin, los

-120 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, grijszwart, los

-150



Bijlage 3: Resultaten doorlatendheidsmetingen



Bijlage 3.1: Ondergrond

Resultaten doorlatendheidsberekeningen SCG-zeefkromme

Opdrachtgever: Kalliste

Contactpersoon: Dhr. J. Suijkerbuijk

Projectcode: 20080614

Projectomschrijving: Ploegstraat Nijmegen

Datum: 15-05-2008

<i>monster</i>	<i>fractie</i>	< 2 μ m	< 16 μ m	< 32 μ m	< 50 μ m	< 63 μ m	< 125 μ m	< 250 μ m	< 500 μ m	< 1 mm	< 2 mm	<i>doorlatendheid (m/dag)</i>			<i>doorlatendheid</i>	<i>std</i>
		0,002	0,016	0,032	0,05	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	Kozeny- Carman (1927)	Hazen	Krumbein and Monk (1943)	m/dag	
20080614/WWIJ Ploegstraat te Nijmegen																
23 (2,0-3,0)		0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	1,9	14,0	70,0	91,0	96,0	46,88	43,64	42,35	44,29	2,33
24 (0,8-2,0)		0,4	0,4	0,4	1,0	1,0	2,4	16,0	68,0	94,0	99,0	41,63	38,05	34,59	38,1	3,52
26 (0,65-2,15)		0,4	0,8	1,1	1,1	1,2	2,1	13,0	63,0	90,0	96,0	27,64	46,59	48,99	41,07	11,69
26 (2,15-3,15)		0,4	0,6	0,8	1,8	2,0	3,0	13,0	58,0	83,0	92,0	34,48	45,26	72,57	50,8	19,64
27 (1,0-1,5)		0,4	0,4	0,4	1,2	1,4	2,2	12,0	54,0	79,0	86,0	59,34	50,51	135,49	81,8	46,72
28 (0,5-2,0)		0,5	0,9	1,2	1,2	1,5	3,3	19,0	64,0	89,0	96,0	25,60	31,88	39,28	32,3	6,85
29 (0,7-1,7)		0,4	0,6	0,9	1,6	1,7	2,7	14,0	65,0	85,0	90,0	32,51	42,43	59,61	44,8	13,71
30 (0,5-1,5)		0,4	0,4	0,4	2,1	2,1	3,3	16,0	67,0	93,0	98,0	37,23	36,54	36,80	36,9	0,35
31 (2,0-3,0)		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	8,0	49,0	87,0	96,0	74,18	68,90	73,65	72,2	2,91



Bijlage 3.2: Toplaag

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 1, meting 1
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

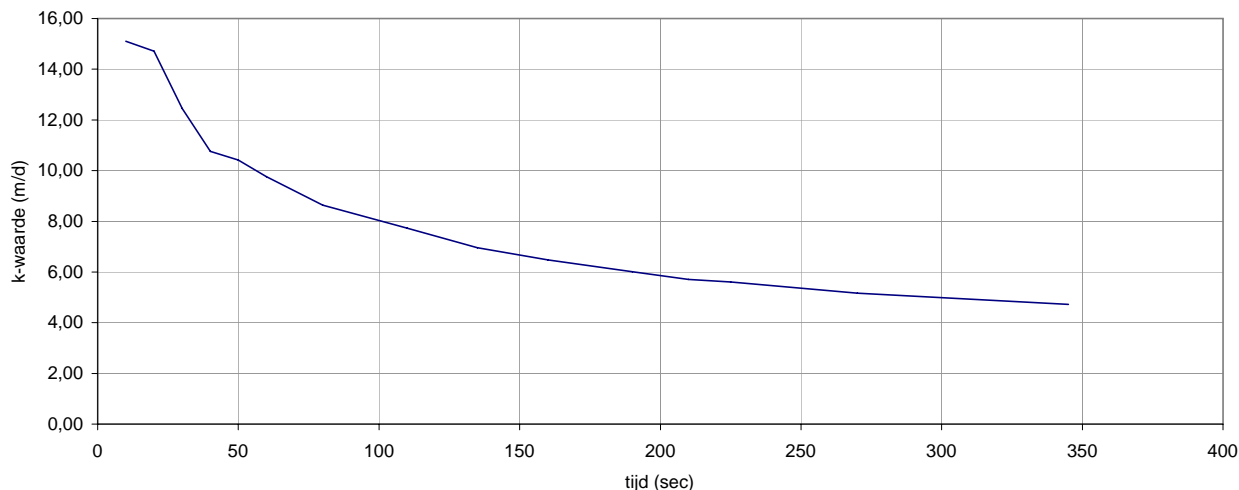
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t)
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	15,1
10	1,19	0,47	0,48	14,7
20	1,25	0,41	0,42	12,5
30	1,28	0,38	0,39	10,8
40	1,30	0,36	0,37	10,4
50	1,33	0,33	0,34	9,8
60	1,35	0,31	0,32	8,6
80	1,38	0,28	0,29	7,7
110	1,42	0,24	0,25	7,0
135	1,44	0,22	0,23	6,5
160	1,46	0,20	0,21	6,0
190	1,48	0,18	0,19	5,7
210	1,49	0,17	0,18	5,6
225	1,50	0,16	0,17	5,2
270	1,52	0,14	0,15	4,7
345	1,55	0,11	0,12	

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	345	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,12	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	4,7
---------	----	------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 1, meting 2
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

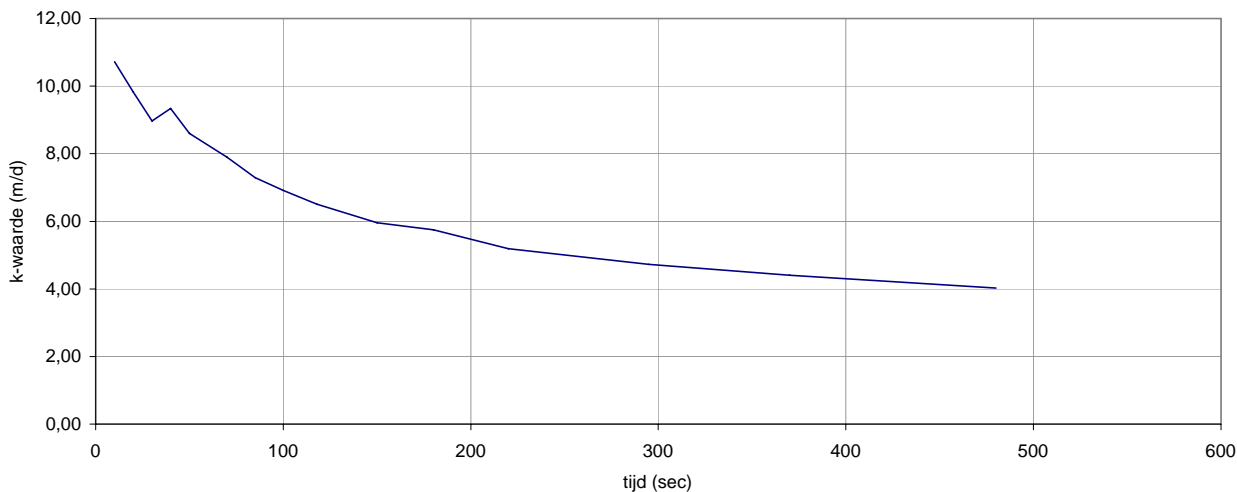
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t)
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	
10	1,17	0,49	0,50	10,7
20	1,21	0,45	0,46	9,8
30	1,24	0,42	0,43	9,0
40	1,28	0,38	0,39	9,3
50	1,30	0,36	0,37	8,6
70	1,34	0,32	0,33	7,9
85	1,36	0,30	0,31	7,3
100	1,38	0,28	0,29	6,9
118	1,40	0,26	0,27	6,5
150	1,43	0,23	0,24	6,0
180	1,46	0,20	0,21	5,8
220	1,48	0,18	0,19	5,2
295	1,52	0,14	0,15	4,7
370	1,55	0,11	0,12	4,4
480	1,58	0,08	0,09	4,0

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	480	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,09	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	4,0
---------	----	------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 1, meting 3
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

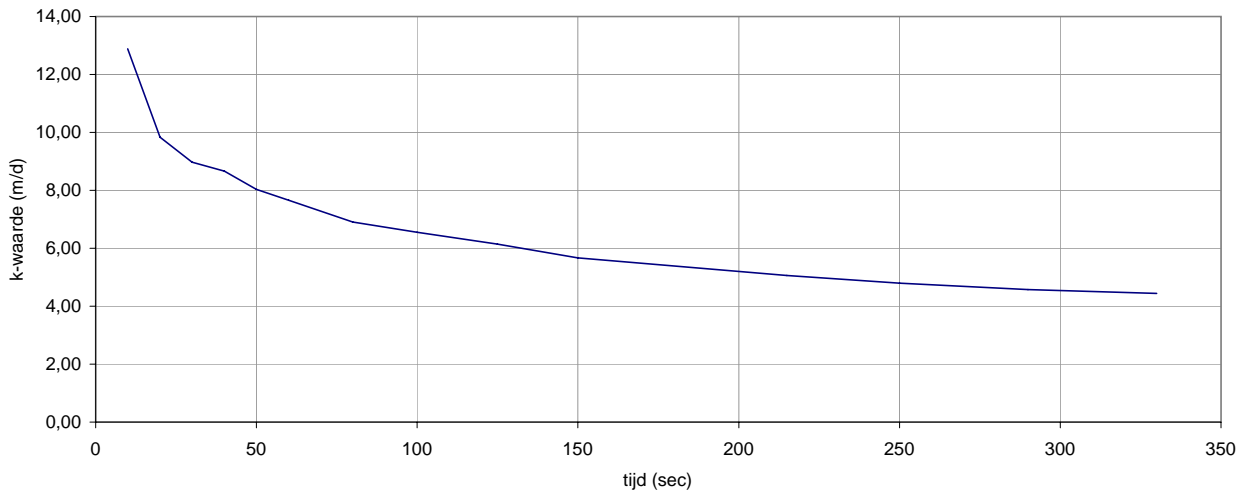
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t)
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	12,9
10	1,18	0,48	0,49	9,8
20	1,21	0,45	0,46	9,0
30	1,24	0,42	0,43	8,7
40	1,27	0,39	0,40	8,0
50	1,29	0,37	0,38	7,7
60	1,31	0,35	0,36	6,9
80	1,34	0,32	0,33	6,5
100	1,37	0,29	0,30	6,1
125	1,40	0,26	0,27	5,7
150	1,42	0,24	0,25	5,1
215	1,47	0,19	0,20	4,8
250	1,49	0,17	0,18	4,6
290	1,51	0,15	0,16	4,4
330	1,53	0,13	0,14	

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	330	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,14	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	4,4
---------	----	------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 2, meting 1
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

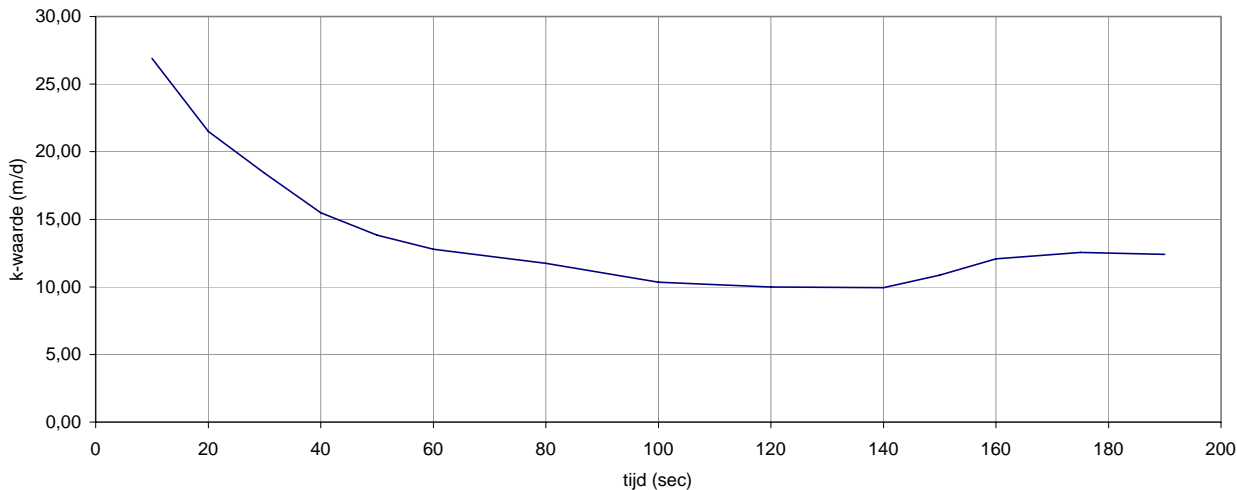
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	26,9
10	1,24	0,42	0,43	21,5
20	1,30	0,36	0,37	18,4
30	1,34	0,32	0,33	15,5
40	1,36	0,30	0,31	13,8
50	1,38	0,28	0,29	12,8
60	1,40	0,26	0,27	11,7
80	1,44	0,22	0,23	10,4
100	1,46	0,20	0,21	10,0
120	1,49	0,17	0,18	10,0
140	1,52	0,14	0,15	10,0
150	1,55	0,11	0,12	10,9
160	1,58	0,08	0,09	12,1
175	1,60	0,06	0,07	12,5
190	1,61	0,05	0,06	12,4

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	190	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,06	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	12,3
---------	----	-------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 2, meting 2
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

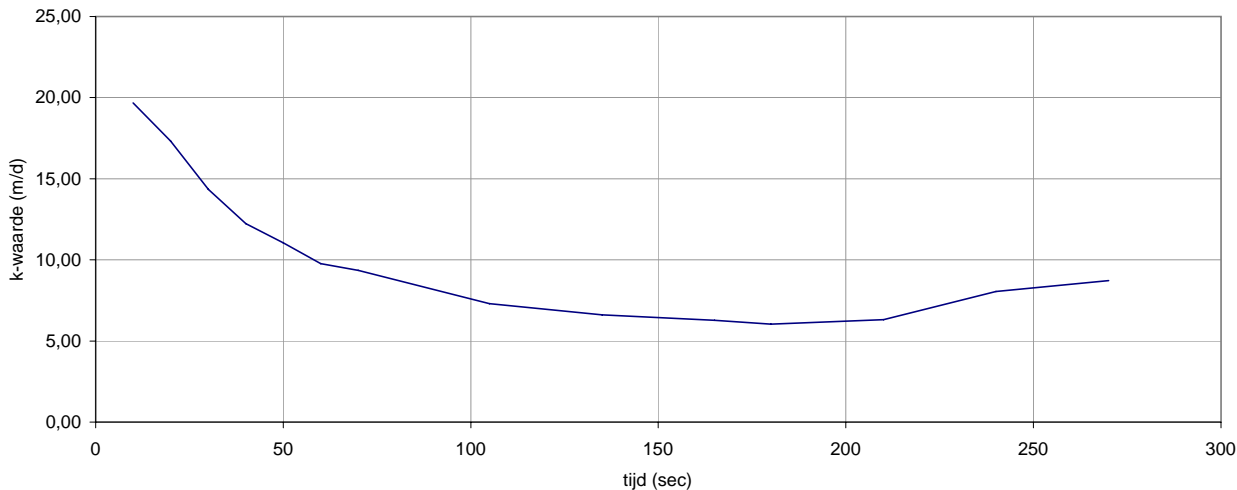
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	19,7
10	1,21	0,45	0,46	17,3
20	1,27	0,39	0,40	14,3
30	1,30	0,36	0,37	12,2
40	1,32	0,34	0,35	11,1
50	1,34	0,32	0,33	9,8
60	1,35	0,31	0,32	9,4
70	1,37	0,29	0,30	7,3
105	1,40	0,26	0,27	6,6
135	1,43	0,23	0,24	6,3
165	1,46	0,20	0,21	6,0
180	1,47	0,19	0,20	6,3
210	1,51	0,15	0,16	8,1
240	1,58	0,08	0,09	8,7
270	1,61	0,05	0,06	

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	270	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,06	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	8,6
---------	----	------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 2, meting 3
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

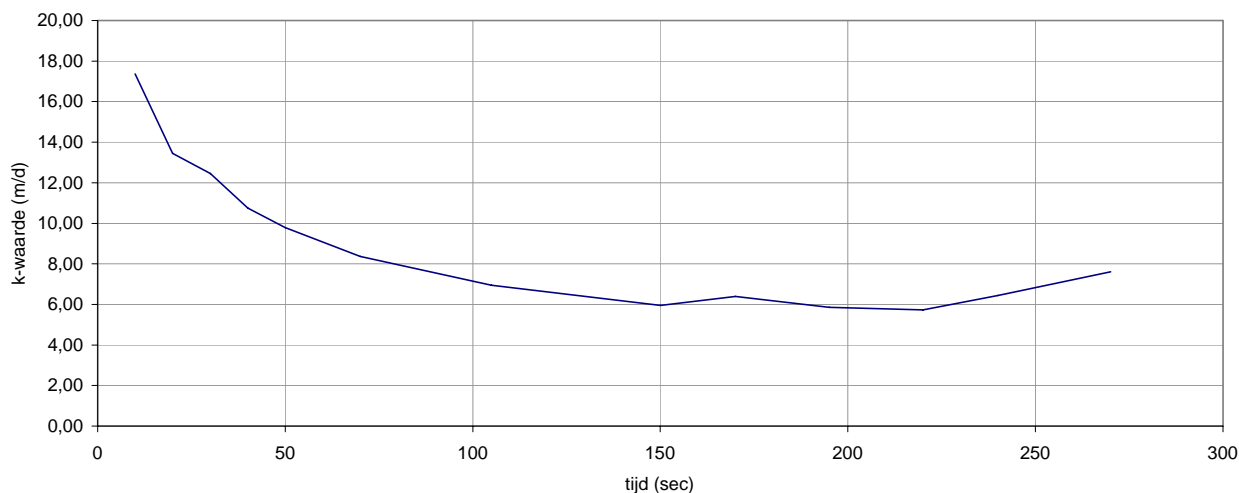
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t)
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	17,4
10	1,20	0,46	0,47	13,5
20	1,24	0,42	0,43	12,5
30	1,28	0,38	0,39	10,8
40	1,30	0,36	0,37	9,8
50	1,32	0,34	0,35	8,4
70	1,35	0,31	0,32	6,9
105	1,39	0,27	0,28	6,0
150	1,43	0,23	0,24	6,4
170	1,47	0,19	0,20	5,9
195	1,48	0,18	0,19	5,7
220	1,50	0,16	0,17	6,4
240	1,54	0,12	0,13	6,4
270	1,59	0,07	0,08	7,6

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	270	gecorr. h0 voor dh/dz>1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,08	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	7,5
---------	----	------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 3, meting 1
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

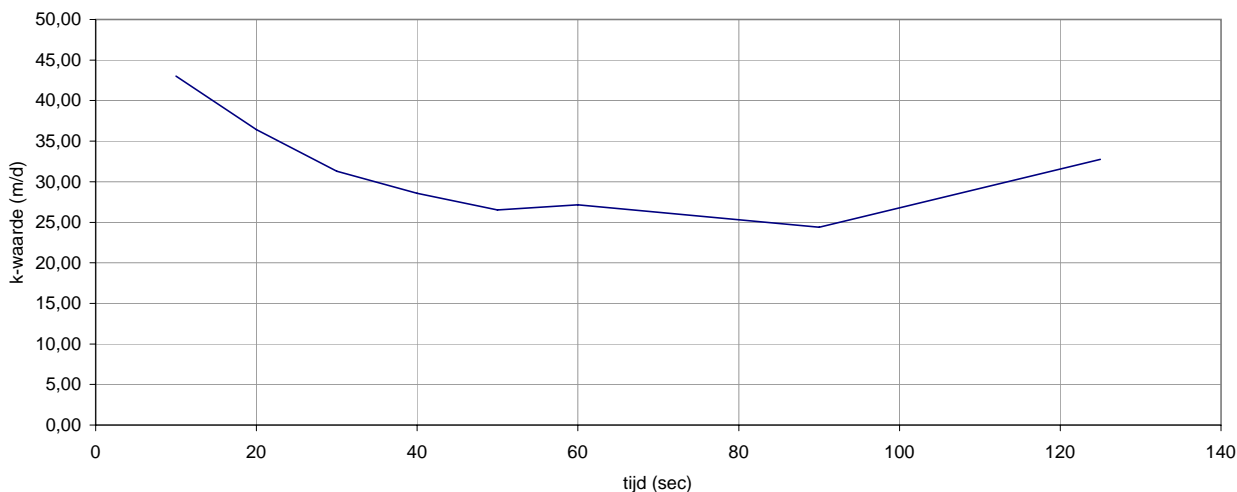
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	
10	1,30	0,36	0,37	43,0
20	1,39	0,27	0,28	36,4
30	1,44	0,22	0,23	31,3
40	1,48	0,18	0,19	28,6
50	1,51	0,15	0,16	26,5
60	1,55	0,11	0,12	27,2
90	1,60	0,06	0,07	24,4
125	1,66	0,00	0,01	32,7

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	125	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,01	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	32,5
---------	----	-------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 3, meting 2
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

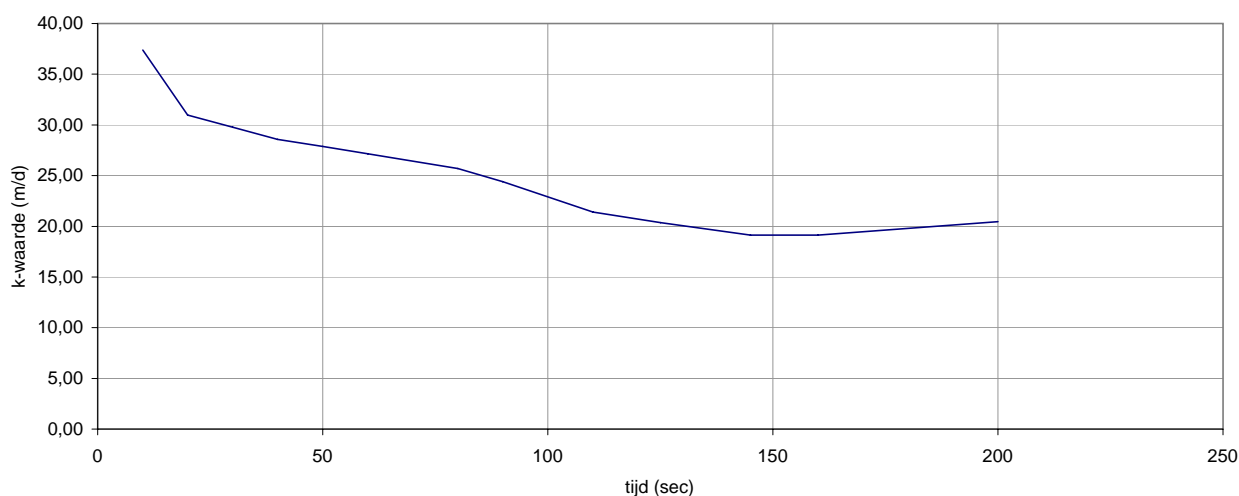
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	
10	1,28	0,38	0,39	37,4
20	1,36	0,30	0,31	31,0
30	1,43	0,23	0,24	29,8
40	1,48	0,18	0,19	28,6
50	1,52	0,14	0,15	27,9
60	1,55	0,11	0,12	27,2
80	1,59	0,07	0,08	25,7
90	1,60	0,06	0,07	24,4
110	1,61	0,05	0,06	21,4
125	1,62	0,04	0,05	20,4
145	1,63	0,03	0,04	19,1
160	1,64	0,02	0,03	19,1
200	1,66	0,00	0,01	20,5

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	200	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,01	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	20,3
---------	----	-------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 3, meting 3
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

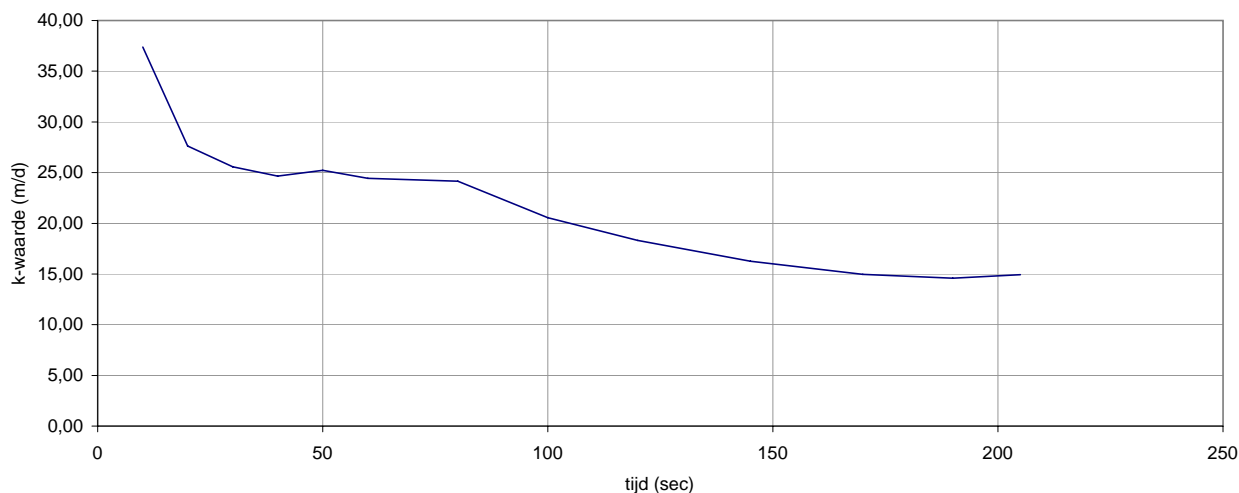
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	
10	1,28	0,38	0,39	37,4
20	1,34	0,32	0,33	27,6
30	1,40	0,26	0,27	25,6
40	1,45	0,21	0,22	24,7
50	1,50	0,16	0,17	25,2
60	1,53	0,13	0,14	24,4
80	1,58	0,08	0,09	24,2
100	1,59	0,07	0,08	20,6
120	1,60	0,06	0,07	18,3
145	1,61	0,05	0,06	16,2
170	1,62	0,04	0,05	15,0
190	1,63	0,03	0,04	14,6
205	1,64	0,02	0,03	14,9

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	205	gecorr. h0 voor dh/dz>1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,03	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	14,8
---------	----	-------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 4, meting 1
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

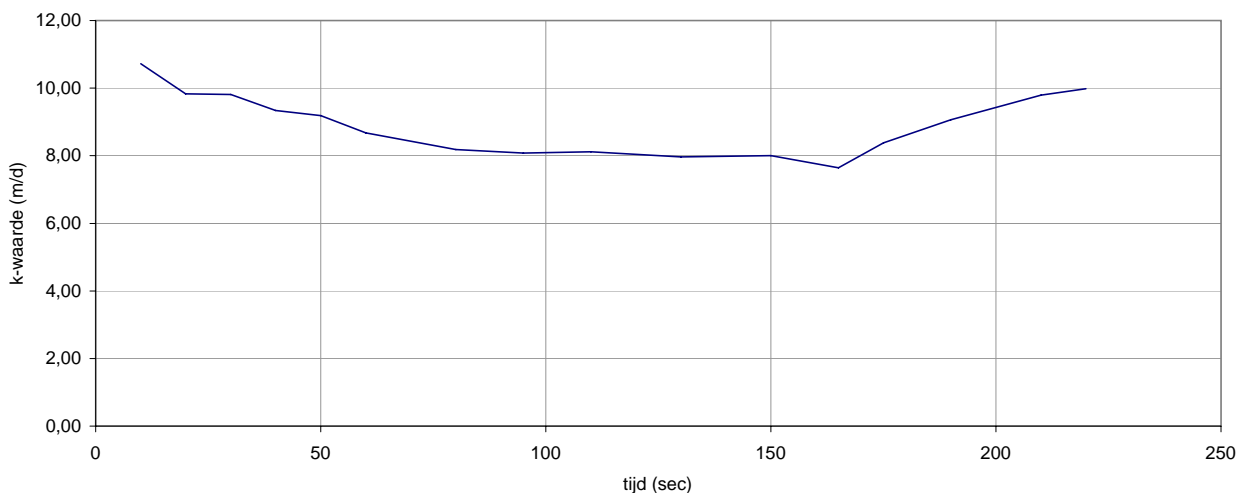
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	10,7
10	1,17	0,49	0,50	9,8
20	1,21	0,45	0,46	9,8
30	1,25	0,41	0,42	9,3
40	1,28	0,38	0,39	9,2
50	1,31	0,35	0,36	8,7
60	1,33	0,33	0,34	8,2
80	1,37	0,29	0,30	8,1
95	1,40	0,26	0,27	8,1
110	1,43	0,23	0,24	8,0
130	1,46	0,20	0,21	8,0
150	1,49	0,17	0,18	7,6
165	1,50	0,16	0,17	8,4
175	1,53	0,13	0,14	9,1
190	1,56	0,10	0,11	9,8
210	1,59	0,07	0,08	10,0
220	1,60	0,06	0,07	

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	220	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,07	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	9,9
---------	----	------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 4, meting 2
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

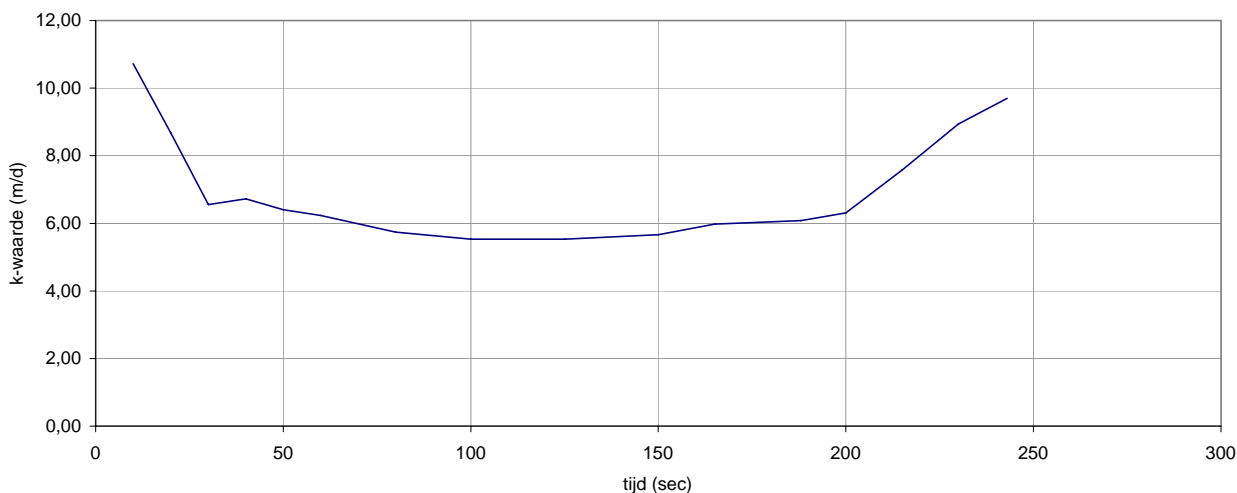
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t)
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	10,7
10	1,17	0,49	0,50	8,7
20	1,20	0,46	0,47	6,6
30	1,21	0,45	0,46	6,7
40	1,24	0,42	0,43	6,4
50	1,26	0,40	0,41	6,2
60	1,28	0,38	0,39	5,7
80	1,31	0,35	0,36	5,5
100	1,34	0,32	0,33	5,5
125	1,38	0,28	0,29	5,7
150	1,42	0,24	0,25	6,0
165	1,45	0,21	0,22	6,1
188	1,48	0,18	0,19	6,3
200	1,50	0,16	0,17	7,6
215	1,55	0,11	0,12	8,9
230	1,59	0,07	0,08	9,7
243	1,61	0,05	0,06	

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	243	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,06	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	9,6
---------	----	------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 4, meting 2
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

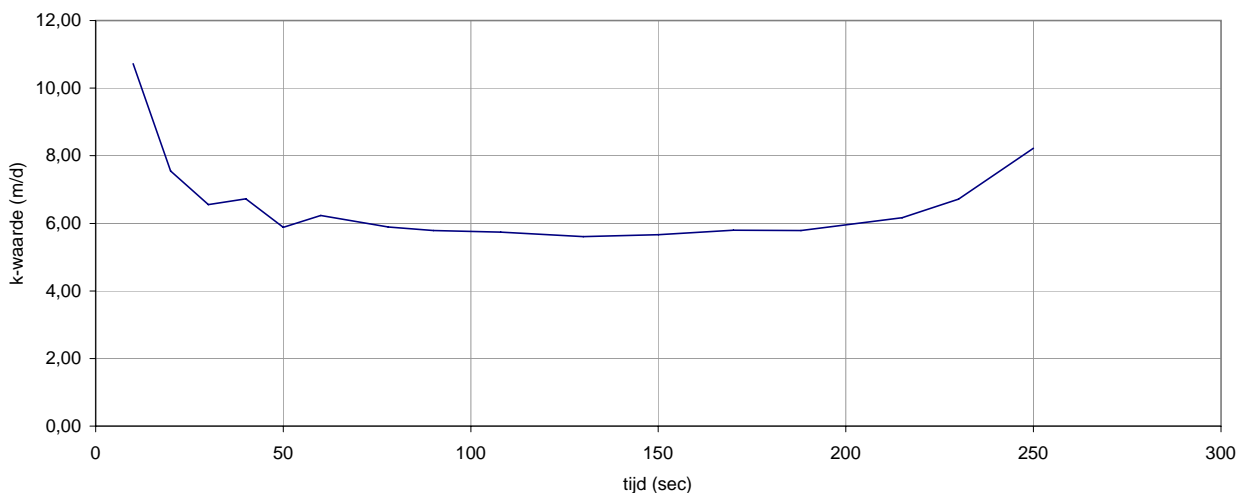
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t)
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	10,7
10	1,17	0,49	0,50	7,6
20	1,19	0,47	0,48	6,6
30	1,21	0,45	0,46	6,7
40	1,24	0,42	0,43	5,9
50	1,25	0,41	0,42	6,2
60	1,28	0,38	0,39	5,9
78	1,31	0,35	0,36	5,8
90	1,33	0,33	0,34	5,7
108	1,36	0,30	0,31	5,6
130	1,39	0,27	0,28	5,7
150	1,42	0,24	0,25	5,8
170	1,45	0,21	0,22	5,8
188	1,47	0,19	0,20	6,2
215	1,51	0,15	0,16	6,7
230	1,54	0,12	0,13	8,2
250	1,59	0,07	0,08	

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	250	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,08	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	8,1
---------	----	------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 5, meting 1
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

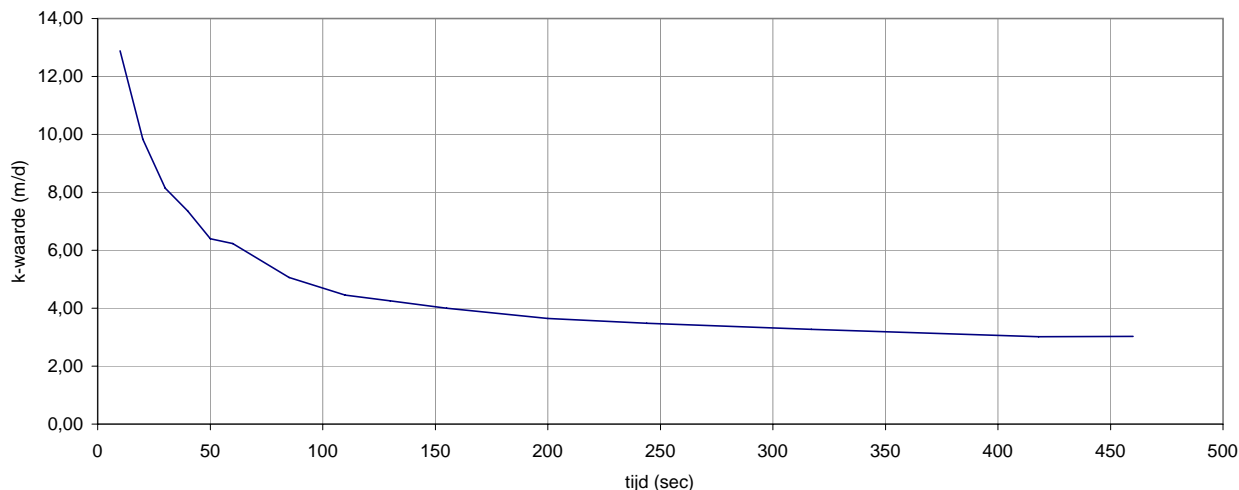
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t)
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	12,9
10	1,18	0,48	0,49	9,8
20	1,21	0,45	0,46	8,1
30	1,23	0,43	0,44	7,4
40	1,25	0,41	0,42	6,4
50	1,26	0,40	0,41	6,2
60	1,28	0,38	0,39	5,1
85	1,30	0,36	0,37	4,5
110	1,32	0,34	0,35	4,3
130	1,34	0,32	0,33	4,0
155	1,36	0,30	0,31	3,6
200	1,39	0,27	0,28	3,5
244	1,42	0,24	0,25	3,3
317	1,46	0,20	0,21	3,0
418	1,50	0,16	0,17	3,0
460	1,52	0,14	0,15	3,0

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	460	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,15	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	3,0
---------	----	------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 5, meting 2
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

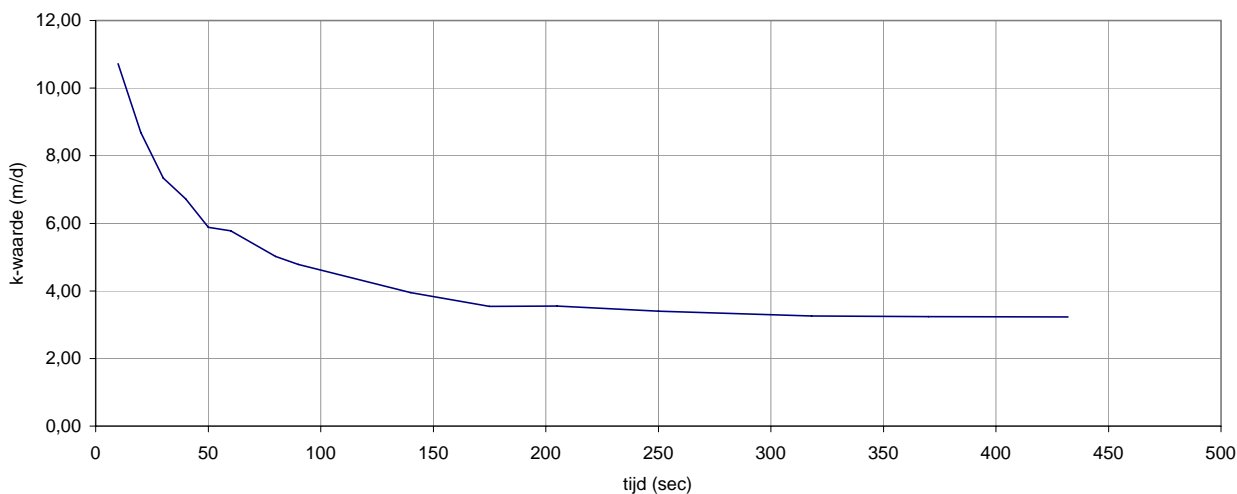
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t)
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	10,7
10	1,17	0,49	0,50	8,7
20	1,20	0,46	0,47	7,3
30	1,22	0,44	0,45	6,7
40	1,24	0,42	0,43	5,9
50	1,25	0,41	0,42	5,8
60	1,27	0,39	0,40	5,0
80	1,29	0,37	0,38	4,8
90	1,30	0,36	0,37	3,9
140	1,34	0,32	0,33	3,5
175	1,36	0,30	0,31	3,6
205	1,39	0,27	0,28	3,4
250	1,42	0,24	0,25	3,3
318	1,46	0,20	0,21	3,2
370	1,49	0,17	0,18	3,2
432	1,52	0,14	0,15	3,2

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	432	gecorr. h0 voor dh/dz>1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,15	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	3,2
---------	----	------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 6, meting 1
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

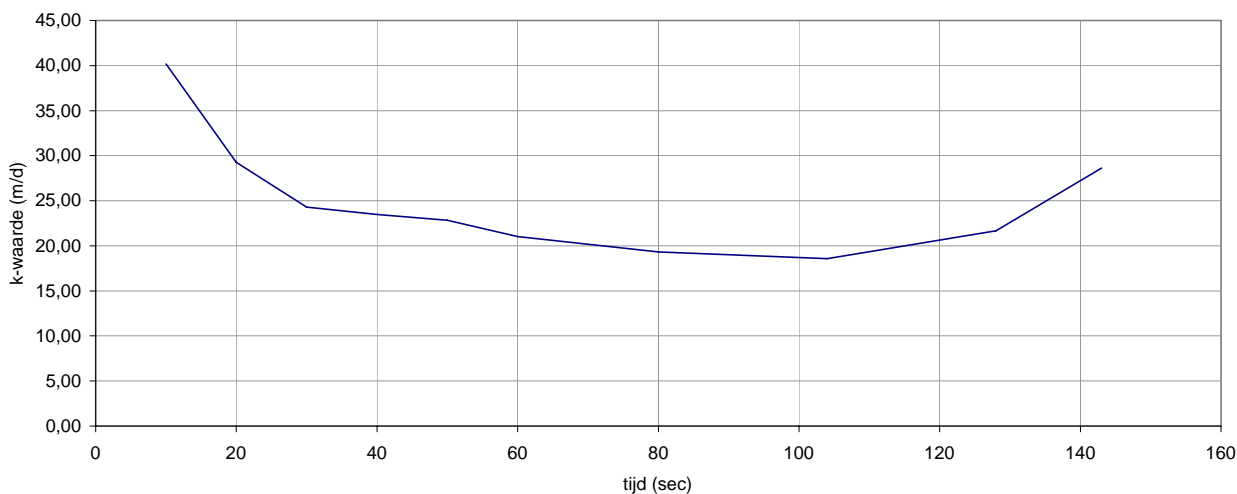
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	
10	1,29	0,37	0,38	40,2
20	1,35	0,31	0,32	29,3
30	1,39	0,27	0,28	24,3
40	1,44	0,22	0,23	23,5
50	1,48	0,18	0,19	22,8
60	1,50	0,16	0,17	21,0
80	1,54	0,12	0,13	19,3
104	1,58	0,08	0,09	18,6
128	1,63	0,03	0,04	21,7
143	1,66	0,00	0,01	28,6

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	143	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,01	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	28,4
---------	----	-------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 6, meting 2
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

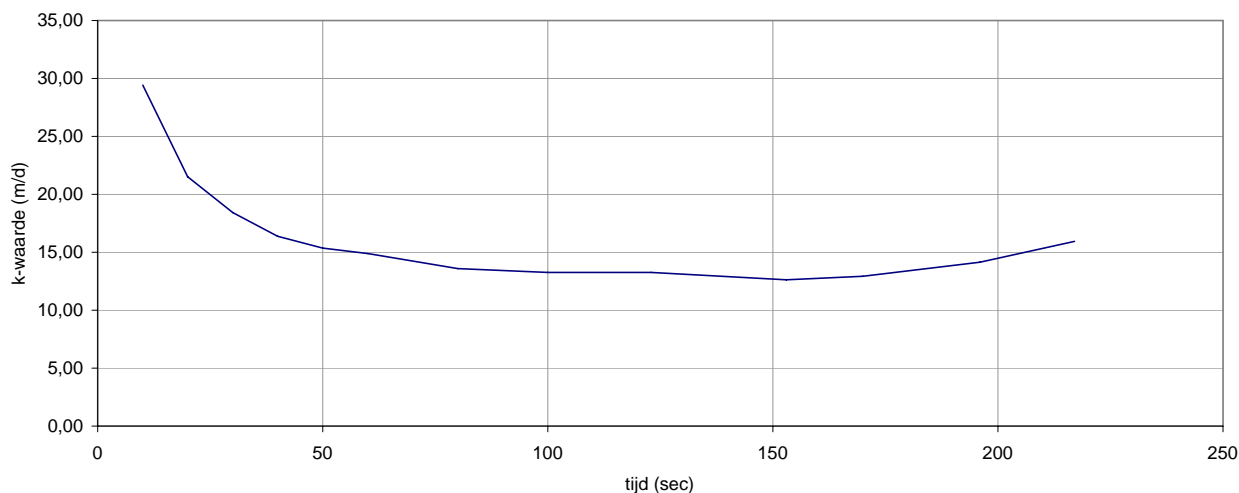
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	29,4
10	1,25	0,41	0,42	21,5
20	1,30	0,36	0,37	18,4
30	1,34	0,32	0,33	16,4
40	1,37	0,29	0,30	15,3
50	1,40	0,26	0,27	14,9
60	1,43	0,23	0,24	13,6
80	1,47	0,19	0,20	13,3
100	1,51	0,15	0,16	13,3
123	1,55	0,11	0,12	12,6
153	1,58	0,08	0,09	12,9
170	1,60	0,06	0,07	14,1
196	1,63	0,03	0,04	15,9
217	1,65	0,01	0,02	

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	217	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,02	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	15,8
---------	----	-------------

Bepaling doorlaatfactor van de toplaag zone m.b.v. Hooghoudt-methode



Administratieve gegevens

project	<=	Ploegstraat te Nijmegen
ordernr	<=	20082310
peilbuis	<=	boring 6, meting 3
meetdatum	<=	16-12-2008
waarnemer	<=	Marc

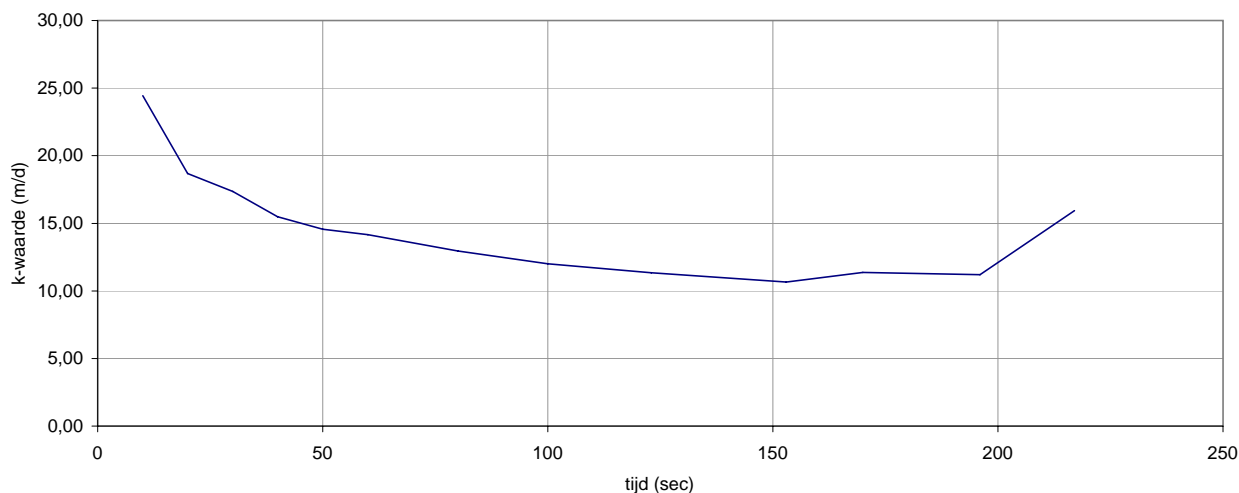
Input basisparameters

L (m)	<=	1,66	toelichting
rw (m)	<=	0,03	lengte peilbuis
rc (m)	<=	0,02	straal filteromstorting
			straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,13	0,53	0,54	24,4
10	1,23	0,43	0,44	18,7
20	1,28	0,38	0,39	17,4
30	1,33	0,33	0,34	15,5
40	1,36	0,30	0,31	14,6
50	1,39	0,27	0,28	14,2
60	1,42	0,24	0,25	12,9
80	1,46	0,20	0,21	12,0
100	1,49	0,17	0,18	11,3
123	1,52	0,14	0,15	10,7
153	1,55	0,11	0,12	11,4
170	1,58	0,08	0,09	11,2
196	1,60	0,06	0,07	15,9
217	1,65	0,01	0,02	

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,07-0,60 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m)	<=	0,54	toelichting
t' (s)	<=	217	gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m)	<=	0,02	referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d)	=>	15,8
---------	----	-------------