

INFILTRATIEONDERZOEK EN -ADVIES

Bosweg (ong.)

Boekend

Kenmerk: 11244502W



Opdrachtgever: Projon B.V. te Venlo

Datum rapport: 7 oktober 2011
Status: Tweede concept

Uitvoering: HMB B.V.
Projectleider: ir. J.A.C.M. Peeters
j.peeters@hmbgroep.nl

Rapporteur: ir. J.A.C.M. Peeters
j.peeters@hmbgroep.nl

Autorisatie: ing. W.A.T. van der Sterren



LS

INHOUD

Pagina

1	INLEIDING	3
2	ACHTERGRONDINFORMATIE	4
2.1	Onderzoekslocatie	4
2.2	Omgevingsaspecten	5
3	VELDONDERZOEK	6
3.1	Veldwerkzaamheden	6
3.2	Resultaten	6
4	KEUZE INFILTRATIEVOORZIENINGEN	8
5	DIMENSIONERING INFILTRATIEVOORZIENINGEN	9
5.1	Uitgangspunten Waterschap Peel en Maasvallei	9
5.2	Dimensioneringsmethode	9
5.2.1	Algemeen	9
5.2.2	Inloop hemelwater	10
5.2.3	Afvoer uit voorziening	11
5.2.4	Benodigde berging	11
5.2.5	Ledigingstijd	12
5.3	Aan te leggen infiltratievoorzieningen	13
5.3.1	Inleiding	13
5.3.2	Dimensionering infiltratiekratten	13
5.3.3	Dimensionering infiltratieriool	16
6	AANLEG EN ONDERHOUD	18
6.1	Aanleg	18
6.2	Onderhoud	19
7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	20

BIJLAGEN

1. Boorprofielen en legenda
2. Berekening doorlatendheden
3. Regenduurlijnen
4. Berekening afmetingen infiltratiekratten en -riool
5. Topografisch overzicht, kadastrale kaart en tekeningen

1 INLEIDING

In opdracht van Projon B.V. te Venlo is door HMB B.V. in augustus 2011 een infiltratieonderzoek uitgevoerd op de locatie Bosweg (ong.) te Boekend. Aan de hand van de resultaten is een infiltratieadvies opgesteld.

Aanleiding

Aanleiding tot het uitvoeren van het onderhavige onderzoek is het voornemen één of meerdere infiltratievoorzieningen aan te leggen binnen de woningbouwlocatie 'De Vaert' in Boekend.

Doelstelling

De doelstellingen van het onderzoek zijn als volgt:

- inzicht verkrijgen in de bodemopbouw, de bodemsamenstelling en de doorlatendheid van de bodem binnen het plangebied;
- inzicht verkrijgen in de fluctuatie van het grondwater c.q. de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) binnen het plangebied;
- een afweging te maken tussen verschillende types infiltratievoorzieningen;
- regels en richtlijnen op te stellen voor de aanleg en het onderhoud van de infiltratievoorzieningen.

Indeling rapport

In de rapportage worden de uitvoering en resultaten van het onderzoek besproken. Op de volgende pagina's wordt achtereenvolgens ingegaan op de resultaten van het vooronderzoek (een korte beschrijving van de locatie), het veldonderzoek en de berekening van de doorlatendheid. Het rapport wordt afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

Verantwoording

Dit onderzoek is uitgevoerd met de grootst mogelijke nauwkeurigheid en conform de daarvoor opgestelde normen en richtlijnen. Desondanks moet worden opgemerkt dat een infiltratieonderzoek slechts bestaat uit een steekproef, waarbij een relatief gering aantal boringen en metingen wordt uitgevoerd. Het is niet uitgesloten dat de doorlatendheid in delen van het onderzochte gebied afwijkt van de tijdens dit onderzoek verkregen waarden.

Tenslotte wordt opgemerkt dat HMB B.V. geen financieel of zakelijk belang heeft bij de kwaliteit van de onderzochte locatie.

2 ACHTERGRONDINFORMATIE

2.1 Onderzoekslocatie

Algemeen

De onderzoekslocatie (oppervlakte circa 1,5 hectare, locatiecoördinaten X 205.653 - Y 376.653) maakt deel uit van de percelen kadastraal bekend gemeente Venlo, sectie N, nummers 149, 150, 401, 402, 2448, 3607 en 4267. Voor de regionale en lokale ligging wordt verwezen naar bijlage 5, topografisch overzicht en kadastrale kaart.

Huidige gebruik

De locatie heeft grotendeels een agrarische functie. Op of in de bodem zijn voor zover bekend geen handmatig ondoordringbare lagen (bijvoorbeeld beton, asfalt of puin) aanwezig. De percelen kadastraal bekend gemeente Venlo, sectie N, nummers 401 en 402 zijn in gebruik als weiland c.q. paardenwei en het perceel kadastraal bekend gemeente Venlo, sectie N, nummer 2448 is in gebruik als akkerland (bloementeelt). De kadastrale percelen, gemeente Venlo, sectie N, nummers 149, 150 en 4267 zijn in gebruik als (sier)tuin bij de woningen gelegen aan respectievelijk de Noordervaartweg 5 en de Bosweg 18. Het perceel kadastraal bekend gemeente Venlo, sectie N, nummer 3607 ligt ten tijde van de terreininspectie braak en is begroeid met onkruid en er staan enkele (fruit)bomen.

In bijlage 5 is een situatietekening opgenomen.

Historische informatie

Voor zover bekend is het overgrote deel van de onderzoekslocatie reeds decennia lang in gebruik voor landbouwkundige doeleinden zoals wei- en akkerland.

Uit de gegevens van de Gemeente Venlo blijkt dat op 19 mei 1969, onder nummer B10189, een vergunning is verleend voor het oprichten van een woning en op 19 april 1971 is, onder nummer 54-1971, een vergunning verleend voor het bouwen van een garage / berging op het terrein gelegen aan de Noordervaartweg 5. Op 22 december 1980 is, onder nummer B.P. 521/1980, een vergunning verleend voor het bouwen van een caravanstalling op het terrein aan de Noordervaartweg 5. Deze laatste vergunning is echter op 15 februari 1985 ingetrokken omdat toen nog geen aanvang was gemaakt met de (bouw)werkzaamheden.

Van het perceel kadastraal bekend gemeente Venlo, sectie N, nummer 3607 is een verkennend bodemonderzoek (Het Milieuburo, rapportnummer 98-115-11, 6 maart 1998) bekend. De onderzoekslocatie betrof destijds een groter terrein gelegen op de hoek van de Bosweg en de Kockerseweg. De aanleiding van het bodemonderzoek vormde de voorgenomen nieuwbouw van woningen op het terrein (Kockerseweg 42 t/m 60 (even nummers) en Bosweg 4 en 6). Volgens het betreffende bodemonderzoek zouden op de onderzoekslocatie – in de periode van 1960 tot en met 1968 – twee tuinderskassen hebben gestaan. Uit het bodemonderzoek blijkt dat de bodem ter plaatse bestaat uit zwak siltig, matig fijn zand en dat het grondwater is aangetroffen op een diepte van circa 3,6 m-mv. In de bodem zijn geen bijmengingen en / of bijzonderheden aangetroffen c.q. waargenomen.

Toekomstig gebruik

Het voornemen is om nieuwbouw van woningen inclusief bijbehorende infrastructuur binnen het plangebied te realiseren.

2.2 Omgevingsaspecten

Gebruik

De onderzoekslocatie is gelegen in aan de rand van de bebouwde kom van de Boekend. Het gebied ten westen van de onderzoekslocatie wordt in hoofdzaak benut voor agrarische doeleinden en ten noorden, oosten en zuiden van de onderzoekslocatie is het gebied in gebruik voor woondoeleinden (met name woningen met tuin). Voor zover bekend blijft het huidige gebruik van de omgeving van de onderzoekslocatie ongewijzigd.

Bodemopbouw en geohydrologische situatie

Ten behoeve van de bodemopbouw en geohydrologische situatie is de Grondwaterkaart van Nederland geraadpleegd (kaartblad 52 oost). Regionaal bestaat de bodem tot circa 20 m-mv uit fijn tot grof zand met plaatselijke kleilagen en / of een grindige bijmenging. De regionale grondwaterstroming is oostelijk gericht. De onderzoekslocatie bevindt zich niet in een grondwaterbeschermingsgebied. Het dichtstbijzijnde oppervlaktewater c.q. de Everlose Beek bevindt zich op een afstand van circa 500 meter ten zuiden en oosten van de onderzoekslocatie.

3 VELDONDERZOEK

3.1 Veldwerkzaamheden

Gelijkmatig verdeeld over de onderzoekslocatie zijn zeven boringen¹ (boring 1 t/m 7) verricht tot 2,0 m-mv. Eén boring is doorgezet en afgewerkt tot peilbuis. De situering van de boringen is aangegeven op tekening 1 (bijlage 5).

Het veldwerk is uitgevoerd op 10 en 19 augustus 2011. De boringen zijn uitgevoerd met een edelmanboor met een diameter van 7 cm. Het opgeboorde materiaal is beschreven conform NEN 5104² ten behoeve van een profielbeschrijving.

Ter bepaling van de doorlatendheid van de bodem boven de grondwaterspiegel zijn zeven doorlatendheidsmetingen verricht door middel van de constant head-methode (veldmethode). Bij deze methode wordt een boring verricht tot de onderzijde van (een representatief deel van) de bodemlaag waarvan de doorlatendheid bepaald dient te worden. Het boorgat wordt gevuld met water tot de bovenzijde van (het representatieve deel van) de bodemlaag waarvan de doorlatendheid bepaald dient te worden. Vervolgens wordt het waterniveau in het boorgat constant gehouden. De hoeveelheid water die per tijdseenheid toegevoegd dient te worden om het waterniveau constant te houden, is een maat voor de doorlatendheid. In bijlage 2 is de berekening van de doorlatendheid per boring opgenomen.

3.2 Resultaten

Bodemopbouw

In bijlage 1 is van elke boring een boorprofiel opgenomen. De globale bodemopbouw van de onderzoekslocatie is in tabel 1 omschreven.

Tabel 1 Globale bodemopbouw onderzoekslocatie

Traject (m-mv)	Lithologische beschrijving
0 – 0,5	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus
0,5 – 1,0	Zand, matig fijn, zwak tot matig siltig
1,0 – 5,0	Zand, matig grof, zwak siltig

¹ Gelijktijdig met de uitvoering van het veldwerk ten behoeve van het infiltratieonderzoek is het veldwerk ten behoeve van een verkennend bodemonderzoek (HMB B.V., kenmerk: I1244501A) uitgevoerd. In totaal zijn verspreid over de onderzoekslocatie vierentwintig boringen tot een diepte variërend van 0,5 tot 5,0 m-mv verricht.

² NEN 5104, Geotechniek. Classificatie van onverharde grondmonsters.

Grondwaterstand

De actuele grondwaterstanden (18 augustus 2011) in de peilbuizen PB1, PB2 en PB3 staan weergegeven in tabel 2.

Tabel 2 Gemeten grondwaterstanden

	Peilbuis		
	PB1	PB2	PB3
Grondwaterstand (m-mv)	3,40	3,03	2,95

Er zijn geen duidelijke hydromorfe kenmerken in het veld waargenomen welke een indicatie geven voor de lokale fluctuatie van het grondwater. Op basis van de gemeten grondwaterstanden en grondwaterstandgegevens afkomstig van het DINO loket (NITG-TNO) van een peilput (B52G0036) in de omgeving van het plangebied bevinden de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstanden zich naar verwachting op 1,5 à 2,0 en 3,0 à 3,5 m-mv.

Zintuiglijke waarnemingen

Bij de uitvoering van het veldwerk zijn geen bijzonderheden of bijmengingen aangetroffen, die kunnen duiden op aanwezigheid van bodemverontreiniging.

Doorlatendheidsmetingen

In bijlage 2 is de uitwerking van de doorlatendheidsmetingen opgenomen. Tabel 3 geeft een overzicht van de door middel van de constant head-methode gemeten doorlatendheden van de bodem (k-waarden).

Tabel 3 Gemeten doorlatendheden (k-waarden)

Boring	Bodemlaag (m-mv)	Lithologische beschrijving	Doorlatendheid (m/d)
1	1,3 – 1,5	Zand, matig fijn, zwak siltig	1,6
2	1,3 – 1,5	Zand, matig grof, zwak siltig	0,58
3	1,3 – 1,5	Zand, matig grof, zwak siltig	3,5
4	1,3 – 1,5	Zand, matig grof, zwak siltig	2,2
5	1,3 – 1,5	Zand, matig grof, zwak siltig	1,8
6	1,3 – 1,5	Zand, matig grof, zwak siltig	2,6
7	1,3 – 1,5	Zand, matig grof, zwak siltig	0,79
<i>Gemiddeld</i>			<i>1,9</i>

4 KEUZE INFILTRATIEVOORZIENINGEN

Op basis van de resultaten van het infiltratieonderzoek is de bodem ter plaatse van het plangebied als (redelijk tot) zeer goed doorlatend aan te merken. Mede gelet op de geschatte gemiddeld hoogste grondwaterstand is infiltratie (zeer) goed mogelijk.

Binnen woningbouwplan 'De Vaert' zijn 34 grondgebonden woningen en drie wegen ter ontsluiting van de woningen gepland. Binnen het plangebied zijn, met uitzondering van enkele groenstroken naast de openbare weg, geen (openbare) groenvoorzieningen zoals plantsoenen gepland waardoor er weinig tot geen ruimte beschikbaar is voor de aanleg van één of meerdere (collectieve) infiltratievoorzieningen die relatief veel ruimte in beslag nemen. Het (hemel)water afkomstig van de openbare weg dient derhalve ter plaatse van de openbare weg zelf geïnfiltreerd te worden en het (hemel)water afkomstig van de woningen dient – mede in verband met de toekomstige beheersbaarheid – bij voorkeur ter plaatse van de (toekomstige) percelen c.q. terreinen waarvan het (hemel)water afkomstig is, geïnfiltreerd te worden. In verband met kinderen in het toekomstige woongebied zijn bovengrondse infiltratievoorzieningen met (diep) open water niet wenselijk. Op basis hiervan dient infiltratie van (hemel)water binnen het woningbouwplan 'De Vaert' bij voorkeur plaats te vinden door middel van ondergrondse infiltratievoorzieningen.

In overleg met de opdrachtgever is derhalve gekozen voor een infiltratiesysteem waarbij per toekomstig perceel c.q. woning het (hemel)water met behulp van infiltratiekratten wordt geïnfiltreerd en het (hemel)water afkomstig van de openbare weg wordt geïnfiltreerd met behulp van een infiltratieriool.

5 DIMENSIONERING INFILTRATIEVOORZIENINGEN

5.1 Uitgangspunten Waterschap Peel en Maasvallei

Waterschap Peel en Maasvallei hanteert de onderstaande normen en uitgangspunten met betrekking tot het afkoppelen.

- Een infiltratievoorziening moet boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) worden aangelegd om te voorkomen dat grondwater in de voorziening stroomt.
- De leegloopconstructie moet boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand worden aangelegd.
- De uitstroom moet beperkt blijven tot 1 l/s/ha.
- Als de infiltratievoorziening een noodoverloop heeft op het riool, gelden voor de bergingscapaciteit van de voorziening de eisen van de gemeente.
- Voor een infiltratievoorziening met een overloop op eigen terrein wordt geadviseerd deze te dimensioneren op basis van een regenduurlijn met een herhalingstijd van eens in de 10 jaar. De gevolgen van een bui met een herhalingstijd van eens in de 100 jaar dienen in beeld gebracht te worden.
- Voor een infiltratievoorziening met een overloop op open water wordt geadviseerd deze te dimensioneren op basis van een regenduurlijn met een herhalingstijd van eens in de 10 jaar met daarboven een waakhoogte van ongeveer 0,5 meter. De gevolgen van een bui met een herhalingstijd van eens in de 100 jaar dienen in beeld gebracht te worden.
- Een noodoverloop dient bij voorkeur over het maaiveld aangelegd te worden.
- Het gebruik van uitlogende materialen zoals bitumen, koper, lood en zink moet worden voorkomen.

5.2 Dimensioneringsmethode

5.2.1 Algemeen

De dimensionering van een infiltratievoorziening is gebaseerd op een waterbalans (inloop, berging en afvoer (c.q. infiltratie)). Voor de dimensionering wordt uitgegaan van een statische berekeningsmethode op basis van regenduurlijnen.

Voor de berekening van de inloop van hemelwater in de infiltratievoorziening wordt een regenduurlijn gebruikt. Een regenduurlijn is een grafische weergave van de hoeveelheid neerslag, die valt in een periode van bepaalde duur en die met een bepaalde frequentie overschreden wordt. Door vermenigvuldiging van de neerslagintensiteit, de regenduur en het aaneengesloten verharde oppervlak is de inloop van hemelwater in de voorziening te berekenen.

De afvoer van water uit de voorziening wordt berekend door de (gemiddelde) infiltratiecapaciteit te vermenigvuldigen met de tijd. De benodigde berging wordt bepaald door het grootste verschil tussen inloop en berging.

De methode van regenduurlijnen kent een aantal onnauwkeurigheden, namelijk:

- de regenduurlijnen geven het bui-verloop niet weer;
- de regenduurlijnmethode houdt geen rekening met de neerslaggebeurtenissen vóór de regenbui (ofwel de opeenvolging van buien);
- de herhalingstijd van een regenduurlijn komt niet overeen met de herhalingstijd van het systeem.

Ondanks bovenstaande onnauwkeurigheden wordt de methode van regenduurlijnen in de praktijk veel toegepast.

5.2.2 Inloop hemelwater

De hoeveelheid instromend hemelwater wordt bepaald door het aaneengesloten verhard oppervlak, de neerslag en de gemiddelde afvloeiingscoëfficiënt (c.q. gebiedsafvloeiingscoëfficiënt).

De toevoer naar de voorziening wordt berekend als:

$$Q_r = A_c \cdot y \cdot i_{t,T} \cdot 10^{-7} \cdot t \quad [5.1]$$

waarin:

Q_r	: hoeveelheid instromend hemelwater	(m ³)
y	: gebiedsafvloeiingscoëfficiënt	(-)
A_c	: toeleverend verhard oppervlak	(m ²)
$i_{t,T}$	: intensiteit met een zekere duur (t) bij een herhalingstijd (T) (afkomstig van regenduurlijn)	(l/s/ha)
t	: regenduur	(s)

De herhalingstijd geeft aan hoe vaak een bepaalde situatie zich kan voordoen. Voor de dimensionering van de infiltratievoorzieningen is in het onderhavige geval uitgegaan van herhalingstijd van eens in de tien jaar ($T = 10$). Een herhalingstijd van eens in de tien jaar betekent dat de voorziening waarschijnlijk eens per tien jaar het aangevoerde hemelwater niet kan verwerken en dus zal overlopen.

De gebiedsafvloeiingscoëfficiënt (y_{gem}) wordt berekend op basis van de verschillende aangesloten verharde oppervlakken en de bijbehorende afvloeiingscoëfficiënten:

$$y_{gem} = (y_1 \cdot A_1 + y_2 \cdot A_2 + \dots + y_n \cdot A_n) / (A_1 + A_2 + \dots + A_n) \quad [5.2]$$

5.2.3 Afvoer uit voorziening

De ontwerpmethoden gaan uit van de wet van Darcy voor grondwaterstroming:

$$q = k \cdot I \cdot A \quad [5.3]$$

waarin:

q	: afvoerdebiet	(m ³ /s)
k	: doorlatendheid	(m/s)
I	: hydraulisch verhang	(m/m)
A	: bijdragend oppervlak	(m ²)

Deze formule geldt voor grondwaterstromingen in de verzadigde zone waarbij het hydraulische verhang op 1 m / m is gesteld. Het infiltratieproces vindt echter plaats in de onverzadigde zone. In de onverzadigde zone kan de hydraulische gradiënt (I) echter groter zijn ten gevolge van de zuigende werking van de bodem. Het gebruik van een hydraulische gradiënt van 1 leidt dus tot een veilig ontwerp. Anderzijds is de doorlatendheid (k) kleiner in de onverzadigde zone.

Voor de doorlatendheid in de onverzadigde zone wordt over het algemeen uitgegaan van de verzadigde doorlatendheid, gecorrigeerd met een veiligheidsfactor. Deze veiligheidsfactor wordt gesteld op 0,5 als wordt uitgegaan van gemeten waarden.

De afvoer uit de voorziening wordt berekend als:

$$Q_i = A \cdot k_{\text{reken}} \cdot t \quad [5.4]$$

$$k_{\text{reken}} = 0,5 \cdot k_{\text{verzadigd}} \quad [5.5]$$

waarin:

Q _i	: infiltratiehoeveelheid	(m ³)
A	: bijdragend infiltratieoppervlak van de voorziening	(m ²)
k _{reken}	: rekenwaarde doorlatendheid bodem	(m/s)
t	: tijd	(s)

5.2.4 Benodigde berging

Doordat de aanvoer van neerslag veelal groter zal zijn dan infiltratiecapaciteit van de voorziening ($Q_r > Q_i$) zal een deel van het water tijdelijk geborgen moeten worden.

De benodigde berging wordt gevonden door voor verschillende regenduren de bijbehorende regenintensiteiten (afkomstig uit de regenduurlijn) de berging van de voorziening te berekenen.

De schijnbaar benodigde berging van de infiltratievoorziening is de maximaal berekende berging.

De benodigde berging bedraagt:

$$V_b = 1,25 \cdot [\text{maximum } (Q_r - Q_i)] \quad [5.6]$$

waarin:

V_b : benodigde berging (m^3)

De factor 1,25 wordt toegevoegd vanwege de benodigde 25% extra berging boven de schijnbaar te bergen hoeveelheid. Dit om effecten als opeenvolging van buien te calculeren.

Uit het te bergen volume (V_b) kunnen vervolgens de benodigde afmetingen worden bepaald.

5.2.5 Ledigingstijd

Het water mag niet te snel uit de voorziening infiltreren om te voorkomen dat verontreinigingen te diep worden meegevoerd in de ondergrond. Het infiltratieproces mag echter ook niet te lang duren omdat bij de volgende regenbui de berging weer beschikbaar moet zijn. Daarom wordt gesteld dat de ledigingstijd niet korter mag zijn dan 6 uur en niet langer dan 3 dagen.

Als uit de berekeningen blijkt dat de ledigingstijd te groot of te klein is moet het ontwerp worden aangepast. Bij een te lange ledigingstijd kan worden gedacht aan:

- vergroting van het infiltrerend oppervlak (bijvoorbeeld hoger en smaller of langer en smaller);
- zorgen voor overstortmogelijkheden;
- grondverbetering rondom de infiltratievoorziening;
- minder verhard oppervlak aansluiten.

Nadat de afmetingen zijn aangepast moet opnieuw worden gecontroleerd of de ledigingstijd nu wel voldoet.

Bij een te korte ledigingstijd is het verstandig een reinigingslaag om de voorziening aan te leggen die een kleinere doorlatendheid heeft. Op die manier wordt voorkomen dat verontreinigingen te diep in de ondergrond komen en mogelijk het grondwater verontreinigen.

5.3 Aan te leggen infiltratievoorzieningen

5.3.1 Inleiding

In voorliggend infiltratieonderzoek en -advies is aangenomen dat binnen het plangebied per (toekomstig) perceel infiltratiekranten wordt aangebracht voor het infiltreren van het (hemel)water afkomstig van de daken van de bebouwing op het perceel en de verharde oppervlakten rondom de bebouwing (bijvoorbeeld oprit en terras). Voor het dimensioneren is uitgegaan van een 'gemiddelde' woning waarbij op basis van de oppervlakten aan hellende daken, platte daken en klinker- / tegelverharding onderscheid wordt gemaakt in vijf typen woningen (zie tekening 2 in bijlage 5).

Voor het infiltreren van het (hemel)water afkomstig van de openbare weg is in principe uitgegaan van een infiltratieriool onder de openbare weg.

Op tekening 2 (bijlage 5) is de globale toekomstige inrichting van het plangebied weergegeven.

5.3.2 Dimensionering infiltratiekranten

Tabel 4 geeft een overzicht van het aangesloten oppervlak, de afvloeingscoëfficiënt en het gereduceerde oppervlak dat wordt aangesloten op de infiltratiekranten van een 'gemiddelde' woning.

Tabel 4 Berekening gemiddelde afvloeingscoëfficiënt

Type oppervlak	Aangesloten oppervlak A_c (m ²)	Afvloeingscoëfficiënt	Gereduceerd oppervlak A_b (m ²)
<i>Woningtype A</i>			
Hellende daken	50	0,95	48
Klinkerbestrating	25	0,80	20
Totaal oppervlak	75	-	68
Gemiddelde afvloeingscoëfficiënt	-	0,90	-
<i>Woningtype B</i>			
Hellende daken	50	0,95	48
Platte daken	95	0,85	81
Klinkerbestrating	75	0,80	60
Totaal oppervlak	220	-	188
Gemiddelde afvloeingscoëfficiënt	-	0,86	-
<i>Woningtype C</i>			
Hellende daken	65	0,95	62
Platte daken	55	0,85	47
Klinkerbestrating	60	0,80	48
Totaal oppervlak	180	-	157
Gemiddelde afvloeingscoëfficiënt	-	0,87	-

Tabel 4 Berekening gemiddelde afvloeingscoëfficiënt (vervolg)

Type oppervlak	Aangesloten oppervlak A_c (m ²)	Afvloeingscoëfficiënt	Gereduceerd oppervlak A_b (m ²)
<i>Woningtype D</i>			
Hellende daken	65	0,95	62
Platte daken	75	0,85	64
Klinkerbestrating	70	0,80	56
Totaal oppervlak	210	-	182
Gemiddelde afvloeingscoëfficiënt	-	0,86	-
<i>Woningtype E</i>			
Hellende daken	100	0,95	95
Platte daken	90	0,85	77
Klinkerbestrating	95	0,80	76
Totaal oppervlak	285	-	248
Gemiddelde afvloeingscoëfficiënt	-	0,87	-

Voor de berekening van de hoeveelheid instromend hemelwater is gebruik gemaakt van de in tabel 4 vermelde gegevens en de regenduurlijnen die in bijlage 3 zijn opgenomen.

Bij infiltratiekragen wordt aangenomen dat de bodem in de loop van de tijd zal dichtslibben door fijn meegevoerd sediment (dat niet door de blad- en zandvang is verwijderd). Derhalve worden voor het meewerkend infiltrerend oppervlak alleen de zijwanden van de voorziening meegenomen.

Omdat infiltratiekragen van volledige vulling langzaam helemaal leeg loopt, en dus het infiltrerend wandoppervlak ook langzaam afneemt, wordt gerekend met de helft van het totale wandoppervlak (A_w).

$$Q_r = (A_c) \cdot y_{\text{gem}} \cdot i_{t,T} \cdot t \quad [5.7]$$

$$Q_i = (A_w / 2) \cdot k_{\text{reken}} \cdot t \quad [5.8]$$

Uit het berekende bergingsvolume van de voorziening (formule 5.6) kunnen de benodigde afmetingen van de voorziening worden bepaald.

$$V_b = L \cdot b \cdot h \cdot n \quad [5.9]$$

waarin:

n : porositeit (-)

De breedte en de hoogte van de voorziening worden vooraf gekozen waarmee de benodigde lengte is te bepalen. De totaalformule, afgeleid uit formule 5.1, 5.4 en 5.6, voor de berekening van L is:

$$L = (1,25 \cdot A_c \cdot y_{\text{gem}} \cdot i_{t,T} \cdot t) / (n \cdot b \cdot h + 1,25 \cdot h \cdot k_{\text{reken}} \cdot t) \quad [5.10]$$

Op basis de gemeten grondwaterstand, de gemeten doorlatendheden, een herhalingstijd van tien jaar ($T = 10$) en de in voorgaande paragrafen beschreven dimensioneringsmethode wordt voorgesteld infiltratiekratten aan te leggen volgens de in tabel 5 genoemde gegevens. Hierbij dient opgemerkt te worden dat infiltratiekratten standaardafmetingen hebben die per leverancier kunnen verschillen. De daadwerkelijke afmetingen van de te plaatsen infiltratiekratten zijn een meervoud van deze standaardafmetingen. Aanbevolen wordt op basis van de standaardafmetingen van de gekozen leverancier de feitelijke afmetingen van de infiltratiekratten te bepalen. Voor de berekening van de afmetingen van de infiltratievoorzieningen wordt verwezen naar bijlage 4. Op basis van de regenduurlijn zijn de 'maximale' afmetingen van de infiltratievoorzieningen bij een herhalingstijd van tien jaar ($T = 10$) bepaald. Deze 'maximale' afmetingen zijn als maatgevend voor de aan te leggen infiltratievoorzieningen beschouwd.

Tabel 5 Voorstel aan te leggen infiltratiekratten

Infiltratievoorziening	Lengte (m)	Breedte (m)	Hoogte (m)	Diepteligging (m-mv)	Berging (mm / m ³)
<i>Woningtype A</i>					
Infiltratiekratten	2,7	1,2	0,8	0,5 – 1,2	37 / 2,5
<i>Woningtype B</i>					
Infiltratiekratten	4,3	2,4	0,8	0,5 – 1,2	41 / 7,8
<i>Woningtype C</i>					
Infiltratiekratten	4,6	1,8	0,8	0,5 – 1,2	40 / 6,2
<i>Woningtype D</i>					
Infiltratiekratten	5,3	1,8	0,8	0,5 – 1,2	40 / 7,2
<i>Woningtype E</i>					
Infiltratiekratten	5,6	2,4	0,8	0,5 – 1,2	42 / 10

Uitgaande van een herhalingstijd van eens in de honderd jaar ($T = 100$) zal per woning 1 à 5 m³ (hemel)water via de noodoverloop van de infiltratiekratten uitstromen. Dit (hemel)water zal via het onverharde deel van de toekomstige percelen in de grond infiltreren. Gelet op de grootte van de betreffende terreindelen, de doorlatenheid van de bodem en de grondwaterstand zijn geen noemenswaardige problemen te verwachten als gevolg van het overlopen van de infiltratiekratten te verwachten.

5.3.3 Dimensionering infiltratieriool

Tabel 6 geeft een overzicht van het aangesloten oppervlak, de afvloeingscoëfficiënt en het gereduceerde oppervlak dat wordt aangesloten op het infiltratieriool.

Tabel 6 Berekening gemiddelde afvloeingscoëfficiënt

Type oppervlak	Aangesloten oppervlak A_e (m ²)	Afvloeingscoëfficiënt	Gereduceerd oppervlak A_b (m ²)
Asfaltverharding	1.400	0,85	1.190
Klinkerverharding	1.000	0,80	800
Totaal oppervlak	2.400	-	1.990
Gemiddelde afvloeingscoëfficiënt	-	0,83	-

Voor de berekening van de hoeveelheid instromend hemelwater is gebruik gemaakt van de in tabel 6 vermelde gegevens en de regenduurlijnen die in bijlage 3 zijn opgenomen.

Bij een infiltratieriool wordt aangenomen dat de bodem in de loop van de tijd zal dichtslibben door fijn meegevoerd sediment (dat niet door de blad- en zandvang is verwijderd). Derhalve wordt voor het meewerkend infiltrerend oppervlak aangenomen dat circa 10% van de totale natte omtrek is dichtgeslibd.

De totale omtrek van een cirkel is $2 \cdot \pi \cdot R$ en het oppervlak van een cirkel is $\pi \cdot R^2$. Het infiltrerend oppervlak (A_i) wordt daarmee (per strekkende meter):

$$A_i = 0,90 \cdot (2 \cdot \pi \cdot R) = 1,8 \cdot \pi \cdot R \quad [5.11]$$

In verband met het vullings- en ledigingsproces wordt met de helft van het werkzame wandoppervlak gerekend, dus:

$$A_i = 0,90 \cdot \pi \cdot R \quad [5.12]$$

De verdere dimensionering van een riool verloopt identiek aan infiltratiekratten.

Op basis de gemeten grondwaterstand, de gemeten doorlatendheden, een herhalingstijd van tien jaar ($T = 10$) en de in voorgaande paragrafen beschreven dimensioneringsmethode wordt voorgesteld het infiltratieriool aan te leggen volgens de in tabel 7 genoemde gegevens. Voor de berekening van de afmetingen van de infiltratievoorziening wordt verwezen naar bijlage 4. Op basis van de regenduurlijn is de 'minimale' diameter van het infiltratieriool bij een herhalingstijd van tien jaar ($T = 10$) bepaald. Deze 'minimale' diameter is als maatgevend voor het aan te leggen infiltratieriool beschouwd. De b.o.b. (binnenkant onderkant buis) van het infiltratieriool dient zich boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand te bevinden. Derhalve wordt geadviseerd het infiltratieriool op een diepte van maximaal 1,5 m-mv aan te leggen.

Tabel 7 Voorstel aan te leggen infiltratieriool

Diameter (m)	Lengte (m)	Berging (mm / m ³)
0,55	290*	29 / 57

* Er is aangenomen dat het infiltratieriool over de gehele lengte van de (nieuwe) weg binnen het plangebied wordt aangelegd.

Uitgaande van een herhalingstijd van eens in de honderd jaar ($T = 100$) zal 35 à 40 m³ (hemel)water via de noodoverloop van het infiltratieriool uitstromen. Dit (hemel)water zal op de openbare weg worden 'geborgen' en daarna weer in het infiltratieriool lopen. Gelet op de hoeveelheid 'extra' (hemel)water en de totale oppervlakte van de openbare weg zijn geen noemenswaardige problemen als gevolg van het overlopen van het infiltratieriool te verwachten.

6 AANLEG EN ONDERHOUD

6.1 Aanleg

Infiltratie

Elk infiltratiesysteem dient een overstortvoorziening te hebben. Voordat (hemel)water in een infiltratievoorziening vloeit, dient het (hemel)water ontdaan te worden van grof vuil, blad en zand, door middel van een bladafscheider (in de regenpijp of op het dak) in combinatie met een zandvangput met zeefvoorziening. Indien gekozen wordt voor een bladvang in de staande hemelwaterafvoer (op een hoogte van circa 0,5 m), kan deze tevens als overstort dienen. De bodem onder de voorziening dient niet te worden verslemt tijdens aanleg, om te voorkomen dat het water na aanleg minder goed wegstroomt.

Ondergrondse infiltratie

Elke infiltratiesysteem dient te worden voorzien van een zandvangput. Een ondergrondse infiltratievoorziening moet minimaal 3 meter uit de gevel van een woning c.q. gebouw zijn gelegen om water in de kruipruimte te voorkomen. Daarnaast dient de voorziening voldoende ont- en belucht te worden omdat bij de vulling van de ondergrondse voorziening de aanwezige lucht moet kunnen ontsnappen om plaats te maken voor het water.

Infiltratiekratten

De infiltratiekratten dienen boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand en minimaal 0,3 meter onder het maaiveld te worden aangelegd. Ook dient een krat voorzien te worden van een geotextiel, welke wortelremmend is en voorkomt dat er zand / grond in het infiltratiekrat komt. Het geotextiel dient te worden aangebracht op schone grond, zonder puin, stenen en dergelijke, ten einde beschadigingen van het geotextiel te voorkomen. Het geotextiel dient tijdens droog weer te worden aangelegd om inspoeling van fijne deeltjes en wortelingroei te voorkomen. De onderlaag waarop de kratten worden aangebracht dient voldoende stabiel te zijn. Rond de infiltratiekratten dient zich goed doorlatend zand te bevinden. Eventueel kan een monster worden geanalyseerd en getoetst aan de RAW-eisen voor drainzand. De afdeklaag dient schoon te zijn en volgens de voorschriften van de leverancier te worden verdicht.

Infiltratieriool

Het infiltratieriool dient boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand te worden aangelegd. Rondom het infiltratieriool dient zich een geotextiel te bevinden om inspoeling van fijne deeltjes te voorkomen. Het geotextiel dient tijdens droog weer te worden aangelegd om inspoeling van fijne deeltjes en wortelingroei te voorkomen. Rond het infiltratieriool dient zich goed doorlatend zand te bevinden. Eventueel kan een monster worden geanalyseerd en getoetst aan de RAW-eisen voor drainzand. Het infiltratieriool dient te worden voorzien van inspectieputten voor inspectie en onderhoud.

6.2 Onderhoud

Infiltratiekratten

Infiltratiekratten zijn in het algemeen beperkt inspecteerbaar en matig reinigbaar (afhankelijk van het type infiltratiekrat). Om de werking van het systeem te kunnen garanderen dienen tweemaal per jaar de goten, bladvang en zandvangput te worden geïnspecteerd en indien nodig gereinigd.

Infiltratieriool

Het wordt aanbevolen het riool te inspecteren bij de inspectieronde van het vuilwaterriool, doch minimaal eens per 2 jaar. Als er verstopping en of verzanding van het riool optreedt dient het de aanbeveling het riool door te spuiten. Om de werking van het systeem te kunnen garanderen dienen tweemaal per jaar de goten, bladvang en zandvangput te worden geïnspecteerd en indien nodig gereinigd.

7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Uit het veldonderzoek blijkt dat de bodem binnen de onderzoekslocatie hoofdzakelijk bestaat uit matig fijn tot matig grof, zwak tot matig siltig zand. De gemiddelde doorlatendheid van het zwak siltig, matig grof zand bedraagt 1,9 m/d, waarbij de gemeten doorlatendheden variëren tussen 0,58 en 3,5 m/d.

De actuele grondwaterstand varieert tussen 3,0 en 3,4 m-mv (18 augustus 2011). Op basis van de gemeten grondwaterstanden, de waarnemingen in het veld en grondwaterstandgegevens afkomstig van het DINO loket (NITG-TNO) van een peilput (B52G0036) in de omgeving van het plangebied bevinden de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstanden zich naar verwachting op 1,5 à 2,0 en 3,0 à 3,5 m-mv.

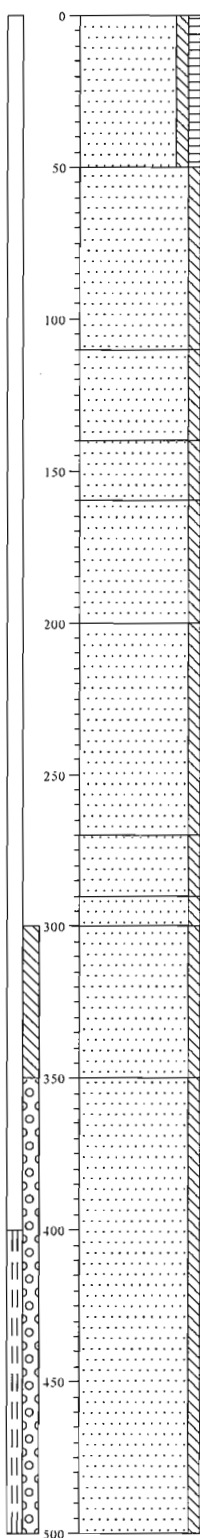
Op basis van de resultaten van het infiltratieonderzoek is de bodem ter plaatse van het plangebied als (redelijk tot) zeer goed doorlatend aan te merken. Mede gelet op de geschatte gemiddeld hoogste grondwaterstand is infiltratie (zeer) goed mogelijk.

Gelet op de geplande inrichting van het plangebied, de gemeten doorlatendheden en de gemeten grondwaterstanden is gekozen voor een infiltratiesysteem waarbij per toekomstig perceel het (hemel)water met behulp van infiltratiekratten wordt geïnfiltreerd en het (hemel)water afkomstig van de openbare weg wordt geïnfiltreerd met behulp van een infiltratieriool.

BIJLAGE 1
Boorprofielen en legenda

Boring:**1**

Datum: 10-08-2011



0 braak
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humcus, bruin, Edelmanboor

50 Zand, matig fijn, zwak siltig,
oranjegeel, Edelmanboor

110 Zand, matig fijn, zwak siltig, geel,
Edelmanboor

140 Zand, matig fijn, zwak siltig, geelbeige,
Edelmanboor

160 Zand, matig fijn, zwak siltig, geel,
Edelmanboor

200 Zand, matig grof, zwak siltig, geel,
Edelmanboor

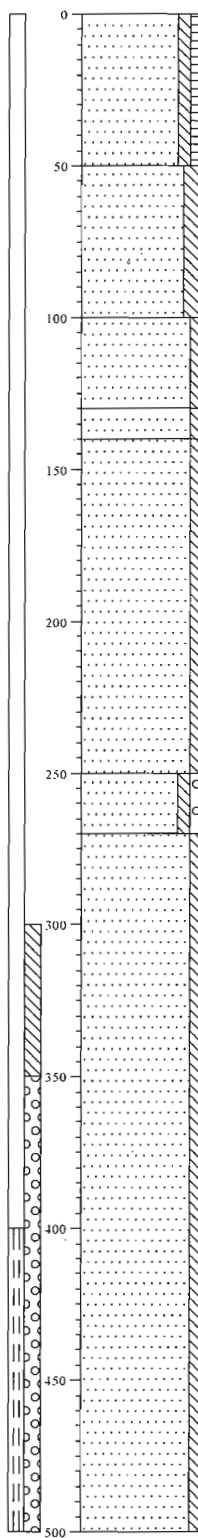
270 Zand, matig grof, zwak siltig, beige,
Edelmanboor

290 Zand, matig grof, zwak siltig,
geelbeige, Edelmanboor
300 Zand, matig grof, zwak siltig, geel,
Edelmanboor

350 Zand, matig grof, zwak siltig,
grijsbeige, Edelmanboor

Boring:**2**

Datum: 10-08-2011



0 okker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humcus, bruin, Edelmanboor

50 Zand, matig fijn, matig siltig,
beigecoranje, Edelmanboor

100 Zand, matig grof, zwak siltig, geel,
Edelmanboor

130 Zand, matig grof, zwak siltig, beige,
Edelmanboor
140 Zand, matig grof, zwak siltig, geel,
Edelmanboor

250 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak
grindig, geel, Edelmanboor

270 Zand, matig grof, zwak siltig, geel,
Edelmanboor

Projectcode: 11244502W

Projectnaam: Boekend, Bosweg (ong.)

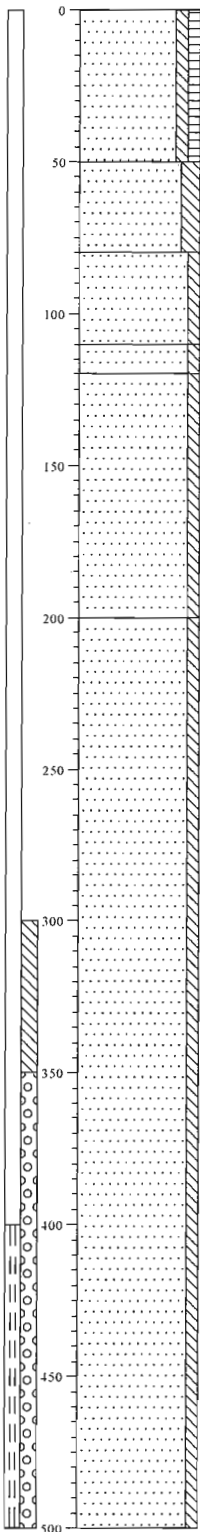
Boormeester:

Getekend volgens NEN 5104

Schaal: 1: 25

Boring:**3**

Datum: 10-08-2011



0 weiland
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin, Edelmanboor

50 Zand, matig fijn, matig siltig, geelbeige, Edelmanboor

80 Zand, matig grof, zwak siltig, beige, Edelmanboor

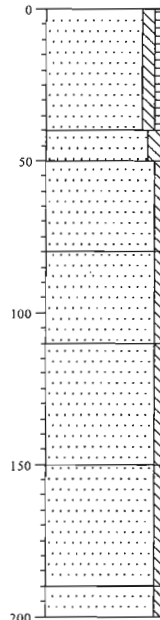
110 Zand, matig grof, zwak siltig, oranjegeel, Edelmanboor

120 Zand, matig grof, zwak siltig, geelbeige, Edelmanboor

200 Zand, matig grof, zwak siltig, geel, Edelmanboor

Boring:**4**

Datum: 10-08-2011



0 weiland
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin, Edelmanboor

40 Zand, matig fijn, matig siltig, lichtbruin, Edelmanboor

50 Zand, matig grof, zwak siltig, geel, Edelmanboor

80 Zand, matig grof, zwak siltig, geelbeige, Edelmanboor

110 Zand, matig grof, zwak siltig, geeloranje, Edelmanboor

150 Zand, matig grof, zwak siltig, geelbeige, Edelmanboor

190 Zand, matig grof, zwak siltig, geel, Edelmanboor

200 Zand, matig grof, zwak siltig, geel, Edelmanboor

Projectcode: 11244502W

Projectnaam: Boekend, Bosweg (ong.)

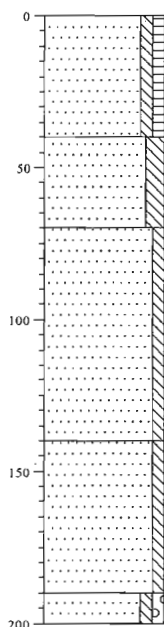
Boormeester:

Getekend volgens NEN 5104

Schaal: 1: 25

Boring:**5**

Datum: 10-08-2011



0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin, Edelmanboor

40 Zand, matig fijn, matig siltig, lichtbruin, Edelmanboor

70 Zand, matig grof, zwak siltig, geel, Edelmanboor

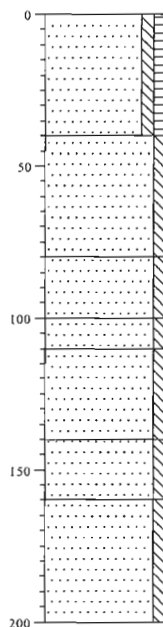
140 Zand, matig grof, zwak siltig, geelbeige, Edelmanboor

190 Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grendig, oranjegeel, Edelmanboor

200

Boring:**6**

Datum: 10-08-2011



0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin, Edelmanboor

40 Zand, matig fijn, zwak siltig, geel, Edelmanboor

80 Zand, matig grof, zwak siltig, geelbeige, Edelmanboor

100 Zand, matig grof, zwak siltig, geel, Edelmanboor

110 Zand, matig grof, zwak siltig, oranjegeel, Edelmanboor

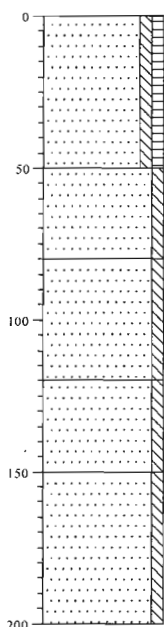
140 Zand, matig grof, zwak siltig, geelbeige, Edelmanboor

160 Zand, matig grof, zwak siltig, geelbeige, Edelmanboor

200

Boring:**7**

Datum: 10-08-2011



0 tuin
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin, Edelmanboor

50 Zand, matig fijn, zwak siltig, licht geelbruin, Edelmanboor

80 Zand, matig fijn, zwak siltig, beige, Edelmanboor

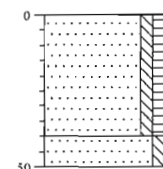
120 Zand, matig grof, zwak siltig, geelbeige, Edelmanboor

150 Zand, matig grof, zwak siltig, oranjegeel, Edelmanboor

200

Boring:**8**

Datum: 10-08-2011



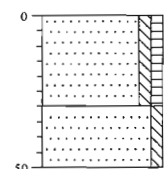
0 braak
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin, Edelmanboor

40 Zand, matig fijn, zwak siltig, geel, Edelmanboor

50

Boring:**9**

Datum: 10-08-2011



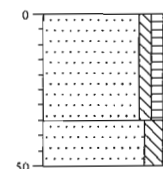
0 tuin
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin, Edelmanboor

30 Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtbruin, Edelmanboor

50

Boring:**10**

Datum: 10-08-2011



0 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin, Edelmanboor

35 Zand, matig fijn, matig siltig, lichtbruin, Edelmanboor

50

Projectcode: 11244502W

Projectnaam: Boekend, Bosweg (ong.)

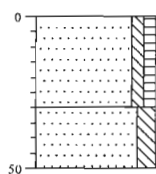
Boormeester:

Getekend volgens NEN 5104

Schaal: 1: 25

Boring: 23

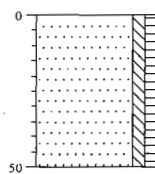
Datum: 10-08-2011



0 weiland
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, Edelmanboor
30
Zand, matig fijn, matig siltig, oranje,
Edelmanboor
50

Boring: 24

Datum: 10-08-2011



0 weiland
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, Edelmanboor
50

Projectcode: 11244502W

Projectnaam: Boekend, Bosweg (ong.)

Boormeester:

Getekend volgens NEN 5104

Schaal: 1: 25

Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

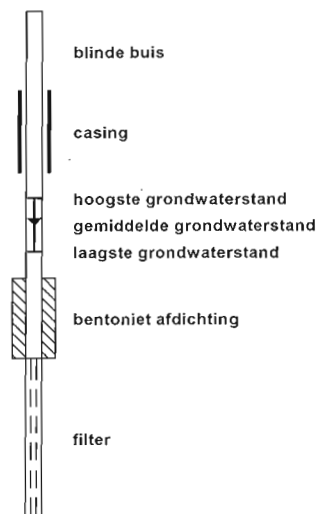
zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	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.i.d.-waarde

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

monsters

	geroerd monster
	ongeroerd monster

overig

	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	Gemiddeld laagste grondwaterstand
	slib
	water

BIJLAGE 2

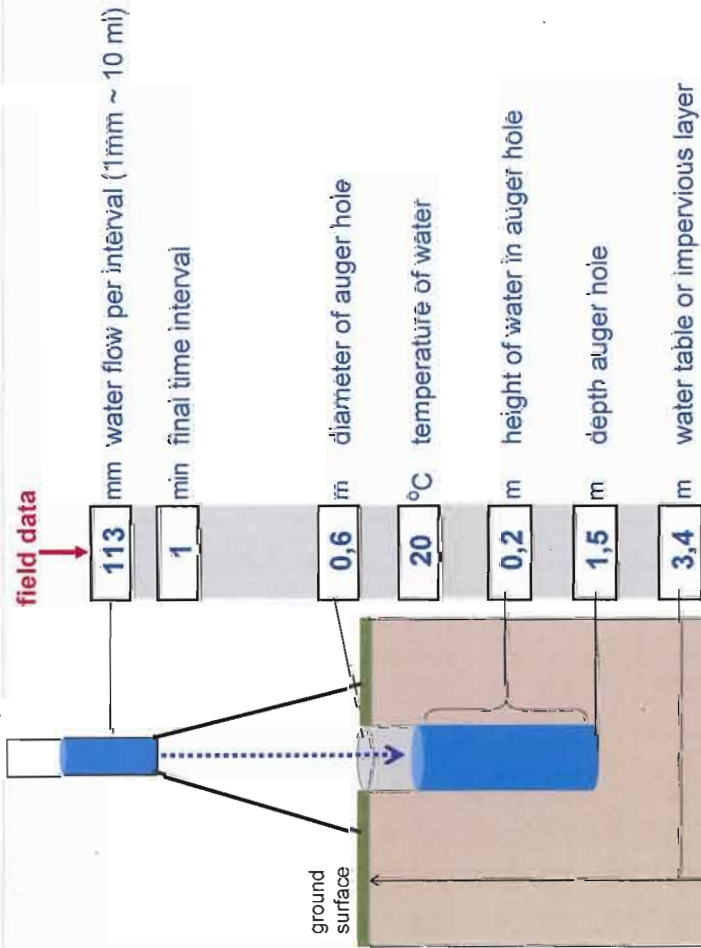
Berekening doorlatendheden

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Boekend, Bosweg (ong.)
Projectnummer: 112445502W
Boring: 1 (traject 1,3 - 1,5 m-mv)



interim results

flow of water	1081 ml
time of discharge	60 sec
value "Q"	18,0 ml/s
value "r"	0,315 m
value "h"	0,230 m
value "H"	2,130 m
value "V"	1,00
rate of infiltration	1,8E-5 m³/s
effective radius of well	
height of water in auger hole	
distance between the water surface in the auger hole and the water table	
viscosity of water in auger hole	
viscosity at 20°C	

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

if $H > 3h$ then "I":

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\ln \left(\frac{h}{r} \right) + 1 \right] + \left[\frac{1}{\frac{h}{r}} + \frac{1}{\frac{h}{r}} \right] \quad [\text{m/s}]$$

if $h \leq H \leq 3h$ then "II":

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3} \left(\frac{h}{H} \right)^2} \right] \quad [\text{m/s}]$$

if $H < h$ then "III":

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\left(\frac{h}{H} \right)^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{H} \right)^3} \right] \quad [\text{m/s}]$$

equation used is "I" as $H > 3h$

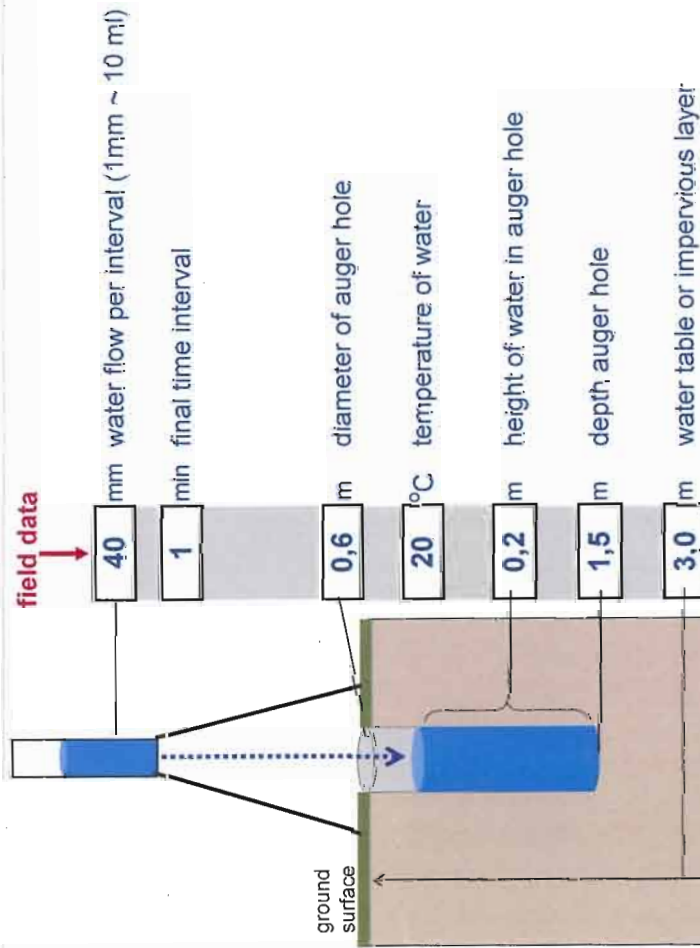
coefficient k_{20} $\left\{ \begin{array}{l} 1,9 * 10^{-5} \text{ m/s} \\ 68 \text{ mm/h} \\ 164,4 \text{ cm/day} \end{array} \right.$

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Boekend, Bosweg (ong.)
 Projectnummer: 112445502W
 Boring: 2 (traject 1,3 - 1,5 m-mv)



calculations

interim results

flow of water	383 ml
time of discharge	60 sec
value "Q"	6,4 ml/s
value "r"	0,315 m
value "h"	0,230 m
value "H"	1,760 m
value "V"	1,00
viscosity of water in auger hole	viscosity at 20°C

equations: I, II, III *)

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left\{ \ln \left[\frac{h}{r} \right] + 1 \right\} + \frac{1}{\frac{h}{r}} + \frac{1}{\frac{h}{r}} \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{if } h \leq H \leq 3h \text{ then "II" : } k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3} \left(\frac{h}{H} \right)^{-1}} \right] \quad [\text{m/s}]$$

$$\text{if } H < h \text{ then "III" : } k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\left(\frac{h}{H} \right)^{-1} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{H} \right)^{-2}} \right] \quad [\text{m/s}]$$

equation used is "I" as $H > 3h$

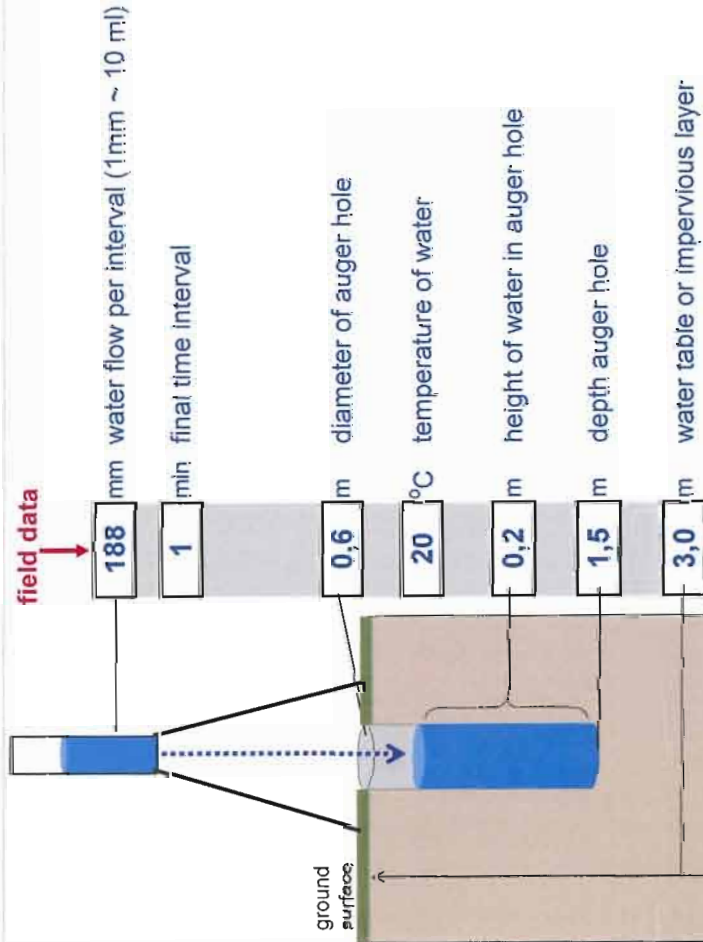
coefficient k_{20} $\left\{ \begin{array}{l} 6,7 \cdot 10^{-6} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 24 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 58,2 \text{ cm/day} \end{array} \right.$

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Boekend, Bosweg (ong.)
 Projectnummer: 112445502W
 Boring: 3 (traject 1,3 - 1,5 m-mv)



calculations

interim results

flow of water	1799 ml
time of discharge	60 sec
value "Q"	30,0 ml/s
value "r"	0,315 m
value "h"	0,180 m
value "H"	1,630 m
value "V"	1,00
viscosity of water in auger hole	viscosity at 20°C

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\ln \left(\frac{h}{r} \right) + 1 \right] + \left[\frac{1}{\frac{h}{r}} + \frac{1}{\frac{h}{r}} \right] \quad [\text{m/s}]$$

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\frac{r}{h} + \frac{1}{3} \left(\frac{h}{H} \right)^{-1}} \right] \quad [\text{m/s}]$$

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\left(\frac{h}{H} \right)^{-1} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{H} \right)^2} \right] \quad [\text{m/s}]$$

equation used is 'I' as $H > 3h$

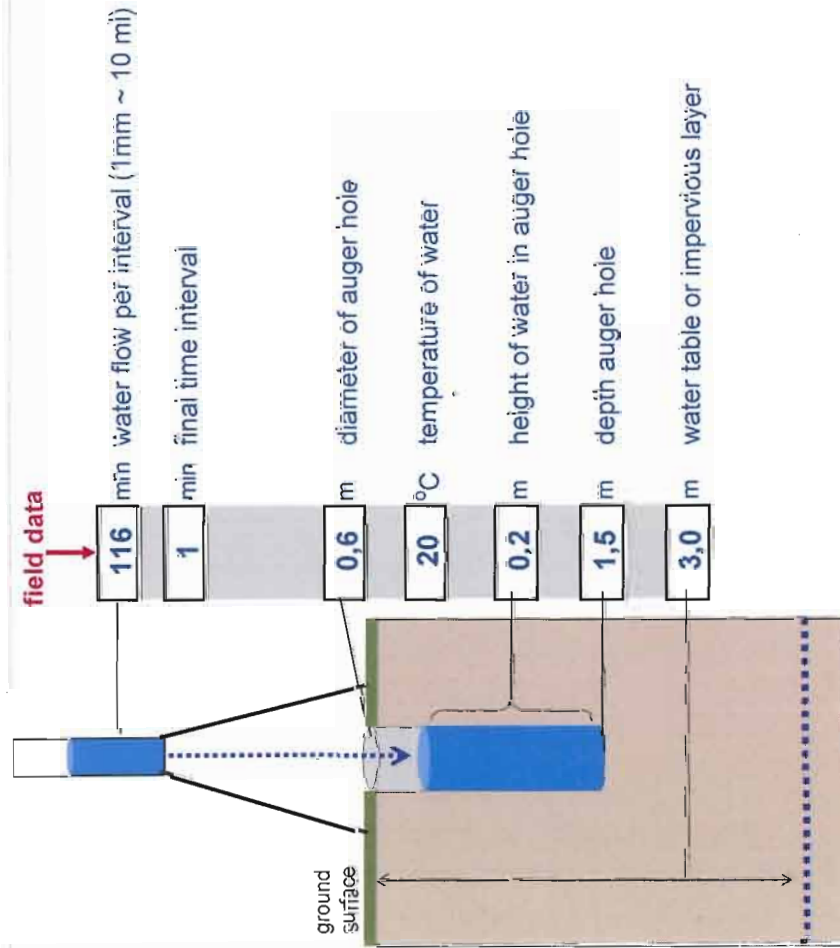
coefficient k_{20} $\left\{ \begin{array}{l} 4,1 * 10^{-5} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 148 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 354,5 \text{ cm/day} \end{array} \right.$

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Boekend, Bosweg (ong.)
 Projectnummer: 112445502W
 Boring: 4 (traject 1,3 - 1,5 m-mv)



calculations

interim results

flow of water	1110 ml
time of discharge	60 sec
value "Q"	18,5 ml/s
value "r"	0,315 m
value "h"	0,180 m
value "H"	1,670 m
value "V"	1,00
rate of infiltration	1,8E-5 m³/s
effective radius of well	
height of water in auger hole	
distance between the water surface in the auger hole and the water table	
viscosity of water in auger hole	viscosity at 20°C

conditions I, II, III *

equations: I, II, III *

if $H > 3h$ then "I":

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left\{ \ln \left[\frac{h}{r} + 1 \right] \left(\frac{h^2}{r^2} + 1 \right) + \frac{1}{\frac{h}{r} + \frac{h^3}{r^3}} \right\} \quad [\text{m/s}]$$

if $h \leq H \leq 3h$ then "II":

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\frac{f}{6} + \frac{f}{3} \left(\frac{h}{H} \right)^{-1}} \right] \quad [\text{m/s}]$$

if $H < h$ then "III":

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\left(\frac{h}{H} \right)^{-1} - \frac{f}{2} \left(\frac{h}{H} \right)^{-2}} \right] \quad [\text{m/s}]$$

equation used is "I" as $H > 3h$

coefficient k_{20}

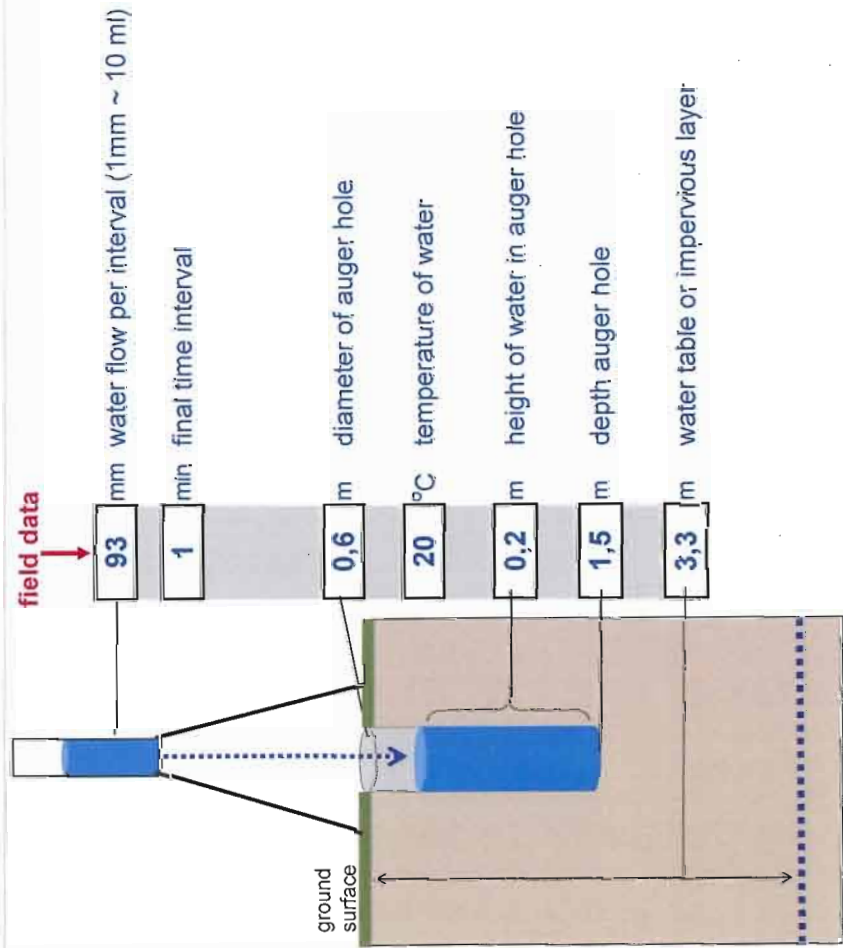
$$\left\{ \begin{array}{l} 2,5 * 10^{-5} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 91 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 218,7 \text{ cm/day} \end{array} \right.$$

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Boekend, Bosweg (ong.)
 Projectnummer: 112445502W
 Boring: 5 (traject 1,3 - 1,5 m-mv)



calculations

interim results

flow of water	890 ml
time of discharge	60 sec
value "Q"	14,8 ml/s
value "r"	0,315 m
value "h"	0,180 m
value "H"	1,945 m
value "V"	1,00
	viscosity of water in auger hole
	viscosity at 20°C

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

if $H > 3h$ then "I":

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\ln \left(\frac{h}{r} \right) + 1 \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{h}{r} \right)^2 + \frac{1}{\frac{h}{r}} \right] \quad [\text{m/s}]$$

if $h \leq H \leq 3h$ then "II":

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\ln \left(\frac{h}{r} \right) + \frac{1}{\frac{h}{r} + \frac{1}{3} \left(\frac{h}{H} \right)^2} \right] \quad [\text{m/s}]$$

if $H < h$ then "III":

$$k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\ln \left(\frac{h}{r} \right) + \frac{1}{\left(\frac{h}{H} \right)^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{H} \right)^3} \right] \quad [\text{m/s}]$$

equation used is "I" as $H > 3h$

coefficient k_{20}

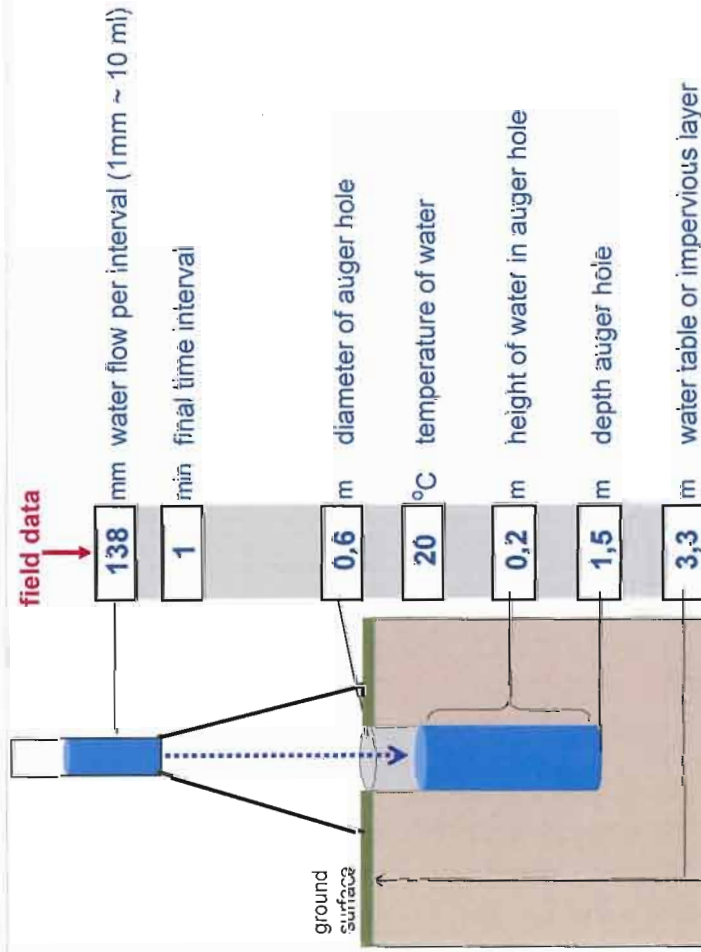
$2,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$
$\Leftrightarrow 73 \text{ mm/h}$
$\Leftrightarrow 175,4 \text{ cm/day}$

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Boekend, Bosweg (ong.)
 Projectnummer: 112445502W
 Boring: 6 (traject 1,3 - 1,5 m-mv)



calculations

interim results

flow of water	1320 ml
time of discharge	60 sec
value "Q"	22,0 ml/s
value "r"	0,315 m
value "h"	0,180 m
value "H"	1,945 m
value "V"	1,00
	viscosity at 20°C

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

if $H > 3h$ then "I": $k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\ln \left(\frac{h}{r} + \sqrt{\left(\frac{h}{r} \right)^2 + 1} \right) + 1 \right] - \left\{ \frac{1}{\frac{h}{r}} + \frac{1}{\frac{h}{r}} \right\} \left[\frac{1}{\frac{h}{r}} \right]$ [m/s]

if $h \leq H \leq 3h$ then "II": $k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3} \left(\frac{h}{H} \right)^{-1}} \right]$ [m/s]

if $H < h$ then "III": $k_{10} = k_f = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\left(\frac{h}{H} \right)^{-1} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{H} \right)^{-2}} \right]$ [m/s]

equation used is "I" as $H > 3h$

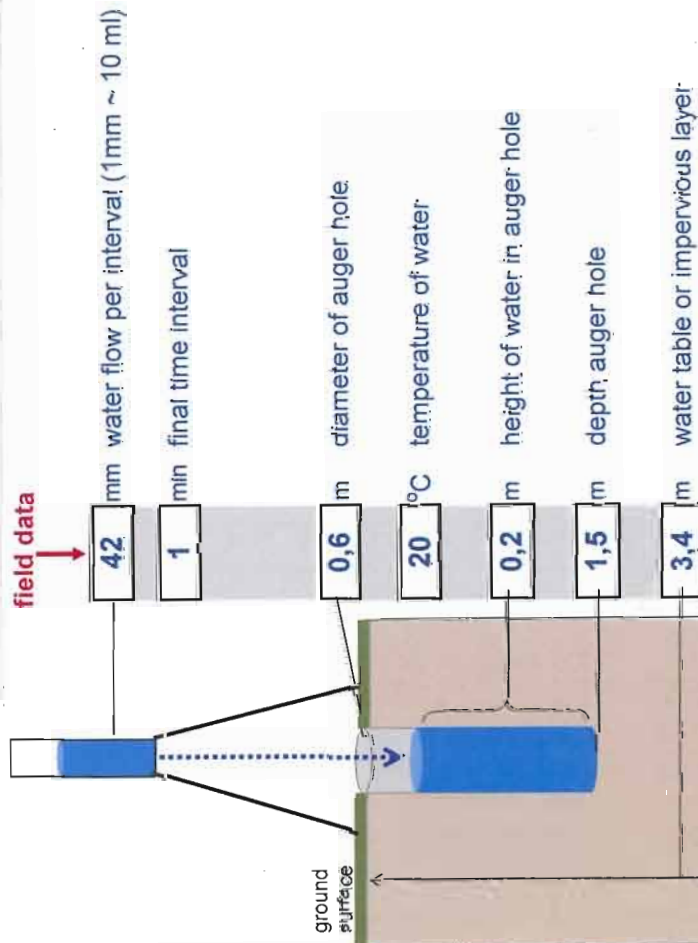
coefficient k_{20} $\left\{ \begin{array}{l} 3,0 * 10^{-5} \text{ m/s} \\ <=> 108 \text{ mm/h} \\ <=> 260,2 \text{ cm/day} \end{array} \right.$

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Boekend, Bosweg (ong.)
 Projectnummer: 112445502W
 Boring: 7 (traject 1,3 - 1,5 m-mv)



interim results

flow of water	402 ml
time of discharge	60 sec
value "Q"	6,7 ml/s
value "r"	0,315 m
value "h"	0,180 m
value "H"	2,080 m
value "V"	1,00
rate of infiltration	6,7E-6 m³/s
effective radius of well	
height of water in auger hole	
distance between the water surface in the auger hole and the water table	
viscosity of water in auger hole	viscosity at 20°C

equations: I, II, III *)

$$k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\ln \left(\frac{h}{r} \right) + 1 \right] + \frac{1}{\frac{h}{r}} \quad \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$\text{if } h \leq H \leq 3h \text{ then "II" : } k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3} \left(\frac{h}{H} \right)^{-1}} \right] \quad \left[\frac{m}{s} \right]$$

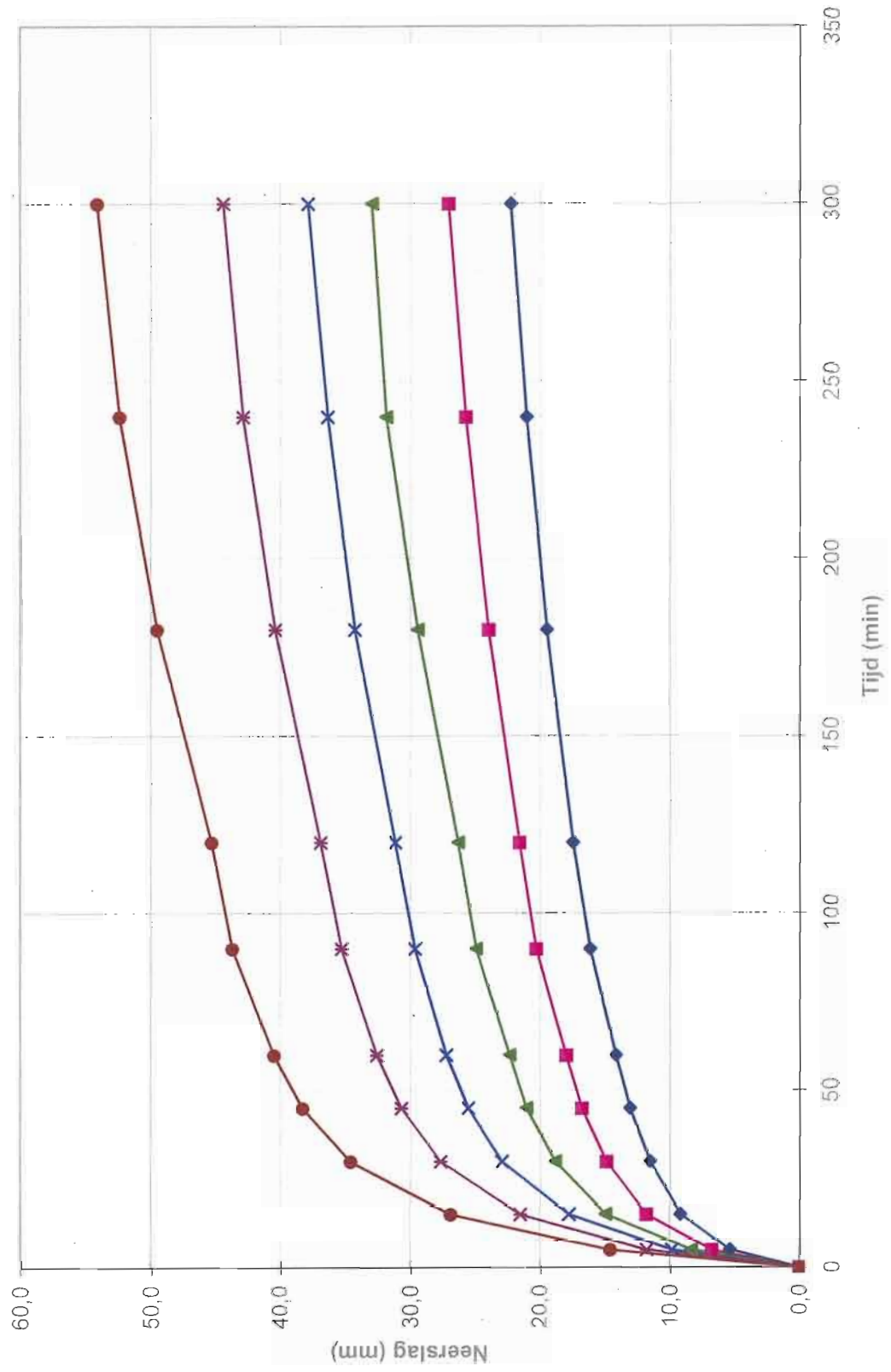
$$\text{if } H < h \text{ then "III" : } k_{10} = k_r = \frac{QV}{2\pi h^2} \left[\frac{\ln \left(\frac{h}{r} \right)}{\left(\frac{h}{H} \right)^{-1} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{H} \right)^{-2}} \right] \quad \left[\frac{m}{s} \right]$$

equation used is "I" as $H > 3h$

coefficient k_{20} $\left\{ \begin{array}{l} 9,2 * 10^{-6} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 33 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 79,2 \text{ cm/day} \end{array} \right.$

BIJLAGE 3
Regenduurlijnen

Regenduurlijnen



BIJLAGE 4

Berekening afmetingen infiltratiekratten en -riool

Ontwerp infiltratiekratten woningtype A

Variabelen:

Parameter	Waarde	Omschrijving
A_c	75	Aangesloten verhard oppervlak (m ²)
C_{gem}	0,90	Gemiddelde afvloeiingcoëfficiënt (-)
A_b	68	Afvoerend verhard oppervlak (m ²) = $A_c \cdot C_{gem}$
k	1,9	Verzadigde doorlatendheid bodem (m/d)
b	1,2	Beedte kratten (m)
h	0,8	Hoogte kratten (m)
n	0,95	Percentage holle ruimte

Berekeningsresultaat:

T = 10 (eens in de tien jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
5	330,0	0,9
15	197,8	1,6
30	127,8	2,1
45	94,8	2,3
60	75,8	2,4
90	55,0	2,5
120	43,3	2,6
180	31,8	2,7
240	25,3	2,7
300	21,1	2,7
360	18,1	2,7
480	14,3	2,6
600	12,0	2,5
720	10,3	2,4
840	9,1	2,3
960	8,2	2,2
1080	7,5	2,1
1200	6,9	2,0
1440	5,9	1,8
1680	5,3	1,7
1920	4,8	1,6
2160	4,4	1,5
2400	4,1	1,4
2640	3,8	1,3
2880	3,6	1,2
3360	3,2	1,1
3840	2,9	1,0
4320	2,7	0,9
5040	2,5	0,7
5760	2,3	0,6
7200	2,0	0,5
88640	1,8	0,4
10080	1,6	0,3
11520	1,5	0,2
12960	1,4	0,1

Benodigde lengte meter

Beschikbare berging m³
 Beschikbare berging mm

T = 100 (eens in de honderd jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
5	486,7	1,3
15	298,9	2,5
30	192,2	3,1
45	141,9	3,4
60	112,5	3,6
90	80,9	3,7
120	62,9	3,8
180	45,8	3,9
240	36,4	4,0
300	30,1	3,9
360	25,6	3,9
480	20,2	3,7
600	16,8	3,6
720	14,3	3,4
840	12,7	3,3
960	11,4	3,2
1080	10,4	3,1
1200	9,5	3,0
1440	8,2	2,7
1680	7,3	2,5
1920	6,5	2,4
2160	6,0	2,2
2400	5,5	2,1
2640	5,2	2,0
2880	4,9	1,9
3360	4,4	1,7
3840	4,0	1,5
4320	3,7	1,4
5040	3,3	1,3
5760	3,1	1,1
7200	2,7	0,9
88640	2,4	0,9
10080	2,2	0,6
11520	2,1	0,6
12960	1,9	0,5

Benodigde lengte meter

Beschikbare berging m³
 Beschikbare berging mm

Ontwerp infiltratiekratten woningtype B

Variabelen:

Parameter	Waarde	Omschrijving
A_c	220	Aangesloten verhard oppervlak (m^2)
C_{gem}	0,86	Gemiddelde afvloeiingcoëfficiënt (-)
A_b	189	Afvoerend verhard oppervlak (m^2) = $A_c \cdot C_{gem}$
k	1,9	Verzadigde doorlatendheid bodem (m/d)
b	2,4	Beedte kratten (m)
h	0,8	Hoogte kratten (m)
n	0,95	Percentage holle ruimte

Berekeningsresultaat:

T = 10 (eens in de tien jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
5	330,0	1,3
15	197,8	2,3
30	127,8	2,9
45	94,8	3,2
60	75,8	3,4
90	55,0	3,7
120	43,3	3,8
180	31,8	4,1
240	25,3	4,2
300	21,1	4,3
360	18,1	4,3
480	14,3	4,3
600	12,0	4,2
720	10,3	4,2
840	9,1	4,1
960	8,2	4,1
1080	7,5	4,0
1200	6,9	3,9
1440	5,9	3,7
1680	5,3	3,6
1920	4,8	3,4
2160	4,4	3,3
2400	4,1	3,2
2640	3,8	3,1
2880	3,6	3,0
3360	3,2	2,7
3840	2,9	2,6
4320	2,7	2,4
5040	2,5	2,2
5760	2,3	2,0
7200	2,0	1,7
88640	1,8	1,8
10080	1,6	1,2
11520	1,5	1,1
12960	1,4	1,0

Benodigde lengte meter

Beschikbare berging m^3
 Beschikbare berging mm

T = 100 (eens in de honderd jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
5	486,7	1,9
15	298,9	3,5
30	192,2	4,4
45	141,9	4,9
60	112,5	5,1
90	80,9	5,4
120	62,9	5,5
180	45,8	5,9
240	36,4	6,1
300	30,1	6,1
360	25,6	6,1
480	20,2	6,1
600	16,8	6,1
720	14,3	6,0
840	12,7	5,9
960	11,4	5,8
1080	10,4	5,7
1200	9,5	5,6
1440	8,2	5,4
1680	7,3	5,2
1920	6,5	5,0
2160	6,0	4,8
2400	5,5	4,7
2640	5,2	4,5
2880	4,9	4,4
3360	4,4	4,1
3840	4,0	3,9
4320	3,7	3,7
5040	3,3	3,4
5760	3,1	3,2
7200	2,7	2,8
88640	2,4	3,1
10080	2,2	2,2
11520	2,1	2,0
12960	1,9	1,9

Benodigde lengte meter

Beschikbare berging m^3
 Beschikbare berging mm

Ontwerp infiltratiekratten woningtype C

Variabelen:

Parameter	Waarde	Omschrijving
A_c	180	Aangesloten verhard oppervlak (m^2)
C_{gem}	0,87	Gemiddelde afvloeiingcoëfficiënt (-)
A_b	157	Afvoerend verhard oppervlak (m^2) = $A_c \cdot C_{gem}$
k	1,9	Verzadigde doorlatendheid bodem (m/d)
b	1,8	Beedte kratten (m)
h	0,8	Hoogte kratten (m)
n	0,95	Percentage holle ruimte

Berekeningsresultaat:

T = 10 (eens in de tien jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
5	330,0	1,4
15	197,8	2,5
30	127,8	3,2
45	94,8	3,6
60	75,8	3,8
90	55,0	4,0
120	43,3	4,1
180	31,8	4,4
240	25,3	4,5
300	21,1	4,6
360	18,1	4,5
480	14,3	4,5
600	12,0	4,5
720	10,3	4,3
840	9,1	4,3
960	8,2	4,2
1080	7,5	4,1
1200	6,9	4,0
1440	5,9	3,8
1680	5,3	3,6
1920	4,8	3,4
2160	4,4	3,3
2400	4,1	3,1
2640	3,8	3,0
2880	3,6	2,9
3360	3,2	2,7
3840	2,9	2,5
4320	2,7	2,3
5040	2,5	2,1
5760	2,3	1,9
7200	2,0	1,6
88640	1,8	1,7
10080	1,6	1,2
11520	1,5	1,1
12960	1,4	1,0

Benodigde lengte meter

Beschikbare berging m^3
 Beschikbare berging mm

T = 100 (eens in de honderd jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
5	486,7	2,1
15	298,9	3,8
30	192,2	4,9
45	141,9	5,3
60	112,5	5,6
90	80,9	5,9
120	62,9	6,0
180	45,8	6,4
240	36,4	6,6
300	30,1	6,6
360	25,6	6,5
480	20,2	6,5
600	16,8	6,4
720	14,3	6,2
840	12,7	6,1
960	11,4	6,0
1080	10,4	5,8
1200	9,5	5,7
1440	8,2	5,4
1680	7,3	5,1
1920	6,5	4,9
2160	6,0	4,7
2400	5,5	4,5
2640	5,2	4,4
2880	4,9	4,2
3360	4,4	3,9
3840	4,0	3,7
4320	3,7	3,5
5040	3,3	3,2
5760	3,1	3,0
7200	2,7	2,6
88640	2,4	2,8
10080	2,2	2,1
11520	2,1	1,9
12960	1,9	1,7

Benodigde lengte meter

Beschikbare berging m^3
 Beschikbare berging mm

Ontwerp infiltratiekratten woningtype D

Variabelen:

Parameter	Waarde	Omschrijving
A_c	210	Aangesloten verhard oppervlak (m ²)
C_{gem}	0,86	Gemiddelde afvloeiingcoëfficiënt (-)
A_b	181	Afvoerend verhard oppervlak (m ²) = $A_c * C_{gem}$
k	1,9	Verzadigde doorlatendheid bodem (m/d)
b	1,8	Beedte kratten (m)
h	0,8	Hoogte kratten (m)
n	0,95	Percentage holle ruimte

Berekeningsresultaat:

T = 10 (eens in de tien jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
5	330,0	1,6
15	197,8	2,9
30	127,8	3,7
45	94,8	4,1
60	75,8	4,3
90	55,0	4,6
120	43,3	4,8
180	31,8	5,1
240	25,3	5,2
300	21,1	5,3
360	18,1	5,3
480	14,3	5,3
600	12,0	5,2
720	10,3	5,1
840	9,1	5,0
960	8,2	4,9
1080	7,5	4,8
1200	6,9	4,7
1440	5,9	4,4
1680	5,3	4,2
1920	4,8	4,0
2160	4,4	3,9
2400	4,1	3,7
2640	3,8	3,6
2880	3,6	3,5
3360	3,2	3,2
3840	2,9	3,0
4320	2,7	2,8
5040	2,5	2,6
5760	2,3	2,4
7200	2,0	2,0
88640	1,8	2,1
10080	1,6	1,6
11520	1,5	1,4
12960	1,4	1,3

Benodigde lengte meter

Beschikbare berging m³
 Beschikbare berging mm

T = 100 (eens in de honderd jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
5	486,7	2,4
15	298,9	4,4
30	192,2	5,6
45	141,9	6,2
60	112,5	6,5
90	80,9	6,8
120	62,9	7,0
180	45,8	7,4
240	36,4	7,6
300	30,1	7,6
360	25,6	7,5
480	20,2	7,5
600	16,8	7,4
720	14,3	7,2
840	12,7	7,1
960	11,4	6,9
1080	10,4	6,8
1200	9,5	6,7
1440	8,2	6,3
1680	7,3	6,0
1920	6,5	5,8
2160	6,0	5,5
2400	5,5	5,3
2640	5,2	5,2
2880	4,9	5,0
3360	4,4	4,6
3840	4,0	4,4
4320	3,7	4,1
5040	3,3	3,8
5760	3,1	3,6
7200	2,7	3,1
88640	2,4	3,4
10080	2,2	2,6
11520	2,1	2,4
12960	1,9	2,2

Benodigde lengte meter

Beschikbare berging m³
 Beschikbare berging mm

Ontwerp infiltratiekratten woningtype E

Variabelen:

Parameter	Waarde	Omschrijving
A_c	285	Aangesloten verhard oppervlak (m ²)
C_{gem}	0,87	Gemiddelde afvloeiingcoëfficiënt (-)
A_b	248	Afvoerend verhard oppervlak (m ²) = $A_c * C_{gem}$
k	1,9	Verzadigde doorlatendheid bodem (m/d)
b	2,4	Beedte kratten (m)
h	0,8	Hoogte kratten (m)
n	0,95	Percentage holle ruimte

Berekeningsresultaat:

T = 10 (eens in de tien jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
5	330,0	1,7
15	197,8	3,0
30	127,8	3,8
45	94,8	4,2
60	75,8	4,5
90	55,0	4,8
120	43,3	5,0
180	31,8	5,4
240	25,3	5,5
300	21,1	5,6
360	18,1	5,6
480	14,3	5,7
600	12,0	5,7
720	10,3	5,6
840	9,1	5,5
960	8,2	5,5
1080	7,5	5,4
1200	6,9	5,3
1440	5,9	5,1
1680	5,3	4,9
1920	4,8	4,7
2160	4,4	4,6
2400	4,1	4,4
2640	3,8	4,3
2880	3,6	4,2
3360	3,2	3,9
3840	2,9	3,7
4320	2,7	3,5
5040	2,5	3,3
5760	2,3	3,0
7200	2,0	2,6
88640	1,8	3,0
10080	1,6	2,1
11520	1,5	1,9
12960	1,4	1,7

Benodigde lengte meter

Beschikbare berging m³
 Beschikbare berging mm

T = 100 (eens in de honderd jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
5	486,7	2,5
15	298,9	4,5
30	192,2	5,8
45	141,9	6,4
60	112,5	6,7
90	80,9	7,1
120	62,9	7,3
180	45,8	7,8
240	36,4	8,0
300	30,1	8,1
360	25,6	8,1
480	20,2	8,1
600	16,8	8,1
720	14,3	7,9
840	12,7	7,9
960	11,4	7,8
1080	10,4	7,7
1200	9,5	7,6
1440	8,2	7,2
1680	7,3	7,0
1920	6,5	6,8
2160	6,0	6,6
2400	5,5	6,4
2640	5,2	6,2
2880	4,9	6,0
3360	4,4	5,7
3840	4,0	5,4
4320	3,7	5,2
5040	3,3	4,8
5760	3,1	4,6
7200	2,7	4,1
88640	2,4	4,7
10080	2,2	3,4
11520	2,1	3,1
12960	1,9	2,9

Benodigde lengte meter

Beschikbare berging m³
 Beschikbare berging mm

Ontwerp infiltratieriool

Variabelen:

Parameter	Waarde	Omschrijving
A_c	2400	Aangesloten verhard oppervlak (m ²)
C_{gem}	0,83	Gemiddelde afvloeiingcoëfficiënt (-)
A_b	1990	Afvoerend verhard oppervlak (m ²) = $A_c \cdot C_{gem}$
k	0,000022	Verzadigde doorlatendheid bodem (m/s)
R	0,5	Diameter betonbuis
b	0,29	Beedte geschematiseerde krat (m)
h	0,68	Hoogte geschematiseerde krat (m)
n	1	Percentage holle ruimte

Berekeningsresultaat:

T = 10 (eens in de tien jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	lengte (m)
5	330,0	100
15	197,8	177
30	127,8	225
45	94,8	247
60	75,8	259
90	55,0	273
120	43,3	278
180	31,8	289
240	25,3	290
300	21,1	287
360	18,1	280
480	14,3	271
600	12,0	260
720	10,3	247
840	9,1	238
960	8,2	229
1080	7,5	220
1200	6,9	213
1440	5,9	197
1680	5,3	185
1920	4,8	175
2160	4,4	167
2400	4,1	159
2640	3,8	153
2880	3,6	147
3360	3,2	136
3840	2,9	128
4320	2,7	120
5040	2,5	112
5760	2,3	105
7200	2,0	94
88640	1,8	93
10080	1,6	80
11520	1,5	75
12960	1,4	71

Benodigde lengte meter

Beschikbare berging m³
 Beschikbare berging mm

T = 100 (eens in de honderd jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	lengte (m)
5	486,7	176
15	298,9	321
30	192,2	404
45	141,9	439
60	112,5	455
90	80,9	473
120	62,9	473
180	45,8	483
240	36,4	480
300	30,1	468
360	25,6	450
480	20,2	428
600	16,8	403
720	14,3	380
840	12,7	362
960	11,4	346
1080	10,4	330
1200	9,5	317
1440	8,2	290
1680	7,3	270
1920	6,5	253
2160	6,0	239
2400	5,5	227
2640	5,2	217
2880	4,9	208
3360	4,4	191
3840	4,0	179
4320	3,7	168
5040	3,3	156
5760	3,1	146
7200	2,7	129
88640	2,4	127
10080	2,2	110
11520	2,1	103
12960	1,9	98

Benodigde lengte meter

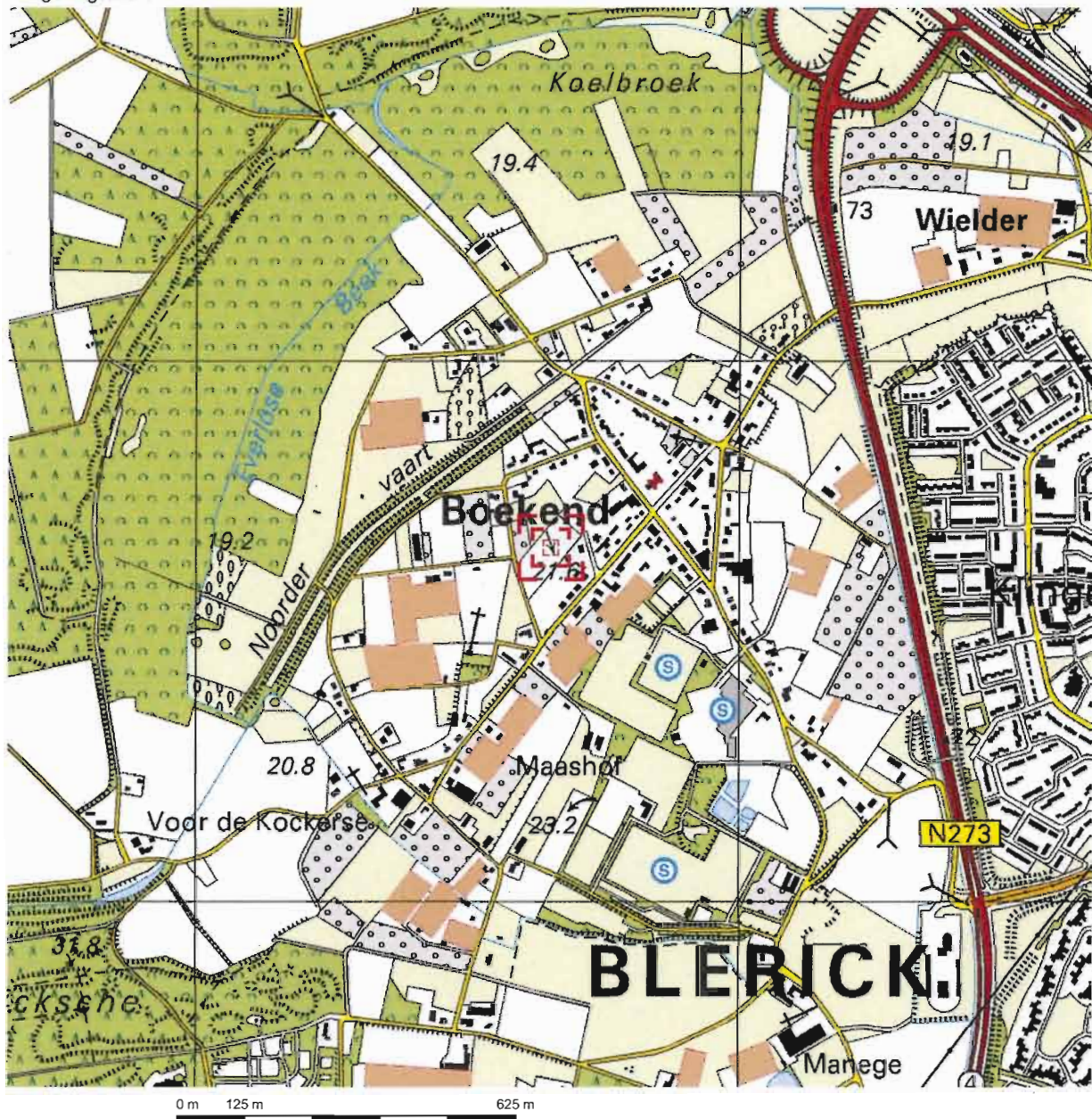
Beschikbare berging m³
 Beschikbare berging mm

BIJLAGE 5

Topografisch overzicht

Kadastrale kaart

Tekeningen



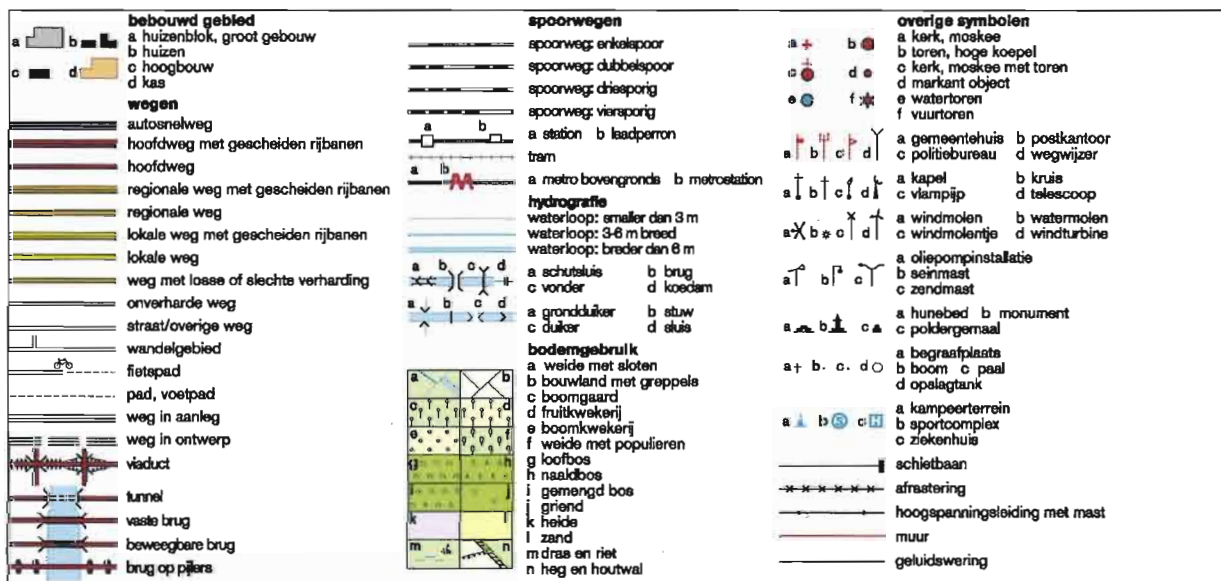
Deze kaart is noordgericht.

Schaal 1: 12500

Hier bevindt zich Kadastraal object VENLO N 2448

Bosweg, VENLO

© De auteursrechten en databankenrechten zijn voorbehouden aan de Topografische Dienst Kadaster.





0 m 10 m 50 m

Deze kaart is noordgericht

Schaal 1:1000

12345 Perceelnummer

Kadastrale gemeente

VENLO

25 Huisnummer

Sectie

N

Kadastrale grens

Perceel

2448

Voorlopige grens

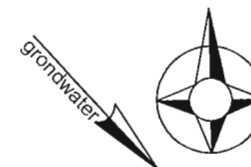
Bebouwing

Overige topografie

Voor een eensluitend uittreksel, Apeldoorn, 3 augustus 2011
De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

Aan dit uittreksel kunnen geen betrouwbare maten worden ontleend.
De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt zich de intellectuele
eigendomsrechten voor, waaronder het auteursrecht en het databankenrecht.





LEGENDA

- ⊕ Boring tot 0,5 m-mv
- ⊗ Boring tot 2,0 m-mv
- ⊕ Peilbuis
- 40 Huisnummer
- Onderzoekslocatie
- ===== Bebouwing (buitenmuur)
- ==== Perceelsgrens (Kadaster)

Locatie:			
Bosweg (ong.) te Boekend			
Type:			
Infiltratieonderzoek en -advies			
Omschrijving:			
Situatietekening met boorpunten			
Projectnr:		Bestandsnaam:	
11244502W		tek01 11244502W	
Formaat:	Getekend:	Datum:	Tekeningnr:
A3	WIS	12-09-2011	1
Schaal:	0m 10m 50m		
1 : 1000			
HMB B.V.			
Bezoekadres:		Vollaweg 8	
		5993 SE Maasbree	
Telefoon:		077 - 465 28 08	
E-mail:		info@hmbgroep.nl	
Internet:		www.hmbgroep.nl	





- LEGENDA
- Woningtype A
 - Woningtype B
 - Woningtype C
 - Woningtype D
 - Woningtype E

Locatie: Bosweg (ong.) te Boekend			
Type: Infiltratieonderzoek en -advies			
Omschrijving: Situatietekening met woningtypen			
Projectnr: 11244502W		Bestandsnaam: tek02 11244502W	
Formaat: A3	Getekend: WIS	Datum: 21-09-2011	Tekeningnr: 2
Schaal: 1 : 1000		0m 10m 50m	
HMB B.V.			
Bezoekadres: Vollaweg 8 5993 SE Maasbree 077 - 465 28 08 info@hmbgroep.nl www.hmbgroep.nl			