



**ORIËNTEREND DOORLATENDHEIDS-
ONDERZOEK EN AFKOPPELADVIES**

**Prins Bernhardstraat 38/Asterstraat (ong.)
Asten**

kenmerk HMB B.V.: 22253804W.3

LEVEN EN WERKEN MET LAND EN WATER





ASBEST
INVENTARISATIE



BODEMONDERZOEK/
BODEMSANERING



BODEMENERGIE
SYSTEMEN

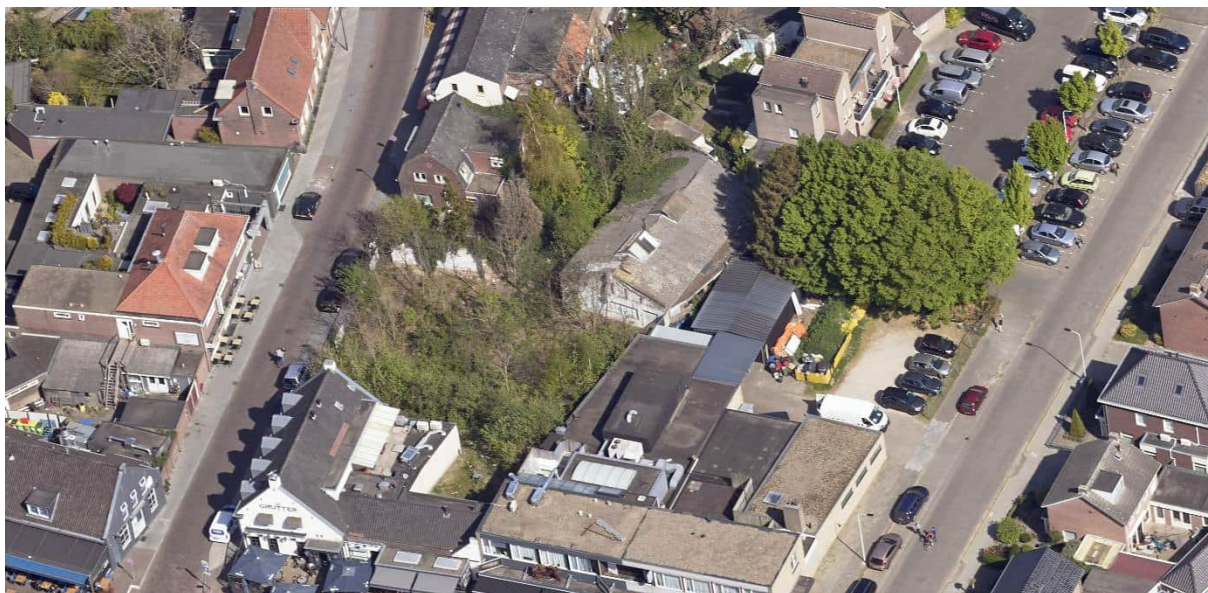


MECHANISCHE
GRONDBORINGEN

ORIËNTEREND DOORLATENDHEIDS- ONDERZOEK EN AFKOPPELADVIES

Prins Bernhardstraat 38/Asterstraat (ong.) Asten

kenmerk HMB B.V.: 22253804W.3



opdrachtgever: Cuppen Vastgoed & Ontwikkeling B.V. te Heeze

datum rapport: 14 november 2022

kenmerk: 22253804W.3

status: Definitief (tweede herziene versie)

uitgevoerd door: HMB B.V.

projectleider: John Peeters | j.peeters@hmbgroep.nl

rapporteur: John Peeters

autorisatie: Wilfred van der Sterren



INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
2	VOORONDERZOEK	5
3	ONDERZOEKSSTRATEGIE	7
4	VELDONDERZOEK	8
4.1	Uitvoering veldonderzoek	8
4.2	Resultaten veldonderzoek	8
5	KEUZE INFILTRATIEVOORZIENINGEN	10
5.1	Infiltratievoorzieningen	10
5.2	Afweging systemen	10
6	DIMENSIONERING INFILTRATIEVOORZIENINGEN	11
6.1	Uitgangspunten	11
6.2	Dimensioneringsmethode	11
6.2.1	Algemeen	11
6.2.2	Inloop hemelwater	12
6.2.3	Afvoer uit voorziening	12
6.2.4	Benodigde berging	13
6.2.5	Ledigingstijd	13
6.3	Dimensionering infiltratievoorziening(en)	14
6.3.1	Algemeen	14
6.3.2	Variant 1 (doorlatende straatverharding)	14
6.3.3	Variant 2 (infiltratiegreppel en doorlatende straatverharding)	15
6.3.4	Variant 3 (infiltratiekratten)	17
6.3.5	Afkoppeladvies	18

BIJLAGEN

1	Uittreksel kadastrale kaart en situatietekeningen (met toekomstige terreininrichting)
2	Boorprofielen en legenda
3	Berekening doorlatendheden
4	Dimensionering infiltratievoorzieningen

1 INLEIDING

In opdracht van Cuppen Vastgoed & Ontwikkeling B.V. te Heeze is door HMB B.V. in juli 2022 een oriënterend doorlatendheidsonderzoek uitgevoerd en een afkoppeladvies opgesteld. De onderzoekslocatie bevindt zich aan de Prins Bernhardstraat 38 en de Asterstraat – ten noorden van de Logtenstraat 3, 3a, 5 en 5a – te Asten.

Aanleiding

Aanleiding tot het uitvoeren van het onderzoek is de voorgenomen nieuwbouw van vier appartementen met parkeerplaatsen en in het kader hiervan de aanleg van een infiltratievoorziening.

Doelstelling

De doelstellingen van het onderzoek zijn als volgt:

- het vaststellen van de bodemopbouw en de bodemsamenstelling ter plaatse van de geplande infiltratievoorziening;
- inzicht verkrijgen in de doorlatendheid van de bodem;
- het maken van een afweging tussen verschillende types infiltratievoorzieningen;
- het berekenen van de vereiste dimensionering van het infiltratiesysteem.

Indeling rapport

In de rapportage worden de uitvoering en resultaten van het onderzoek besproken. Op de volgende pagina's geven wij de resultaten van het vooronderzoek, het oriënterend doorlatendheidsonderzoek en het afkoppeladvies weer.

Verantwoording

Dit onderzoek is uitgevoerd met de grootst mogelijke nauwkeurigheid en conform de daarvoor opgestelde normen en richtlijnen¹. Desondanks dient opgemerkt te worden dat een doorlatendheidsonderzoek slechts bestaat uit een steekproef, waarbij een relatief gering aantal boringen en metingen worden uitgevoerd. Het kan niet geheel uitgesloten worden 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.

¹ De gebruikte normen en richtlijnen zijn in de navolgende hoofdstukken weergegeven

2 VOORONDERZOEK

Algemeen

In het kader van de uitvoering van het vooronderzoek zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- het verwerken van de door de opdrachtgever verstrekte gegevens;
- het bepalen van de regionale bodemopbouw;
- de Grondwaterkaart van Nederland, de Bodemkaart van Nederland en/of het DINOloket;
- het visueel inspecteren van de onderzoekslocatie en de omgeving.

Enkele (topografische) gegevens van de onderzoekslocatie zijn weergegeven in tabel 1.

Tabel 1 Topografische en algemene gegevens locatie

Algemeen	
Adres onderzoekslocatie	Prins Bernhardstraat 38 Asten
Gemeente	Asten
Kadastrale aanduiding	Gemeente Asten, sectie C, percelen 4934, 5058 en 5059
Oppervlakte	1.590 m ²
X-coördinaat	180.050
Y-coördinaat	379.726

Een uittreksel kadastrale kaart is opgenomen in bijlage 6.

Huidige gebruik

De onderzoekslocatie betreft een terrein gelegen tussen de Prins Bernhardstraat en de Asterstraat. Op het terrein zijn een tweetal loodsen/schuren aanwezig. De loods op het terrein aan de Prins Bernhardstraat betreft een vervallen loods welke niet meer in gebruik is. De schuur aan de Asterstraat wordt gebruikt voor de opslag van materialen (onder andere emballage). Voor zover bekend vindt/vond geen opslag van milieugevaarlijke stoffen plaats.

Het buitenterrein aan de Prins Bernhardstraat ligt grotendeels braak en is wild begroeid met vegetatie. Het buitenterrein ten oosten van de schuur aan de Asterstraat is in gebruik als parkeerterrein en is voorzien van een (puinhoudende) halfverharding.

Toekomstig gebruik

Het voornemen is ter plaatse van de onderzoekslocatie nieuwbouw van twaalf studio's/appartementen met bergingen en parkeerplaatsen te realiseren.

Bodemopbouw en geohydrologie

De locatie ligt globaal op 25,5 à 26,5 m+NAP.

Voor het bepalen van de bodemopbouw en geohydrologische situatie zijn gegevens uit de Grondwaterkaart van Nederland geraadpleegd en/of het DINOloket geïnterpreteerd en verwerkt. In tabel 3 is de geohydrologische indeling van de bodem tot 100 m-mv schematisch weergegeven.

Tabel 2 Bodemopbouw en geohydrologische situatie

Formatie	Diepte (m-mv)	Samenstelling
Formatie van Boxtel	0 – 23	Midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind
Formatie van Beegden	23 – 39	Grof zand, grind en midden zand, met weinig zandige klei en fijn zand, een spoor klei en kans op stenen, keien en blokken
Formatie van Sterksel	39 – 76	Grof en midden zand, met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei
Formatie van Stramproy	76 – >100	Zandige klei, klei en midden zand, met weinig veen, fijn en grof zand en een spoor bruinkool/midden, fijn en grof zand, met weinig klei en zandige klei en een spoor veen, bruinkool en grind

Op basis van het isohypsenpatroon van de grondwaterkaart wordt aangenomen dat de stromingsrichting van het freatisch grondwater noordwestelijk gericht is.

De onderzoekslocatie is niet gelegen in een grondwaterbeschermings- of grondwaterwingebied.

Ten behoeve van de bepaling van de fluctuatie van de grondwaterstand ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn gegevens opgevraagd bij DINOloket. De dichtstbijzijnde peilputten (peilputten B51H0008 en B52C0309) bevinden zich respectievelijk circa 0,5 kilometer ten westen en ongeveer 0,6 kilometer ten noordoosten van de onderzoekslocatie. De maaiveldhoogte ter plaatse van de betreffende peilputten, de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de betreffende peilputten is weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 Maaiveldhoogte, GHG en GLG peilputten DINOloket

Peilput	Maaiveld (m+NAP)	GHG (m+NAP)	GLG (m+NAP)
B51H0008	27,23	23,41	22,33
B52C0309	24,05	23,55	22,47

3 ONDERZOEKSSTRATEGIE

Het oriënterend doorlatendheidsonderzoek is gebaseerd op het gestelde in de module C2510. In tabel 4 is de gehanteerde onderzoeksstrategie weergegeven uitgaande van een oppervlakte van circa 1.590 m² en een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) ondieper dan 1,5 m-mv (meter minus maaiveld).

Tabel 4 Onderzoeksstrategie

Boringen (tot 1,0 m-gws)	Afwerken tot peilbuis	Doorlatendheidsmetingen	Korrelverdelingsanalyses
4	1	4	-*

m-gws meter minus grondwaterstand

* in afwijking van de module C2510 worden geen korrelverdelingsanalyses uitgevoerd

4 VELDONDERZOEK

4.1 Uitvoering veldonderzoek

Het veldwerk is uitgevoerd op 4 juli 2022. De boringen zijn uitgevoerd met een edelmanboor met een diameter van 7 centimeter. Het opgeboorde materiaal is beschreven conform NEN 5104 ten behoeve van profielbeschrijvingen.

Verdeeld over de onderzoekslocatie zijn in totaal zestien boringen² verricht waarvan vijf boringen (boring A1, A03, A06, A08 en A11) zijn verricht tot een diepte van 1,0 meter minus maaiveld). Eén boring is doorgezet en afgewerkt als peilbuis. De verrichte boringen en de geplaatste peilbuis zijn gecodeerd als nummer A01 t/m A13, B01, B02 en B03, .

Ter bepaling van de doorlatendheid van de bodem boven de grondwaterspiegel zijn ter plaatse van drie boringen (boring A06, A08 en A11) 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 3 is de berekening van de doorlatendheid per boring opgenomen.

Ter bepaling van de doorlatendheid van de bodem onder de grondwaterspiegel is ter plaatse van één boring c.q. peilbuis (peilbuis PBA01) een doorlatendheidsmeting verricht door middel van de piëzometermethode. Hierbij wordt het water uit een peilbuis gepompt en wordt de stijging van de waterstand in de peilbuis gemeten. De snelheid waarmee de waterstand in de peilbuis stijgt, is een maat voor de doorlatendheid.

De situering van de boringen is aangegeven op de situatietekening in bijlage 1.

4.2 Resultaten veldonderzoek

Bodemopbouw

In bijlage 2 is van elke boring een boorprofiel opgenomen. De globale bodemopbouw van de locatie is in tabel 5 omschreven.

Tabel 5 Globale bodemopbouw

Traject (m-mv)	Lithologische beschrijving
0 – 4,0	Zand, matig fijn, zwak siltig met plaatselijk een zwak tot matig humeuze bijmenging

m-mv = meter minus maaiveld

Grondwaterstand

De actuele grondwaterstand is 2,32 m-mv (11 juli 2022).

Er zijn geen hydromorfe kenmerken waargenomen die een indicatie geven van de (historische) grondwaterfluctuatie ter plaatse.

² De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd in combinatie met een verkennend (bodem)onderzoek (asbest) (HMB B.V., kenmerk: 22253804W) waardoor meer boringen zijn verricht dan opgenomen in de vooraf opgestelde onderzoeksstrategie

Uitgaande van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) betreft de op 11 juli 2022 gemeten grondwaterstand een grondwaterstand van circa 23,4 m+NAP. Uitgaande van de gemeten grondwaterstand en gegevens afkomstig van DINOloket bevinden de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) zich op respectievelijk 24,1 en 23,1 m+NAP.

Zintuiglijke waarnemingen

Bij de uitvoering van het veldwerk zijn ter plekke van enkele boringen sporen tot matige hoeveelheden baksteenresten, ijzerresten en/of kolengruis aangetroffen. Daarnaast is ter plaatse van de boringen A02 en A12 een halfverharding van puingranulaat aangetroffen en ter plaatse van boring B02 is op 0,1 m-mv een laag beton/tegels aangetroffen. De betreffende boring is op de betreffende diepte gestaakt. Voor een overzicht van de zintuiglijke waarnemingen wordt verwezen naar tabel 6.

Tabel 6 Zintuiglijk waarnemingen

Boring	Traject (m-mv)	Zintuiglijke waarnemingen
A02	0 – 0,1*	Puingranulaat*
	1,2 – 1,5	Sterk ijzerhoudend
A10	0,2 – 0,4	Zwak baksteen- en zwak ijzerhoudend
A11	0,05 – 0,8	Matig baksteenhoudend
	0,8 – 1,0	Matig kolengruishoudend
	1,0 – 1,3	Sporen baksteen
A12	0 – 0,1*	Puingranulaat*
B02	0,1**	Beton/tegels

* Bodemvreemde laag c.q. halfverhardingslaag (>50% bodemvreemd materiaal)

** Einddiepte boring

Doorlatendheidsmetingen

In bijlage 3 is de uitwerking van de doorlatendheidsmetingen opgenomen. Tabel 7 geeft een overzicht van de door middel van de constant head-methode gemeten doorlatendheden van de bodem (k-waarden).

Tabel 7 Berekenende doorlatendheden

Boring	Bodemlaag (m-mv)	Lithologische beschrijving	Berekenende doorlatendheid (m/d)
A01	3,0 – 4,0	Zand, matig fijn, zwak siltig	0,7
A06	0,5 – 1,0	Zand, matig fijn, zwak siltig	3,1 (3,1/3,1/3,1)*
A08	1,0 – 1,5	Zand, matig fijn, zwak siltig	2,8 (3,0/2,8/2,7/2,7)*
A11	1,3 – 1,8	Zand, matig fijn, zwak siltig	1,2 (1,2/1,2)*

* Ter plaatse van de boringen A06, A08 en A11 is de doorlatendheidsmeting in meervoud uitgevoerd. De berekenende doorlatendheden van de afzonderlijke metingen zijn tussen haakjes weergegeven.

Uit de doorlatendheidsmetingen blijkt dat de doorlatendheid van de bodem ter plaatse van de onderzoekslocatie varieert van 0,7 tot 2,1 m/d. De gemiddelde doorlatendheid van het zwak siltig, matig fijn zand bedraagt 2,0 m/d.

De doorlatendheid van de bodem ter plaatse van de onderzoekslocatie kan als 'goed' worden geclassificeerd.

5 KEUZE INFILTRATIEVOORZIENINGEN

5.1 Infiltratievoorzieningen

Voor de infiltratie van (hemel)water zijn de onderstaande mogelijkheden beschikbaar.

- Infiltratie via het verhard oppervlak:
 - halfverhardingen;
 - elementenverhardingen;
 - (cunet)berging;
 - doorlatende straatverharding;
 - hemelwaterberging onder de weg.
- Infiltratie via het onverhard oppervlak:
 - infiltratieveld;
 - infiltratiebassin;
 - infiltratiegreppel.
- Ondergrondse infiltratie:
 - infiltratieput;
 - infiltratiekolk;
 - infiltratiekoffer;
 - infiltratiekratten;
 - infiltratieriool.
- Combinatie oppervlakte en ondergrondse infiltratie:
 - wadi.

Naast bovenstaande infiltratievoorzieningen kan gebruik worden gemaakt van waterretentiedaken om (extra) hemelwater te bergen.

5.2 Afweging systemen

De onderzoekslocatie wordt grotendeels bebouwd (appartementencomplex en bergingen) of ingericht als parkeerterrein waardoor onvoldoende oppervlakte beschikbaar is voor volledige infiltratie via onverhard oppervlak. Uit de eisen van de gemeente Asten (zie paragraaf 6.1) blijkt dat de werking van een infiltratievoorziening controleerbaar (zichtbaar en toegankelijk) moet zijn. In overleg met de opdrachtgever is besloten drie varianten te bekijken.

Variant 1

Infiltratie van het (hemel)water afkomstig van het appartementencomplex, de bergingen en het verhard oppervlak via een doorlatende straatverharding ter plaatse van het parkeerterrein en de in- en uitritten.

Variant 2

Infiltratie van het (hemel)water afkomstig van het appartementencomplex via een infiltratiegreppel ten noorden van het appartementencomplex en infiltratie van het (hemel)water afkomstig van de bergingen en het verhard oppervlak door middel van een doorlatende straatverharding ter plaatse van het parkeerterrein en de in- en uitritten.

Variant 3

Infiltratie van het (hemel)water afkomstig van het appartementencomplex, de bergingen en het verhard oppervlak via infiltratiekratten via infiltratiekratten ter plaatse van het parkeerterrein.

6 DIMENSIONERING INFILTRATIEVOORZIENINGEN

6.1 Uitgangspunten

Op basis van het bestemmingsplan 'Asten Verzamelplan 2019-2, artikel 1.2' en het 'gemeentelijk rioleringsplan Asten 2021-2025', dient bij nieuwbouw, herbouw, bouwen van bijgebouwen ($>40\text{m}^2$) en aanbouwen ($>90\text{m}^2$) een hemelwaterbergingsvoorziening binnen de ontwikkeling gerealiseerd te worden. De voorziening moet aan de volgende eisen voldoen:

- controleerbaar op werking (dus zichtbaar of toegankelijk);
- mogelijkheid tot reinigen, inspectie en onderhoud;
- de afvoer uit een voorziening naar oppervlaktewater of riolering mag maximaal 2 l/s/ha zijn;
- de voorziening moet binnen 5 dagen leeggelopen zijn (bij maximaal 2 mm neerslag per etmaal) door afvoer en/of infiltratie in de bodem;
- de bodem van de voorziening ligt boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG);
- de verwerking van het hemelwater moet altijd zodanig ontworpen worden dat het bijdraagt aan het verminderen van piekafvoeren en niet leidt tot wateroverlast;
- de waterbergingsvoorziening moet 60 mm per m^2 verhard oppervlak (dak en verharding) kunnen bergen, oftewel 60 liter per m^2 verhard oppervlak. Hierbij worden groene daken niet gezien als verhard oppervlak en halfverharding wordt wel gezien als verhard oppervlak, tenzij aangetoond wordt (inclusief aanleg- en onderhoudsvereisten) dat de halfverharding ook op lange termijn gedeeltelijk als onverhard functioneert;
- het aan te leggen systeem dient te worden getoetst op geen water op straat bij bui08 (Stichting RIONED) in bestaande situaties en 20cm waking bij bui09 en geen waterschade bij de standaard neerslaggebeurtenissen voor de stresstest (T=100, 70mm in 1 uur, T=250, 90mm in 1 uur en T=1000, 160mm in 2 uur) in nieuwe situaties;
- de aanwezigheid van een overloopvoorziening (indien mogelijk bovengronds) voor de afvoer van water bij hevige buien als de voorziening vol is, is zo ontworpen dat deze wateroverlast voorkomt;
- bij grootschalige ontwikkelingen dient een collectieve voorziening in de openbare ruimte gerealiseerd te worden.

6.2 Dimensioneringsmethode

6.2.1 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.

6.2.2 Inloop hemelwater

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

De toevoer naar de voorziening wordt in het algemeen berekend als:

$$Q_r = A_c \cdot y \cdot i_{t;T} \cdot 10^{-7} \cdot t \quad [6.1]$$

waarin:

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

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

$$y_{gem} = (y_1 \cdot A_1 + y_2 \cdot A_2 + \dots + y_n \cdot A_n) / (A_1 + A_2 + \dots + A_n) \quad [6.2]$$

6.2.3 Afvoer uit voorziening

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

$$q = k \cdot I \cdot A \quad [6.3]$$

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 ($k_{onverz} \approx k_{verz} \cdot 0,5$).

De afvoer uit de voorziening wordt berekend als:

$$Q_i = A \cdot k_{\text{reken}} \cdot t \quad [6.4]$$

$$k_{\text{reken}} = 0,5 \cdot k_{\text{verzadigd}} \quad [6.5]$$

waarin:

Q_i	: infiltratiehoeveelheid	(m ³)
A	: bijdragend infiltratieoppervlak van de voorziening	(m ²)
k_{reken}	: rekenwaarde doorlatendheid bodem	(m/s)
t	: tijd	(s)

6.2.4 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:

$$V_b = 1,25 \cdot [\text{maximum } (Q_r - Q_i)] \quad [6.6]$$

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.

6.2.5 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.

6.3 Dimensionering infiltratievoorziening(en)

6.3.1 Algemeen

Op basis van de door de opdrachtgever verstrekte gegevens (zie situatietekening met toekomstige terreininrichting (voorlopig ontwerp) in bijlage 1) is het aangesloten oppervlak, de (gemiddelde) afvloeingscoëfficiënt en het gereduceerd oppervlak bepaald. Tabel 8 geeft een overzicht van het aangesloten oppervlak, de afvloeingscoëfficiënt en het gereduceerde oppervlak dat wordt aangesloten op de doorlatende straatverharding.

Tabel 8 Aangesloten oppervlak/gereduceerd oppervlak

Type oppervlak	Aangesloten oppervlak A_c (m ²)	Afvloeingscoëfficiënt	Gereduceerd oppervlak A_b (m ²)
Plat dak (appartementencomplex)	315	0,85	268
Plat dak (bergingen)	74	0,85	63
Bestrating (parkeerplaatsen)	522	0,80	418

Voor de berekening van de hoeveelheid instromend hemelwater is gebruik gemaakt van de in tabel 8 vermelde gegevens en de regenduurlijnen afkomstig uit het STOWA-rapport 2019-19³.

6.3.2 Variant 1 (doorlatende straatverharding)

Doorlatende straatverharding

Bij een doorlatende verharding wordt alleen het 'bodemoppervlak' als infiltrerend oppervlak meegenomen. Berging van hemelwater onder een verhard oppervlak is mogelijk door toepassing van een poreus cunet onder de verharding door middel van grof granulaat. Als het cunet moet functioneren als waterberging moet het goed doorlatend zijn en moet het een zeker waterbergend vermogen hebben. Die waterberging wordt verkregen door een cunet aan te leggen met een granulaat van hard steen of door toepassing van een kunststof holle berging onder de verharding.

Vanwege het relatief grote oppervlak van een doorlatende straatverharding moet bij het aangesloten verharde oppervlak van de voorziening ook het oppervlak van de voorziening zelf meegenomen worden. Daarmee wordt de toevoer naar de infiltratievoorziening:

$$Q_r = (A_c + A_i) \cdot \gamma \cdot i_{t,T} \cdot 10^{-7} \cdot t \quad [6.7]$$

³ Neerslagstatistiek en -reeksen voor het waterbeheer 2019

waarin:

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

Uit de eisen van door de gemeente Asten blijkt dat de infiltratievoorziening 60 mm per m² verhard oppervlak (dak en verharding) moet kunnen bergen. Uitgaande van een totale aangesloten oppervlakte van 911 m² (= 389 m² (dak) + 522 m² (verharding)) dient ongeveer 55 m³ (hemel)water geborgen te worden ter plaatse van de verharding. Dit komt overeen met een waterlaag van ruim 10 centimeter. Uitgaande van een effectieve porositeit van variërend van 25% tot 40% dient onder de bestrating minimaal een 26 à 42 centimeter dikke waterbergende laag aangebracht te worden. Tabel 9 geeft een overzicht van de dikte van de waterbergende laag bij diverse materialen.

Tabel 9 Dikte waterbergende laag

Oppervlakte doorlatende bestrating (m ²)	Materiaal	Effectieve porositeit (%)	Dikte waterbergende laag (cm)
560	Grof grind	40	26
	Fijn grind	30	35
	Grof zand	25	42

Om inzicht te krijgen in het effect van buien welke één keer in de 100, 250 en 1.000 jaar voorkomen zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd. Uitgaande van de in voorliggend afkoppeladvies gehanteerde berekeningsmethode en/of de door de gemeente Asten gehanteerde maatgevende buien zou de voorgestelde dikte van de waterbergende laag onder de doorlatende straatverharding een bui welke één keer in de 100 en 250 jaar voorkomt, kunnen verwerken. Bij een bui welke één keer in de 1.000 jaar voorkomen zou zich op de doorlatende straatverharding een circa 2 centimeter diepe waterlaag vormen. Hierbij kan opgemerkt worden dat het voornemen is de driehoekige groenvoorziening tussen het appartementencomplex en de bergingen verlaagd aan te leggen waardoor hier extra (hemel)water kan worden geborgen en infiltreren.

De ledigingstijd van de infiltratievoorziening c.q. de waterbergende laag onder de doorlatende verharding bedraagt – bij volledige vulling – ruim 1 uur. Gezien de korte ledigingstijd wordt geadviseerd een reinigingslaag om de voorziening aan te leggen die een kleinere doorlatendheid heeft.

6.3.3 Variant 2 (infiltratiegreppel en doorlatende straatverharding)

Infiltratiegreppel (appartementencomplex)

Bij een infiltratiegreppel worden, vanwege de grote diepte van de greppel, naast de bodem ook de zijwanden als infiltrerend oppervlak meegenomen. Daardoor moet bij de dimensionering de geometrie van de greppel bekend zijn. De helling van de wanden zal hoofzakelijk worden bepaald door de maximale toegestane helling van het materiaal. Het oppervlak van de bodem is:

$$A_b = L \cdot b \quad [6.8]$$

Het oppervlak van de wanden is:

$$A_w = 2 \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{(1 + m^2)} \quad [6.9]$$

Het infiltrerend oppervlak is :

$$A_i = A_b + A_w/2 = L \cdot b + L \cdot h \cdot \sqrt{(1 + m^2)} \quad [6.10]$$

waarin:

A_b	: oppervlak bodem	(m ²)
A_w	: oppervlak wanden	(m ²)
A_i	: infiltrerend oppervlak	(m ²)
L	: lengte greppel	(m)
b	: bodem breedte	(m)
m	: talud helling ($h_{\text{taal}}:V_{\text{caal}}$) m:1	(m)
h	: diepte van de greppel	(m)

Uitgaande van de eisen van de gemeente Asten en een aangesloten oppervlakte – dak appartementencomplex – van 315 m² dient circa 19 m³ (hemel)water geborgen te worden in de infiltratiegreppel. Voorgesteld wordt een infiltratiegreppel met de in tabel 10 weergegeven afmetingen aan te leggen.

Tabel 10 Voorstel aan te leggen infiltratiegreppel

Lengte greppel (m)	Bodem breedte (m)	Diepte (m)	Taluds
13	0,5	1,0	1:1

Om inzicht te krijgen in het effect van buien welke één keer in de 100, 250 en 1.000 jaar voorkomen zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd. Uitgaande van de in voorliggend afkoppeladvies gehanteerde berekeningsmethode en/of de door de gemeente Asten gehanteerde maatgevende buien zou de voorgestelde infiltratiegreppel respectievelijk circa 2, 8 en 25 m³ (hemel)water niet kunnen verwerken. Geadviseerd wordt een overstort naar de doorlatende straatverharding aan te leggen waar het (hemel)water (deels) kan infiltreren. Hierbij kan opgemerkt worden dat het voornemen is de driehoekige groenvoorziening tussen het appartementencomplex en de bergingen verlaagd aan te leggen waardoor hier extra (hemel)water kan worden geboren en infiltreren.

De ledigingstijd van de infiltratievoorziening c.q. de infiltratiegreppel bedraagt – bij volledige vulling – 9 à 10 uur.

Doorlatende straatverharding

Uitgaande van een totale oppervlakte van 596 m² dient circa 36 m³ (hemel)water geborgen te worden ter plaatse van de verharding. Dit komt overeen met een waterlaag van 7 centimeter. Uitgaande van een effectieve porositeit van variërend van 25% tot 40% dient onder de bestrating minimaal een 17 à 27 centimeter dikke waterbergende laag aangebracht te worden. Tabel 11 geeft een overzicht van de dikte van de waterbergende laag bij diverse materialen.

Tabel 11 Dikte waterbergende laag

Oppervlakte doorlatende bestrating (m ²)	Materiaal	Effectieve porositeit (%)	Dikte waterbergende laag (cm)
522	Grof grind	40	17
	Fijn grind	30	23
	Grof zand	25	27

Om inzicht te krijgen in het effect van buien welke één keer in de 100, 250 en 1.000 jaar voorkomen zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd. Uitgaande van de in voorliggend afkoppeladvies gehanteerde berekeningsmethode en/of de door de gemeente Asten gehanteerde maatgevende buien zou de voorgestelde dikte van de waterbergende laag onder de doorlatende straatverharding een bui welke één keer in de 100, 250 en 1.000 jaar voorkomt kunnen verwerken.

De ledigingstijd van de infiltratievoorziening bij volledige vulling bedraagt minder dan 1 uur. Gezien de korte ledigingstijd wordt geadviseerd een reinigingslaag om de voorziening aan te leggen die een kleinere doorlatendheid heeft.

6.3.4 Variant 3 (infiltratiekratten)

Infiltratiekratten

Uitgaande van een totale aangesloten oppervlakte van 911 m² (= 389 m² (dak) + 522 m² (verharding)) dient circa 55 m³ (hemel)water geborgen te worden in de infiltratiekratten.

Voor de dimensionering is uitgegaan van infiltratiekratten met standaard afmetingen van 0,8 x 0,8 x 0,4 centimeter (lengte x breedte x hoogte). Aangezien infiltratiekratten het meest effectief zijn bij een zo groot mogelijk wandoppervlak is er voor gekozen om voor de breedte uit te gaan van 0,8 meter en een diepte ligging van 0,5 tot 1,7 m-mv. De totale lengte dient dan 57,6 meter te bedragen. De voorgestelde afmetingen zijn weergegeven in tabel 12. Hierbij kan opgemerkt worden dat de infiltratiekratten kunnen worden aangelegd in één of meerdere stroken. Indien wordt gekozen voor meerdere stroken dient de onderlinge afstand voldoende groot te zijn (tussenafstand minimaal 1 maal de hoogte van de voorziening).

Tabel 12 Voorstel aan te leggen infiltratiekratten

Infiltratievoorziening	Lengte (m)	Breedte (m)	Hoogte (m)	Diepteligging (m-mv)
Infiltratiekratten	57,6	0,8	1,2	0,5 – 1,7

Om inzicht te krijgen in het effect van buien welke één keer in de 100, 250 en 1.000 jaar voorkomen zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd. Uitgaande van de in voorliggend afkoppeladvies gehanteerde berekeningsmethode en/of de door de gemeente Asten gehanteerde maatgevende buien zouden de voorgestelde infiltratiekratten respectievelijk circa 3, 19 en 62 m³ (hemel)water niet kunnen verwerken. Geadviseerd wordt één of meerdere overstorten naar het parkeerterrein en de groenvoorzieningen aan te leggen. Hierbij kan opgemerkt worden dat het voornemen is de driehoekige groenvoorziening tussen het appartementencomplex en de bergingen verlaagd aan te leggen waardoor hier extra (hemel)water kan worden geborgen en infiltreren.

De ledigingstijd van de infiltratiekratten bedraagt – bij volledige vulling – circa 19 uur.

6.3.5 Afkoppeladvies

Ten tijde van het opstellen van het voorliggend afkoppeladvies is de exacte toekomstige inrichting van het buitenterrein nog niet definitief. Op basis van het voorlopige ontwerp dat is gebruikt voor het voorliggend advies is de toepassing van een doorlatende straatverharding voor het infiltreren van het (hemel)water afkomstig van het appartementencomplex, de bergingen en het parkeerterrein het meest efficiënt.

Op basis van het definitieve ontwerp zal een definitieve keus worden gemaakt voor één of meerdere infiltratievoorzieningen.

Bijlage | 1

Uittreksel kadastrale kaart
Situatietekeningen (met toekomstige terreininrichting)



12345

25

Deze kaart is noordgericht

Perceelnummer

Huisnummer

Vastgestelde kadastrale grens

Voorlopige kadastrale grens

Administratieve kadastrale grens

Bebouwing

Overige topografie

Voor een eensluitend uittreksel, geleverd op 20 september 2019

De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

Schaal 1:500

Kadastrale gemeente

Perceel

Asten

C

3357

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.



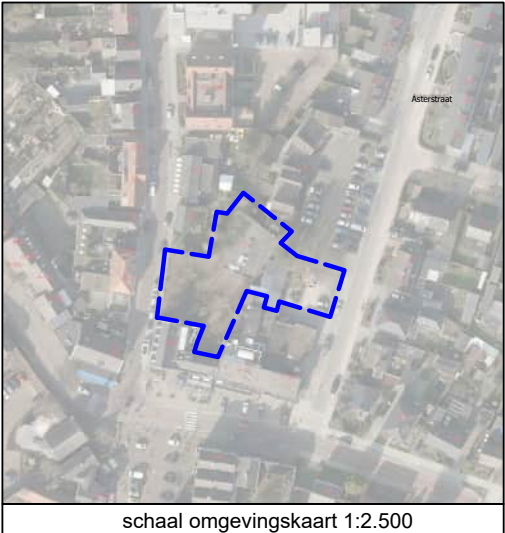
Kengetallen (circa)

Kavelgrootte	1122	m ²
Bebouwd	389	m ²
Verhard/bestraat	522	m ²
Onverhard/groen	211	m ²
BVO	882	ml
Inhoud	2750	m ³
Aantal parkeerplaatsen	17 (+3)	stuks

Situatie (voorlopig ontwerp)

Schaal

1:200



LEGENDA

- Boring tot 0,5 m-mv
- Boring tot 0,8 m-mv
- Boring tot 2,0 m-mv
- ⊕ Peilbuis
- ⊗ Proefgat (0,3x0,3x0,5 m-mv)
- ⊗ Proefgat (0,3x0,3x0,2 m-mv)
- 25 Huisnummer
- Onderzoeklocatie
- Bebouwing (buitenmuur)
- Perceelsgrens (Kadaster)
- Topografie
- Begrenzing water
- ⊗ Puinhoudende halfverharding

Projectnaam: Prins Bernhardstraat 38/Asterstraat (ong.) te Asten				
Type: Oriënterend doorlatendheidsonderzoek en afkoppeladvies				
Omschrijving: Situatietekening				
Projectnr: 22253804W		Bestandsnaam: TEK01_22253804W		
Formaat: A3	Getekend: JP	Datum: 18-07-2022	Tekeningnr: 1	Versie: Definitief
Schaal: 1:300		0m 3m 15m		

HMB B.V.

Bezoekadres: Voltaweg 8
5993 SE Maasbree
Telefoon: 077 - 465 28 08
E-mail: info@hmbgroep.nl
Internet: www.hmbgroep.nl



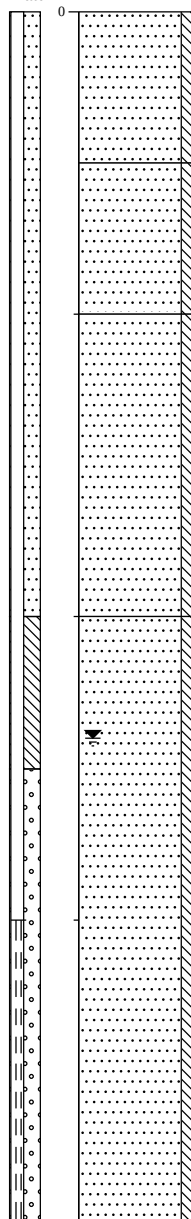
Bijlage | 2

Boorprofielen en legenda

Boring:

A01

Datum: 4-7-2022

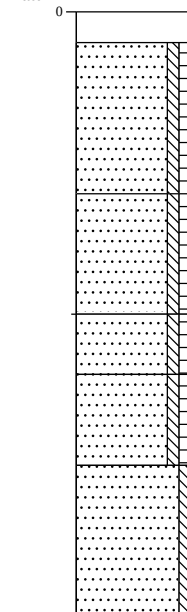


0	braak
	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal geelbruin, Edelmanboor
50	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal bruingeel, Edelmanboor
100	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgeel, Edelmanboor
200	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalbruin, Edelmanboor
400	

Boring:

A02

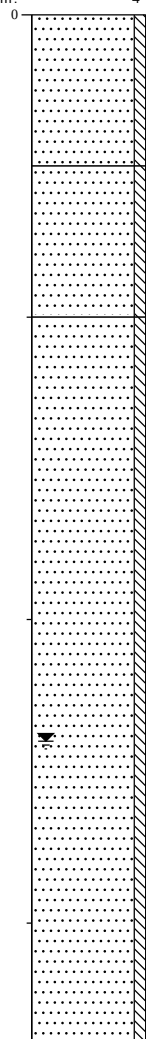
Datum: 4-7-2022



0	verharding
10	Volledig puingranulaat, lichtbruin, Graven, Puintotaal: 90%, >20mm: 40%, geen avm, vocht 5%
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor
60	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor
100	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donker geelbruin, Edelmanboor
120	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sterk ijzerhoudend, donkerbruin, Edelmanboor, Met name spijkers.
150	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, licht geelbruin, Edelmanboor
200	

Boring: A03

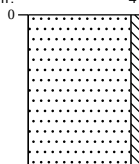
Datum: 4-7-2022



0	bosgrond
	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal geelbruin, Graven
50	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal geelbruin, Edelmanboor
100	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal geel, Edelmanboor
340	

Boring: A04

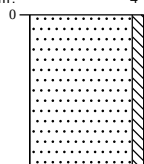
Datum: 4-7-2022



0	braak
	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgeel, Graven
50	

Boring: A05

Datum: 4-7-2022



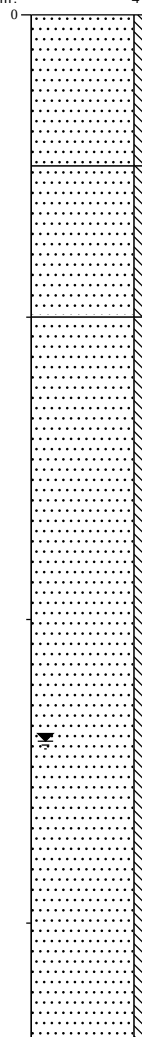
0 bosgrond

Zand, matig fijn, zwak
siltig, neutraal geelbruin,
Graven

50

Boring: A06

Datum: 4-7-2022



0 bosgrond

Zand, matig fijn, zwak
siltig, neutraal geelbruin,
Graven

50

Zand, matig fijn, zwak
siltig, neutraal geelbruin,
Edelmanboor

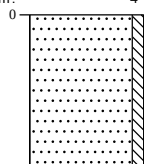
100

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

340

Boring: A07

Datum: 4-7-2022



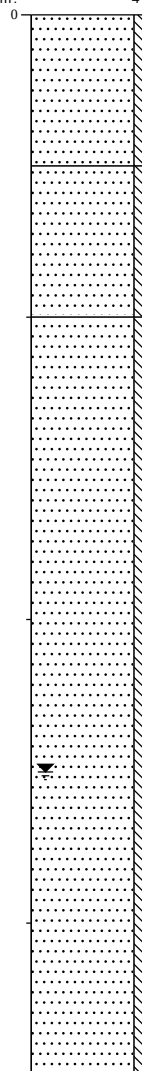
0 bosgrond

Zand, matig fijn, zwak
siltig, neutraal geelbruin,
Graven

50

Boring: A08

Datum: 4-7-2022



0 bosgrond

Zand, matig fijn, zwak
siltig, neutraal geelbruin,
Graven

50

Zand, matig fijn, zwak
siltig, neutraal geelbruin,
Edelmanboor

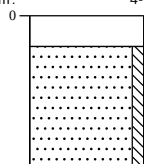
100

Zand, matig fijn, zwak
siltig, neutraalgeel,
Edelmanboor

350

Boring: A09

Datum: 4-7-2022



0 beton

Betonboor

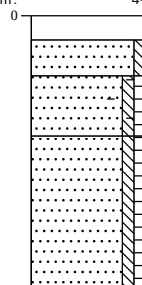
10

Zand, matig fijn, zwak
siltig, neutraalgeel, Graven

50

Boring: A10

Datum: 4-7-2022



0 klinker

8

Zand, matig fijn, zwak
siltig, neutraal geelbruin,
Graven

20

Zand, matig fijn, zwak
siltig, zwak humeus, zwak
baksteenhoudend, zwak
ijzerhoudend, donkerbruin,
Graven, Baksteentotaal:
5%, >20mm: 3%, geen
avm, vocht 15%

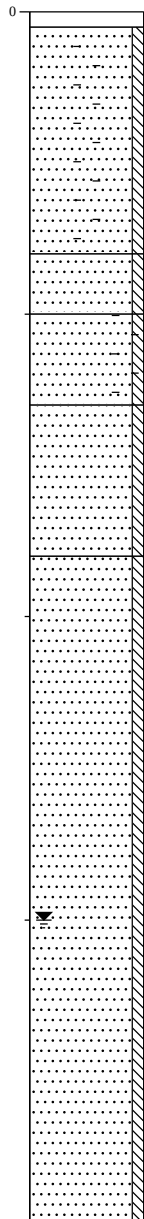
40

Zand, matig fijn, zwak
siltig, zwak humeus,
donkerbruin, Edelmanboor

90

Boring: A11

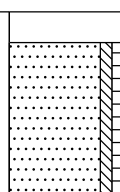
Datum: 4-7-2022



0	tegels
5	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig baksteenhoudend, lichtbruin, Graven, Baksteentotaal: 10%, >20mm: 5%, geen avm, vocht 13%
80	
100	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig kolengruishoudend, lichtbruin, Edelmanboor
130	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen baksteen, lichtbruin, Edelmanboor
180	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtbruin, Edelmanboor
400	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgeel, Edelmanboor

Boring: A12

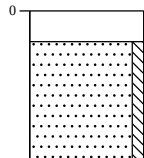
Datum: 4-7-2022



0	verharding
10	Volledig puingranulaat, lichtbruin, Graven, Puin totaal: 90%, >20mm: 40%, geen avm, vocht 5%
60	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor

Boring: A13

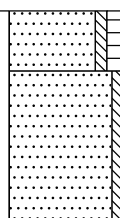
Datum: 4-7-2022



0	beton
10	Betonboor
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalgeel, Graven

Boring: B01

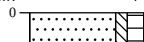
Datum: 4-7-2022



0	braak
20	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, neutraalbruin, Graven
70	Zand, matig fijn, zwak siltig, beigebruin, Edelmanboor

Boring: B02

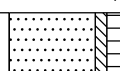
Datum: 4-7-2022



0	braak
10	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, neutraalbruin, Graven, proefgat gestaakt in verband met laag beton/tegels

Boring: B03

Datum: 4-7-2022



0	braak
20	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, matig wortelhoudend, neutraalbruin, Graven

Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

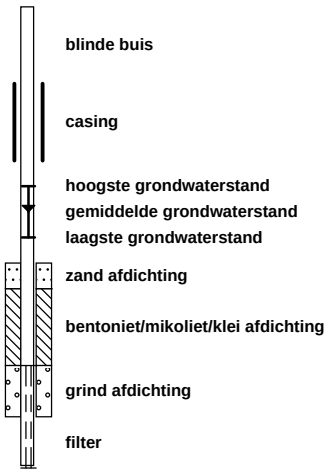
zand

- 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
- volumering

overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

- slib
- water

Bijlage | 3

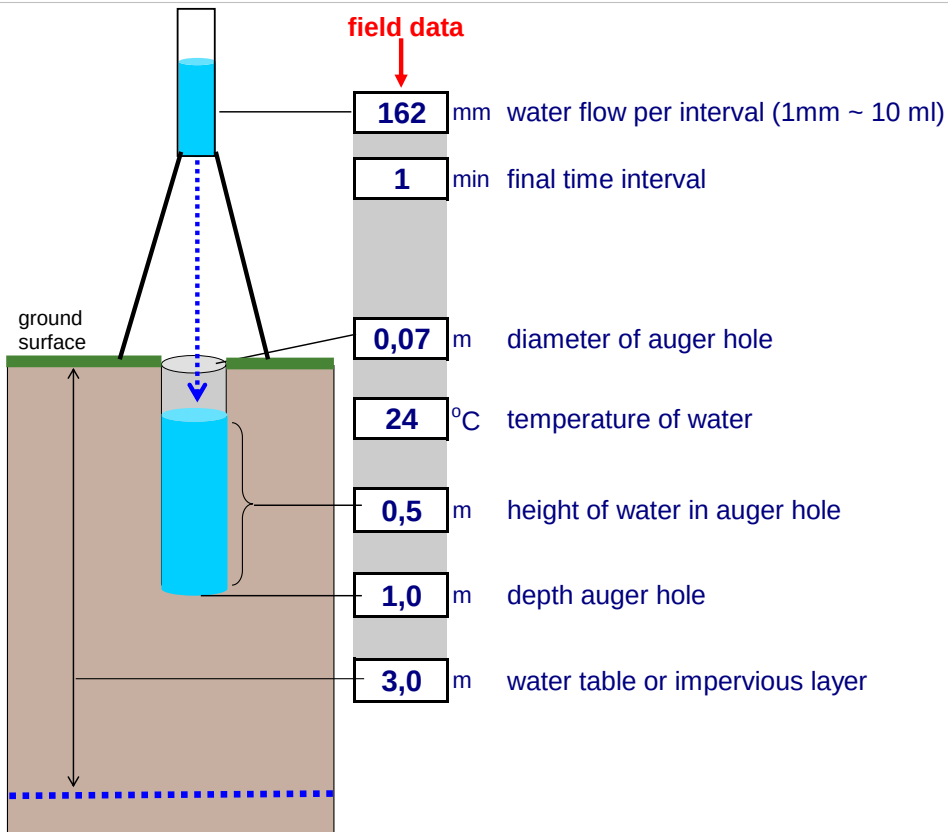
Berekening doorlatendheden

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Asten, Prins Bernhardstraat 38
 Projectnummer: 22253804W
 Boring: A06 (traject 0,5 - 1,0 m-mv) 1^{ste} meting



Copyright 2001-2009 H.H.Wiltschut

calculations

interim results

flow of water	1550 ml		
time of discharge	60 sec		
value "Q"	25,8 ml/s	rate of infiltration	2,6E-5 m ³ /s
value "r"	0,035 m	effective radius of well	
value "h"	0,500 m	height of water in auger hole	
value "H"	2,500 m	distance between the water surface in the auger hole and the water table	
value "v"	0,91	viscosity of water in auger hole	
		viscosity at 20°C	

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

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

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

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

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

if $H < h$ then "III" :

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

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

$$\text{coefficient } k_{20} \begin{cases} 3,6 & * 10^{-5} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow & 130 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow & 313,2 \text{ cm/day} \end{cases}$$

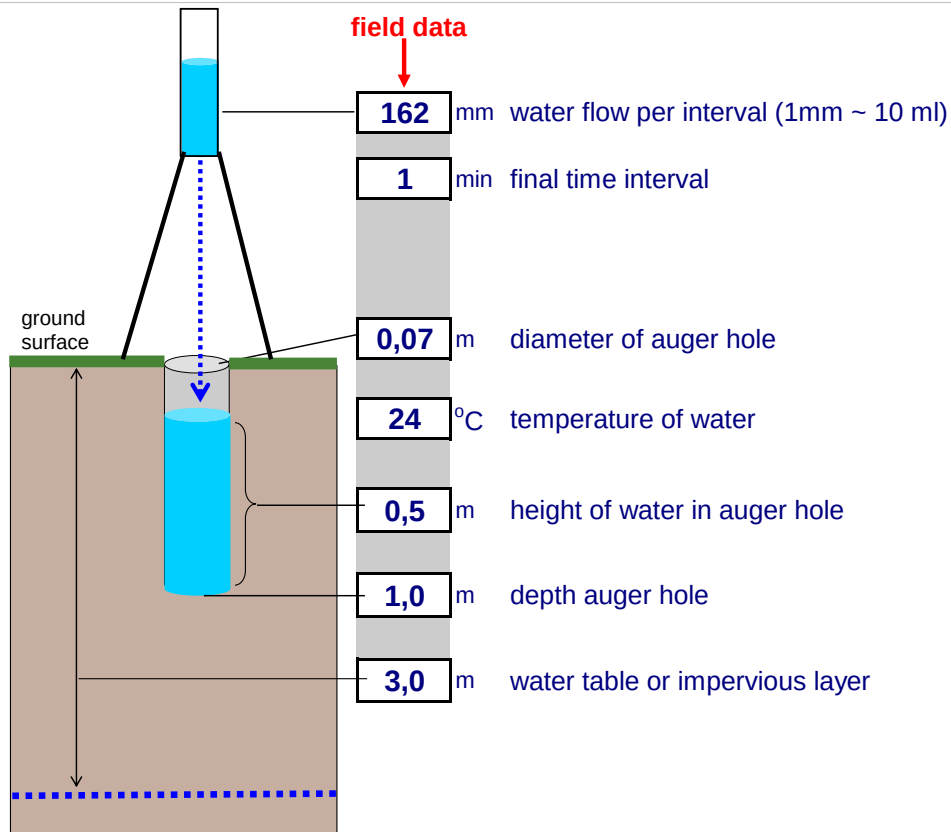
*) U.S.Department of the Interior: EARTH MANUAL Part 2, Third Edition, P.1234-5. Denver, Colorado 1990.

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Asten, Prins Bernhardstraat 38
 Projectnummer: 22253804W
 Boring: A06 (traject 0,5 - 1,0 m-mv) 2^{de} meting



Copyright 2001-2009 H.H.Wiltschut

calculations

interim results

flow of water	1550 ml	
time of discharge	60 sec	
value "Q"	25,8 ml/s	rate of infiltration 2,6E-5 m ³ /s
value "r"	0,035 m	effective radius of well
value "h"	0,500 m	height of water in auger hole
value "H"	2,500 m	distance between the water surface in the auger hole and the water table
value "v"	0,91	viscosity of water in auger hole viscosity at 20°C

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

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

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

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

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

if $H < h$ then "III" :

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

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

$$\text{coefficient } k_{20} \begin{cases} 3,6 * 10^{-5} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 130 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 313,2 \text{ cm/day} \end{cases}$$

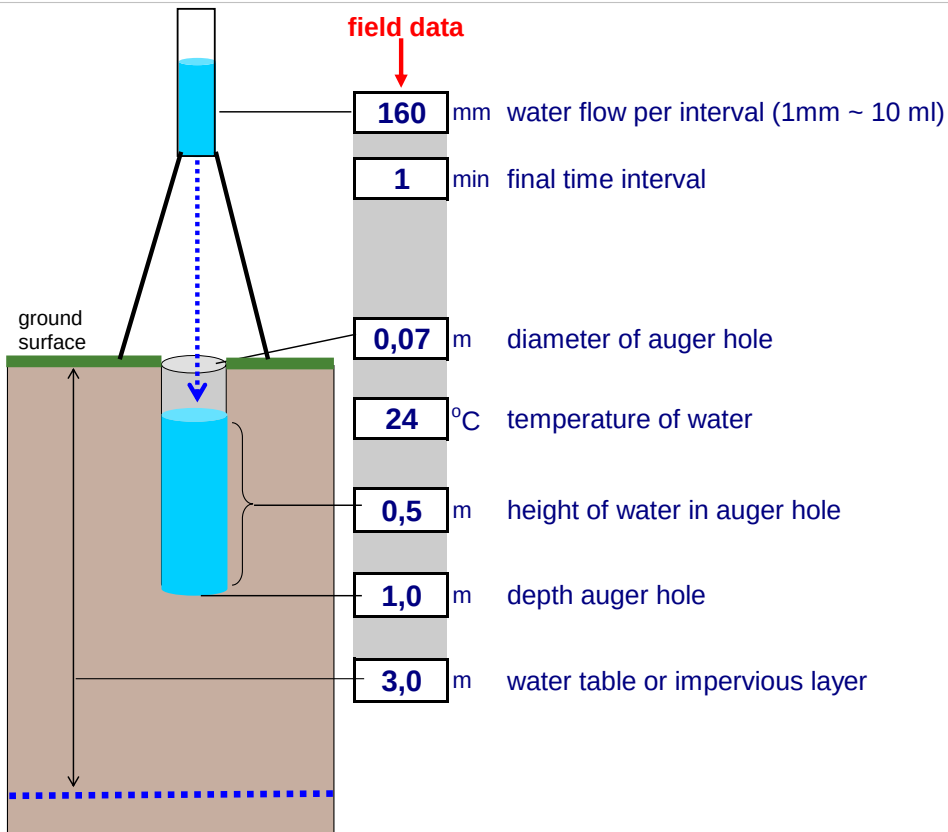
*) U.S.Department of the Interior: EARTH MANUAL Part 2, Third Edition, P.1234-5. Denver, Colorado 1990.

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Asten, Prins Bernhardstraat 38
 Projectnummer: 22253804W
 Boring: A06 (traject 0,5 - 1,0 m-mv) 3^{de} meting



Copyright 2001-2009 H.H.Wiltschut

calculations

interim results

flow of water	1531 ml	
time of discharge	60 sec	
value "Q"	25,5 ml/s	rate of infiltration 2,6E-5 m ³ /s
value "r"	0,035 m	effective radius of well
value "h"	0,500 m	height of water in auger hole
value "H"	2,500 m	distance between the water surface in the auger hole and the water table
value "v"	0,91	viscosity of water in auger hole viscosity at 20°C

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

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

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

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

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

if $H < h$ then "III" :

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

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

$$\text{coefficient } k_{20} \begin{cases} 3,6 * 10^{-5} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 129 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 309,3 \text{ cm/day} \end{cases}$$

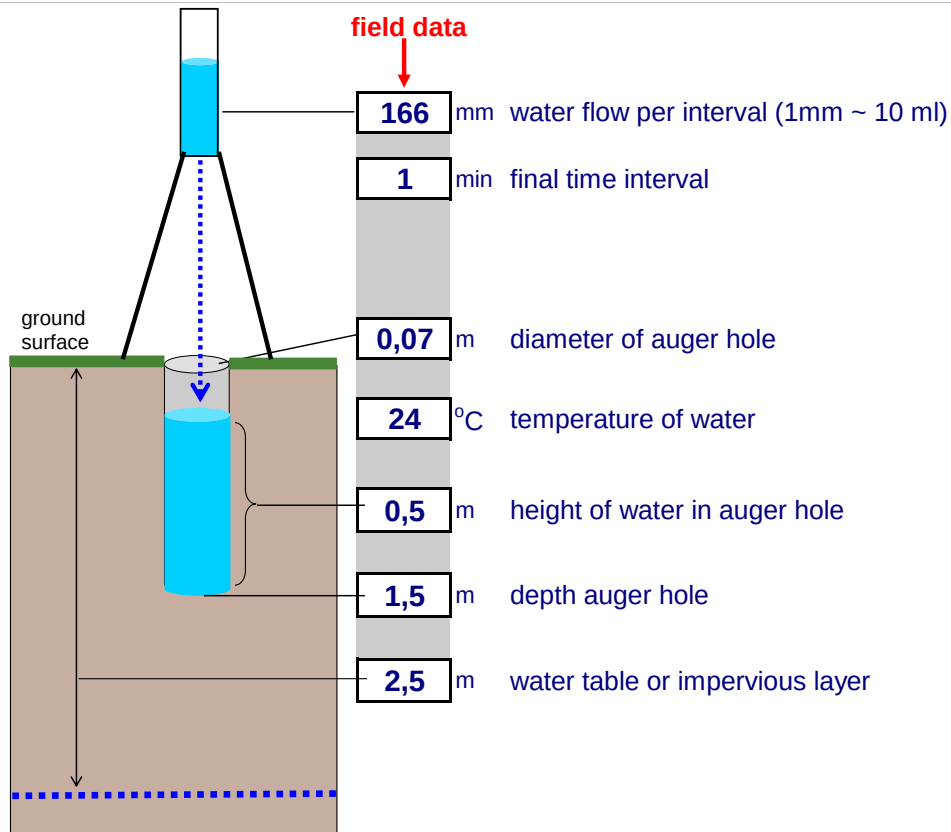
*) U.S.Department of the Interior: EARTH MANUAL Part 2, Third Edition, P.1234-5. Denver, Colorado 1990.

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Asten, Prins Bernhardstraat 38
 Projectnummer: 22253804W
 Boring: A08 (traject 1,0 - 1,5 m-mv) 1^{ste} meting



Copyright 2001-2009 H.H.Wiltschut

calculations

interim results

flow of water	1588 ml	
time of discharge	60 sec	
value "Q"	26,5 ml/s	rate of infiltration 2,6E-5 m ³ /s
value "r"	0,035 m	effective radius of well
value "h"	0,500 m	height of water in auger hole
value "H"	1,500 m	distance between the water surface in the auger hole and the water table
value "v"	0,91	viscosity of water in auger hole viscosity at 20°C

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

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

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

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

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

if $H < h$ then "III" :

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

equation used is 'II' , as $h \leq H \leq 3h$

$$\text{coefficient } k_{20} \begin{cases} 3,5 * 10^{-5} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 126 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 302,1 \text{ cm/day} \end{cases}$$

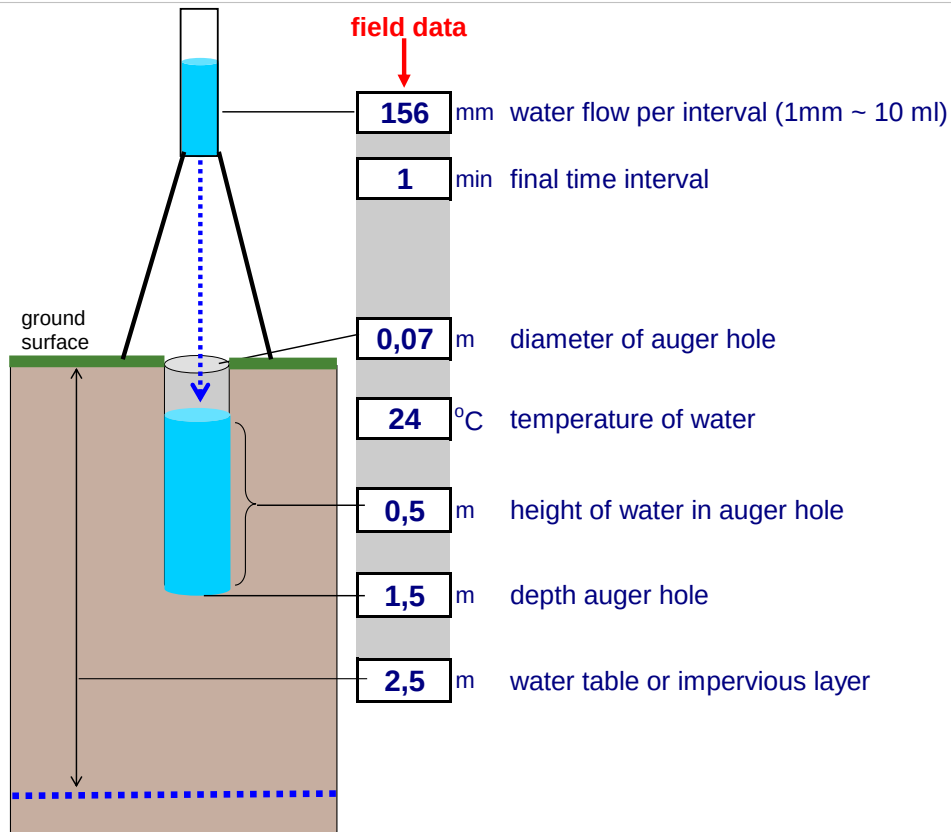
*) U.S.Department of the Interior: EARTH MANUAL Part 2, Third Edition, P.1234-5. Denver, Colorado 1990.

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Asten, Prins Bernhardstraat 38
 Projectnummer: 22253804W
 Boring: A08 (traject 1,0 - 1,5 m-mv) 2^{de} meting



calculations

interim results

flow of water	1493 ml	
time of discharge	60 sec	
value "Q"	24,9 ml/s	rate of infiltration 2,5E-5 m ³ /s
value "r"	0,035 m	effective radius of well
value "h"	0,500 m	height of water in auger hole
value "H"	1,500 m	distance between the water surface in the auger hole and the water table
value "v"	0,91	viscosity of water in auger hole viscosity at 20°C

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

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

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

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

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

if $H < h$ then "III" :

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

equation used is 'II' , as $h \leq H \leq 3h$

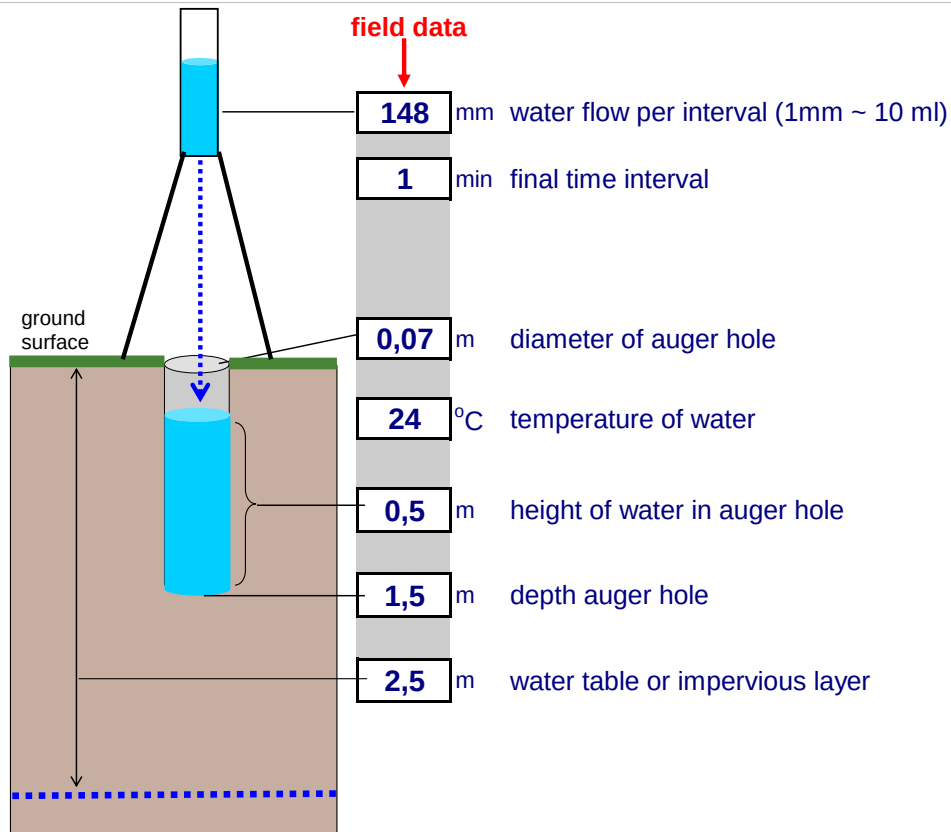
$$\text{coefficient } k_{20} \begin{cases} 3,3 * 10^{-5} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 118 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 283,9 \text{ cm/day} \end{cases}$$

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Asten, Prins Bernhardstraat 38
 Projectnummer: 22253804W
 Boring: A08 (traject 1,0 - 1,5 m-mv) 3^{de} meting



Copyright 2001-2009 H.H.Wiltschut

calculations

interim results

flow of water	1419 ml	
time of discharge	60 sec	
value "Q"	23,6 ml/s	rate of infiltration 2,4E-5 m ³ /s
value "r"	0,035 m	effective radius of well
value "h"	0,500 m	height of water in auger hole
value "H"	1,500 m	distance between the water surface in the auger hole and the water table
value "v"	0,91	viscosity of water in auger hole viscosity at 20°C

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

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

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

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

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

if $H < h$ then "III" :

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

equation used is 'II' , as $h \leq H \leq 3h$

$$\text{coefficient } k_{20} \begin{cases} 3,1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 112 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 269,9 \text{ cm/day} \end{cases}$$

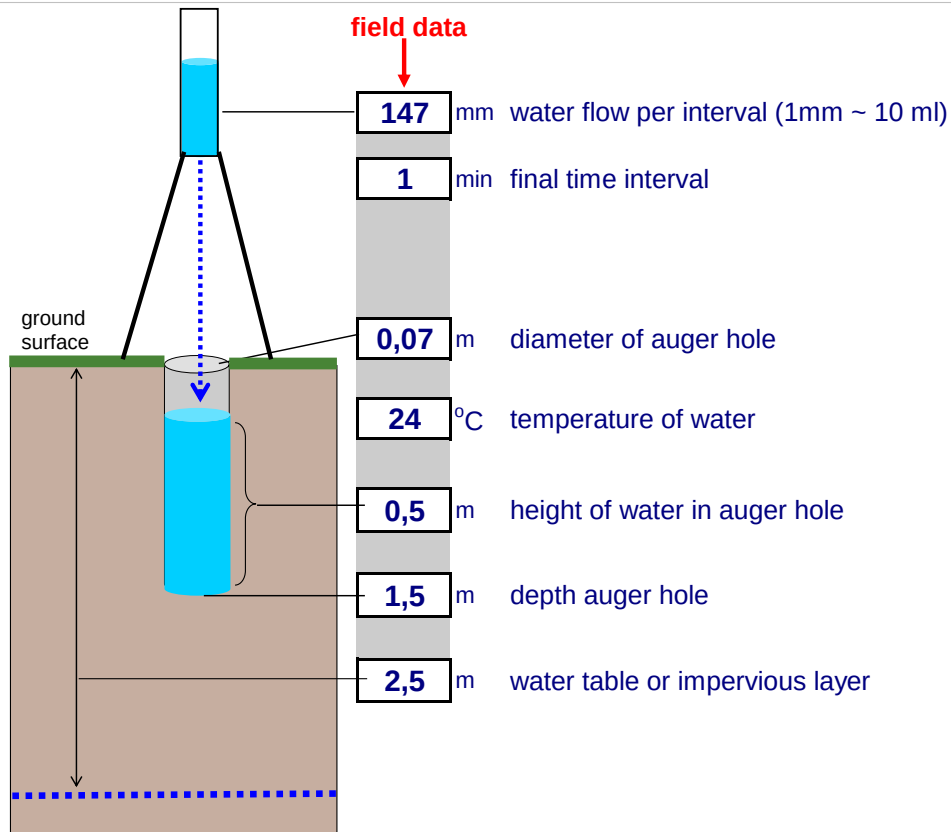
*) U.S.Department of the Interior: EARTH MANUAL Part 2, Third Edition, P.1234-5. Denver, Colorado 1990.

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Asten, Prins Bernhardstraat 38
 Projectnummer: 22253804W
 Boring: A08 (traject 1,0 - 1,5 m-mv) 4^{de} meting



Copyright 2001-2009 H.H.Wiltschut

calculations

interim results

flow of water	1404 ml	
time of discharge	60 sec	
value "Q"	23,4 ml/s	rate of infiltration 2,3E-5 m ³ /s
value "r"	0,035 m	effective radius of well
value "h"	0,500 m	height of water in auger hole
value "H"	1,500 m	distance between the water surface in the auger hole and the water table
value "v"	0,91	viscosity of water in auger hole viscosity at 20°C

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

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

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

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

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

if $H < h$ then "III" :

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

equation used is 'II' , as $h \leq H \leq 3h$

$$\text{coefficient } k_{20} \begin{cases} 3,1 * 10^{-5} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 111 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 267,0 \text{ cm/day} \end{cases}$$

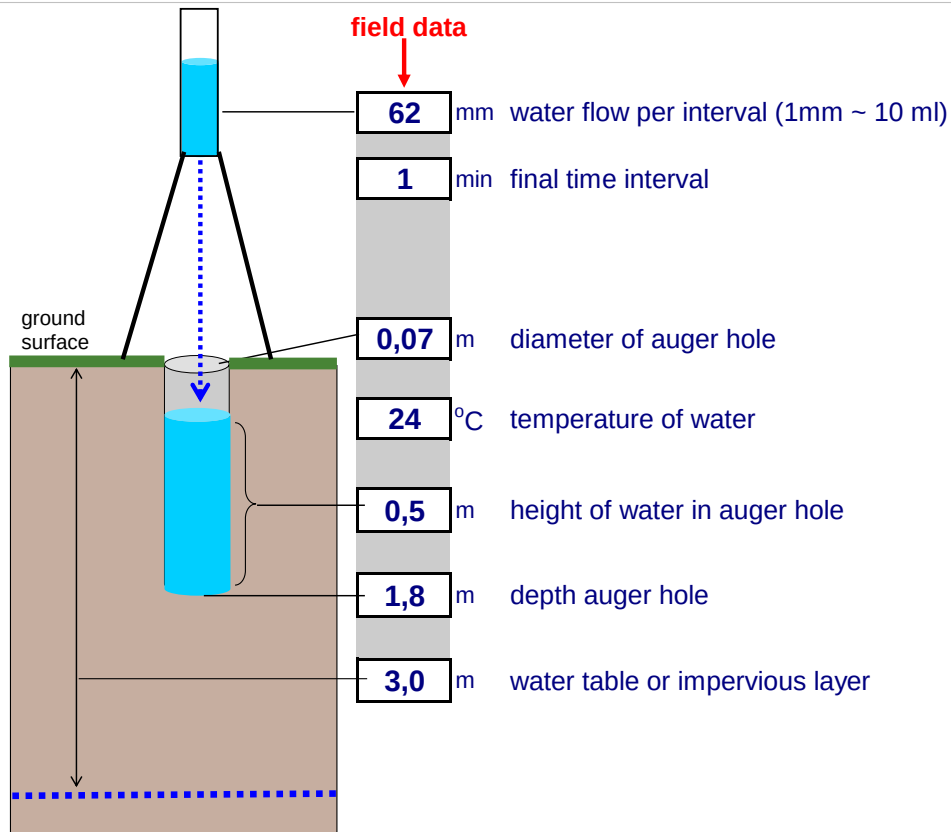
*) U.S.Department of the Interior: EARTH MANUAL Part 2, Third Edition, P.1234-5. Denver, Colorado 1990.

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Asten, Prins Bernhardstraat 38
 Projectnummer: 22253804W
 Boring: A11 (traject 1,3 - 1,8 m-mv) 1^{ste} meting



Copyright 2001-2009 H.H.Wiltschut

calculations

interim results

flow of water	597 ml	
time of discharge	60 sec	
value "Q"	10,0 ml/s	rate of infiltration 1,0E-5 m ³ /s
value "r"	0,035 m	effective radius of well
value "h"	0,500 m	height of water in auger hole
value "H"	1,700 m	distance between the water surface in the auger hole and the water table
value "v"	0,91	viscosity of water in auger hole viscosity at 20°C

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

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

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

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

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

if $H < h$ then "III" :

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

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

$$\text{coefficient } k_{20} \begin{cases} 1,4 * 10^{-5} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 50 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 120,6 \text{ cm/day} \end{cases}$$

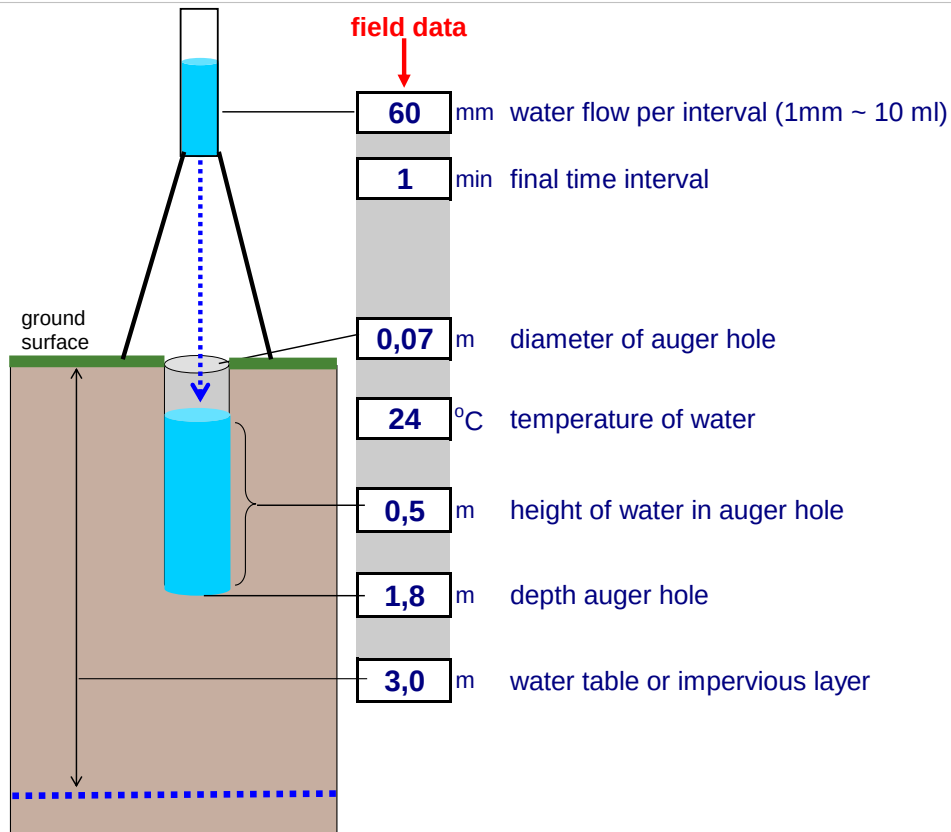
*) U.S.Department of the Interior: EARTH MANUAL Part 2, Third Edition, P.1234-5. Denver, Colorado 1990.

FIELD PERMEABILITY TESTING

BOREHOLE PERMEAMETER METHOD

field data

Projectnaam: Asten, Prins Bernhardstraat 38
 Projectnummer: 22253804W
 Boring: A11 (traject 1,3 - 1,8 m-mv) 2^{de} meting



Copyright 2001-2009 H.H.Wiltschut

calculations

interim results

flow of water	578 ml	
time of discharge	60 sec	
value "Q"	9,6 ml/s	rate of infiltration 9,6E-6 m ³ /s
value "r"	0,035 m	effective radius of well
value "h"	0,500 m	height of water in auger hole
value "H"	1,700 m	distance between the water surface in the auger hole and the water table
value "v"	0,91	viscosity of water in auger hole viscosity at 20°C

conditions I, II, III *)

equations: I, II, III *)

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

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

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

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

if $H < h$ then "III" :

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

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

$$\text{coefficient } k_{20} \begin{cases} 1,4 * 10^{-5} \text{ m/s} \\ \Leftrightarrow 49 \text{ mm/h} \\ \Leftrightarrow 116,8 \text{ cm/day} \end{cases}$$

*) U.S.Department of the Interior: EARTH MANUAL Part 2, Third Edition, P.1234-5. Denver, Colorado 1990.

Bijlage | 4

Dimensionering Infiltratievoorzieningen

Ontwerp verhard oppervlak met berging (variant 1)

Variabelen:

Parameter	Waarde	Omschrijving
Ac	389	Aangesloten verhard oppervlak (m2)
Cgem	0,85	Gemiddelde afvloeiingcoëfficiënt (-) (zie ook eerste werkblad)
Ab	331	Afvoerend verhard oppervlak (m2) = Ac * Cgem
k	4,63E-05	Verzadigde doorlatendheid bodem (m/s)
Ai	522	Oppervlak van infiltratieveld (schatting) (m2)

Berekeningsresultaat:

T = 2 (eens per 2 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	203,3	3,9
30	92,2	-9,5
60	55,6	-33,1
120	33,3	-83,2
240	19,7	-187,2
480	11,6	-399,4
720	8,4	-613,6
1440	5,1	-1258,3
2880	3,1	-2552,4
5760	2,0	-5146,9
11520	1,3	-10343,5

Maximum te bergen 3,9 m3
 Diepte waterschijf 0,01 meter

T = 5 (eens in de 5 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	251,7	7,0
30	117,8	-4,6
60	71,7	-26,9
120	42,6	-76,0
240	24,9	-179,2
480	14,5	-390,6
720	10,5	-604,3
1440	6,3	-1247,2
2880	3,8	-2540,2
5760	2,4	-5133,2
11520	1,5	-10328,0

Maximum te bergen 7,0 m3
 Diepte waterschijf 0,01 meter

T = 10 (eens in de 10 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	291,7	9,6
30	140,6	-0,2
60	86,1	-21,3
120	51,1	-69,5
240	29,7	-171,9
480	17,0	-382,7
720	12,2	-596,1
1440	7,3	-1237,9
2880	4,3	-2530,2
5760	2,7	-5122,4
11520	1,7	-10316,3

Maximum te bergen 9,6 m3
 Diepte waterschijf 0,02 meter

T = 100 (eens per 100 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	478,3	21,5
30	254,4	21,6
60	160,3	7,1
60	194,4	20,2
120	95,0	-35,8
240	54,2	-134,4
480	29,9	-343,1
720	20,9	-556,4
1440	11,4	-1199,6
2880	6,4	-2491,3
5760	3,7	-5083,5
11520	2,2	-10277,7

Maximum te bergen 21,6 m3
 Diepte waterschijf 0,04 meter

T = 250 (eens in de 250 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	583,3	28,2
30	324,4	35,1
60	206,9	25,0
60	250,0	41,5
120	120,1	-16,6
240	65,2	-117,4
480	34,7	-328,4
720	23,8	-542,8
1440	13,5	-1180,6
2880	7,4	-2473,0
5760	4,2	-5066,6
11520	2,4	-10262,3

Maximum te bergen 41,5 m3
 Diepte waterschijf 0,08 meter

T = 1000 (eens in de 1000 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	793,3	41,7
30	471,7	63,3
60	307,2	63,5
120	177,2	27,2
120	222,2	61,8
240	93,3	-74,3
480	48,0	-287,6
720	32,2	-504,1
1440	17,2	-1147,0
2880	9,1	-2442,1
5760	4,9	-5039,5
11520	2,7	-10239,3

Maximum te bergen 63,5 m3
 Diepte waterschijf 0,12 meter

Ontwerp infiltratiegreppel (variant 2)

Variabelen:

Parameter	Waarde	Omschrijving
Ac	315	Aangesloten verhard oppervlak (m ²)
Cgem	0,85	Gemiddelde afvloeiingcoëfficiënt (-) (zie ook eerste werkblad)
Ab	268	Afvoerend verhard oppervlak (m ²) = Ac * Cgem
k	4,63E-05	Verzadigde doorlatendheid bodem (m/s)
b	0,5	Bodembreedte greppel (m)
h	1	(Water)diepte greppel (m)
m	1	Talud helling (1 : m)

Berekeningsresultaat:

Infiltrerend oppervlak per stekkende meter greppel: 1,91 meter

T = 2 (eens per 2 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	203,3	2,7
30	92,2	3,5
60	55,6	4,0
120	33,3	4,4
240	19,7	4,4
480	11,6	4,0
720	8,4	3,6
1440	5,1	2,8
2880	3,1	2,0
5760	2,0	1,4
11520	1,3	0,9

Benodigde lengte 4,4 meter

T = 5 (eens in de 5 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	251,7	3,3
30	117,8	4,5
60	71,7	5,2
120	42,6	5,6
240	24,9	5,6
480	14,5	5,0
720	10,5	4,4
1440	6,3	3,4
2880	3,8	2,4
5760	2,4	1,6
11520	1,5	1,1

Benodigde lengte 5,6 meter

T = 10 (eens in de 10 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	291,7	3,8
30	140,6	5,4
60	86,1	6,3
120	51,1	6,8
240	29,7	6,7
480	17,0	5,9
720	12,2	5,2
1440	7,3	4,0
2880	4,3	2,7
5760	2,7	1,8
11520	1,7	1,2

Benodigde lengte 6,8 meter

T = 100 (eens per 100 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	478,3	6,3
30	254,4	9,7
60	160,3	11,6
60	194,4	14,1
120	95,0	12,6
240	54,2	12,2
480	29,9	10,4
720	20,9	8,8
1440	11,4	6,2
2880	6,4	4,1
5760	3,7	2,5
11520	2,2	1,6

Benodigde lengte 14,1 meter

T = 250 (eens in de 250 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	583,3	7,7
30	324,4	12,4
60	206,9	15,0
60	250,0	18,2
120	120,1	15,9
240	65,2	14,7
480	34,7	12,1
720	23,8	10,1
1440	13,5	7,3
2880	7,4	4,7
5760	4,2	2,9
11520	2,4	1,7

Benodigde lengte 18,2 meter

T = 1000 (eens in de 1000 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	793,3	10,4
30	471,7	18,0
60	307,2	22,3
120	177,2	23,5
120	222,2	29,4
240	93,3	21,0
480	48,0	16,7
720	32,2	13,6
1440	17,2	9,3
2880	9,1	5,8
5760	4,9	3,4
11520	2,7	2,0

Benodigde lengte 29,4 meter

Ontwerp verhard oppervlak met berging (variant 2)

Variabelen:

Parameter	Waarde	Omschrijving
Ac	0	Aangesloten verhard oppervlak (m2)
Cgem	0,00	Gemiddelde afvloeiingcoëfficiënt (-) (zie ook eerste werkblad)
Ab	0	Afvoerend verhard oppervlak (m2) = Ac * Cgem
k	4,63E-05	Verzadigde doorlatendheid bodem (m/s)
Ai	522	Oppervlak van infiltratieveld (schatting) (m2)

Berekeningsresultaat:

T = 2 (eens per 2 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	203,3	-1,1
30	92,2	-16,4
60	55,6	-41,3
120	33,3	-93,1
240	19,7	-199,0
480	11,6	-413,2
720	8,4	-628,7
1440	5,1	-1276,4
2880	3,1	-2574,8
5760	2,0	-5175,2
11520	1,3	-10380,9

Maximum te bergen -1,1 m3
Diepte waterschijf 0,00 meter

T = 5 (eens in de 5 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	251,7	0,8
30	117,8	-13,4
60	71,7	-37,5
120	42,6	-88,7
240	24,9	-194,1
480	14,5	-407,8
720	10,5	-623,0
1440	6,3	-1269,6
2880	3,8	-2567,3
5760	2,4	-5166,9
11520	1,5	-10371,4

Maximum te bergen 0,8 m3
Diepte waterschijf 0,00 meter

T = 10 (eens in de 10 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	291,7	2,4
30	140,6	-10,7
60	86,1	-34,1
120	51,1	-84,7
240	29,7	-189,6
480	17,0	-403,0
720	12,2	-618,0
1440	7,3	-1263,9
2880	4,3	-2561,1
5760	2,7	-5160,2
11520	1,7	-10364,2

Maximum te bergen 2,4 m3
Diepte waterschijf 0,00 meter

T = 100 (eens per 100 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	478,3	9,7
30	254,4	2,7
60	160,3	-16,7
60	194,4	-8,7
120	95,0	-64,1
240	54,2	-166,6
480	29,9	-378,8
720	20,9	-593,6
1440	11,4	-1240,5
2880	6,4	-2537,3
5760	3,7	-5136,4
11520	2,2	-10340,6

Maximum te bergen 9,7 m3
Diepte waterschijf 0,02 meter

T = 250 (eens in de 250 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	583,3	13,8
30	324,4	10,9
60	206,9	-5,8
60	250,0	4,4
120	120,1	-52,3
240	65,2	-156,2
480	34,7	-369,8
720	23,8	-585,4
1440	13,5	-1228,9
2880	7,4	-2526,2
5760	4,2	-5126,1
11520	2,4	-10331,2

Maximum te bergen 13,8 m3
Diepte waterschijf 0,03 meter

T = 1000 (eens in de 1000 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Te bergen volume
10	793,3	22,0
30	471,7	28,2
60	307,2	17,8
120	177,2	-25,5
120	222,2	-4,4
240	93,3	-129,8
480	48,0	-344,8
720	32,2	-561,7
1440	17,2	-1208,3
2880	9,1	-2507,2
5760	4,9	-5109,5
11520	2,7	-10317,1

Maximum te bergen 28,2 m3
Diepte waterschijf 0,05 meter

Ontwerp infiltratiekratten (variant 3)

Variabelen:

Parameter	Waarde	Omschrijving
Ac	911	Aangesloten verhard oppervlak (m2)
Cgem	0,82	Gemiddelde afvloeiingcoëfficiënt (-) (zie ook eerste werkblad)
Ab	748	Afvoerend verhard oppervlak (m2) = Ac * Cgem
k	4	Verzadigde doorlatendheid bodem (m/d)
b	0,8	Beedte koffer (m)
h	1,2	Hoogte koffer (m)
n	0,95	Porositeit aggregaat (zie nevenstaande tabel)

Berekeningsresultaat:

T = 2 (eens per 2 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	203,3	12,2
30	92,2	15,9
60	55,6	18,0
120	33,3	19,2
240	19,7	18,6
480	11,6	16,0
720	8,4	13,8
1440	5,1	10,0
2880	3,1	6,8
5760	2,0	4,4
11520	1,3	2,8

Benodigde lengte **19,2** meter

Beschikbare berging **17** m3
Beschikbare berging **23** mm

T = 5 (eens in de 5 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	251,7	15,1
30	117,8	20,3
60	71,7	23,2
120	42,6	24,6
240	24,9	23,6
480	14,5	20,1
720	10,5	17,1
1440	6,3	12,5
2880	3,8	8,3
5760	2,4	5,3
11520	1,5	3,3

Benodigde lengte **24,6** meter

Beschikbare berging **22** m3
Beschikbare berging **30** mm

T = 10 (eens in de 10 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	291,7	17,5
30	140,6	24,2
60	86,1	27,9
120	51,1	29,5
240	29,7	28,1
480	17,0	23,7
720	12,2	20,1
1440	7,3	14,6
2880	4,3	9,6
5760	2,7	6,0
11520	1,7	3,7

Benodigde lengte **29,5** meter

Beschikbare berging **27** m3
Beschikbare berging **36** mm

T = 100 (eens per 100 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	478,3	28,8
30	254,4	43,9
60	160,3	52,0
60	194,4	63,1
120	95,0	54,9
240	54,2	51,4
480	29,9	41,8
720	20,9	34,6
1440	11,4	23,2
2880	6,4	14,5
5760	3,7	8,7
11520	2,2	5,1

Benodigde lengte **63,1** meter

Beschikbare berging **58** m3
Beschikbare berging **77** mm

T = 250 (eens in de 250 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	583,3	35,1
30	324,4	56,0
60	206,9	67,1
60	250,0	81,1
120	120,1	69,5
240	65,2	62,0
480	34,7	48,6
720	23,8	39,5
1440	13,5	27,4
2880	7,4	16,8
5760	4,2	9,8
11520	2,4	5,6

Benodigde lengte **81,1** meter

Beschikbare berging **74** m3
Beschikbare berging **99** mm

T = 1000 (eens in de 1000 jaar)

t (min)	I (l/s/ha)	Benodigde lengte
10	793,3	47,7
30	471,7	81,4
60	307,2	99,7
120	177,2	102,6
120	222,2	128,6
240	93,3	88,8
480	48,0	67,3
720	32,2	53,6
1440	17,2	34,9
2880	9,1	20,8
5760	4,9	11,7
11520	2,7	6,5

Benodigde lengte **128,6** meter

Beschikbare berging **117** m3
Beschikbare berging **157** mm



Deskundig advies en gecertificeerde uitvoering van:



ASBEST INVENTARISATIE

HMB B.V. voor de inventarisatie van gebouwen, opstellen asbestbeheersplan en advies op het gebied van asbest.



BODEMONDERZOEK/ BODEMSANERING

HMB B.V. heeft veel ervaring met verschillende types bodemonderzoek. Daarnaast kunnen wij ook de bodemsanering begeleiden.



BODEMENERGIE SYSTEMEN

HMB B.V. is een ervaren en innovatieve partner op het gebied van bodemenergiesystemen in Nederland en België.



MECHANISCHE BORINGEN

HMB B.V. levert een breed spectrum aan diensten. Van milieutechnische boringen tot het aanbrengen van collectoren.

