
Titel

Watertoets Leppestraat
te Azewijn

Opdrachtgever

Schoonderbeek & Partners Advies BV
Postbus 374
6716 AK Ede

Adviesbureau

MILON bv
Huygensweg 24
5482 TG Schijndel

Titel: Watertoets Leppestraat te Azewijn
Status: definitief
Datum: 24 september 2010
Opdrachtgever: Schoonderbeek & Partners Advies BV
Postbus 374
6716 AK Ede
Contactpersoon: mevrouw N. Jacobs
Telefoonnummer: 0318 - 614383
Faxnummer: 0318 - 614251

Auteur: de heer ing. R. Geerts
Herziening: de heer ing. T. van Wegberg

Projectnummer: 26670
Bestandsnaam: p:\projecten\Azewijn\Leppestraat\Rapport

Projectleider: de heer ing. R. Geerts
Veldwerkcoördinator: de heer R. van Galen
Telefoonnummer: 073 - 5477253
Faxnummer: 073 - 5493955
E-mail: info@milon.nl
Website: www.milon.nl

Handtekening directie: 1.0. 

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever en/of MILON bv.

Op al onze leveringen en diensten zijn onze algemene voorwaarden, gedeponereerd ter griffie van de Rechtbank 's-Hertogenbosch d.d. 3 juni 2010, en de RVOI-2001 van toepassing. De tekst en inhoud van deze voorwaarden zijn te raadplegen via www.milon.nl of worden op verzoek gratis toegezonden.



MILON bv is gecertificeerd en erkend conform ISO 9001, VCA** en Kwaliteitswaarborging bodembeheer SIKB: BRL SIKB 1000 "Monsterneming voor partijkeuringen", VKB-protocol 1001, 1002 en 1003, BRL SIKB 2000 "Veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek", VKB-protocol 2001, 2002, 2003 en 2018, BRL SIKB 6000 "Milieukundige begeleiding van (water)bodemsaneringen en nazorg" en VKB-protocol 6001 (processturing en verificatie).

Inhoudsopgave.

0.	Samenvatting	-5-
1.	Inleiding.....	-7-
	1.1. Opdrachtverlening	-7-
	1.2. Aanleiding	-7-
	1.3. Doel van het onderzoek	-8-
	1.4. Onderzoeksbetrouwbaarheid.....	-8-
2.	Locatiebeschrijving	-9-
	2.1. Algemeen.....	-9-
	2.2. Huidige situatie.....	-9-
	2.3. Toekomstige situatie.....	-9-
3.	Bodemopbouw en geohydrologie	-11-
	3.1. Bodemopbouw.....	-11-
	3.2. Geohydrologie.....	-12-
	3.3. Freatisch grondwater	-12-
	3.4. Wettelijke eisen	-13-
4.	Veldwerkzaamheden.....	-14-
5.	Toekomstige waterhuishoudkundige situatie	-16-
	5.1. Berekening benodigde berging.....	-16-
	5.2. Doorlatendheid onverzadigde en verzadigde zone.....	-16-
	5.3. Oplossingsrichting hemelwater.....	-19-
	5.4. Aandachtspunten	-20-
	5.5. Tot slot.....	-22-

Bijlagen.

1. Topografische overzichtskaart met ligging onderzoekslocatie.
2. Situatietekening met locatie ringinfiltratiemetingen en peilbuis tbv putproef.
3. Impressie toekomstige situatie.
4. Ligging onderzoekslocatie op bodemkaart.
5. Schematische weergave van de werking van de dubbele-ring-infiltrometer.
6. Weergave principe van een putproef.
7. Veldwerk en meetresultaten onverzadigde zone en foto's.
8. Veldwerk en meetresultaten verzadigde zone.
9. Boorstaten.

0. Samenvatting.

Algemeen

Door MILON bv te Schijndel is in opdracht van mevrouw N. Jacobs, namens Schoonderbeek en Partners Advies BV, van november tot en met december 2006 een watertoets uitgevoerd op een locatie aan de Leppestraat te Azewijn. Het onderzoek is uitgevoerd om de geohydrologische effecten van de geplande nieuwbouw in kaart te brengen.

Locatie

De onderzoekslocatie is gelegen binnen de bebouwde kom van Azewijn. De onderzoekslocatie heeft een oppervlakte van circa 7.880 m². Het perceel is momenteel onverhard en grotendeels in gebruik als weiland en moestuin. Verder is er een kas en een schuur aanwezig. In de directe omgeving is woonbebouwing aanwezig. Ten noordoosten van de locatie bevindt zich de Leppestraat en ten noordwesten bevindt zich de Hartjensstraat.

In de toekomstige situatie bedraagt het totaal aan verhard oppervlak van de daken (22 woningen), de erfverhardingen en de wegen circa 4.500 m². Het resterende oppervlak is 3.380 m² groot en blijft onverhard. Dit deel wordt in de toekomstige situatie hoofdzakelijk ingericht als siertuin.

Bodemopbouw en grondwater

Wanneer de Bodemkaart van Nederland (schaal 1: 50.000) vergeleken wordt met de handmatig uitgevoerde boringen tot maximaal 3,6 m-mv kan de bodem geclassificeerd worden als een *zandvaaggrond* (grof zand); kaartcode Zb30 en als een *oude rivierkleigrond* (lichte zavel); kaartcode KRn1. De locatie is gelegen in een overgangsgebied tussen deze twee bodemtypen.

Benodigde berging en meetresultaten

De benodigde berging ten aanzien van hemelwater voor deze locatie is berekend met de norm voor hemelwaterberging. Deze norm betreft een bui met een herhalingstijd van 100 jaar, vermeerderd met 10% om te anticiperen op klimaatverandering (T=100+10%), concreet 77 mm. Dit resulteert in een oppervlak van 4.500 m² maal 77 mm (= 0,077 m) = 347 m³. Hiervan dient 239 m³ binnen de plangrenzen (tijdelijk) te worden vastgehouden en de overige hoeveelheid van 108 m³ mag geen wateroverlast veroorzaken in of benedenstrooms van het plangebied.

Voor het infiltreren van hemelwater in de bodem wordt door Waterschap Rijn en IJssel een praktische ondergrens van 0,5 m/d aangehouden. In de **on**verzadigde zone wordt deze waarde ter plaatse van meting R3 en R4 behaald. De doorlatendheid in de **ver**zadigde zone bedraagt 20 m/d. Infiltreren van hemelwater in de **on**verzadigde zone is (indien er geen maatregelen genomen worden) geen haalbare optie omdat hierdoor elders binnen het plangebied risico's ontstaan ten aanzien van wateroverlast. In de **ver**zadigde zone lijkt infiltratie, op basis van de gemeten doorlatendheid, een realistische optie om het plan hydrologisch neutraal te realiseren.

Oplossingsrichting

Voor het bergen en infiltreren van hemelwater bestaan verschillende technieken. Gezien de geringe ruimte binnen het plangebied zijn de middelen echter beperkt en is gekozen voor een drietrapsstelsel: het aanleggen van een wadi in het openbare grasveld, het aanbrengen van een kleikorrelpakket onder de wadi en het aanleggen van een infiltratie- en transportriool onder de openbare weg. Deze drie systemen worden onderling met elkaar verbonden.

Een berekening in grote lijnen leert dat de wadi en het kleikorrelpakket elk circa 100 m³ water kunnen bergen en het infiltratie- en transportriool circa 40 m³. Hiermee wordt voldaan aan de minimale bergingseis van 239 m³ hemelwater binnen de plangrenzen.

Tot slot

Met in achtneming van een aantal aandachtspunten lijkt de aanleg van dit drietrapsstelsel een reële optie. In dat geval zullen naar verwachting geen noemenswaardige veranderingen in de huidige hydrologische situatie optreden en wordt voldaan aan de vereiste hydrologisch neutrale inrichting. Dit stelsel zal in een latere fase verder uitgewerkt worden. Indien bij de praktische invulling hiervan onverhoopt problemen ontstaan om aan de bergingseis te voldoen, kan als aanvullende maatregel overwogen worden incidenteel enig water op straat te accepteren.

1. Inleiding.

1.1 Opdrachtverlening.

Op 14 november 2006 heeft MILON bv te Schijndel schriftelijk opdracht gekregen van mevrouw N. Jacobs, namens Schoonderbeek en Partners Advies BV, voor het uitvoeren van een watertoets op een locatie aan de Lepestraat te Azewijn.

1.2 Aanleiding.

Aanleiding voor het uitvoeren van een watertoets vormt de geplande bestemmingswijziging en nieuwbouw op de locatie. In het kader hiervan dienen de hydrologische effecten van de geplande nieuwbouw onderzocht te worden. Het uitgangspunt hierbij is dat de voorgenomen ingrepen *hydrologisch neutraal* uitgevoerd moeten worden.

Als uitgangspunt wordt uitgegaan van de wettelijke voorkeursvolgorde voor de berging van hemelwater (regenwater) in de toekomstige situatie. Die volgorde luidt achtereenvolgens: a) hergebruik voor huishoudelijke doeleinden of bedrijfsdoeleinden, b) infiltratie in de (boven)grond, c) lozen op het oppervlaktewater en d) afvoeren via de riolering van een verbeterd gescheiden rioolstelsel.

Voorafgaand aan het uitvoeren van de doorlatendheidsmetingen en het uitwerken van deze rapportage heeft telefonisch overleg plaatsgevonden met waterschap Rijn en IJssel (contactpersoon de heer J. Knuvers).

Alle veldmetingen ten behoeve van het bepalen van de doorlatendheid in de onverzadigde en verzadigde zone zijn uitgevoerd op vrijdag 2 november 2006. De uitkomsten van dit veldonderzoek, evenals een uitgebreide toelichting daarop, zijn opgenomen in deze rapportage. Het verkennend bodemonderzoek dat door MILON bv op de locatie is uitgevoerd, is afzonderlijk gerapporteerd.

1.3 Doel van het onderzoek.

Het voornaamste doel van dit onderzoek is om te achterhalen hoe groot de te bergen hoeveelheid hemelwater in de toekomstige situatie is en op welke manier dit water in de toekomstige situatie het beste aangewend kan worden. Hierbij dient als uitgangspunt een hydrologisch neutrale aanpak gehanteerd te worden die uitgaat van de wettelijke voorkeursvolgorde voor berging. Tegelijkertijd wordt rekening gehouden met locatie-specifieke omstandigheden om tot de meest geschikte oplossingsrichting, of combinatie van oplossingsrichtingen, te komen.

Dit onderzoek beperkt zich nadrukkelijk tot het meten en rapporteren van de doorlatendheid in de onverzadigde en verzadigde zone, het berekenen van de te bergen hoeveelheid hemelwater en het aandragen van mogelijke oplossingsrichtingen voor de berging van hemelwater. Een uitgewerkt technisch ontwerp om één of meerdere oplossingsrichtingen te realiseren, evenals een bijbehorende en gedetailleerde kostenraming vallen buiten de reikwijdte van deze rapportage.

1.4 Onderzoeksbetrouwbaarheid.

Het onderzoek is onafhankelijk uitgevoerd. MILON bv is geen eigenaar van de onderzoekslocatie en financieel niet gelieerd aan de opdrachtgever.

Het onderzoek is met de grootst mogelijke nauwkeurigheid en conform de daarvoor opgestelde normen en richtlijnen uitgevoerd. Hierbij wordt opgemerkt dat het veldonderzoek slechts bestaat uit een steekproef waarbij een relatief gering aantal metingen worden uitgevoerd. Daarom kan niet geheel uitgesloten worden dat de meetwaarden afwijken van de werkelijke situatie. MILON bv acht zich niet aansprakelijk voor eventueel hieruit voortvloeiende (financiële) schade.

2. Locatiebeschrijving.

2.1 Algemeen.

De onderzoekslocatie is gelegen aan de rand van het centrum van Azewijn. Ten noorden, oosten en zuiden van de locatie bevinden zich aangrenzende percelen met woonhuizen. De openbare weg (de Lepeestraat) is aan de noordoostzijde gelegen. Het perceel is kadastraal bekend als gemeente Bergh, sectie A, nummer 404 (ged.) en 746. De coördinaten van de onderzoekslocatie, volgens het RD-stelsel, zijn $X = 218.139$ en $Y = 433.477$. De oppervlakte van de onderzoekslocatie bedraagt circa 7.880 m^2 . De topografische ligging van de locatie is aangegeven in bijlage 1.

2.2 Huidige situatie.

De locatie is momenteel in gebruik als sier- en moestuin. Op een deel van de locatie is een leegstaande kas aanwezig en een schuur. Het maaiveld is onverhard (gras en onbedekte bodem). Tijdens de veldinspectie is gebleken dat ter plaatse van het zuidoostelijke en het noordwestelijke deel van de locatie op het maaiveld water aanwezig was. Dit was eveneens het geval op een groot deel van het westelijk gelegen buurperceel. Hieruit kan mogelijk afgeleid worden dat de toplaag een slechte doorlatendheid bezit.

2.3 Toekomstige situatie.

Op de locatie worden woonhuizen met bijbehorende infrastructuur gerealiseerd. Het perceel krijgt de bestemming wonen met tuin. Het totaal aan verhard oppervlak van de daken (22 woningen), de erfverhardingen en de wegen in de nieuwe situatie bedraagt circa 4.500 m^2 . Het resterende oppervlak is 3.380 m^2 groot en blijft onverhard. Dit deel wordt in de toekomstige situatie hoofdzakelijk ingericht als siertuin.

In dit schetsontwerp is reeds rekening gehouden met een retentievoorziening (wadi). De voorziening heeft waarschijnlijk echter onvoldoende capaciteit om al het afstromend hemelwater van het verhard oppervlak te verwerken. Daarom wordt voor deze locatie in het vervolg van deze rapportage bekeken of

hergebruik van hemelwater, een vegetatiedak en ondergronds bergen of infiltreren tot de mogelijkheden behoort. Een combinatie is ook mogelijk. Voor het maken van een technisch haalbare en afgewogen keuze, die rekening houdt met locatiespecifieke omstandigheden, is het noodzakelijk om inzicht te krijgen in de geohydrologische situatie ter plaatse (hoofdstuk 3). Een beschrijving van de toekomstige waterhuishoudkundige situatie volgt in hoofdstuk 5.

3. Bodemopbouw en geohydrologie.

3.1 Bodemopbouw.

De maaiveldhoogte bedraagt globaal 14,5 m+NAP. Binnen het plangebied is sprake van een geaccidenteerd terrein (1 tot 1,5 meter hoogteverschil).

Wanneer de Bodemkaart van Nederland (schaal 1: 50.000) vergeleken wordt met de handmatig uitgevoerde boringen tot maximaal 3,6 m-mv kan de bodem geclassificeerd worden als een *zandvaaggrond* (grof zand); kaartcode Zb30 en als een *oude rivierkleigrond* (lichte zavel); kaartcode KRn1. De locatie is gelegen in een overgangsgebied tussen deze twee bodemtypen.

Zandvaaggronden zijn zandgronden met een weinig donkere (vage), humushoudende bovengrond en zonder ijzerhuidjes rondom de zandkorrels direct onder de Al-horizont. Ze zijn in dit gebied ontstaan in rijk, fluviatiel zand of in verstoven zand (dekzand) van fluviatiele herkomst. Naar verschillen in textuur is onderscheid gemaakt in lemig fijn zand enerzijds en grof zand anderzijds. Op de locatie is sprake van een vorstvaaggrond. Dit zijn zandgronden met een weinig donkere (vage), humushoudende bovengrond en zonder ijzerhuidjes rondom de zandkorrels onder de eventueel aanwezige Al. Er heeft reeds enige bodemvorming plaatsgevonden, waarbij een homogene, min of meer bruin gekleurde laag in de positie van een B of een zwakke moderpodzol-B is ontstaan. Vorstvaaggronden komen overwegend voor in rijk Jonger dekzand of rivierstuifzand.

Oude rivierkleigronden zijn gronden, waarvan het moedermateriaal zogenaamde oude rivierklei is en die tevens tussen 0 en 80 cm voor meer dan de helft van de diepte uit zavel of klei bestaan. Ze maken deel uit van de rivierleemgronden, zoals die door Koenigs (1949) en Schelling (1951) zijn beschreven, respectievelijk in de omgeving van Azewijn en in Noord-Limburg.

Een fragment van de Bodemkaart van Nederland is opgenomen in bijlage 4.

3.2 Geohydrologie.

Het onderzoeksterrein heeft een globale hoogteligging van circa 14,5 m+NAP. De gegevens van de bodemsamenstelling en de hydrologische gegevens zijn verkregen uit de Bodemkaart van Nederland (Stichting voor Bodemkartering te Wageningen, uitgave 1985). De bodemopbouw is als volgt:

Deklaag (0 - 3 meter beneden maaiveld)

Vanaf het maaiveld tot circa 3 m-mv is een deklaag aanwezig welke voornamelijk bestaat uit klei, behorende tot de Betuwe formatie.

Eerste watervoerende pakket (3 - 8 meter beneden maaiveld)

Onder deze deklaag bevindt zich het eerste watervoerende pakket dat circa 5 meter dik is en bestaat voornamelijk uit grindhoudend matig fijn tot grof zand (formatie van Kreftenheye).

Oppervlaktewater en stromingsrichting freatisch grondwater

De stromingsrichting van het grondwater is globaal westelijk gericht. Op de onderzoekslocatie wordt geen grondwater onttrokken. Het aanwezig zijn van ongeregistreerde onttrekkingen in de directe omgeving is niet bekend en wordt derhalve niet uitgesloten.

3.3 Freatisch grondwater.

De volgende gegevens zijn ontleend aan de Wateratlas van de provincie Gelderland. Op het oostelijk deel van de locatie is sprake van een sterke infiltratie van hemelwater in het grondwater. Ter plaatse van het overig deel van de locatie is sprake van een matige infiltratie. Volgens de isohypsenkaart van het 1^e watervoerend pakket (1990-1999) is de grondwaterstroming westelijk tot noordwestelijk gericht. Ter plaatse van het oostelijk terreindeel is de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) 1,6-2,0 m-mv en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) 2,0-3,0 m-mv. Dit komt overeen met de gemeten grondwaterstand op de locatie op 24 november 2006 (2,1 m-mv). Voor het westelijk terreindeel geldt dat de GHG zich op 0,8-1,2 m-mv en de GLG zich op 1,6-2,0 m-mv bevindt. Op de locatie en in de

directe omgeving zijn geen watergangen aanwezig. Volgens de waterkansenkaart is de locatie geschikt tot zeer geschikt ten aanzien van maatregelen in het kader van hydrologisch neutraal bouwen. Uit de kaart met betrekking tot de grondwaterverordening blijkt dat de locatie gelegen is in stedelijk gebied.

Tijdens de veldwerkzaamheden (zie hoofdstuk 4) is in de bodem vanaf circa 0,80 tot 1,20 m-mv veel roest waargenomen. Hieronder is geen roest waargenomen. Doordat de bodem ge-laagd is opgebouwd uit klei, (siltig) zand en slib wordt verwacht dat op basis van de zintuiglijke waarnemingen geen relatie te leggen is met de grondwaterstanden op de locatie.

3.4 Wettelijke eisen.

Met betrekking tot eventuele wettelijke beperkingen, die van belang zijn om een inschatting te kunnen maken welke oplos-singsrichting, of richtingen voor de berging van hemelwater in de toekomstige situatie technisch realiseerbaar zijn, werd een aantal beleidsdocumenten geraadpleegd.

Hieruit blijkt dat de locatie zich niet bevindt binnen:

- Grondwaterbeschermingsgebied;
- Kwetsbaar gebied;
- Aardkundig waardevol gebied;
- Stiltegebied;
- Ecologisch zeer waardevol gebied.

Volgens de indicatieve archeologische waardenkaart geldt voor het gebied een hoge verwachtingswaarde. Door BILAN te Tilburg is op de locatie een archeologisch onderzoek uitgevoerd. Hieruit is gebleken dat er geen archeologische waarden aanwezig zijn.

4. Veldwerkzaamheden.

Het geohydrologische veldwerk op de locatie heeft bestaan uit het uitvoeren van 4 metingen met de dubbele-ring-infiltrometer (R1 tot en met R4) in tweevoud in de onverzadigde zone. Tevens is in tweevoud één putproef uitgevoerd. Hiervoor is tijdens het verkennend bodemonderzoek een nieuwe peilbuis (diameter 32 mm) geplaatst (Pb1). De geohydrologische veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 24 november 2006. Deze combinatie van metingen heeft tot doel de doorlatendheid van de bodem in de onverzadigde en verzadigde zone in beeld te brengen.

Bij het verrichten van de graafwerkzaamheden ten behoeve van de doorlatendheidsmetingen is ten behoeve van ringmeting 1 tot 1,7 m-mv, ten behoeve van ringmeting 2 tot 1,3 m-mv, ten behoeve van ringmeting 3 tot 1,0 m-mv en ten behoeve van ringmeting 4 tot 1,7 m-mv gegraven. Bij de ringmetingen is vanaf circa 0,8 tot 1,2 m-mv veel roest waargenomen. Hieronder is geen roest waargenomen. De uitgevoerde veldwerkzaamheden en meetresultaten zijn voor de onverzadigde zone toegevoegd in bijlage 7 en voor de verzadigde zone toegevoegd in bijlage 8. Hieraan zijn tevens foto's van de uitgevoerde werkzaamheden toegevoegd.

Bij het plaatsen van de voor de putproef geschikte peilbuis (Pb1) is geboord tot een einddiepte van 3,5 m-mv. Uit het opgeboorde materiaal blijkt, dat de bodem vanaf maaiveld tot circa 1,0 m-mv bestaat uit matig zandige klei. Hieronder bevindt zich tot 2,5 m-mv matig grof, zwak humeus, zwak kleilig zand. Vanaf 2,5 m-mv tot de maximale boordiepte van 3,5 m-mv bestaat de bodem uit matig grof zand. De boorbeschrijving is opgenomen in bijlage 9. Deze bevindingen passen in het hiervoor beschreven beeld, dat de Bodemkaart en de Grondwaterkaart van Nederland voor dit gebied laten zien.

Daarnaast zijn tijdens het veldwerk foto's gemaakt van de dubbele-ringmetingen in de onverzadigde zone, de putproef in de verzadigde zone en van de locatie. Deze foto's zijn toegevoegd in bijlage 7 en 8. De (variatie in) doorlatendheid vormt samen met de nog te berekenen hoeveelheid te bergen hemelwater een indicatie voor de meest optimale hydrologisch neutrale oplossing voor deze locatie. Ook een combinatie van oplossingen kan tot de mogelijkheden behoren.

Met betrekking tot de hoogte van het maaiveld ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn nog geen gegevens bekend. De globale hoogte is overgenomen uit de topografische kaart uit de Grote Provincie Atlas (schaal 1:25.000). De in deze paragraaf beschreven locatiespecifieke omstandigheden en veldwerkzaamheden vormen mede de basis waarop wordt beoordeeld of in de toekomstige situatie hergebruik, berging en infiltratie, of een combinatie van deze mogelijkheden op de locatie gelegen aan de Leppestraat een haalbare optie is.

5. Toekomstige waterhuishoudkundige situatie.

Het onderzochte perceel met een oppervlakte van circa 7.880 m² is momenteel deels onbebouwd en onverhard. Ter plaatse van het zuidelijk deel van de locatie is een kas aanwezig en op het zuidoostelijk deel een schuur.

Het totaal aan verhard oppervlak de nieuwe situatie bedraagt circa 4.500 m². Het resterende oppervlak is 3.380 groot en blijft onverhard.

5.1 Berekening benodigde berging.

De hemelwaterberging is in samenspraak met waterschap Rijn en IJssel tot stand gekomen (mevrouw N. Otten, d.d. 16 -09-2010). De benodigde berging ten aanzien van hemelwater voor deze locatie is berekend met de norm voor hemelwaterberging. Deze norm betreft een bui met een herhalingstijd van 100 jaar, vermeerderd met 10% om te anticiperen op klimaatverandering (T=100+10%), concreet 77 mm.

Dit resulteert in een oppervlak van 4.500 m² maal 77 mm (0,077 m) = 347 m³. Hiervan dient 239 m³ binnen de plangrenzen (tijdelijk) te worden vastgehouden en de overige hoeveelheid van 108 m³ mag geen wateroverlast veroorzaken in of benedenstrooms van het plangebied.

5.2 Doorlatendheid onverzadigde en verzadigde zone.

De infiltratiecapaciteit van de bovengrond (onverzadigde zone) is gemeten met behulp van de dubbele-ring-infiltrometer. Na een periode van voorverzadiging wordt per tijdseenheid het weg-zijgen van het water in de binnenste ring gemeten (zie bijlage 5). Hieruit kan de verticale doorlatendheid in de onverzadigde zone bepaald worden. Om de betrouwbaarheid van de uitkomsten te vergroten, zijn alle metingen in tweevoud uitgevoerd. Zo ontstaat niet alleen een spreiding in meetresultaten, maar kan tevens een gemiddelde berekend worden. In totaal zijn op de locatie verdeeld over 4 verschillende meetpunten 8 individuele metingen uitgevoerd naar de doorlatendheid van de **onverza-**

digde zone.

De doorlatendheid van de ondergrond (verzadigde zone) is gemeten door middel van het in tweevoud uitvoeren van een zogenaamde putproef op peilbuis 1 (Pb1). Dat wil zeggen dat onder voorgeschreven omstandigheden, na het leegpompen van het boorgat met de daarin geplaatste peilbuis, de stijgsnelheid van het grondwater gemeten wordt. Deze putproeven zijn uitgevoerd volgens de methode Hooghoudt (1936) later geoptimaliseerd door Kirkham & Van Bavel (1948) en Ernst (1950). Het principe van deze proef is weergegeven in bijlage 6.

In totaal zijn op de locatie twee individuele metingen uitgevoerd naar de doorlatendheid van de **verzadigde** zone. De gemiddelde resultaten van de 2 metingen zijn, gerangschikt naar meetmethode, weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Samenvatting meetresultaten (K in m/d).

meetserie ¹	gemiddeld ²
Meetpunt R1: Dubbele-ring-infiltrometer ³	0,0
Meetpunt R2: Dubbele ring-infiltrometer ³	0,2
Meetpunt R3: Dubbele ring-infiltrometer ³	2,6
Meetpunt R4: Dubbele ring-infiltrometer ³	0,5
Meetpunt peilbuis Pb1: Putproef volgens Hooghoudt ⁴	20,1**

¹ Voor situering van de meetpunten zie bijlage 2.

² Afgeronde meetwaarden.

³ Meet de verticale verzadigde doorlatendheid (k_v) in onverzadigde zone.

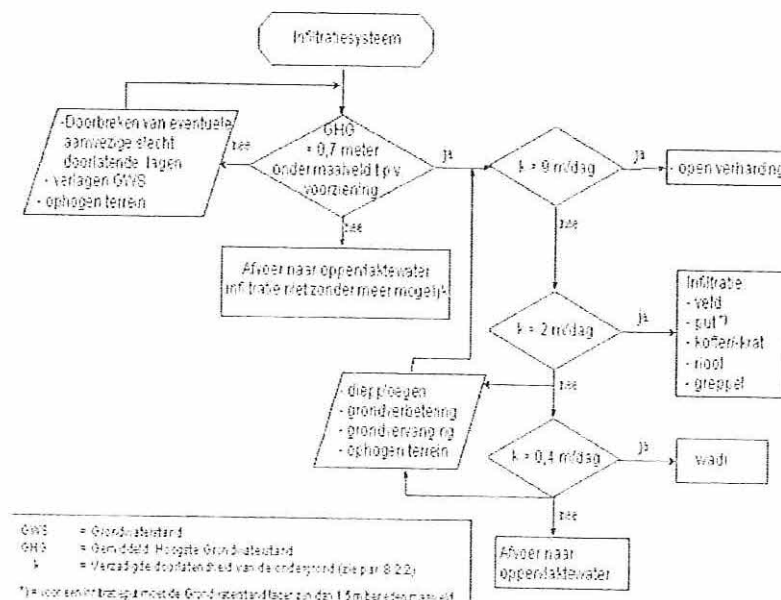
⁴ Meet de horizontale verzadigde doorlatendheid (k_h) in verzadigde zone.

** Maximale waarde gehanteerd.

Uit tabel 1 blijkt dat de op de locatie gemeten gemiddelde doorlatendheid van de onverzadigde zone tussen de 0,0 en 2,6 m/d varieert. De variatie wordt veroorzaakt door de gelaagdheid van de bodem (afwisselend klei-, zand- en sliedlagen). Ter plaatse van de meetpunten is gemeten in de bodemlaag die zintuiglijk op basis van samenstelling het meest geschikt lijkt voor infiltratie (bij voorkeur een zandlaag). Tijdens de metingen is gebleken dat zich op de minder doorlatende bodemlagen hangwater bevindt.

Ten aanzien van de verzadigde zone is de maximale waarde gehanteerd. De reden hiervoor is gelegen in het feit dat de peilbuis tijdens de meting door de grote stijgsnelheid niet geheel leeggepompt kon worden. De werkelijke doorlatendheid zal derhalve nog hoger zijn dan de weergegeven meetwaarde.

Voor het infiltreren van hemelwater in de bodem wordt door Waterschap Rijn en IJssel een praktische ondergrens van 0,5 m/d aangehouden. Deze waarde wordt in de onverzadigde zone ter plaatse van meting R3 en R4 en in de verzadigde zone (Pb1) bereikt. Hierdoor lijkt het infiltreren van het hemelwater in de onverzadigde zone een mogelijke optie. Echter is het maaiveld hier circa 0,5 à 1,0 meter hoger gelegen dan het laagste punt. Wanneer ter plaatse grote hoeveelheden hemelwater geïnfiltreerd worden is ter plaatse van het laagste punt wateroverlast te verwachten. Alle oorspronkelijke, individuele veldmetingen zijn toegevoegd in bijlage 7 en 8.



Figuur 1: Selectieschema voor de (on)mogelijkheden van hergebruik van hemelwater (bron: ISSO-publicatie 70-1 (mei 2002)).

5.3 Oplossingsrichting hemelwater.

Vanwege de relatief geringe omvang van het plan wordt hergebruik niet wenselijk geacht. Op deze locatie is in de toekomstige situatie in zeer beperkte mate ruimte beschikbaar om een retentie- en infiltratievoorziening aan het maaiveld te realiseren. Uit de uitgevoerde doorlatendheidsmetingen in de **on**verzadigde zone blijkt dat de doorlatendheid van de grond overwegend slecht tot zeer slecht is. Op één locatie is de doorlatendheid goed. Echter gezien de locatiespecifieke omstandigheden kunnen in de betreffende bodemlaag geen grote hoeveelheden hemelwater geïnfiltreerd worden zonder dat dit elders in het plangebied tot problemen leidt. De **ver**zadigde zone heeft een doorlatendheid groter dan 20 meter per dag. De mogelijkheden voor het aanbrengen van grondverbetering tot in de verzadigde dient bekeken te worden.

Voor het bergen en infiltreren van hemelwater bestaan verschillende technieken. Gezien de geringe ruimte binnen het plangebied zijn de middelen echter beperkt. Het ligt voor de hand in ieder geval de openbare ruimte te gebruiken die wordt ingericht als openbaar groen: het grasveld in het zuidoostelijke deel van het gebied (globaal ter plaatse van de huidige kassen). In het schetsplan (variant II) is hier reeds rekening gehouden met de aanleg van een wadi.

De beschikbare ruimte voor de wadi is circa 300 m². Bij een maximale peilstijging in de wadi van 30 centimeter (landelijke richtlijn) kan hierbij circa 100 m² geborgen worden. Om in de benodigde berging van tenminste 239 m³ water te voorzien is dus nog aanzienlijke aanvullende bering benodigd. Daarom wordt onder de wadi, maar boven de lokale GHG, een pakket kleikorrels aangebracht, waar overtollig hemelwater na volledige vulling van de wadi middels kolken ('slok-op') naartoe wordt geleid. Hierbij wordt een kleikorrelpakket aangebracht van circa 1 meter dikte. Met de beschikbare ruimte van 300 m² betreft dit dus een volume van 300 m³. Hierbij dient echter rekening gehouden te worden met een porositeit van het kleikorrelpakket van circa 33 procent, waarbij dus effectief nog eens circa 100 m³ geborgen kan worden.

Resteert een hoeveelheid van 39 m³ te bergen water. Om deze laatste hoeveelheid te kunnen bergen/infiltreren wordt onder de

nieuwe openbare weg een infiltratie- en transportriool aangebracht. Bij een interne diameter van 500 mm kan hiermee per strekkende meter circa 0,2 m³ water geborgen worden. De toekomstige weg zal een lengte van circa 200 meter bedragen. Daarmee kan dus nog circa 40 m³ water geborgen worden. Dit infiltratie- en transport riool wordt in verbinding gesteld met de wadi en het kleikorrelpakket in het grasveld.

Met dit drietrapsysteem kan dus voldaan worden aan de minimale bergingseis van 239 m³ hemelwater en kan de planontwikkeling hydrologisch neutraal uitgevoerd worden. Dit systeem zal in een latere fase verder uitgewerkt worden. Indien bij de praktische invulling hiervan onverhoopt problemen ontstaan om aan de bergingseis te voldoen, kan als aanvullende maatregel overwogen worden incidenteel enig water op straat te accepteren. Gemeente Montferland (dhr. Bosboom) heeft aangegeven dit te accepteren, mits wordt gegarandeerd dat er dan geen wateroverlast voor de bebouwing ontstaat (door hierbij bijvoorbeeld rekening te houden met het wegprofiel).

5.4 Aandachtspunten.

Bij het uitvoeren van de beschreven geohydrologische veldmetingen ter bepaling van de doorlatendheid en toelichting op de beschreven oplossingsrichting om tot een hydrologisch neutrale invulling voor deze locatie te komen, worden de navolgende aandachtspunten gesignaleerd.

1. De foutmarge voor de infiltratieproeven en putproeven bedraagt in orde van grootte 50%. Dat wil zeggen dat de werkelijke waarde, ten opzichte van de gepresenteerde meetwaarde met maximaal de helft naar boven of naar beneden kan afwijken. Omdat de doorlatendheid met verschillende meetmethoden is vastgesteld, ontstaat weliswaar een inzichtelijke range waarbinnen de uitkomsten zich naar verwachting bevinden, maar mogen de waarden verkregen uit verschillende methoden niet "op één hoop" geveegd worden en vervolgens gemiddeld. Elk van de gebruikte meetmethode kent namelijk een typisch eigen aanpak en daarmee eigen voor- en nadelen.
2. Het toepassen van het kleikorrelpakket onder de wadi wordt noodzakelijk geacht om goede werking van het totale systeem te garanderen. De slechtdoorlatende onverzadigde zone wordt

daarmee namelijk 'verbonden' met de goeddoorlatende verzadigde zone, die zich kenmerkt door een zeer goede doorlatendheid. Infiltratie zal hierdoor niet of nauwelijks tot grondwaterstijging leiden.

3. Om te voorkomen dat verontreinigingen met het hemelwater in de voorzieningen terechtkomen en kunnen infiltreren, geldt de verplichting om alleen niet-uitlogbare bouwstoffen toe te passen. In de praktijk betekent dit, dat geen gebruik gemaakt kan worden van zacht PVC, bitumen, zink, koper en lood voor daken en/of dakgoten. Daarnaast is het niet wenselijk om ter plaatse van de openbare en erfverhardingen voertuigen te wassen.
4. De kwaliteit van de grond en het grondwater lijken geen belemmering te vormen voor de aanleg van de voorzieningen en de infiltratie van grote hoeveelheden hemelwater. In het grondwater zijn licht verhoogde gehalten cadmium en nikkel gemeten. Voor het overige zijn geen van de gemeten parameters in een verhoogde concentratie aangetroffen. In de grond zijn maximaal licht verhoogde gehalten (zink en PAK-totaal) gemeten (Verkennd bodemonderzoek Leppestraat te Azewijn, MILON bv, rapportnummer: 26695, 6 december 2006). Aangenomen wordt dat de verhoogde gehalten cadmium en zink in het grondwater van nature lokaal verhoogde achtergrondconcentraties betreffen. Infiltreren van hemelwater heeft derhalve geen negatieve invloed op de grondwaterkwaliteit.
5. Bij de berekening van de benodigde berging is uitgegaan van het schetsplan (variant II).
6. Uitgebreidere en meer definitieve berekeningen met betrekking tot de uitvoering van het infiltratie- en bergingssysteem kunnen pas in een later stadium gemaakt worden; bijvoorbeeld door de leverancier van het systeem. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de constructieve eisen (bijvoorbeeld gebruik als openbare weg) van het systeem.
7. Voorgesteld wordt om voorafgaand aan de ingebruikname van de voorziening (uitgebreid) aandacht aan het aspect voorlichting te besteden. Dit om te voorkomen dat bepaalde activiteiten, zoals het wassen van auto's of het gebruik van bestrijdingsmiddelen en strooizout, de ondergrondse bergingsvoorziening kan contamineren.

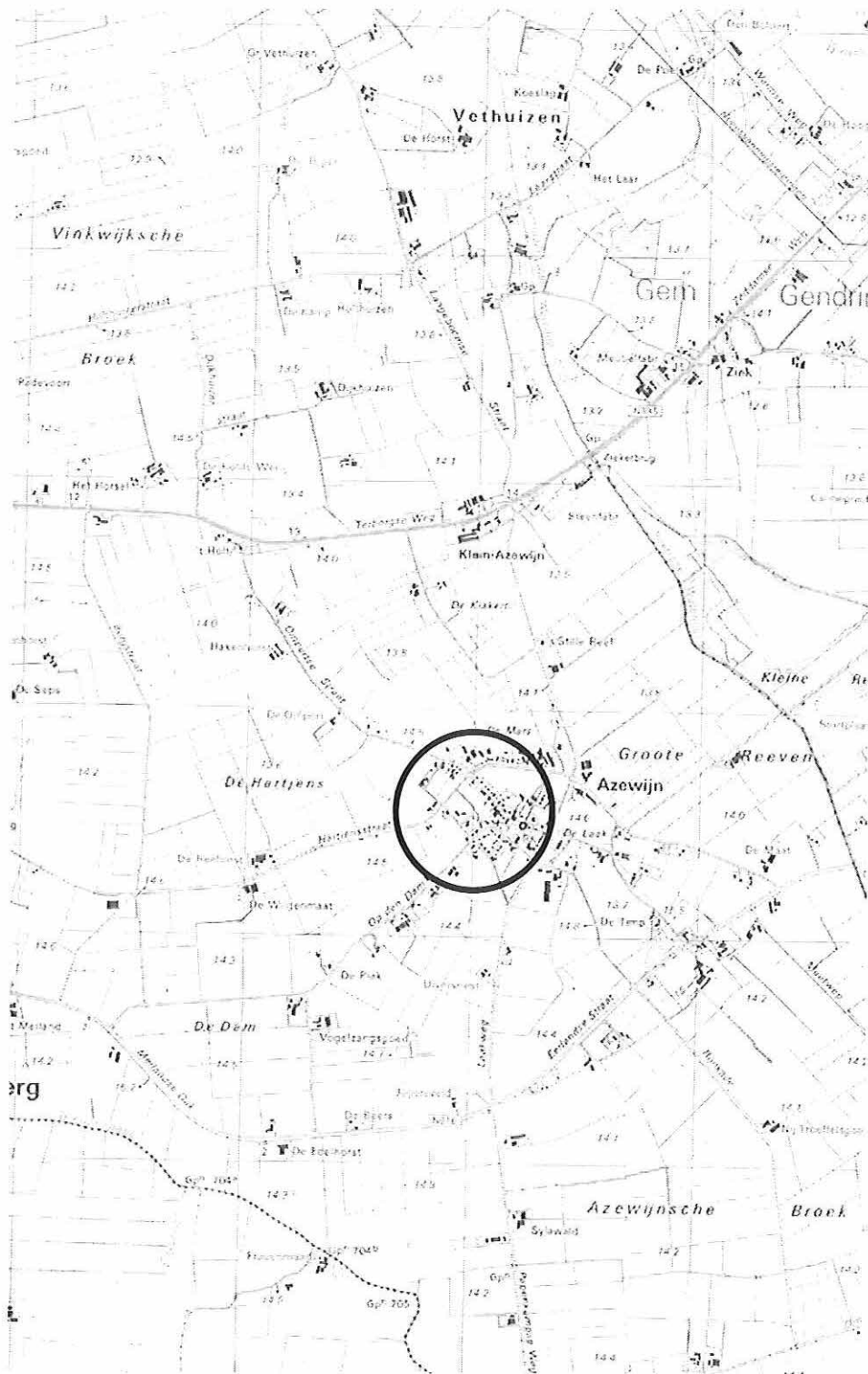
5.5 Tot slot.


Voor het opstellen van deze watertoets is ondermeer het Besluit op de Ruimtelijke Ordening geraadpleegd. Een aantal aspecten dat nog niet in deze watertoets is toegelicht, wordt in deze paragraaf alsnog vermeld.

- Het aanvragen van een ontheffing of vergunning op de Keur van waterschap is van toepassing indien er water wordt geloosd op oppervlaktewater (direct, of indirect via het rioleeringsstelsel).
- De verantwoordelijkheid voor alle kwalitatieve en kwantitatieve aspecten van de nieuw te realiseren waterhuishoudkundige voorzieningen op de locatie Leppestraat te Azewijn, tot aan het gemeentelijke aansluitpunt, komen ten laste van de initiatiefnemer. Dit geldt eveneens voor de aanleg- en onderhoudskosten van de benodigde voorzieningen.

BIJLAGEN

BIJLAGE 1



Schaal: 1:25.000	Bijlage: 1	 van advies tot realisatie <ul style="list-style-type: none"> - milieu - ruimtelijke ordening - civiel - landschap
Topografische overzichtskaart met ligging onderzoekslocatie		
Deze kaart is noordgericht		



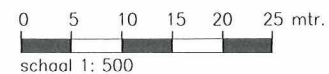
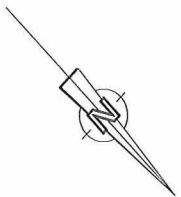
Ligging onderzoekslocatie

BIJLAGE 2



LEGENDA

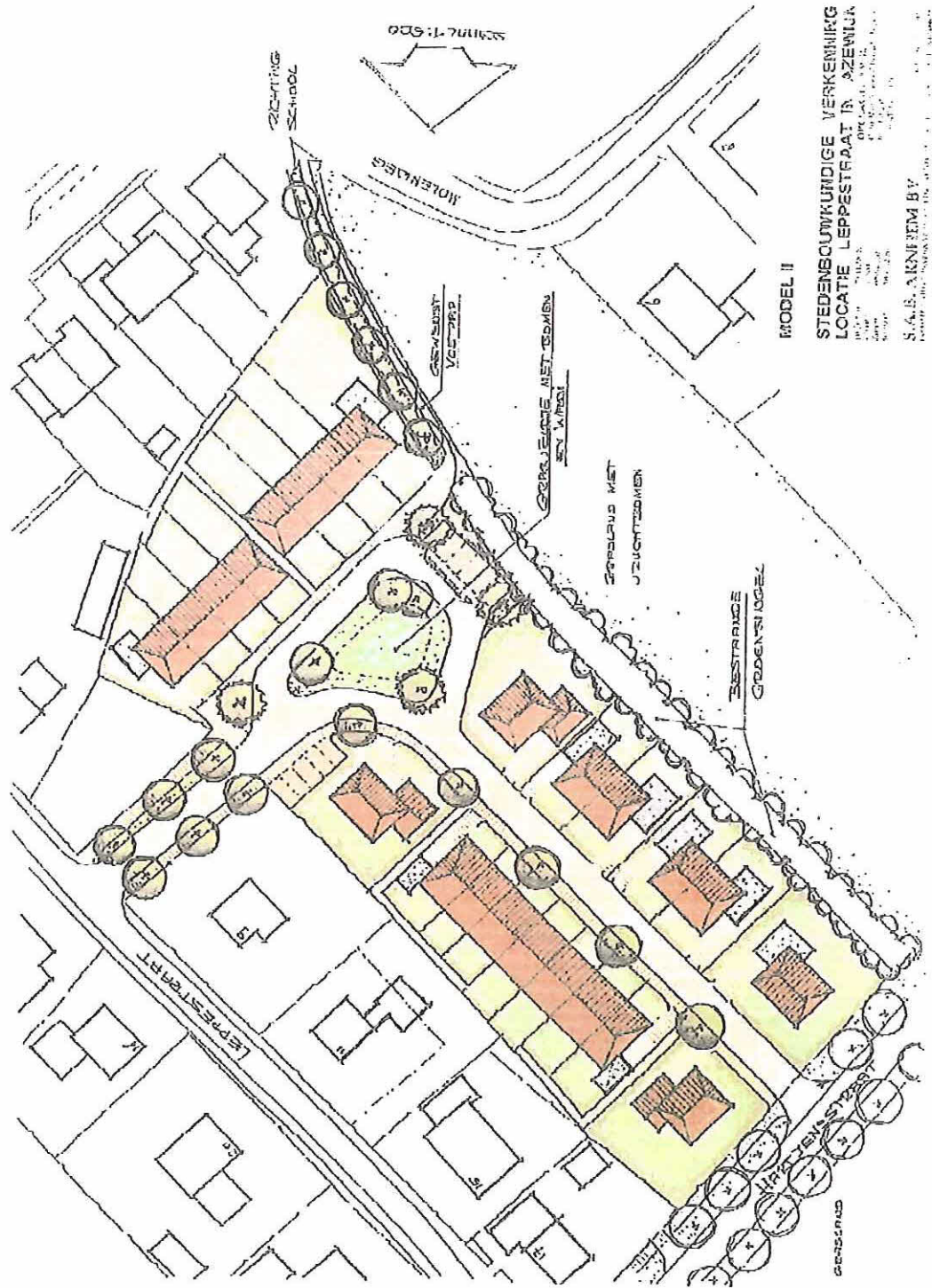
- onderzoekslocatie
- perceelsgrens
- bestaande bebouwing
- meetpunt
- peilbuis



Onderzoek:	Geohydrologisch bodemonderzoek	Projectnr:	26670
Locatie:	Lepeestraat (nabij huisnr. 9)	Bijlage:	2
Plaats:	Azewijn	Schaal:	1:500
Figuur:	Onderzoekslocatie met meetpunten	Formaat:	A3
		Getekend:	TvE
Bestand:	P:\Projecten\Azewijn\Lepeestraat\A-5000\Versie 1	Versie:	1
		Datum:	07-11-2006
MILON van advies tot realisatie		Gewijzigd 1:	
		Gewijzigd 2:	
		Gewijzigd 3:	
		Gewijzigd 4:	

Huggensweg 24, 5482 TG Schijndel
 Telefoon 073-5477253, Fax 073-5493955

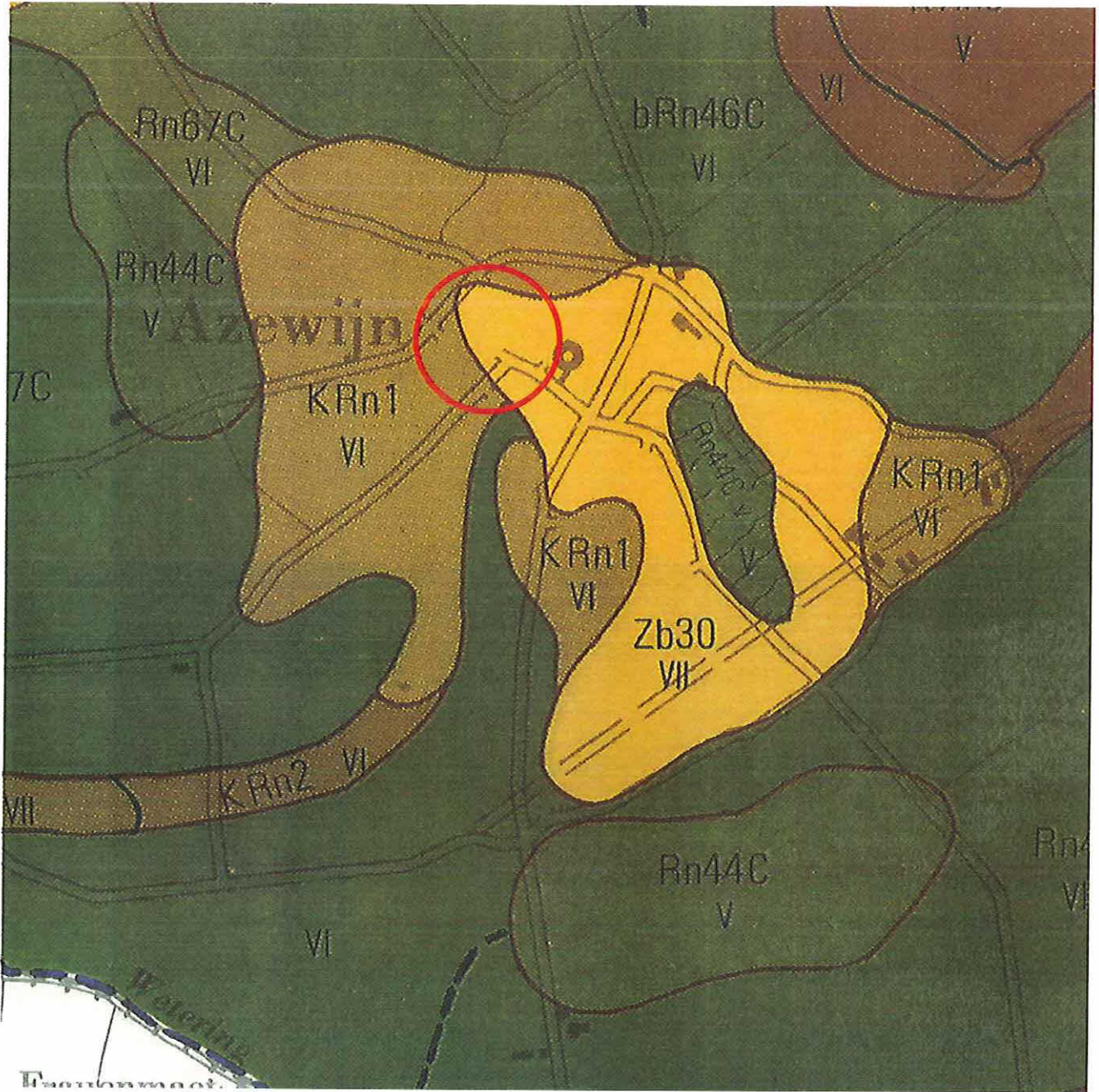
BIJLAGE 3




MODEL II

STEDENBOUWKUNDIGE VERKENNING
 LOCATIE LEPESTRAAT IN AZEVLIA
 S.A.S. AKRIFEM BV
 1990

BIJLAGE 4



Schaal: onbekend	Bijlage: 4	 van advies tot realisatie <ul style="list-style-type: none"> • milieu • ruimtelijke ordening • civiel • juridisch
Topografische overzichtskaart met ligging onderzoekslocatie		
Deze kaart is noordgericht		


 Ligging onderzoekslocatie

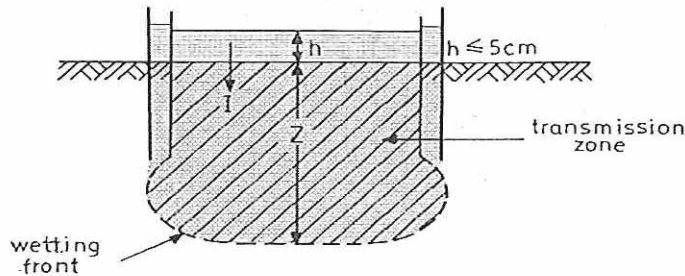
BIJLAGE 5

16.3.1 Infiltrometer-method

An infiltration measurement is carried out, using either a single or a double ring infiltrometer. Measurements can be made at the surface or at different depths below the soil surface (on 'steps' in a profile pit see figure 16.1). The infiltration rate (I) of water into the soil is governed by Darcy's Law:

$$I = K_{\theta} \frac{h + z - P}{z} \quad \dots\dots(\text{eq. 16.4})$$

- where: I = infiltration rate ($\text{m}\cdot\text{day}^{-1}$)
 K_{θ} = hydraulic conductivity of the soil at moisture content θ ($\text{m}\cdot\text{day}^{-1}$)
 h = water depth on the soil surface (m)
 z = depth to the wetting front (m)
 P = soil water pressure at the wetting front, inside the transmission zone (m)



The moisture content in the transmission zone becomes virtually saturated so that $\theta \rightarrow \theta_{\text{sat}}$ and $P \rightarrow 0$ (this applies to most medium/heavy textured soils, but not for coarse textured soils). When $\theta \rightarrow \theta_{\text{sat}}$, also $K_{\theta} \rightarrow K_{\text{sat}}$. After prolonged infiltration, z becomes relatively large compared to $(h - P)$ so that the hydraulic gradient approaches unity $\left(\frac{h + z - P}{z} \rightarrow \frac{z}{z} \rightarrow 1\right)$.

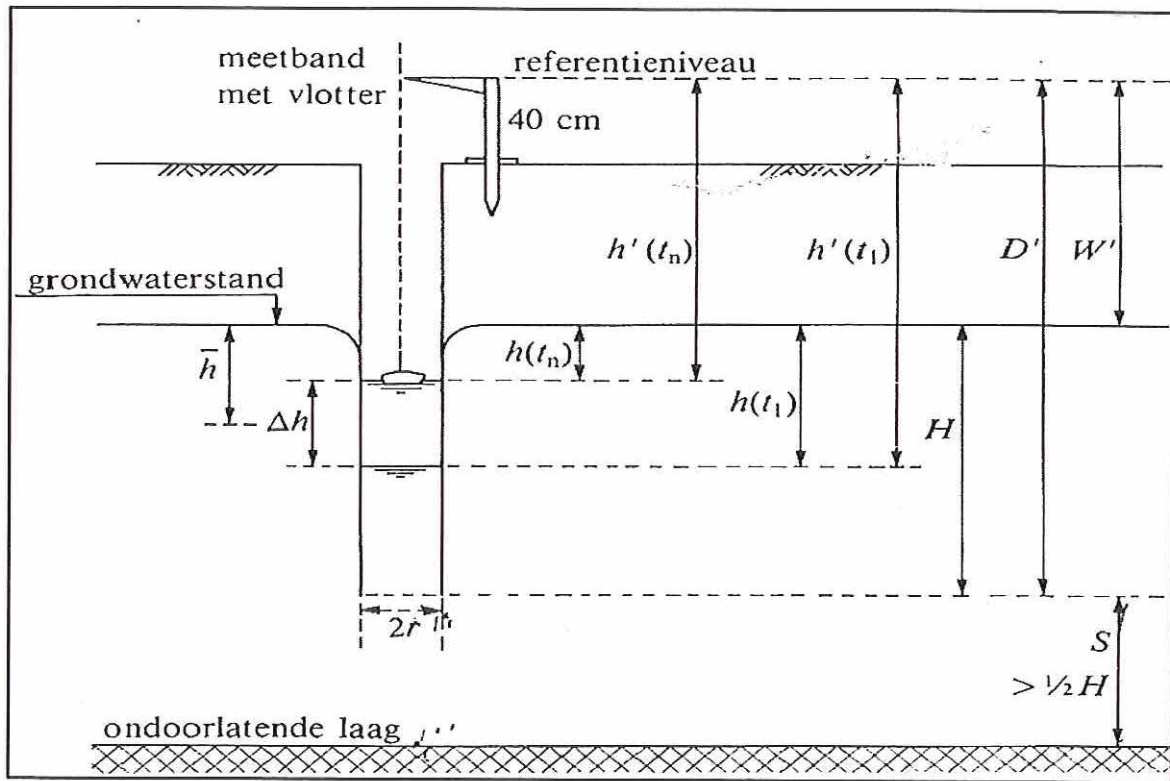
So:
$$I_{\text{final}} = K_{\theta} \frac{h + z - P}{z} \sim K_{\text{sat}}$$

Evaluation

- (a) This method measures K_v (vertical hydraulic conductivity).
- (b) The method is simple but is not very accurate due to:
 - I_{final} only approximates K_{sat} (see above)
 - soil variability (small volume of soil involved; at least 3 replicates should be made to arrive at a reasonably reliable value)
 - disturbance of soil when driving the infiltrometer ring into the soil.

BIJLAGE 6

Principe putproef



Bron: Cultuurtechnisch Vademecum, 1988.

BIJLAGE 7

Worksheet: Dubbele ring-infiltro-meting R1

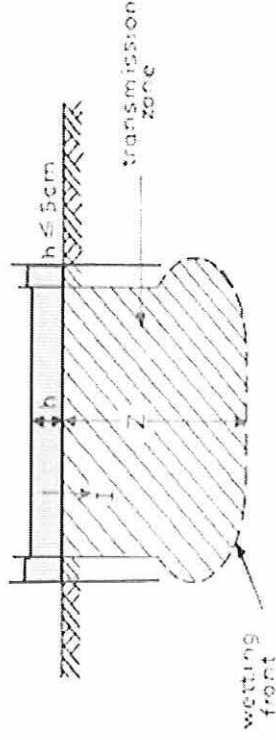
Formule $k_{sat} = (\Delta h / \Delta t)$

k: k-waarde van verzadigde doorlatendheid in m/d

($\Delta h / \Delta t$): infiltratiesnelheid van het water in cm/min

Tijd t (min)	meting 1	meting 2
0	17,50	17,50
6	17,50	
18		17,50

K_{sat} (m/d) = 0,0



De meting is uitgevoerd op een diepte van 1,7 m-mv, direct onder de roesthoudende kleilaag.

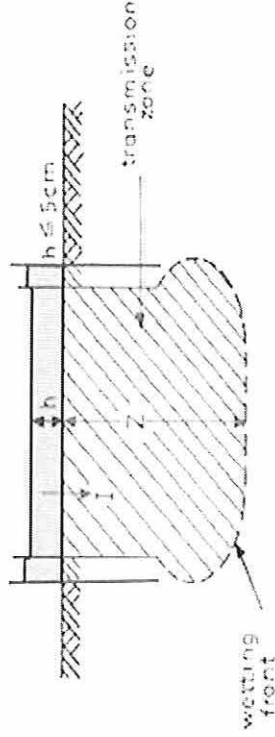
Worksheet: Dubbele ring-infiltro-meting R4

Formule $k_{sat} = (\Delta h / \Delta t)$

k: k-waarde van verzadigde doorlatendheid in m/d
($\Delta h / \Delta t$): infiltratiesnelheid van het water in cm/min

Tijd t (min)	meting 1	meting 2
0	18,50	18,80
7	18,80	
12		19,10

Ksat (m/d) = 0,5



De meting is uitgevoerd op een diepte van 1,7 m-mv, in de grof zandige grind- en schelpenhoudende bodemlaag.



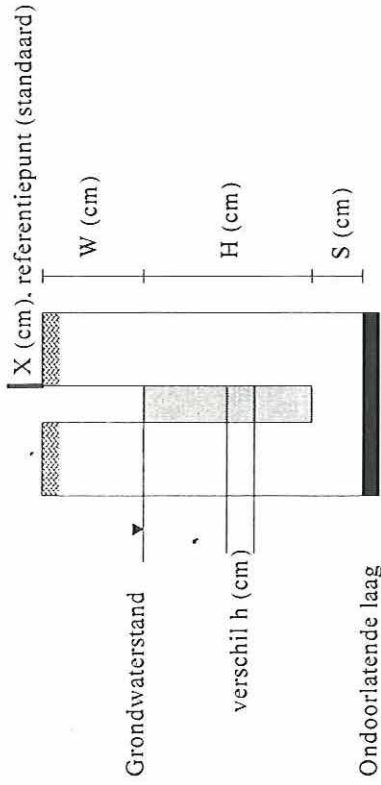


BIJLAGE 8

Worksheet: K-waarde gebaseerd op putproef

Formule	$k = \alpha * (\Delta h / \Delta t)$
k:	k-waarde van verzadigde doorlatendheid in m/d
α :	Geometrische factor
$(\Delta h / \Delta t)$:	stijgsnelheid van het water in cm/s

Geometrische factor	
W	190
H	165
S	
X	70
2r	5.5
h(gem)	88.5
H/r	60
h(gem)/H	0.54
S/H	0
$\alpha =$	1,2



Gebruik tabel op volgende pagina voor bepalen van α

Peilbuis 1, meting 1

Tijd t (s)	Grondwaterstand (t.ov. referentiepunt) W + h (cm)	Stijghoogte h (cm)	Verschil stijghoogte Δh (cm)	Tijdsinterval Δt (s)
0	312	122		0
4	245	55	67	4
10	205	15	40	6
17	194	4	11	7

einde meting, ruim 25% van de peilbuis weer volgestroomd

K (m/d) =	20,1
------------------	-------------










S/H for impermeable substratum

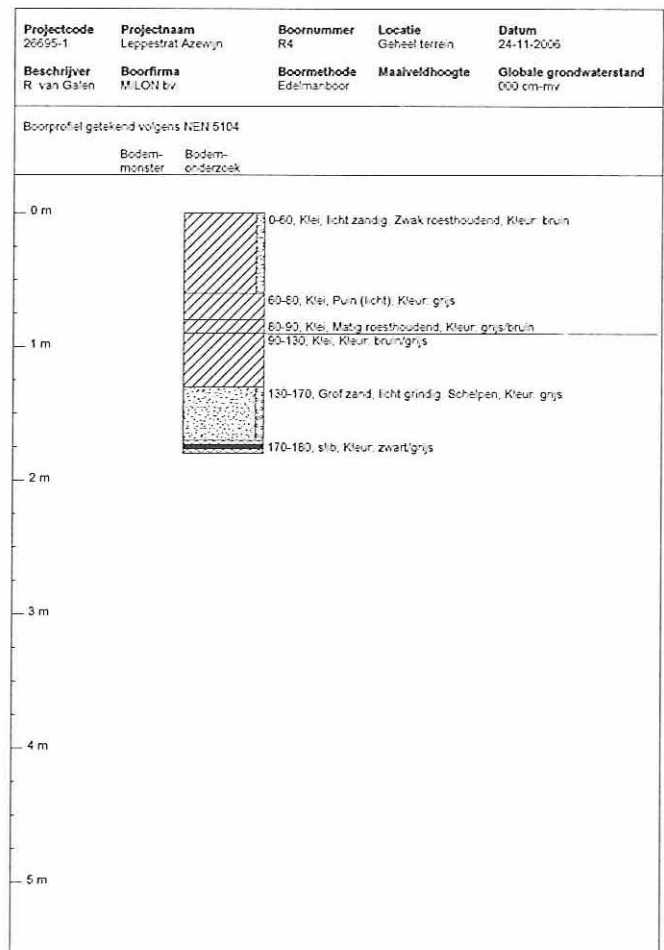
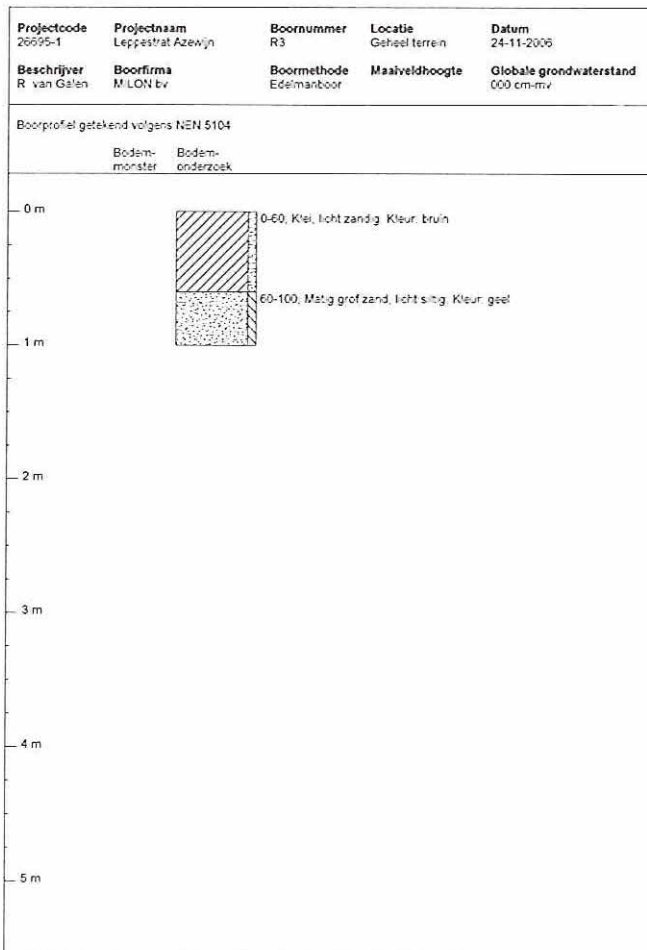
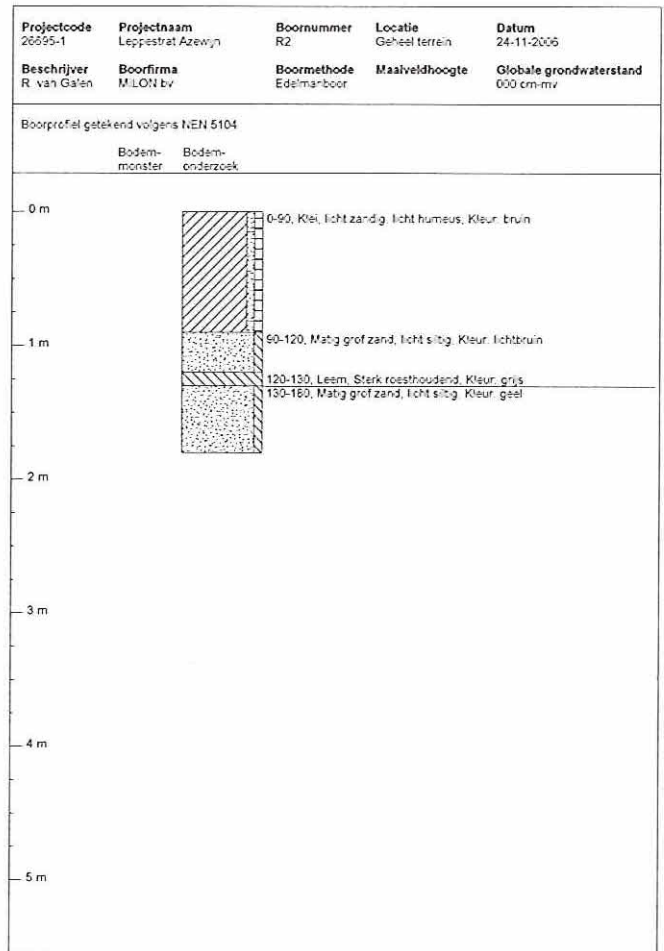
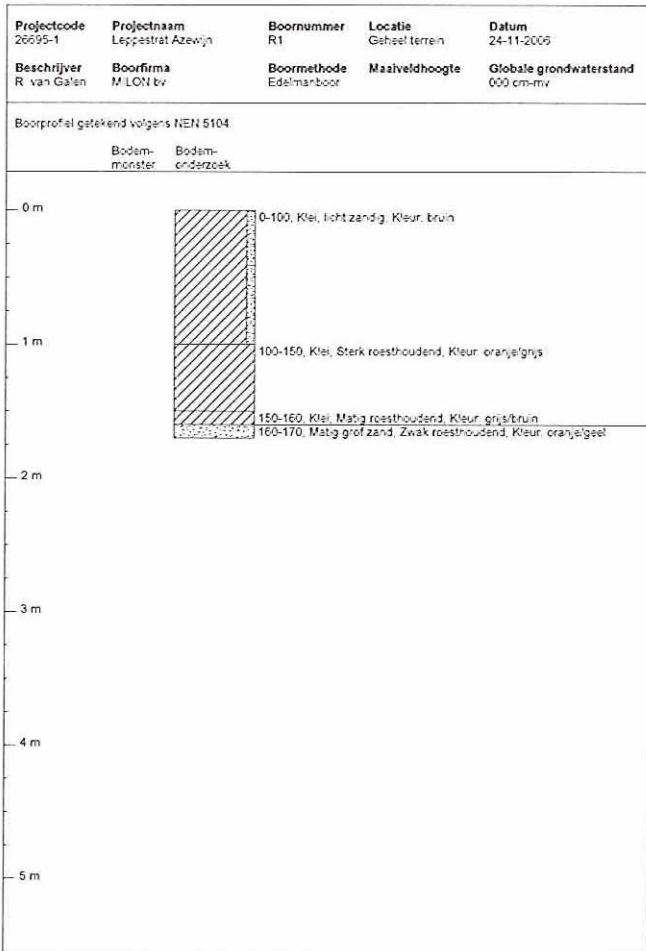
H/r	h/H^{**}	S/H											∞
	S/H	0	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5				
1	1	447	423	404	375	323	286	264	255				254
	0.75	469	450	434	408	360	324	303	292				291
	0.5	555	537	522	497	449	411	386	380				379
2	1	186	176	167	154	134	123	118	116				115
	0.75	196	187	180	168	149	138	133	131				131
	0.5	234	225	218	207	188	175	169	167				167
5	1	51.9	48.6	46.2	42.8	38.7	36.9	36.1	35.8				35.8
	0.75	54.8	52.0	49.9	46.8	42.8	41.0	40.2	40.0				40.0
	0.5	66.1	63.4	61.3	58.1	53.9	51.9	51.0	50.7				50.7
10	1	18.1	16.9	16.1	15.1	14.1	13.6	13.4	13.4				13.4
	0.75	19.1	18.1	17.4	16.5	15.5	15.0	14.8	14.8				14.8
	0.5	23.3	22.3	21.5	20.6	19.5	19.0	18.8	18.7				18.7
20	1	5.91	5.53	5.30	5.06	4.81	4.70	4.66	4.64				4.64
	0.75	6.27	5.94	5.73	5.50	5.25	5.15	5.10	5.08				5.08
	0.5	7.67	7.34	7.12	6.88	6.60	6.48	6.43	6.41				6.41
50	1	1.25	1.18	1.14	1.11	1.07	1.05	1.04	1.04				1.04
	0.75	1.33	1.27	1.23	1.20	1.16	1.14	1.13	1.13				1.13
	0.5	1.64	1.57	1.54	1.50	1.46	1.44	1.43	1.43				1.43
100	1	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32				0.32
	0.75	0.40	0.38	0.37	0.36	0.35	0.35	0.35	0.35				0.35
	0.5	0.49	0.47	0.46	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44				0.44

BIJLAGE 9

Boorbeschrijvingen

Betekenis van afkortingen

	G-g: Grind/grindig		I/i: Zinkassen
	Z/z: Zand/zandig		P/p: Puin
	L/s: Leem/siltig		Q/q: Slib
	K/k: Klei/kleilig		Blinde buis: 
	V/h: Veen/humeus		Klei-afdichting: 
	m: Mineraal arm		Filter: 
	Overig		Grondwaterstand: 
	Ongeroerd monster: 		Geroerd monster: 



Projectcode 26695-1	Projectnaam Leppestraat Azewijn	Boornummer P1	Locatie Geheel terrein	Datum 24-11-2006
Beschrijver R van Galen	Boorfirma M.LON bv	Boormethode Edelmanboor	Maalveldhoogte	Globale grondwaterstand 000 cm-mv
Boorprofiel getekend volgens NEN 5104				
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Filter-Bodem- buis monster Bodem- onderzoek </div>				
<i>Grondwaterbemonstering B-12-2006</i>				
pH	EGV µS/cm	Temperatuur °C	Grondwaterstand 90 cm-mv	<i>Monsternamefilter</i>
				Diepte 355 cm-mv
				Perforatie 255-355 cm-mv