MILIEU & TECHNIEK

INFILTRATIEONDERZOEK

Noordzijde Schoolstraat te Wessem

B-061329

Uitgevoerd door: DvL Milieu & Techniek
Postbus 10047
6000 GA WEERT
tel.: 0495-535884
fax: 0495-450313

Datum: 20 maart 2007

Betreft: Noordzijde Schoolstraat te Wessem

Opdrachtgever: Paul Corstjens Renovatiebouw
De heer P. Cortjens
Postbus 3534
6017 ZG Thorn

Afdeling:	Bodem-Water-Lucht [BWL]	*Rapport opgesteld door:*	ing. R.M.J.S. Schroijen *[adviseur bodem-water-lucht]*	*[eerste ondertekening]*
Status rapport:	Definitief	*Gecontroleerd / gezien door:*	ir. P.A. Steenbergen *[adviseur bodem-water-lucht]*	*[tweede ondertekening]*

Kwaliteitscertificaten : NEN-EN-ISO 9001:2000 & Monsterneming Bouwstoffenbesluit SIKB 1000 VKB-1001

De in DNR 2005 omschreven regeling is op al onze werkzaamheden van toepassing. Dit rapport valt onder auteursrechten zoals vermeld in hoofdstuk 11 artikel 46 van de DNR 2005 *Gereproduceerd op chloorvrij gebleekt papier.*

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding 3

2 Algemeen 5

3 Veldmetingen 7
3.1 Opzet 7
3.2 Uitvoering, interpretatie en resultaten 7
3.2.1 Open-end tests 8
3.2.2 Porchettest 8

4 Samenvatting en conclusies 11

Bijlagen:

A Topografische overzichtskaart
B Situatietekening onderzoekslocatie met meetpunten
C Bodemprofielbeschrijvingen

1. Inleiding

In opdracht van Paul Corstjens Renovatiebouw is door DvL Milieu & Techniek een infiltratieonderzoek uitgevoerd op de locatie:

Adres	: Noordzijde Schoolsraat te Wessem
Gemeente	: Maasgouw
Oppervlakte	: 5400 m²
Perceelsgebruik	: Woningbouw met tuin
Aanleiding	: Planontwikkeling

De gemeente Maasgouw wenst de mogelijkheid om hemelwater te infiltreren in de bodem te onderzoeken. Infiltratie van hemelwater biedt voordelen tegenover de gebruikelijke afvoermethoden via het oppervlaktewater of via rioleringssystemen. Teneinde na te gaan of de doorlatendheid van de bodem ter plaatse hiervoor geschikt is, zijn veldmetingen verricht. Hieronder worden de metingen en de resultaten ervan beschreven, waarna conclusies worden getrokken.

2 Algemeen

Infiltratie van regenwater is in Nederland een relatief nieuwe ontwikkeling. In Duitsland is hiermee al meer ervaring opgedaan en is vastgelegd dat minimaal een infiltratiesnelheid (k_{waarde}) van 1-5*10^{-6} m/s (circa 0,09-0,43 meter/dag ofwel 3,6 - 18 mm/uur)[1] vereist is voor het succesvol toepassen van regenwaterinfiltratie. De reden die hiervoor wordt opgegeven is dat er bij lagere doorlatendheden reducerende omstandigheden kunnen optreden in de onverzadigde zone, die een ongunstige invloed kunnen hebben op het retentie- en omzettingsvermogen ervan. Opgemerkt wordt dat bij lagere doorlatendheden ook een groot ruimtebeslag nodig is voor het aanleggen van infiltratievoorzieningen. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat deze langer (dagen achtereen) water blijven voeren, hetgeen onwenselijk kan zijn in een woonomgeving.

De infiltratiesnelheid van een bodem is afhankelijk van vele factoren, onder meer poriëngrootte, de continuïteit van de poriën, de poriënvorm, het poriënaantal, de geometrie van de poriënkanalen en de diepte tot de grondwaterstand. De poriëngrootte en de verdeling ervan hangen in de eerste plaats af van de bodemsoort en de bodemstructuur. Bovendien is de doorlatendheid afhankelijk van de verzadigingsgraad en kan beïnvloed worden door micro-organismen. Hieruit kan worden afgeleid dat de infiltratiesnelheid van de ondergrond geen constante waarde heeft, maar van plaats tot plaats varieert, waarbij zelfs op vrij kleine schaal belangrijke verschillen kunnen optreden.

Uit beschikbare geologische informatie kan worden opgemaakt dat de ondergrond ter plaatse van de onderzoekslocatie bestaat uit afzettingen behorende tot Formatie van Boxtel. Dit is een eenheid binnen de eolische en lokaal-terrestrische afzettingen in de Boven-Noordzee Groep, die bestaat uit zeer fijn tot matig grof, zwak tot sterk siltig, kalkloos tot sterk kalkhoudend zand. Het zand is lokaal zwak tot sterk grindhoudend. Daarnaast komt zwak tot sterk zandige, kalkloze tot sterk kalkhoudende leem voor. In de formatie worden ook geregeld dunnen veenlagen aangetroffen. De dikte van deze Formatie varieert van minder dan één meter tot maximaal 35 m (in de Roerdalslenk, waarin ook Wessem is gelegen). Plaatselijk liggen er afzettingen van de Beegden Formatie, die hier bestaat uit grofkorrelige maasafzettingen, op de Formatie van Boxtel.

Uit de boorgegevens kan worden opgemaakt dat de bodem tot 2 m diepte overwegend bestaat uit een pakket zeer tot uiterst fijn zwak tot sterk siltig, lokaal sterk grindhoudend zand. Een boring is doorgezet tot 5 m diepte, en laat zien dat de bodem ter plaatse vanaf 1,5 m tot 5 m diepte bestaat uit matig fijn, zwak siltig en sterk grindhoudend zand.

In de literatuur worden diverse waarden gegeven voor de infiltratiesnelheid van fijn zand en vergelijkbare sedimenten. Deze waarden zijn afkomstig uit de landbouw en uit de hydrogeologie. In onderstaande tabellen 1.1 en 1.2 zijn de gevonden waarden samengevat[2].

bodem	wateropname snelheid [m/d]	
	goed	*slecht*
zeer grove zanden	0,6	0,3
grove zanden, fijne zanden en lemige zanden	0,38	0,24
zandige leem en fijnzandige leem	0,29	0,19
zeer fijnzandige leem, siltige leem	0,24	0,17
klei leem, matig fijne textuur	0,19	0,14
klei, siltige klei, zandige klei met fijne textuur	0,12	0,05

Tabel 1: Literatuurwaarden voor de doorlatendheid van leem en vergelijkbare sedimenten, in de landbouwliteratuur

[1] Zie Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 138: Plannung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagwasser.
[2] Als eenheid is gekozen voor m/d, hoewel in de literatuur ook mm/h (landbouw) en m/s (hydrogeologie) worden gehanteerd. De eenheid m/d sluit aan bij hetgeen in Nederland gebruikelijk is, en leidt bovendien tot overzichtelijke getallen.

Uit de landbouwliteratuur volgt verder nog dat de maximale waterdosering (watergift) voor diepe uniforme zandige leem 0,62 m/d is.

materiaal	k [m/d]
klei	10^{-2} - 10^{-8}
klei, zand en grind mengsels	10^{-2} - 10^{-3}
silt, löss	1 - 10^{-4}
silt, klei en mengsels van zand, silt en klei	10^{-1} - 10^{-4}
fijn zand	2 – 0,02
middelfijn tot middelgrof zand	43 - 0,09
grof zand	400 - 0,09

Tabel 2: Literatuurwaarden voor de doorlatendheid van diverse afzettingen in de hydrogeologische literatuur

Opgemerkt wordt dat men in de hydrogeologie veelal vooral is geïnteresseerd in de horizontale doorlatendheid, terwijl voor de infiltratiesnelheid meestal juist de verticale doorlatendheid van belang is. In het algemeen is de horizontale doorlatendheid een factor 10-100 groter dan de verticale.

De literatuurwaarden overziend, moet worden vastgesteld dat een grote spreiding bestaat in de opgegeven waarden voor fijn zand (maximum 2 meter/dag, minimum minder dan 0,001 meter/dag). In het algemeen liggen de literatuurwaarden voor de infiltratiesnelheid van zeer fijn zand en dergelijke onder de in Duitsland gehanteerde minimumnorm van 0,09-0,43 m/d.

3 Veldmetingen

3.1 Opzet

Om de infiltratiesnelheid ter plaatse van de onderzoekslocatie te bepalen, zijn veldmetingen uitgevoerd. De doorlatendheid van de *onverzadigde* zone is bepaald door middel van Open end Tests en Porchettest. Deze laatste tests zijn ook bekend onder de naam omgekeerde boorgatenmethode (inversed auger hole methode). In zes boorgaten zijn er in totaal zes Porchettests en zes Open-end tests uitgevoerd.

Voor een Open end test wordt met een Edelmanboor een gat geboord tot op de laag waarvan de doorlatendheid bepaald dient te worden. In het gat wordt vervolgens een blinde verbuizing geplaatst, die aan onder- en bovenzijde is geopend, en die ca. 1 m boven maaiveld uitsteekt. Deze buis wordt ca. 5 cm in de grond gedrukt, en geheel gevuld met water, dat in de ondergrond infiltreert (de "voornatting"). Nadat de ondergrond aldus verzadigd is geraakt met water, wordt vervolgens gemeten met welke snelheid het waterpeil in de buis daalt. Hieruit wordt berekend hoe groot de infiltratiesnelheid van het water is. Deze is afhankelijk van de straal van de verbuizing, de drukhoogte (de lengte van de waterkolom in de verbuizing) en de snelheid waarmee het peil in de verbuizing daalt.

Voor een Porchettest wordt een onverbuisd boorgat verscheidene malen met water gevuld, totdat de grond rond het boorgat verzadigd is met water en de infiltratiesnelheid min of meer constant is. Vervolgens wordt de snelheid waarmee het peil in het boorgat daalt gemeten, waaruit de doorlatendheid kan worden bepaald.

Opgemerkt wordt dat de resultaten van Porchettests en Open end tests zich niet zonder meer met elkaar laten vergelijken. De porchettest meet de met name de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone, terwijl de open end tests de verticale (deels) onverzadigde doorlatendheid meet. In aanmerking nemend dat de verticale doorlatendheid veelal een factor 10 lager is dan de horizontale, zal de doorlatendheid, gemeten met de open-end test, in veel gevallen aanzienlijk lager liggen dan wanneer wordt gemeten met een Porchet test.

Laboratoriummetingen (zeefkromme-analyses, darcy tests) worden in het onderhavige geval als minder geschikt beschouwd, daar deze doorgaans minder betrouwbare resultaten geven dan de genoemde veldmetingen. Bovendien zijn de resultaten slechts representatief voor het genomen monster. Zeker in het onderzoeksgebied, gekenmerkt door een variabele bodemopbouw, zullen laboratoriummetingen veelal onbetrouwbare resultaten opleveren.

3.2 Uitvoering, interpretatie en resultaten

Op 1 en 7 februari 2007 zijn op zes locaties op het terrein in totaal twaalf metingen uitgevoerd. De testlocaties staan weergegeven in bijlage B. De metingen zijn uitgevoerd met een Diver, waarbij een meetfrequentie van eens per 5 seconden is gehanteerd.

Als meetdiepte is gekozen voor 1,5 - 2 m-mv, er wordt vanuit gegaan dat er op deze diepte geen sprake meer is van bodemvormige, boomwortels, rioleringssystemen of andere verschijnselen die de meting kunnen beïnvloeden.

3.2.1 Open-end tests

In de boring werd een verbuizing met een diameter van 10 cm geplaatst, met een lengte van 2,0 m. Deze werd gevuld met water, waarna, na een "voornattting" van de bodem, met de metingen werd begonnen.

In tabel 3 worden de meetresultaten samengevat. De gegeven waarden betreffen het rekenkundige gemiddelde van de uitgevoerde metingen.

Boring	Aantal metingen	gemiddelde infiltratie-snelheid (m/d)	Standaardafwijking (m/d)
B	2	15,68	1,97
E	2	0,47	0,0
F	2	0,69	0,0

Tabel 3: Meetresultaten Open end tests

De open-end tests in ieder boorgat zijn goed reproduceerbaar, hetgeen blijkt uit de lage standaardafwijking. Opvallend is de ongekend hoge infiltratiesnelheid die in boring B is gemeten. Vermoedelijk is deze het gevolg van een lokaal aanwezige grindlaag, die mogelijk slechts een gering laterale verbreiding kent en daarom niet representatief wordt geacht voor het onderzoeksgebied. Het gemiddelde van de gemeten waarden in boorgat E en F ligt op ca. 0,6 m/d en ligt daarmee duidelijk boven de lagere limietwaarde voor infiltratie van regenwater van 0,43 m/d.

3.2.2 Porchettest

Voor de Porchettests is het boorgat na een periode van voornatting gevuld met water, waarna de daling van de waterspiegel werd gemeten. In tabel 4 worden de analyseresultaten samengevat.

Boorgat, testnummer	Infiltratiesnelheid	gemiddelde infiltratie-snelheid (m/d)	Standaardafwijking (m/d)
Boorgat A-1	1,13	0,80	0,46
Boorgat A-2	0,48		
Boorgat C-1	0,83	0,99	0,22
Boorgat C-2	1,14		
Boorgat D-1	4,97	3,67	1,83
Boorgat D-2	2,38		

Tabel 4: Meetresultaten Porchettests

De resultaten die met de Porchettests zijn verkregen, vertonen een variabel beeld. Het gemiddelde van alle tests bedraagt ongeveer 1,7 m/d.

Hierbij wordt opgemerkt dat een belangrijk uitgangspunt van de Porchettest is dat de ondergrond rond het boorgat geheel verzadigd is met water. In de praktijk blijkt dit niet zo eenvoudig te realiseren, wat in de regel resulteert in een overschatting van de doorlatendheid. Bovendien blijkt uit de meetresultaten dat boorgat D gedeeltelijk is ingestort tijdens de metingen, wat de betrouwbaarheid ervan niet ten goede komt.

Om hiervoor te corrigeren wordt er een correctiefactor toegepast, waarvoor de waarde 4 veelal wordt aangehouden. Hiervan uitgaande komen we op een gemiddelde doorlatendheid van ongeveer 0,4 m/d. Hierbij dient te worden aangetekend dat deze waarde voor een belangrijk deel wordt bepaald door de relatief hoge infiltratiesnelheid die in boorgat D is gemeten.

4 Samenvatting en conclusies

Samenvattend kan het volgende worden opgemaakt uit het infiltratieonderzoek:

- Uit de boorgegevens kan worden opgemaakt dat de bodem rond de meetdiepte (1,5 - 2,0 m onder maaiveld) bestaat uit een pakket zeer tot uiterst fijn, zwak tot sterk siltig, lokaal sterk grindhoudend zand.

- De onverzadigde doorlatendheid ter plaatse is bepaald door in zeven boringen in totaal 6 Open-end tests en 6 Porchettests uit te voeren.

- Uit de Open-end Tests komt een infiltratiesnelheid van gemiddeld bijna 0,6 m/d naar voren, wat ruim boven de lagere limietwaarde ligt waarbij volgens Duitse normen de infiltratie van regenwater mogelijk is (0,42 m/d). In een boorgat werd een veel hogere doorlatendheid berekend, deze boring is bij de berekening van het gemiddelde niet meegenomen.

- De Porchettests geven een gemiddelde gecorrigeerde doorlatendheid van ca. 0,4 m/d.

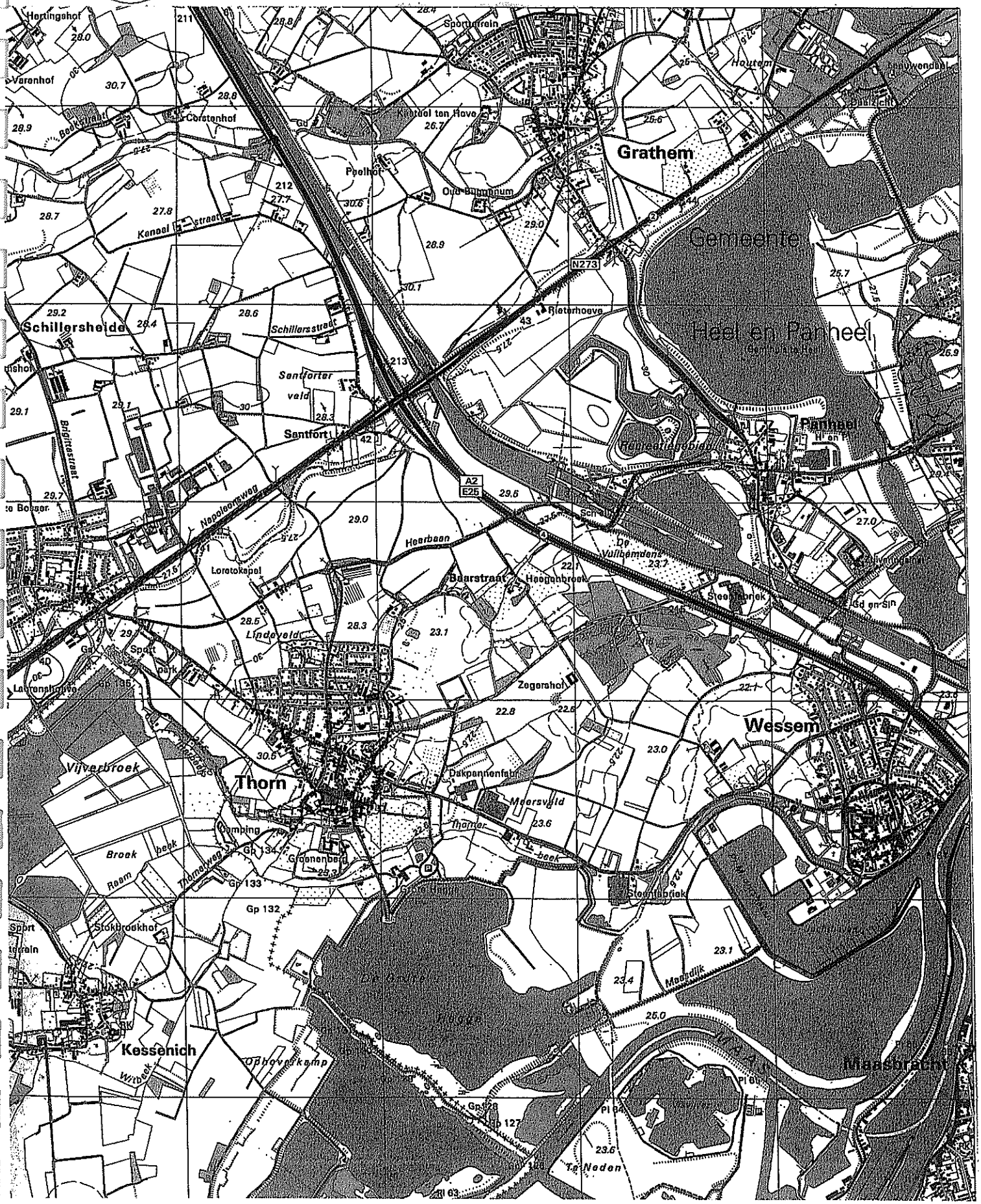
- Op grond van de gecombineerde testresultaten wordt geconcludeerd dat de bodem doorlatendheid op de locatie groot genoeg is voor infiltratie van regenwater. Op basis van de veld- en literatuurgegevens wordt aanbevolen bij de dimensionering van de infiltratievoorziening uit te gaan van een doorlatendheid van ca. 0,5 m/d.

- Op grond van de bodemopbouw, verdient het aanbeveling, een diepte van ca 2 m te kiezen voor de basis van de infiltratievoorziening. In diverse boringen wordt hier een sterk grindhoudend (en daarmee waarschijnlijk goed doorlatend) pakket aangetroffen.

Bijlage A

Topografische Atlas Limburg, kaartblad 25.
Uitgave 2005, Topografische Dienst te Emmen.
Schaal 1: 25.000
De onderzoekslocatie is omcirkeld.

Bijlage A



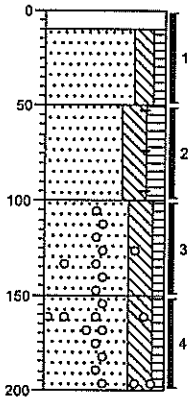
Bijlage B

Bijlage C

Lokatienaam: wessem
Projectcode: B61329-I
Datum: 01-02-2007

Boring: A

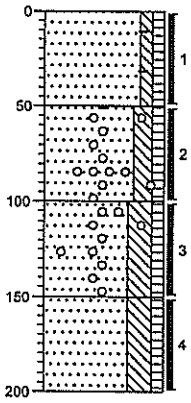
X: 189,539
Y: 352,419



0 klinker
-10
Zand, matig grof, matig siltig, zwak humeus, sterk puinhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
-50
Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, resten baksteen, donkerbruin, Edelmanboor
-100
Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend, beigebruin, Edelmanboor
-150
Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend, beigebruin, Edelmanboor
-200

Boring: B

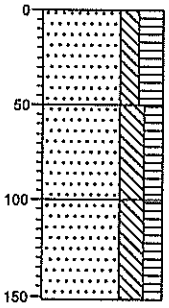
X: 189,535
Y: 352,448



0 braak
Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen baksteen, sporen wortels, donkerbruin, Edelmanboor
-50
Zand, uiterst fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
-100
Zand, uiterst fijn, sterk siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend, bruin, Edelmanboor
-150
Zand, uiterst fijn, sterk siltig, zwak humeus, bruin, Edelmanboor
-200

Boring: C

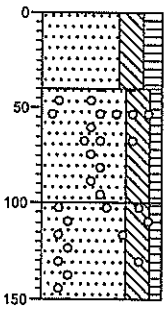
X: 189,528
Y: 352,465



0 braak
Zand, zeer fijn, matig siltig, sterk humeus, sporen wortels, donkerbruin, Edelmanboor
-50
Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, donkerbruin, Edelmanboor
-100
Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, bruin, Edelmanboor
-152

Boring: D

X: 189,515
Y: 352,499

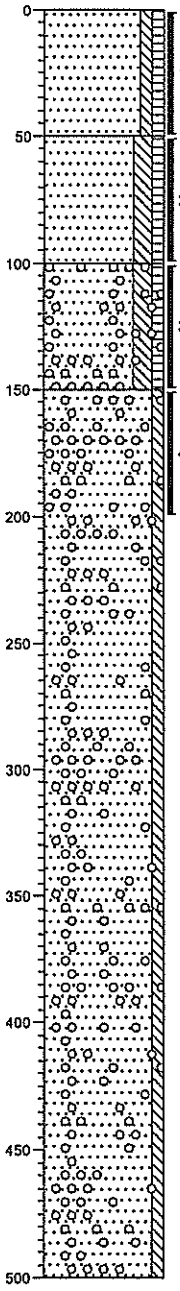


0 gazon
Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, sporen wortels, zwak steenhoudend, donkerbruin, Edelmanboor
-40
Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, zwak grindhoudend, bruin, Edelmanboor
-100
Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, sterk grindhoudend, bruin, Edelmanboor
-150

Locatie: wessem
Projectcode: B61329-I
Datum: 01-02-2007

Boring: E

X: 189,537
Y: 352,498



0 gras

Zand, uiterst fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen puin, sporen wortels, donkerbruin, Edelmanboor

-50

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen puin, sporen wortels, bruin, Edelmanboor

-100

Zand, matig grof, matig siltig, zwak humeus, uiterst grindhoudend, bruin, Edelmanboor

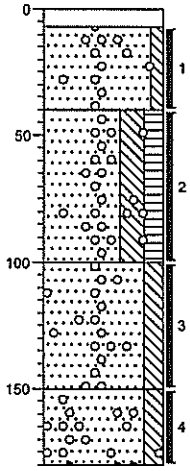
-150

Zand, matig fijn, zwak siltig, sterk grindhoudend, bruin, Edelmanboor

-500

Boring: F

X: 189,569
Y: 352,54



0 klinker

-7 Edelmanboor

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

-40

Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, zwak grindhoudend, donkerbruin, Edelmanboor

-100

Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak grindhoudend, bruin, Edelmanboor

-150

Zand, zeer fijn, matig siltig, sterk grindhoudend, bruin, Edelmanboor

-180

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

klei

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

leem

- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

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

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

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

p.i.d.-waarde

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

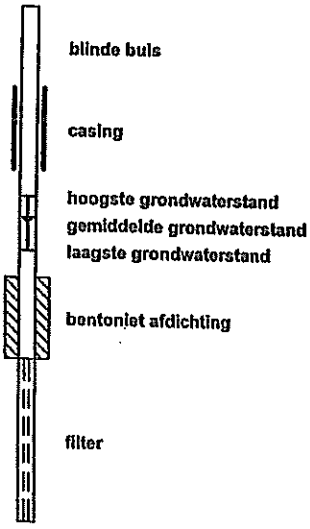
monsters

- geroerd monster
- ongeroerd monster

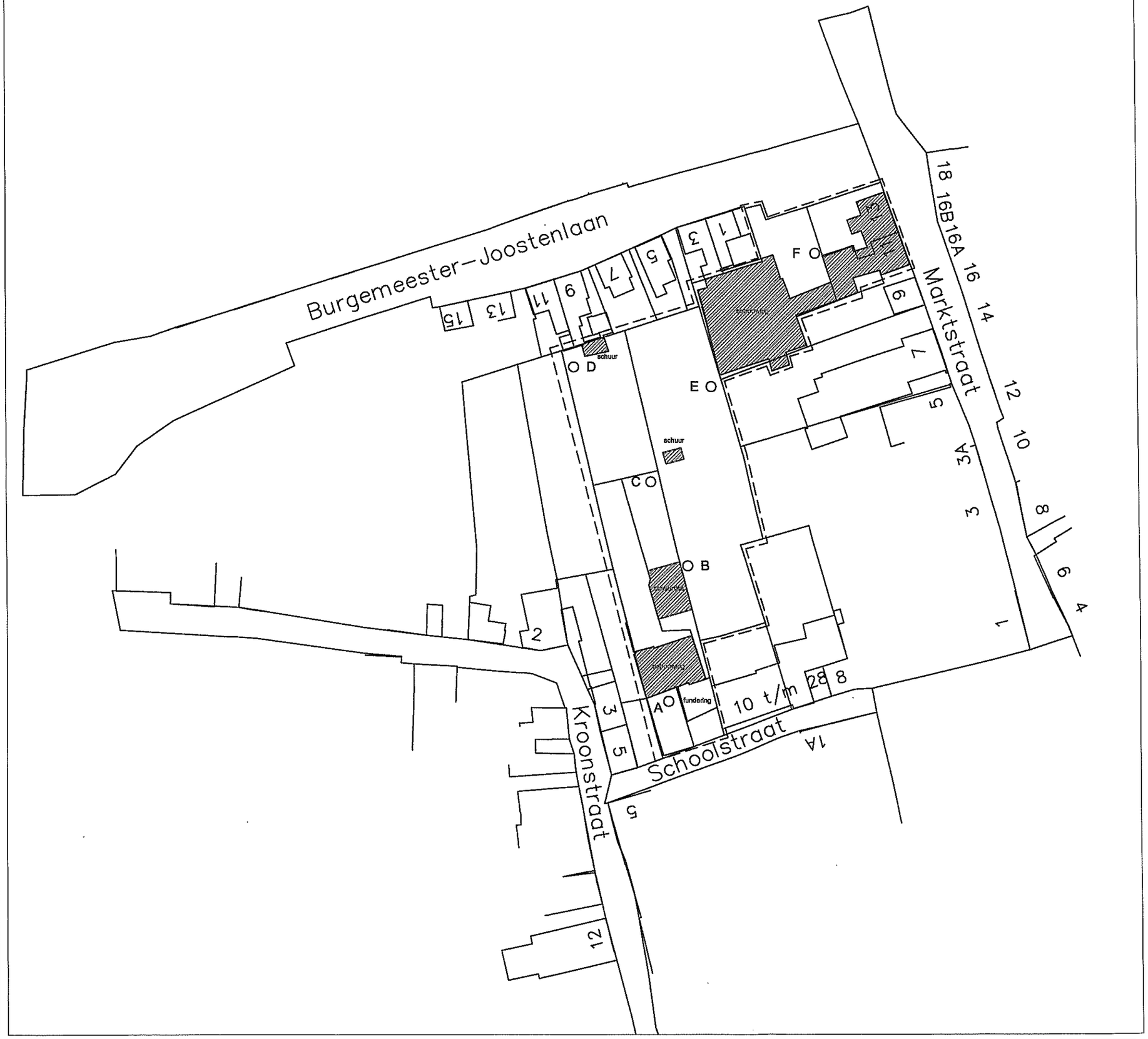
overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand
- slib
- water

peilbuis



Bijlage C



Legenda:

O boring tot 2,00 m-mv.

onderzoekslocatie

DVL MILIEU & TECHNIEK

	Noordzijde schoolstraat, Wessem		
PROJECT	: Infiltratieonderzoek		
PROJ. NR.	: B061329	BLAD	: 01
ONDERWERP	: Bijlage B		
OPDRACHTGEVER:	Renovatiebouw Paul Corstjens		
GET.	: PB	GEZ.	:
DATUM	: 01-03-2007	DATUM GEW.	:
SCHAAL	: 1 : 1000	AFM.	: A3
BESTANDSNAAM :			