

WATERTOETS

WACHTELENBERGWEG (ONG.)

TE EPE

GEMEENTE EPE



- ✿ Bodem
- ✿ Waterbodem
- ✿ Water
- ✿ Archeologie
- ✿ Ecologie
- ✿ Milieu

Bodem

Watertoets Wachtelenbergweg (ong.) te Epe in de gemeente Epe

Opdrachtgever	Oostzee-Stedenbouw Postbus 9 6800 AA Arnhem
Project	EPE.O40.WTO
Rapportnummer	11085937
Status	Eindrapportage
Datum	1 december 2011
Vestiging	Swalmen
Opsteller	J.J.A. Thissen MSc.
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	Ing. M.R.P. Vidal
Paraaf	

Kwaliteitszorg

Voor het opstellen van een watertoets en het uitvoeren van geohydrologisch onderzoek zijn vooralsnog geen wettelijke richtlijnen vastgesteld. Econsultancy voldoet voor haar overige dienstverlening ten aanzien van bodem aan alle wettelijke kwaliteitseisen. Tot aan het moment dat voor het opstellen van een watertoets en het uitvoeren van geohydrologisch onderzoek kan worden gewerkt volgens vastgestelde protocollen en richtlijnen, wordt daar waar mogelijk aangesloten aan algemene kwaliteitseisen zoals deze voor bodemonderzoek gelden.

Betrouwbaarheid

Het opstellen van de watertoets is op zorgvuldige wijze uitgevoerd conform de algemeen geldende normen en met behulp van gespecialiseerde apparatuur. Het onderzoek betreft een momentopname in de tijd en is steekproefsgewijs uitgevoerd, waardoor een beeld van de geohydrologische situatie wordt verkregen. Econsultancy accepteert derhalve op voorhand geen aansprakelijkheid ten aanzien van mogelijke beslissingen die de opdrachtgever naar aanleiding van het door Econsultancy uitgevoerde onderzoek neemt.

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	1
2.	LOCATIEGEGEVENS	2
2.1	Geraadpleegde bronnen.....	2
2.2	Huidige en toekomstige situatie plangebied.....	2
2.3	Belendende percelen.....	2
2.4	Oppervlaktewater en waterkwaliteit.....	2
2.5	Riolering.....	3
2.6	Uitgevoerd(e) bodemonderzoek(en) op de onderzoekslocatie	3
2.7	Bodemopbouw en geohydrologie	3
2.7.1	Regionale bodemopbouw.....	3
2.7.2	Regionale geohydrologie.....	3
2.7.3	Locatiespecifieke bodemgesteldheid en geohydrologie	4
2.8	Consequenties toekomstige ontwikkeling	5
3.	BELEID, PROCES EN COMPENSERENDE MAATREGELEN	6
3.1	Algemeen.....	6
3.2	Riolering.....	6
3.3	Beleid en omvang compenserende maatregelen.....	6
3.4	Mogelijke afkoppeltechnieken	7
3.5	Verontreiniging door dakwater.....	10
4.	SAMENVATTING EN CONCLUSIES.....	11

BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
2. - Locatieschets huidige situatie
3. - Boorprofielen
- 3a. - Boorprofielen Doorlatendheidsonderzoek
- 3b. - Boorprofielen Verkennend Bodemonderzoek
4. - Methodiek constant-head permeameter
5. - Berekende k-waarden onverzadigde zone

1. INLEIDING

Econsultancy heeft van Oostzee-Stedenbouw opdracht gekregen voor het opstellen van een watertoets voor de locatie aan de Wachtelenbergweg (ong.) te Epe in de gemeente Epe. Ten behoeve van de watertoets is tevens de geohydrologische bodemgesteldheid onderzocht.

De watertoets is uitgevoerd in het kader van het duurzaam waterbeheer voor de voorgenomen herontwikkeling van de onderzoekslocatie. Deze conceptrapportage wordt voor advies aangeboden aan de opdrachtgever, het Waterschap Veluwe en de gemeente Epe. Eventuele opmerkingen, adviezen en suggesties worden in de eindrapportage verwerkt.

Het doel van de watertoets is onder andere de negatieve effecten van plannen en besluiten op de waterhuishouding te voorkomen en mogelijke kansen voor het watersysteem te benutten.

De watertoets is géén aparte procedure, maar is een traject dat geïntegreerd is in de procedure van het ruimtelijk plan of besluit. Uitgangspunt van de watertoets is dat een ruimtelijk besluit of plan geen slechtere waterhuishoudkundige situatie oplevert dan in het bestaande beleid is vastgelegd. De watertoets is een procesinstrument ter verbetering van de communicatie tussen initiatiefnemer, waterschap en gemeente en biedt zodoende de mogelijkheid tot een goede afstemming. De waterbeheerder wordt vanaf de initiatieffase actief betrokken bij de ruimtelijke planvorming.

Het beleidskader waaruit de watertoets is voortgekomen bestaat uit het Kabinetsstandpunt "Anders omgaan met water", de Nota Ruimte, het beleid "Waterbeheer 21^e eeuw". Het beleid is verder uitgewerkt in het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW). Het Rijk, de Unie van Waterschappen, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten en het Interprovinciaal Overleg hebben op 14 februari 2001 afgesproken om vanaf dat moment de watertoets toe te passen.

De watertoets is verplicht sinds 1 november 2003 voor waterhuishoudkundig relevante ruimtelijke plannen en projecten. Een aantal waterhuishoudkundige aspecten kan daarin aan de orde komen, zoals bescherming tegen overstromingen, voorkoming van wateroverlast (elders), de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater en het tegengaan van verdroging. Uiteindelijk moet het resultaat zijn dat een nieuw plan/project, dan wel een wijziging hiervan, hydrologisch neutraal is, of -indien mogelijk- een verbetering met zich meebrengt. In een zogenaamde "waterparagraaf" (onderdeel toelichting bestemmingsplan) wordt daarbij met name de wijze waarop de afvoer van hemelwater van daken en verhardingen naar de ondergrond, het oppervlaktewater of de riolering zal plaatsvinden, in de toelichting van het bestemmingsplan vastgelegd. De onderhavige watertoets ligt hieraan ten grondslag.

2. LOCATIEGEGEVENS

2.1 Geraadpleegde bronnen

De informatie over de onderzoekslocatie is gebaseerd op de bij de gemeente Epe aanwezige informatie (contactpersoon de heer J. Zangers), het Waterschap Veluwe (contactpersoon de heer P. Duijter), de opdrachtgever (contactpersoon mevrouw T. Koch) en informatie verkregen uit de op 29 oktober 2011 uitgevoerde terreininspectie.

2.2 Huidige en toekomstige situatie plangebied

De onderzoekslocatie ($\pm 1,5$ ha) ligt aan de Wachtelenbergweg, circa 1,3 km ten noorden van de kern van Epe in de gemeente Epe (zie bijlage 1) en is kadastraal bekend gemeente Epe en Oene, sectie U, nummer 7914 (ged.) en 6635.

Volgens de topografische kaart van Nederland, kaartblad 27 D, 2004 (schaal 1:25.000) helt het maai-veld licht af in noordoostelijke richting van circa 17,5 m +NAP tot 15,5 m +NAP. De coördinaten van de onderzoekslocatie zijn $X = 195.494$, $Y = 485.775$.

De onderzoekslocatie is bebouwd met een sportkantine (± 560 m²) en deels in gebruik als parkeerterrein (± 4.300 m²). De locatie is grotendeels voorzien van een klinkerverharding. Het overige terreindeel is onverhard (± 10.140 m²).

De initiatiefnemer is voornemens de locatie te herontwikkelen. De herontwikkeling voorziet in de sloop van de sportkantine en in de nieuwbouw van een multifunctioneel centrum (Unilocatie) waarin twee scholen, twee kinderopvangorganisaties en een buurtvereniging zullen worden gevestigd. In bijlage 2 is de huidige situatie op een locatieschets weergegeven.

2.3 Belendende percelen

De onderzoekslocatie is gelegen in de bebouwde kom van Epe. Het bodemgebruik van de omliggende terreindelen is als volgt:

- aan de noordzijde bevinden zich sportvelden;
- aan de oostzijde bevindt zich een openbare weg (Wachtelenbergweg) met aan de overzijde parkeerplaatsen en een woonwijk;
- aan de zuidzijde bevinden zich enkele woonpercelen, een openbare weg (Grinthoeveweg) en een bos;
- aan de westzijde bevinden zich sportvelden.

2.4 Oppervlaktewater en waterkwaliteit

Op en in de directe omgeving van de onderzoekslocatie bevindt zich geen oppervlaktewater. Op een afstand van 1,3 km ten noordwesten van de locatie bevindt zich een grondwaterbeschermingsgebied van het pompstation "Delleweg".

Op ongeveer 2 km ten noorden en ten zuiden van de locatie bevinden zich HEN (Hoge Ecologisch Niveau) en SED (Specifiek Ecologische Doelstelling) watergangen.

2.5 Riolering

De sportkantine is aangesloten op het gemeentelijk riool bestaande uit een gemengd rioolstelsel. Het gemengd rioolstelsel dateert uit 1963 en is naast Wachtelenbergweg gelegen. Er zijn vooralsnog geen plannen bekend om het huidige rioolstelsel op korte termijn te vervangen.

2.6 Uitgevoerd(e) bodemonderzoek(en) op de onderzoekslocatie

Ten noorden van de onderzoekslocatie is in 2009 door DHV een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd "Herontwikkeling sportcomplex Wachtelenbergweg te Epe" (rapportnummer ON-D20090772). Destijds zijn er 24 boringen verricht, waarvan 3 boringen zijn afgewerkt als peilbuis. Op enkele locaties in de bovengrond is grind en gebroken puin aangetroffen. Er zijn destijds geen verontreinigingen aangetroffen.

In oktober 2011 is op de onderzoekslocatie door Econsultancy een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd (rapportnummer 1108595 EPE.O38.NEN). Destijds zijn er 26 boringen verricht waarvan er 3 zijn afgewerkt als peilbuis. Uit dit onderzoek blijkt dat de matig puinhoudende bovengrond licht verontreinigd te zijn met koper, lood en zink. Het grondwater is plaatselijk licht verontreinigd zijn met barium, cadmium, zink, xylenen en tetrachlooretheen.

Op de onderzoekslocatie is door Econsultancy in oktober 2011 een doorlatendheidsonderzoek uitgevoerd. Er zijn in totaal 5 boringen geplaatst. De resultaten van het doorlatendheidsonderzoek worden in het onderhavige onderzoek weergegeven.

2.7 Bodemopbouw en geohydrologie

Teneinde meer inzicht te krijgen in de bodemopbouw, grondwaterniveau en doorlatendheid van de bodem is een literatuurstudie verricht naar de regionale bodemopbouw en geohydrologie en een bodemonderzoek naar de geohydrologische gesteldheid ter plaatse.

2.7.1 Regionale bodemopbouw

De onderzoekslocatie ligt volgens de bodemkaart van Nederland, kaartblad 27 Oost, 1982 (schaal 1:50.000), in een niet-gekarteerd gebied. De dichtstbijzijnde kaarteenheid betreft een moderpodzolgrond, welke volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit grof zand. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Boxtel.

Geomorfologisch gezien behoort de onderzoekslocatie tot een stuwwalglaoing.

2.7.2 Regionale geohydrologie

De onderzoekslocatie is gelegen in het IJsseldal. Het IJsseldal wordt aan de westzijde begrensd door de stuwwallen van de Veluwe en aan de oostzijde door het Salland.

Het eerste watervoerend pakket heeft een dikte van circa 30 m en wordt gevormd door de zandige Formaties van Kreftenheye en de kleiige Eemformatie. Op deze fluviatiele formaties liggen eolische en fluviatiele zandafzettingen met een dikte van enkele meters (Formatie van Boxtel). Het eerste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door fluvioglaciale klei. De ondoorlatende basis van het tweede watervoerende pakket wordt gevormd door de kleiige afzettingen van het Mioceen. Deze bevindt zich op circa 160 m -mv.

De gemiddelde stand van het freatisch grondwater bedraagt ± 14 m +NAP, waardoor het grondwater zich naar verwachting bevindt op ± 3 m -mv. Het water van het eerste watervoerend pakket stroomt volgens de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO, kaartblad 27 West, 1995 (schaal 1:50.000), in noordwestelijke richting. Op een afstand van $\pm 2,2$ km ten noordwesten van de

onderzoekslocatie ligt het pompstation "Delleweg". De onttrekking van dit pompstation heeft waarschijnlijk geen of slechts een beperkte invloed op de grondwaterstroming van het freatisch grondwater.

De onderzoekslocatie ligt volgens de Webmap provincie Gelderland in een niet gekarteerd gebied. De geohydrologische gegevens van de dichtstbijzijnde kaarteenheden worden in tabel I weergegeven.

Tabel I. Overzicht geohydrologische gegevens

GHG (m -mv)	GLG (m -mv)	GVG (m -mv)
1,6 - 2,0	2,0 - 3,0	1,6 - 2,0

Bron: Webmap provincie Gelderland

2.7.3 Locatiespecifieke bodemgesteldheid en geohydrologie

Doel van het locatiespecifieke onderzoek is het bepalen van enkele geohydrologische parameters, waaronder de waterdoorlatendheid (k- waarde), teneinde de mogelijkheden voor hemelwaterinfiltratie te kunnen bepalen. Het onderzoek heeft een oriënterend karakter. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 3).

Op 29 oktober 2011 zijn in totaal 5 boringen geplaatst. De boringen zijn tot maximaal 2,0 m -mv doorgezet. Teneinde een duidelijk beeld te verkrijgen zijn tevens de boorprofielen van het verkennende onderzoek (Econsultancy, rapportnummer 11085935 EPE.O38.NEN) geraadpleegd. Op basis van de profielbeschrijvingen zijn de te onderzoeken lagen vastgelegd. Vervolgens zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. Na afloop van de werkzaamheden is, waar mogelijk, het grondwaterniveau in de boorgaten gemeten. Op de locatieschets in bijlage 2 is de situering van de meetpunten aangegeven. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 3a en 3b).

De bodem bestaat voornamelijk uit zwak siltig, matig fijn tot matig grof zand en is plaatselijk zwak grindig. Zowel de boven- als de ondergrond is bovendien plaatselijk zwak tot matig humeus. Plaatselijk is de bodem matig puin- en zwak baksteenhoudend.

In tabel II staan de grondwaterstanden die tijdens de veldwerkzaamheden van het verkennend bodemonderzoek op de onderzoekslocatie zijn gemeten.

Tabel II. Overzicht grondwaterstanden op 18 oktober 2011

Peilbuisnummer	Situering peilbuis	Filterstelling (m -mv)	Grondwaterstand (m -mv)
01	noordelijk op de onderzoekslocatie	3,5 - 4,5	2,83
14	centraal op de onderzoekslocatie	2,3 - 3,3	1,75
25	westelijk op de onderzoekslocatie	4,0 - 5,0	3,52

De doorlatendheid (k-waarde) van de onverzadigde zone is bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Hierbij is, mits de doorlatendheid van de bodem zich binnen het meetbereik bevindt (<10,0 m/dag), middels een overdruksysteem een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Na verzadiging van de desbetreffende bodemlaag is het debiet gemeten, welke benodigd is om het waterniveau constant te houden. Deze methode is nader toegelicht in bijlage 4.

Tabel III geeft een overzicht van de bodemlaag waarvan de k-waarde is gemeten.

Tabel III. Overzicht voorkomende bodemlagen en doorlatendheid

Boringen	Onderzochte bodemlaag (m -mv) (*A)	Zone	Bodemsamenstelling	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling
Mp01	0,5 - 1,6	onverzadigd	zwak siltig, matig grof zand	-	1,8	goed doorlatend
Mp02	0,7 - 1,5	onverzadigd	zwak siltig, matig fijn zand	zwak humeus	0,3	matig doorlatend
Mp03	0,7 - 1,0	onverzadigd	zwak siltig, matig grof zand	-	0,7	vrij goed doorlatend
Mp04	1,5 - 2,0	onverzadigd	zwak siltig, matig fijn zand	zwak grindig	1,5	goed doorlatend
Mp05	1,0 - 2,0	onverzadigd	zwak siltig, matig grof zand	-	4,6	goed doorlatend
(*A) Het betreft een homogene bodemlaag op basis van de textuur. Plaatselijk kunnen kleurnuances voorkomen.						

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is mede afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Als stelregel kan worden gehanteerd dat bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater. Hiermee wordt rekening gehouden met factoren die de doorlatendheid negatief kunnen beïnvloeden. Bodemlagen met lagere doorlatendheden worden als niet of minder geschikt geacht voor hemelwaterinfiltratie.

Op basis van de onderzoeksresultaten en de actuele grondwaterstand kan worden gesteld de bodem ter plaatse van boring Mp01, Mp04 en Mp05 geschikt is voor de infiltratie van hemelwater.

2.8 Consequenties toekomstige ontwikkeling

In de huidige situatie is de locatie bebouwd met een sportkantine ($\pm 560 \text{ m}^2$). Op de onderzoekslocatie liggen tevens twee parkeerterreinen ($\pm 4.300 \text{ m}^2$). Het overige terreindeel is onverhard. Het afstromend hemelwater afkomstig van de huidige bebouwing wordt afgevoerd naar het riool. De initiatiefnemer is voornemens een Unilocatie ($\pm 1.550 \text{ m}^2$) te realiseren. De Unilocatie zal bestaan uit een gebouw waarin twee basisscholen, twee kinderopvangorganisaties en een buurtvereniging kunnen worden gevestigd. De sportkantine en de bestaande parkeerterreinen worden gehandhaafd.

In tabel IV staan de oppervlakten van de huidige en toekomstige bebouwing en verhardingen weergegeven.

Tabel IV. Gegevens huidig en toekomstig verhard oppervlak

Verhard oppervlak	Huidig (m^2)	Toekomstig (m^2)
dakoppervlak	± 560	± 2.110
verhardingen	± 4.300	± 4.300
totaal verhard oppervlak	± 4.860	± 6.410

Het totaal aan verhard oppervlak neemt in de toekomstige situatie toe met circa 1.550 m^2 .

De voorgenomen ontwikkeling beïnvloedt het watersysteem ter plaatse van en rondom de locatie. Zonder compenserende maatregelen heeft de voorgenomen ontwikkeling de volgende negatieve effecten op het watersysteem:

- de aanvulling van grondwater neemt af (verdroging);
- de afvoer van hemelwater vindt versneld plaats (wateroverlast);

→ er ontstaan nieuwe vuilwaterstromen (riolering).

Aanvulling grondwatervoorraad

Het onverhard oppervlak neemt in de nieuwe situatie af. Dit leidt tot een afname van infiltrerend hemelwater.

Versnelde afvoer

In de huidige situatie is de onderzoekslocatie grotendeels onverhard, waardoor het overtollige water geleidelijk uit het gebied wordt afgevoerd. Door het aanbrengen van de verharding zal dit proces versneld optreden. Het overtollige water komt sneller in de benedenstrooms gelegen gebieden en kan daar (bij hevige neerslag) mogelijk tot wateroverlast leiden.

Nieuwe vuilwaterstromen

Door de geplande nieuwbouw zullen nieuwe vuilwaterstromen ontstaan.

3. BELEID, PROCES EN COMPENSERENDE MAATREGELEN

3.1 Algemeen

Teneinde uitgangspunten voor de omgang met overtollig (hemel)water aan te geven, is informatie verkregen van de gemeente Epe en Waterschap Veluwe. Tevens zijn de locatiespecifieke kenmerken van de onderzoekslocatie, zoals beschreven in hoofdstuk 2, verwerkt in het proces.

3.2 Riolering

De nieuw te bouwen Unilocatie wordt aangesloten op het bestaande gemengd rioleringsstelsel dat naast de Wachtelenbergweg is gelegen. De kosten voor de aanleg en de aansluiting op de riolering zijn voor de initiatiefnemer.

3.3 Beleid en omvang compenserende maatregelen

In tabel V zijn relevante waterhuishoudkundige aspecten weergegeven. De aspecten zijn beoordeeld op relevantie voor de onderzoekslocatie. Indien relevant is het betreffende aspect nader toegelicht in de tabel.

Tabel V. Waterhuishoudkundige aspecten

Waterhuishoudkundig aspect	Toelichting	Relevant
HOOFDTHEMA'S		
Veiligheid	- Ligt in of nabij het plangebied een primaire of regionale waterkering? - Ligt in of nabij het plangebied een kade?	nee nee
Riolering en afvalwaterkering	- Is er een toename van het afvalwater? - Ligt in het plangebied een persleiding van het waterschap? - Ligt in of nabij het plangebied een RWZI van het waterschap?	ja nee nee
Wateroverlast (oppervlaktewater)	- Is er sprake van toename van het verhard oppervlak? - Zijn er kansen voor het afkoppelen van bestaand verhard oppervlak? - In of nabij het plangebied bevinden zich natte en laag gelegen gebieden, beekdalen, overstromingsvlakten?	ja ja nee
Grondwateroverlast	- Is in het plangebied sprake van slecht doorlatende lagen in de ondergrond? - Bevindt het plangebied zich in de invloedzone van een rivier? - Is in het plangebied sprake van kwel? - Beoogt het plan dempen van slotjes of andere wateren?	nee nee nee nee
Oppervlaktewaterkwaliteit	- Wordt vanuit het plangebied water op oppervlaktewater geloosd? - Ligt in of nabij het plangebied een HEN of SED water? - Ligt het plangebied geheel of gedeeltelijk in een Strategisch Actiegebied?	nee ja nee
Grondwaterkwaliteit	Ligt het plangebied in de beschermingszone van een drinkwateronttrekking?	nee
Volksgezondheid	- In of nabij het plangebied bevinden zich overstorten uit het gemengde stelsel of (verbeterd) gescheiden stelsel? - Bevinden zich, of komen er functies, in en nabij het plangebied die milieuhygiënische of	nee nee

Waterhuishoudkundig aspect	Toelichting	Relevant
	verdrinkingsrisico's met zich meebrengen (zwemmen, spelen, tuinen en water)?	
Verdroging	• Bevindt het plangebied zich in of nabij een beschermingszone voor natte natuur?	nee
Natte natuur	• Bevindt het plangebied zich in of dicht nabij een natte EVZ?	nee
	• Bevindt het plangebied zich in of nabij een beschermingszone voor natte natuur?	nee
Inrichting en beheer	• Bevinden zich in of nabij het plangebied wateren die in eigendom of beheer zijn bij het waterschap?	nee
	• Heeft het plan herinrichting van wateren tot doel?	nee
AANDACHTSTHEMA'S		
Recreatie	• Bevinden zich in het plangebied watergangen en/of gronden in beheer van het waterschap waar actief recreatief medegebruik mogelijk wordt?	nee
Cultuurhistorie	• Zijn er cultuurhistorische waterobjecten in het plangebied aanwezig?	nee

Is er toename van het afvalwater?

In de toekomstige situatie komen extra afvalwaterstromen bij. Uitgangspunt bij nieuwbouw is dat alleen het huishoudelijk afvalwater verwerkt wordt en dat het hemelwater wordt geïnfiltreerd in de bodem. De rioleringswerken zijn in beheer bij de gemeente Epe.

Is er toename van het verhard oppervlak?

Het totaal aan verhard oppervlak neemt toe met circa 1.550 m².

Zijn er kansen voor het afkoppelen van bestaand verhard oppervlak?

Om aan de randvoorwaarden van de gemeente en het waterschap te voldoen en om wateroverlast te voorkomen wordt het hemelwater niet afgevoerd naar het gemeentelijk rioolstelsel, maar volgens de trits vasthouden, bergen en afvoeren behandeld. Het vasthouden en bergen van opgevangen hemelwater dient binnen de planlocatie ingepast te worden.

Ligt in of nabij het plangebied een HEN of SED water?

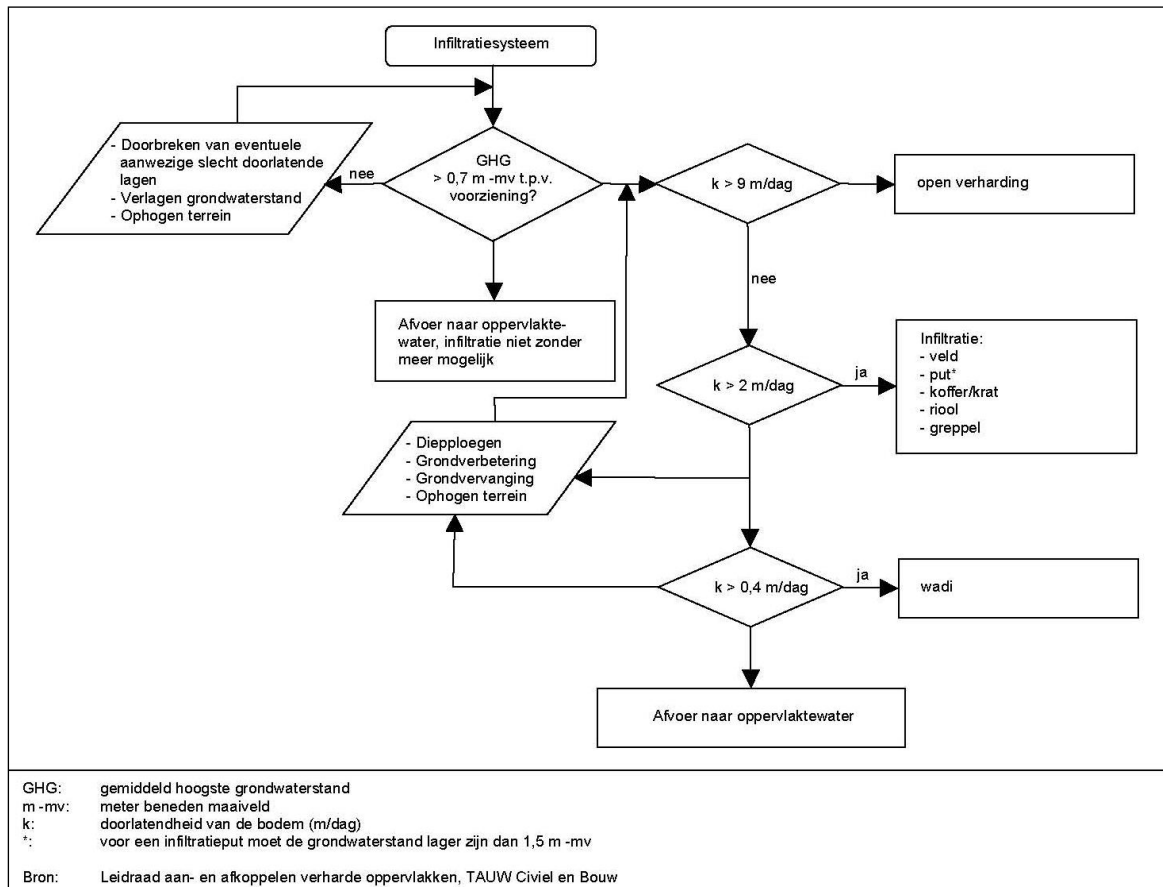
Op ongeveer 2 km ten noorden en ten zuiden van de locatie bevinden zich HEN en SED watergangen. De geplande ontwikkelingen hebben echter geen invloed op deze watergangen.

Het Waterschap Veluwe geeft aan dat met nieuwe ontwikkelingen géén afwenteling op de omgeving (en in de tijd) plaats mag vinden. Daartoe hanteert het Waterschap de tritsen: "vasthouden - bergen - afvoeren" voor waterkwantiteit en "schoon houden - scheiden - schoonmaken" voor waterkwaliteit. In de notitie "Richtlijnen voor herinrichting van stedelijk water" worden de uitgangspunten van het Waterschap omschreven. Het Waterschap geeft aan dat binnen het plangebied een maatgevende bui met een herhalingstijd van T=10 (35,7 mm in 45 min) geborgen dient te worden.

De voorkeur van het Waterschap gaat hierbij uit naar infiltreren van hemelwater op de locatie en wanneer dit niet mogelijk is naar het bergen van hemelwater.

3.4 Mogelijke afkoppeltechnieken

Volgens het advies Waterbeheer voor de 21^e eeuw wordt de voorkeursvolgorde vasthouden, bergen, afvoeren aangehouden. In figuur I is schematisch de afweging tussen het wel of niet infiltreren in de bodem en de keuze van een bepaalde infiltratietechniek (op basis van de actuele grondwaterstand en de doorlatendheid van de bodem) weergegeven. Het betreft hier een algemene kwantitatieve beslismethodiek. Iedere situatie dient afzonderlijk te worden beoordeeld op basis van locatiespecifieke kenmerken.



Figuur 1. Beslismethodiek infiltratietechniek

De voorzieningen die Econsultancy op basis van de locatiespecifieke kenmerken en de beslismethodiek (figuur 1) geschikt acht voor de onderhavige situatie zijn:

- wadi, greppel, infiltratievijver;
- infiltratiekratten, -koffers, -sleuf, -riool;
- infiltratie door waterpasserende verharding;
- diepte-infiltratie.

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem. Econsultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater. Hiermee wordt rekening gehouden met factoren die de doorlatendheid negatief kunnen beïnvloeden. Bodemlagen met lagere doorlatendheden worden als niet of minder geschikt geacht voor hemelwaterinfiltratie. Bij de voorbeeldberekeningen is dan ook uitgegaan van een k-waarde van 1,5 m/dag. Dit is de laagste k-waarde van de bodemlagen die geschikt zijn voor infiltratie.

Vanuit het Waterschap Veluwe is aangegeven dat het uitgangspunt voor het ontwerp van een infiltratievoorziening is, dat een neerslaghoeveelheid van 35,7 mm in de voorziening geborgen dient te worden.

Bij de voorbeeldberekeningen is verder uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- een klinkerverharding en schuine daken in de toekomstige situatie;
- afvloeicoëfficiënt van 0,95 voor hellend dak;
- afvloeicoëfficiënt van 0,80 voor klinkerverhardingen;
- maximale diepte van de voorziening van 50 cm -mv;
- k-waarde van 1,50 m/dag;
- een veiligheidsfactor van 0,5;
- een leeglooptijd van 1 dag.

Op basis van deze uitgangspunten kan worden aangenomen dat een eventuele infiltratievoorziening 196 m³ (uitgaande van een totaal verhard oppervlak van 6.410 m² bestaande uit dakoppervlak en verharding) dient te bergen.

Indien er alleen rekening wordt gehouden met de nieuw te bouwen Unilocatie (1.550 m²) dan dient 53 m³ te worden geborgen.

Wadi

Voor een wadi met een talud van 1:5 en een diepte van 0,5 m dient circa 583 m² gereserveerd te worden. De leeglooptijd van een dergelijke wadi bedraagt 0,9 dag.

Voor het bergen van 56 m³ in een wadi met een talud van 1:5 en een diepte van 0,5 m dient een oppervlakte 158 m² te worden gereserveerd. De leeglooptijd is circa 0,25 dag.

Infiltratiekratten

Bij een bergingseis van 196 m³ zijn in totaal 360 infiltratiekratten nodig. Hierbij is gerekend met standaardafmetingen van de kratten met een lengte van 1,20 m, een breedte van 0,60 m en een diepte van 0,60 m. De leeglooptijd is 1 dag.

Voor het bergen van 56 m³ zijn in totaal 96 infiltratiekratten met een lengte van 1,20 m en een breedte van 0,60 m nodig. De leeglooptijd is 1 dag.

IT-riool

Bij de keuze voor toepassing van een IT-riool is ongeveer een lengte van 412 m nodig met een diameter van 200 mm. Bij toepassing van buizen met een diameter van 500 mm is een lengte van 166 m nodig. De leeglooptijd is één dag.

Voor het bergen van 56 m³ in een IT-riool met een diameter van 200 mm is een lengte van 112 m nodig. Bij toepassing van een IT-riool van 500 mm is een lengte van 45 m nodig. De leeglooptijd is 1 dag.

De omhulling van de buizen gebeurt met drainagezand van minimaal 20 cm en eventueel een geotexiel.

Bij de aanleg van een infiltratiebuis moet rekening worden gehouden met de vorstbestendigheid. Dit betekent dat de buisdiepte minstens vorstbestendig is.

Gezien de totale oppervlakte van de onderzoekslocatie (± 1,5 ha) en de GHG van 1,6 m -mv zijn zowel bovengrondse infiltratievoorzieningen als ondergrondse infiltratievoorzieningen mogelijk. Ter plaatse van de bodemlagen met een k-waarde kleiner dan 1 m/dag dient grondverbetering toegepast te worden. Bij aanleg van een infiltratievoorziening dient tevens een overloopvoorziening op het rioolstelsel te worden gerealiseerd. De voorkeur van het Waterschap gaat uit naar een bovengrondse infiltratievoorziening.

Gezien de toekomstige functie van de locatie dient rekening te worden gehouden met eventuele veiligheidsvoorzieningen meet betrekking tot de aanwezigheid van kinderen.

3.5 Verontreiniging door dakwater

In de Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen: Woningbouw nieuwbouw, Woningbouw beheer en Utiliteitsbouw is een tweetal maatregelen (S/U237 en S/U444) opgenomen die onder meer betrekking hebben op het verminderen van de emissie van milieubelastende stoffen naar het van daken afgevoerde hemelwater. Bij nieuwbouw wordt geadviseerd gebruik te maken van niet-uitlogbare bouwmaterialen in verband met de waterkwaliteit. Dit houdt in dat toepassing van materialen voor daken, dakgoten en hemelafvoeren zoals zink, koper, lood etc. wordt afgeraden, tenzij de materialen zijn voorzien van een coating.

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Econsultancy heeft in opdracht van Oostzee-Stedenbouw het proces van de watertoets doorlopen voor de herontwikkeling van de locatie aan de Wachtelenbergweg (ong.) te Epe in de gemeente Epe.

Het doel van de watertoets is de negatieve effecten van plannen en besluiten op de waterhuishouding te voorkomen en mogelijke kansen voor het watersysteem te benutten. In het kader van de watertoets zijn enkele locatiespecifieke kenmerken (waaronder de doorlatendheid) onderzocht.

De onderzoekslocatie is bebouwd met een sportkantine (560 m²) en deels in gebruik als parkeerterrein (4.300 m²). De locatie is grotendeels voorzien van een klinkerverharding. Het overige terreindeel is onverhard.

De initiatiefnemer is voornemens de locatie te herontwikkelen. De herontwikkeling voorziet in de sloop van de sportkantine en in de nieuwbouw van een multifunctioneel centrum (Unilocatie, 1.550 m²) waarin twee scholen, twee kinderopvangorganisaties en een buurtvereniging zullen worden gevestigd.

De bodem bestaat voornamelijk uit zwak siltig, matig fijn tot matig grof zand en is plaatselijk zwak grindig. Zowel de boven- als de ondergrond is bovendien plaatselijk zwak tot matig humeus. Plaatselijk is de bodem matig puin- en zwak baksteenhoudend.

Het grondwaterniveau bevond zich tijdens de veldwerkzaamheden tussen de 1,75 en 3,52 m -mv. Dit verschil wordt veroorzaakt door het maaiveldhoogteverschil op de locatie.

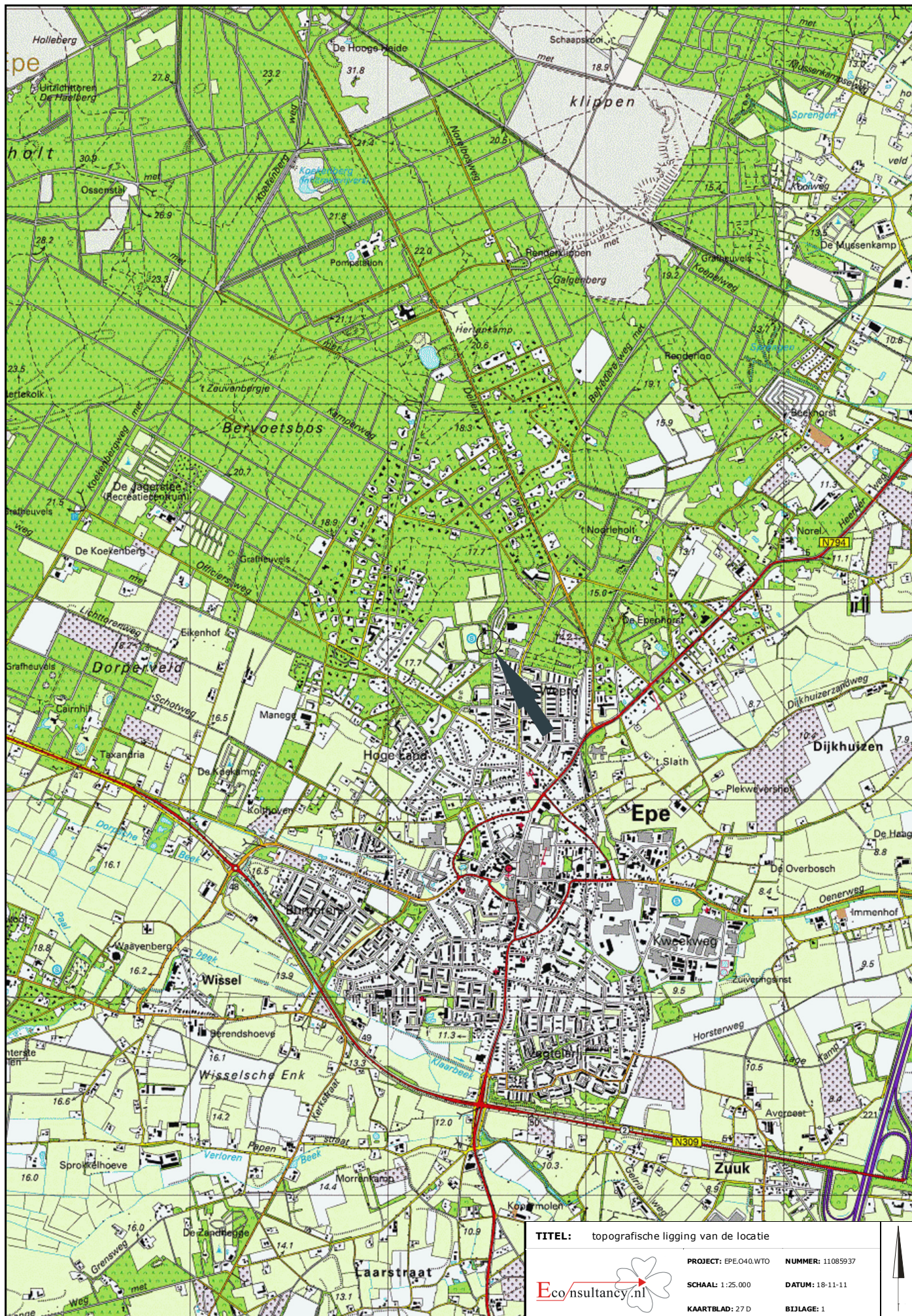
Ter plaatse van de onderzoekslocatie zijn 5 in-situ doorlatendheidsmetingen in een onverzadigde bodemlaag uitgevoerd. De doorlatendheid van de onderzochte bodemlaag is geclassificeerd als matig tot goed doorlatend, waarbij een k-waarde van 0,3 tot 4,6 m/dag is aangetoond.

Op basis van de onderzoeksresultaten en de actuele grondwaterstand kan worden gesteld de bodem ter plaatse van boring Mp01, Mp04 en Mp05 geschikt is voor de infiltratie van hemelwater.

Voor infiltratie op eigen terrein is, uitgaande van een worst case scenario, een infiltratievoorziening met buffer benodigd van maximaal 196 m³ bij een maatgevende langdurige bui van T=10 (35,7 mm in 45 min). Gezien de totale oppervlakte van de onderzoekslocatie (± 1,5 ha) en de GHG van 1,6 m -mv zijn zowel bovengrondse infiltratievoorzieningen als ondergrondse infiltratievoorzieningen mogelijk. Ter plaatse van de bodemlagen met een k-waarde kleiner dan 1 m/dag dient grondverbetering toegepast te worden. Bij aanleg van een infiltratievoorziening dient tevens een overloopvoorziening op het rioolstelsel te worden gerealiseerd. De voorkeur van het Waterschap gaat uit naar een bovengrondse infiltratievoorziening.

Gezien de toekomstige functie van de locatie dient rekening te worden gehouden met eventuele veiligheidsvoorzieningen meet betrekking tot de aanwezigheid van kinderen.

In het kader van duurzaam waterbeheer verwacht Econsultancy praktische oplossingen te hebben geboden voor de omgang met afstromend hemelwater, waarbij rekening is gehouden met de wensen en eisen van de opdrachtgever, de gemeente Epe en het Waterschap Veluwe.



TITEL: topografische ligging van de locatie



PROJECT: EPE.O40.WTO

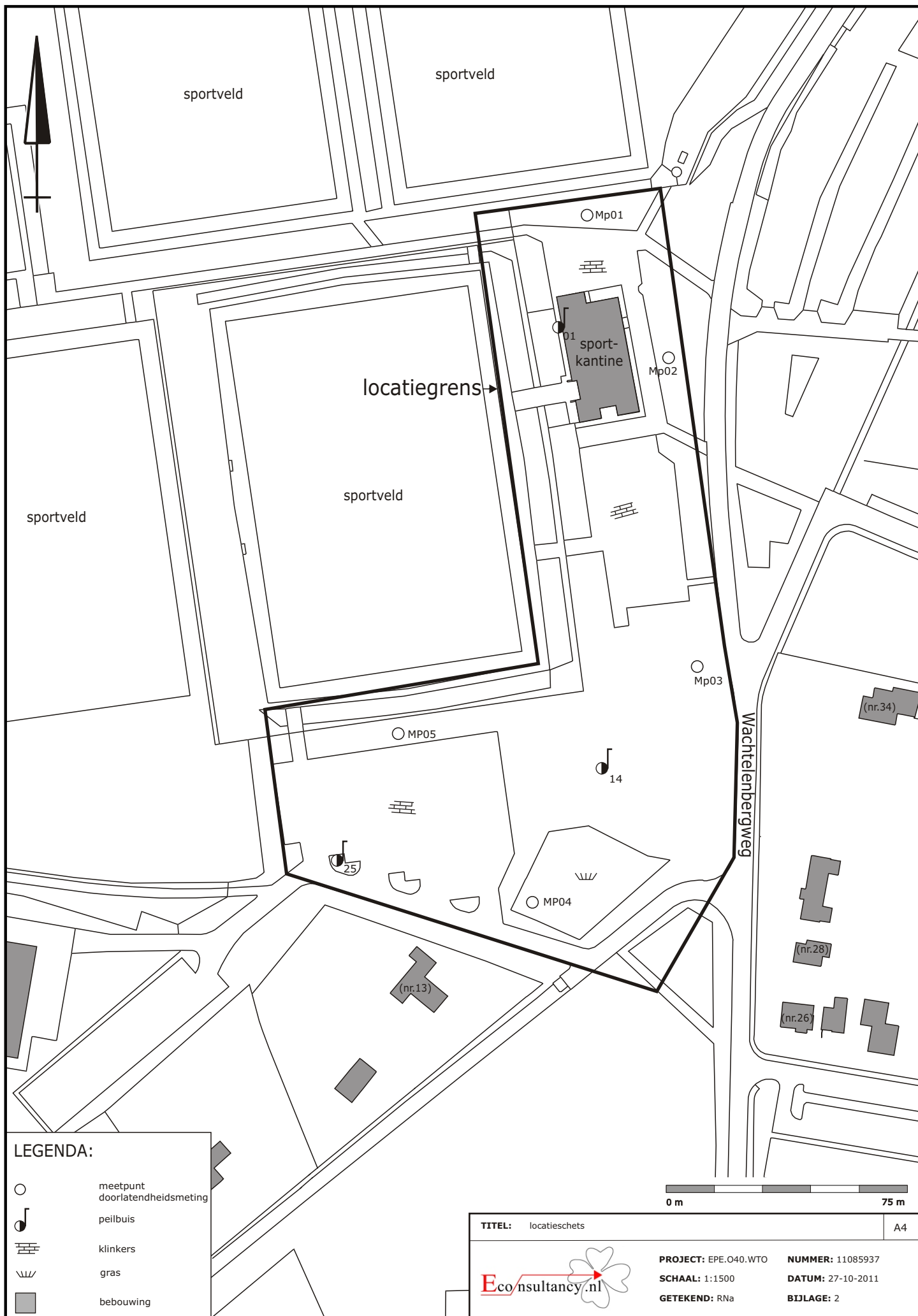
NUMMER: 11085937

SCHAAL: 1:25.000

DATUM: 18-11-11

KAARTBLAD: 27 D

BIJLAGE: 1



Bijlage 3 Boorprofielen

Legenda (conform NEN 5104)

grind

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

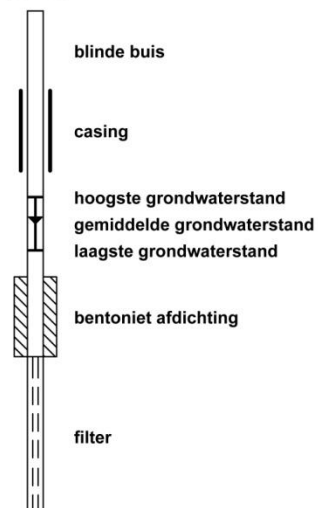
zand

	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
	k-waarde in-situ meting (m/dag)

overig

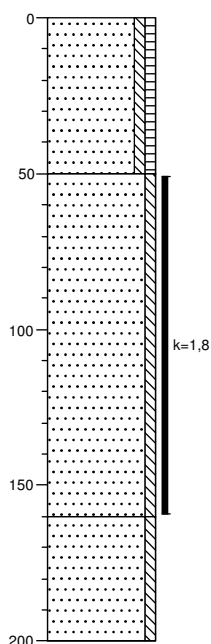
	bijzonder bestanddeel
	Gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand (tijdens veldwerk)
	Gemiddeld laagste grondwaterstand

	slib
--	------

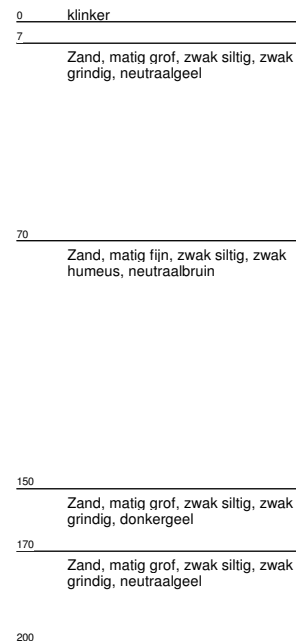
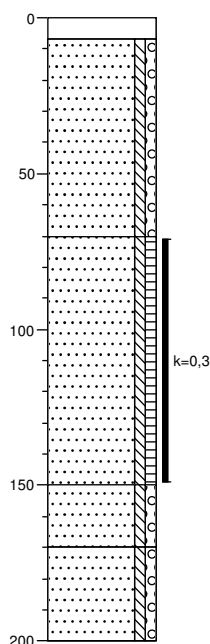
	water
--	-------

Bijlage 3a Boorprofielen Doorlatendheidsonderzoek

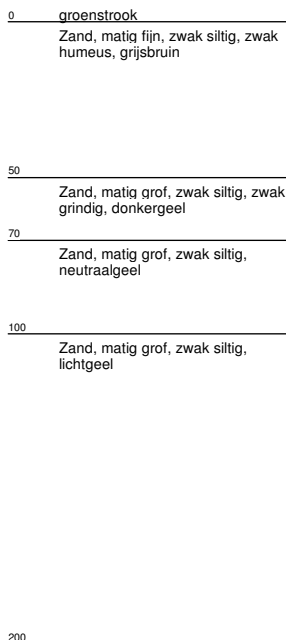
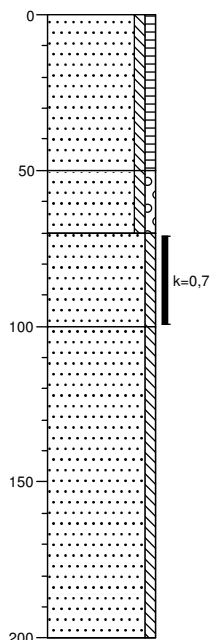
MP01



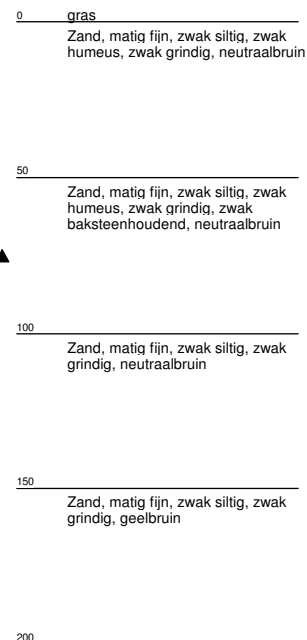
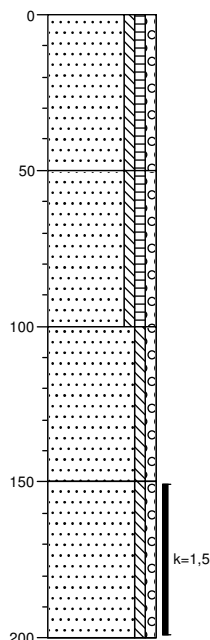
MP02

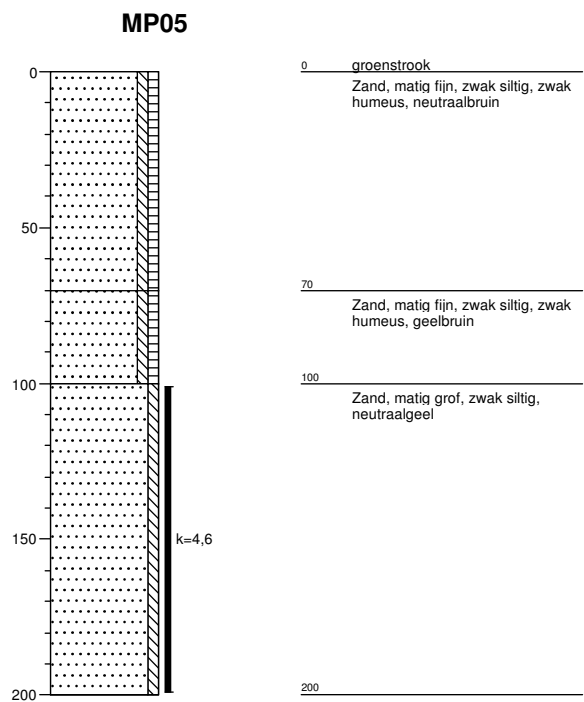


MP03



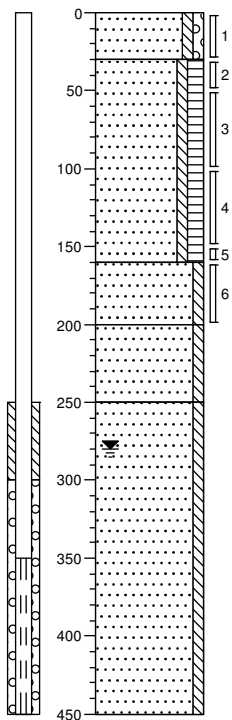
MP04





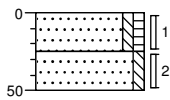
Bijlage 3b Boorprofielen Verkennend Bodemonderzoek

Boring 01



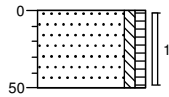
0	braak
30	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, bruingeel
160	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin
200	Zand, matig grof, zwak siltig, grijsbeige
250	Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalgeel
450	Zand, matig grof, zwak siltig, donkergeel

Boring 02



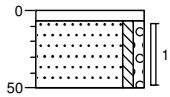
0	groenstrook
25	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin
50	Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalgeel

Boring 03



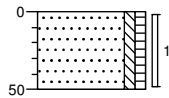
0	groenstrook
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, grijsbruin

Boring 04



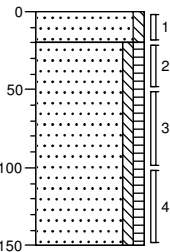
0	klinker
7	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgeel
50	

Boring 05



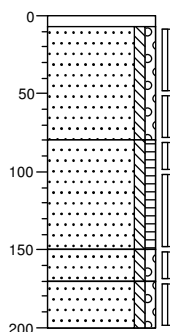
0	gras
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin

Boring 06



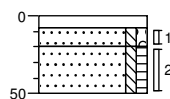
0	gras
20	Zand, matig fijn, zwak siltig, bruingeel
150	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, grijsbruin

Boring 07



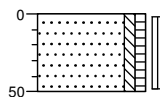
0	klinker
7	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgeel
80	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin
150	
170	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, donkergeel
200	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgeel

Boring 08



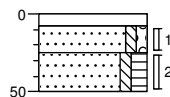
0	klinker
8	
20	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgeel
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin

Boring 09



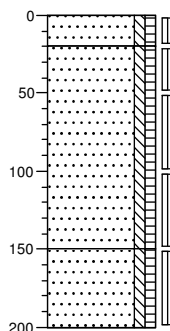
0	groenstrook
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin

Boring 10



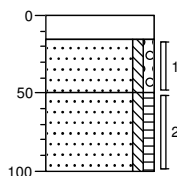
0	klinker
8	
25	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgeel
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin

Boring 11



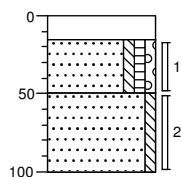
0	gras
20	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, lichtbruin
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, grijsbruin
150	
200	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin

Boring 12



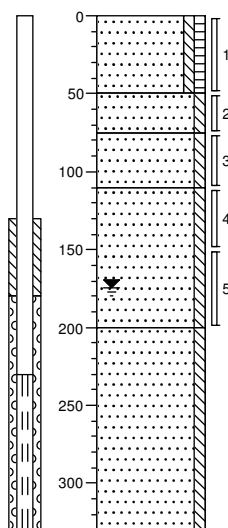
0	puin
▲ 15	Volledig puin, matig zandhoudend
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, geelbeige
50	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruingeel
100	

Boring 13



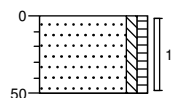
0	puin
▲ 15	Volledig puin, matig zandhoudend
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, donkerbruin
100	Zand, matig fijn, zwak siltig, bruingeel

Boring 14



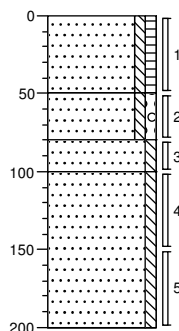
0	bosgrond
15	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin
50	Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalgeel
75	Zand, matig grof, zwak siltig, licht witgeel
110	Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalgeel
200	Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgeel
330	

Boring 15



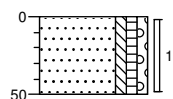
0	bosgrond
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, grijsbruin

Boring 16



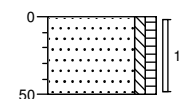
0	groenstrook
15	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, grijsbruin
50	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, donkergeel
80	Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalgeel
100	Zand, matig grof, zwak siltig, lichtgeel
200	

Boring 17



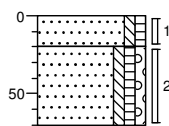
0	gras
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, geelbruin

Boring 18



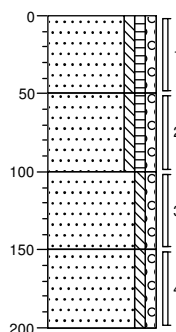
0	gras
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin

Boring 19



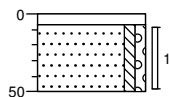
0	gras
20	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, matig puinhoudend, donkerbruin
70	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, donkerbruin

Boring 20



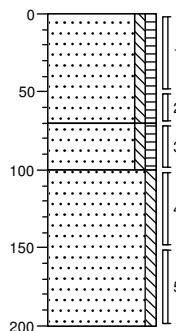
0	gras
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, neutraalbruin
100	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, neutraalbruin
150	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, geelbruin
200	

Boring 21



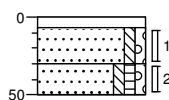
0	klinker
7	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, geelbeige
50	

Boring 22



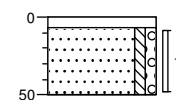
0	groenstrook
70	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, neutraalbruin
100	Zand, matig grof, zwak siltig, neutraalgeel
200	

Boring 23



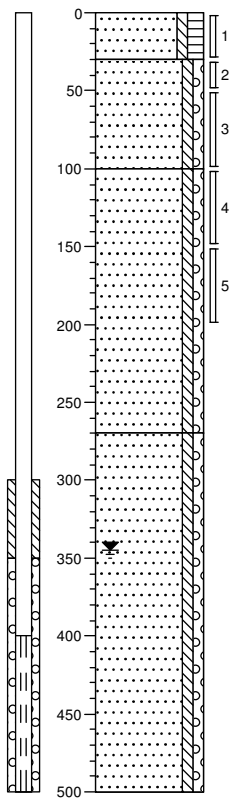
0	klinker
30	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, geelbeige
50	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, bruineel

Boring 24



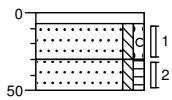
0	klinker
7	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgeel
50	

Boring 25



0	groenstrook
30	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin
100	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, geelbeige
270	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgeel
350	Zand, zeer grof, zwak siltig, zwak grindig, licht witgeel
500	

Boring 26



0	klinker
7	
30	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, neutraalgeel
50	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, donkerbruin

Bijlage 4 Methodiek doorlatendheidsmetingen

Methodiek constant-head permeameter

De k-waarde wordt bepaald met behulp van de constant-head permeameter. Hierbij wordt met behulp van een overdruksysteem een constant waterniveau gerealiseerd in het boorgat. Na verzadiging van de betreffende bodemlaag wordt het debiet gemeten, welke benodigd is om het waterniveau constant te houden. Het betreft hier uitsluitend in-situ proeven in de onverzadigde zone.

Hierna kan er met behulp van de "Glover Solution" de k-waarde van de desbetreffende bodemlaag berekend worden. Indien er geen slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van 2 x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution", welke hieronder in formulevorm is weergegeven, de k-waarde berekend worden:

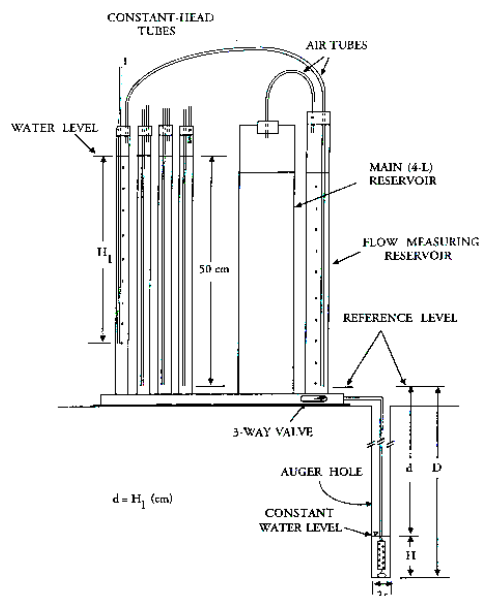
$$K_{sat} = \frac{\left(\text{hyp sin}^{-1} \frac{H}{r} \right) - \left(\sqrt{\left(\frac{r}{H} \right)^2 + 1} \right) + \left(\frac{r}{H} \right)}{2\pi * H^2} * Q$$

De parameters H en r zijn in figuur 1 schematisch weergegeven.

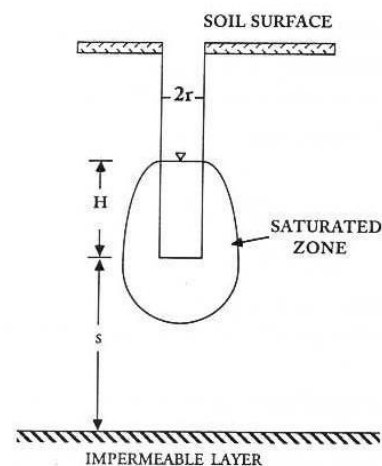
Indien er wél slecht, of niet doorlaatbare bodemlagen, aanwezig zijn binnen een afstand van 2 x de waterkolom (H) in het boorgat, dan kan met behulp van de "Glover Solution" welke hieronder in formulevorm is weergegeven de k-waarde berekend worden:

$$K_{sat} = \frac{3 * \ln \frac{H}{r}}{\pi * H * ((3 * H) + (2 * s))} * Q$$

De parameters H en r zijn in figuur 1 weergegeven en de parameter s is in figuur 2 schematisch weergegeven.



Figuur 1.



Figuur 2.

Bijlage 5 Berekende k-waarden

Berekende k-waarden

Tabel I. Resultaten MP01

MP01	meet sessie 1			meet sessie 2		
laagbegin [cm -mv]	50			50		
laageinde [cm -mv]	160			160		
Q [cm3/uur]	105			105		
H [cm]	15			15		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	108			108		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	42,0	0 -		27,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	40,8	30	3,51	26,2	30	2,34
meting 2 t = 2 [cm]	40,1	60	1,93	25,5	60	2,05
meting 3 t = 3 [cm]	39,4	90	2,17	24,8	90	2,05
meting 4 t = 4 [cm]	38,7	120	2,05	24,4	120	1,17
meting 5 t = 5 [cm]	38,2	150	1,46	23,9	150	1,46
meting 6 t = 6 [cm]	37,8	180	1,17	23,5	180	1,17
meting 7 t = 7 [cm]	37,3	210	1,46	22,9	210	1,76
meting 8 t = 8 [cm]	36,7	240	1,76	22,6	240	0,88
meting 9 t = 9 [cm]	36,1	270	1,76	22,1	270	1,46
meting 10 t = 10 [cm]	35,6	300	1,46	21,6	300	1,46
meting 11 t = 11 [cm]	34	330	4,68	21	330	1,76
meting 12 t = 12 [cm]	33,4	360	1,76	20,4	360	1,76
meting 13 t = 13 [cm]	32,8	390	1,76	19,8	390	1,76
meting 14 t = 14 [cm]	32,2	420	1,76	19,2	420	1,76
meting 15 t = 15 [cm]						
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			1,76	1,76		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:			1,8			

Tabel II. Resultaten MP02

MP02	meet sessie 1			meet sessie 2		
laagbegin [cm -mv]	70			70		
laageinde [cm -mv]	150			150		
Q [cm3/uur]	20			20		
H [cm]	16			16		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	88			88		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	32,7	0 -		27,6	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	32,1	30	0,31	27,1	30	0,25
meting 2 t = 2 [cm]	31,6	60	0,25	26,6	60	0,25
meting 3 t = 3 [cm]	31,1	90	0,25	26,1	90	0,25
meting 4 t = 4 [cm]	30,6	120	0,25	25,7	120	0,20
meting 5 t = 5 [cm]	30,1	150	0,25	25,1	150	0,31
meting 6 t = 6 [cm]	29,6	180	0,25	24,6	180	0,25
meting 7 t = 7 [cm]				24	210	0,31
meting 8 t = 8 [cm]				23,4	240	0,31
meting 9 t = 9 [cm]				22,9	270	0,25
meting 10 t = 10 [cm]				22,4	300	0,25
meting 11 t = 11 [cm]				21,9	330	0,25
meting 12 t = 12 [cm]				21,4	360	0,25
meting 13 t = 13 [cm]				20,9	390	0,25
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			0,25	0,25		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:			0,3			

Berekende k-waarden

Tabel III. Resultaten MP03

MP03	meet sessie 1			meet sessie 2		
laagbegin [cm -mv]	70			70		
laageinde [cm -mv]	100			100		
Q [cm3/uur]	105			105		
H [cm]	17			17		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	88			88		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	29,5	0	-	15,8	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	29,1	30	0,98	15,6	30	0,49
meting 2 t = 2 [cm]	29,3	60	-0,49	15,4	60	0,49
meting 3 t = 3 [cm]	29,3	90	0,00	15,2	90	0,49
meting 4 t = 4 [cm]	28,9	120	0,98	15,0	120	0,49
meting 5 t = 5 [cm]	28,6	150	0,73	14,8	150	0,49
meting 6 t = 6 [cm]	28,2	180	0,98	14,6	180	0,49
meting 7 t = 7 [cm]	28,4	210	-0,49			
meting 8 t = 8 [cm]	28,2	240	0,49			
meting 9 t = 9 [cm]	27,8	270	0,98			
meting 10 t = 10 [cm]	27,4	300	0,98			
meting 11 t = 11 [cm]	27	330	0,98			
meting 12 t = 12 [cm]	26,6	360	0,98			
meting 13 t = 13 [cm]	26,2	390	0,98			
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			0,98	0,49		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:			0,7			

Tabel IV. Resultaten MP04

MP04	meet sessie 1			meet sessie 2		
laagbegin [cm -mv]	150			150		
laageinde [cm -mv]	200			200		
Q [cm3/uur]	105			105		
H [cm]	19			19		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	168			168		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	28,0	0	-	15,4	0	-
meting 1 t = 1 [cm]	27,7	30	0,62	14,9	30	1,04
meting 2 t = 2 [cm]	27,2	60	1,04	14,4	60	1,04
meting 3 t = 3 [cm]	26,4	90	1,66	13,9	90	1,04
meting 4 t = 4 [cm]	25,7	120	1,46	13,2	120	1,46
meting 5 t = 5 [cm]	24,9	150	1,66	12,6	150	1,25
meting 6 t = 6 [cm]	24,2	180	1,46	11,9	180	1,46
meting 7 t = 7 [cm]	23,3	210	1,87	11,2	210	1,46
meting 8 t = 8 [cm]	22,7	240	1,25	10,5	240	1,46
meting 9 t = 9 [cm]	22	270	1,46	9,8	270	1,46
meting 10 t = 10 [cm]	21,3	300	1,46	9,1	300	1,46
meting 11 t = 11 [cm]	20,6	330	1,46			
meting 12 t = 12 [cm]	19,9	360	1,46			
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			1,46	1,46		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:			1,5			

Berekende k-waarden

Tabel V. Resultaten MP05

MP05	meet sessie 1			meet sessie 2		
laagbegin [cm -mv]	100			100		
laageinde [cm -mv]	200			200		
Q [cm3/uur]	105			105		
H [cm]	18			18		
r [cm]	3,5			3,5		
D [cm -ref.punt]	164			164		
	metingen		k-waarde	metingen		k-waarde
	hoogte	t (s)	(m/dag)	hoogte	t (s)	(m/dag)
meting 0 t = 0 [cm]	27,0	0 -		36,0	0 -	
meting 1 t = 1 [cm]	24,0	30	6,75	34,5	30	3,38
meting 2 t = 2 [cm]	21,9	60	4,73	32,5	60	4,50
meting 3 t = 3 [cm]	19,5	90	5,40	30,5	90	4,50
meting 4 t = 4 [cm]	17,5	120	4,50	28,5	120	4,50
meting 5 t = 5 [cm]	15,3	150	4,95	26,5	150	4,50
meting 6 t = 6 [cm]	13	180	5,18	24,5	180	4,50
meting 7 t = 7 [cm]	11	210	4,50			
meting 8 t = 8 [cm]	8,9	240	4,73			
meting 9 t = 9 [cm]	6,8	270	4,73			
meting 10 t = 10 [cm]	4,7	300	4,73			
meting 11 t = 11 [cm]	2,6	330	4,73			
gemiddelde k-waarde (m/dag) per sessie:			4,73	4,50		
gemiddelde k-waarde (m/dag) bodemlaag:			4,6			