

GEOHYDROLOGISCH ONDERZOEK EN WATERHUISHOUDKUNDIG PLAN

Wagnerlaan [Rijnstate]
Arnhem

ecopart

ICD | RAPPORT

Geohydrologisch onderzoek en waterhuishoudkundig plan

projectlocatie

Wagnerlaan
te Arnhem

opdrachtgever

SAB Arnhem
Postbus 479
6800 AL ARNHEM



Zeppendaal 3
7004 GP DOETINCHEM

telefoon 0314-368100
fax 0314-365743
email info@ecopart-bv.nl

<i>Projectnummer en versie:</i> 15407, versie 1.1		<i>Status:</i> Definitief
<i>Projectleider:</i> Ing. B. Mengers	<i>Afdrukdatum:</i> 10-1-2013	<i>Rapportdatum:</i> 24-1-2012
<i>Auteur(s):</i> ing. B. Mengers		
<i>Autorisatie:</i> Goedgekeurd	<i>Naam:</i> ing. X. Schuurmans	<i>Paraaf:</i>

© ECOPART B.V. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever



ISO 9001:2008

Inhoudsopgave

1. Inleiding onderzoek.....	1-1
1.1 Inleiding	1-1
1.1.1 algemeen.....	1-1
1.1.2 doelstelling onderzoek	1-1
1.2 Plangebied.....	1-2
1.2.1 ligging	1-2
1.2.2 kwaliteitssysteem	1-3
1.2.3 rapportopbouw	1-3
2. Bodemopbouw en geohydrologie	2-1
2.1 Bodemopbouw	2-1
2.1.1 veldonderzoek bodem	2-2
2.2 Geohydrologie	2-3
2.2.1 grondwatertrap	2-4
2.2.2 huidige afwatering	2-5
2.3 Conclusie literatuur- en veldonderzoek.....	2-5
3. Relevante waterthema's	3-1
3.1 Bepaling relevantie.....	3-1
3.2 Uitwerking waterthema's	3-2
3.2.1 algemeen.....	3-2
3.2.2 veiligheid.....	3-2
3.2.3 riolering en afvalwaterketen	3-2
3.2.4 wateroverlast	3-2
3.2.5 grondwateroverlast.....	3-3
3.2.6 oppervlaktewaterkwaliteit	3-3
3.2.7 grondwaterkwaliteit.....	3-4
3.2.8 volksgezondheid.....	3-4
3.2.9 verdroging.....	3-4
3.2.10 natte natuur	3-4
3.2.11 inrichting en beheer.....	3-4
3.2.12 recreatie.....	3-4
3.2.13 cultuurhistorie	3-4
4. Waterhuishouding plangebied.....	4-1
4.1 Uitgangspunten	4-1
4.1.1 bestaande situatie	4-1
4.1.2 herziene inrichting plangebied	4-1
4.1.3 uitgangspunten dimensioneren voorzieningen	4-2
4.2 Berging en infiltratie.....	4-3
4.2.1 bepaling bergingsbehoefte	4-3
4.2.2 infiltratie	4-3
4.2.3 wadi	4-4
4.2.4 bergings- of infiltratievijver	4-5
4.2.5 open verharding	4-5
4.2.6 IT-riolering en infiltratiekratten of infiltratiekelder	4-5
4.3 Conclusie bergingsvoorziening	4-7
5. Samenvatting en conclusie.....	5-1
5.1 Samenvatting.....	5-1
5.2 Conclusie bergings- en infiltratievoorziening	5-2
5.3 Conclusie	5-3

Bijlagen

- I Regionale en locale situering
 - regionale situering
 - locale situering
 - nieuwe situatie
- II Geohydrologische informatie
 - TNO-stratigrafie
 - TNO-geohydrologie
- III Grondwater informatie
 - TNO-peilbuizen
- IV Infiltratieproeven
 - situering infiltratieputten
 - Infiltratieproeven IP01 t/m IP04
 - Boorprofielen bodemonderzoek
- V Bestaand waterhuishoudkundig plan
 - tekening bestaande inrichting
 - rekenblad bestaande situatie T=10
 - rekenblad bestaande situatie T=100
- VI Nieuwe waterhuishoudkundig plan
 - tekening globaal infiltratie en bergingsplan
 - rekenblad nieuwe situatie T=10
 - rekenblad nieuwe situatie T=100
- IX Voorbeelden infiltratiematerialen/vegetatiedaken
 - infiltratiekratten
 - vegetatiedaken
- X Bronnen en literatuur
 - bronnen en literatuur

1 Inleiding onderzoek

1.1 Inleiding

1.1.1 algemeen

Aanleiding voor de uitvoering van dit onderzoek is de herinrichting van het plangebied op deze locatie. Om ter plaatse de voorgenomen nieuwbouwplannen te kunnen realiseren dient het vigerende bestemmingsplan te worden gewijzigd.

Sinds enige jaren is voor het verkrijgen van goedkeuring voor een wijziging of actualisering van een bestemmingsplan een toevoeging van een zogenoemde waterparagraaf een voorwaarde. In een waterparagraaf dient te worden ingegaan op de waterhuishoudkundige aspecten van het betreffende plangebied. De betreffende werkzaamheden zijn uitgevoerd in opdracht van SAB Arnhem.

In de onderstaande tabel zijn beknopt de basisgegevens van het plangebied weergegeven.

Tabel 1-1: Basisgegevens plangebied.

Locatiegegevens	Totaal
Provincie	Gelderland
Waterschap	Rijn en IJssel
Gemeente	Arnhem
Locatie	Wagnerlaan te Arnhem
Oppervlakte volledige plangebied	Ca. 10 ha
X coördinaten (RD stelsel)	196.900
Y coördinaten (RD stelsel)	445.961
Z coördinaten (m+NAP)	tussen +56,35 en +52,35 m NAP

1.1.2 doelstelling onderzoek

Uit gevoerd vooroverleg met de gemeente Arnhem is gebleken dat het plangebied is gelegen in het afstroomgebied van de Sint Jansbeek. Afgesproken is om naast de beoordeling van de mogelijkheden voor infiltratie van opgevangen hemelwater, aandacht te zullen besteden aan het zorgvuldig beschrijven van eventueel aanwezige storende lagen in de boven- en ondiepe ondergrond. Dit in verband met het gevaar van penetratie van deze lagen tijdens het uit te voeren veldonderzoek en bij de aanleg van de verdiepte parkeergarage waarbij mogelijk een negatieve invloed hiervan op de toestroming van het freatische grondwater naar de Sint Jansbeek kan ontstaan. Mocht tijdens het uit te voeren veldonderzoek blijken dat er sprake is van de aanwezigheid van storende lagen, dan zal dit per omgaande gemeld worden aan de gemeente Arnhem.

De primaire onderzoeksdoelstelling is afgeleid van de algehele doelstelling ten aanzien van het Watersysteem in het Masterplan Rijnstate. Hierin wordt de algemene doelstelling als volgt verwoord:

Rijnstate moet een watersysteem krijgen dat veelzijdig is en onder normale omstandigheden perfect functioneert, zowel kwalitatief als kwantitatief. Het moet bovendien zo robuust zijn dat het ook binnen acceptabele grenzen blijft

INLEIDING ONDERZOEK

functioneren onder extreme omstandigheden, zoals bijvoorbeeld in geval van wateroverlast of droogte. De doelstelling van duurzaam waterbeheer is de integratie van verschillende aspecten daarvan in de inrichting van het buitengebied (en mogelijk zelfs binnen in gebouwen), waardoor efficiëntie, belevingskwaliteit en ecologische waarden toenemen; het watersysteem in het gebied biedt een goede habitat voor dieren en wordt ook benut voor de opslag van regenwater.

Aan de hand van deze over-all doelstelling is de volgende doelstelling voor het bijgaande onderzoek uitgewerkt, waarbij antwoordt dient te worden gegeven op de volgende vragen:

- Zijn er binnen het plangebied storende lagen aanwezig in de boven- en ondiepe ondergrond, waardoor de toestroming van grondwater mogelijk kan worden verstoord door de realisatie van de voorgenomen plannen?
- Ligt de locatie in een gebied waar beschermende maatregelen vereist zijn?
- Aan welke randvoorwaarden moet de lokale waterhuishouding voldoen?
- Op welke wijze kan aan de doelstelling “hydrologisch neutraal bouwen” en de gestelde doelstelling in het Masterplan tegemoet gekomen worden?
- Wat zijn de mogelijkheden voor infiltratie van (overtollig) regenwater in het licht van de bodemopbouw en hoogste grondwaterstand ter plaatse?

1.2 Plangebied

1.2.1 ligging

Het plangebied is gelegen aan de Wagnerlaan te Arnhem. In bijlage Ia is de regionale situering weergegeven. Een situatietekening van het terrein is opgenomen in bijlage Ib.

De locatie is gelegen aan de rand van Arnhem tegen de wijk Alteveer, en wordt overwegend omgeven door woningbouw en natuurgebied. Het plangebied heeft een oppervlakte van circa 10 ha. en is in de huidige situatie reeds voor een belangrijk deel verhard. De globale toekomstige inrichting is weergegeven in Bijlage Ic evenals een luchtfoto van de bestaande situatie.

Omdat de bestemmingsplanherziening enkel betrekking heeft op een drietal plandelen die onderdeel uitmaken van het volledige plangebied, zijn enkel deze plandelen in het kader van dit onderzoek beschouwd. Dit betreft een totale oppervlakte van circa 4,0 ha. Wel is de voorgestelde globale inrichting naar aanleiding van het waterhuishoudkundige plan voor deze drie plandelen zodanig ingericht dat dit op relatief eenvoudige wijze is uit te breiden met de aansluiting hierop van de niet in dit onderzoek beschouwde bestaande terreingedeelte. Voor de globale inrichting is namelijk aansluiting gezocht bij het voor de het gehele plangebied uitgewerkte regieplan.

Bij de definitieve aanleg van de infiltratie- en/of bergingsvoorzieningen dient rekening te worden gehouden met de door ECOPART BV bij de uitvoering van het bijgaande onderzoek aangehouden uitgangspunten. Uit de ter plaatse verrichte boringen blijkt dat er in de bovengrond bestaat uit relatief ziltig zand met een relatief geringe k-waarde, terwijl het hieronder gelegen zandpakket grover van structuur is en een k-waarde bezit van 2 meter per dag of meer. Aangezien ter plaatse de hoogste grondwaterstand op een grotere diepte aanwezig is, kan infiltratie plaats vinden in het grovere zandpakket op circa MV - 2,00 meter. Om in dit diepere zandpakket te kunnen infiltreren, dient de infiltratievoorziening op deze diepte te worden aangelegd, of dient te worden voorzien van verticale drainage middels een lavapakket onder de voorziening.

INLEIDING ONDERZOEK

De uitvoering van werkzaamheden door ECOPART B.V. vindt op zorgvuldige wijze volgens de algemeen gebruikelijke inzichten en methoden bij onderzoek plaats. ECOPART B.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade ontstaan als gevolg van of verband houdend met een afwijkende uitvoering van de in dit onderzoek uitgewerkte plannen. Tevens dient ten tijde van de aanleg van de voorziening te worden gecontroleerd of de in de bijgaande berekeningen opgenomen K-waarde ter plaatse van de aan te leggen voorzieningen ook daadwerkelijk wordt gehaald.

1.2.2 kwaliteitssysteem

Kwaliteit en veiligheid vormen essentiële onderdelen bij de dagelijks door ECOPART BV uit te voeren werkzaamheden. Het kwaliteitssysteem dat binnen de gehele organisatie voor al de taakvelden is doorgevoerd voldoet aan de NEN-EN-ISO 9001: 2008.

1.2.3 rapportopbouw

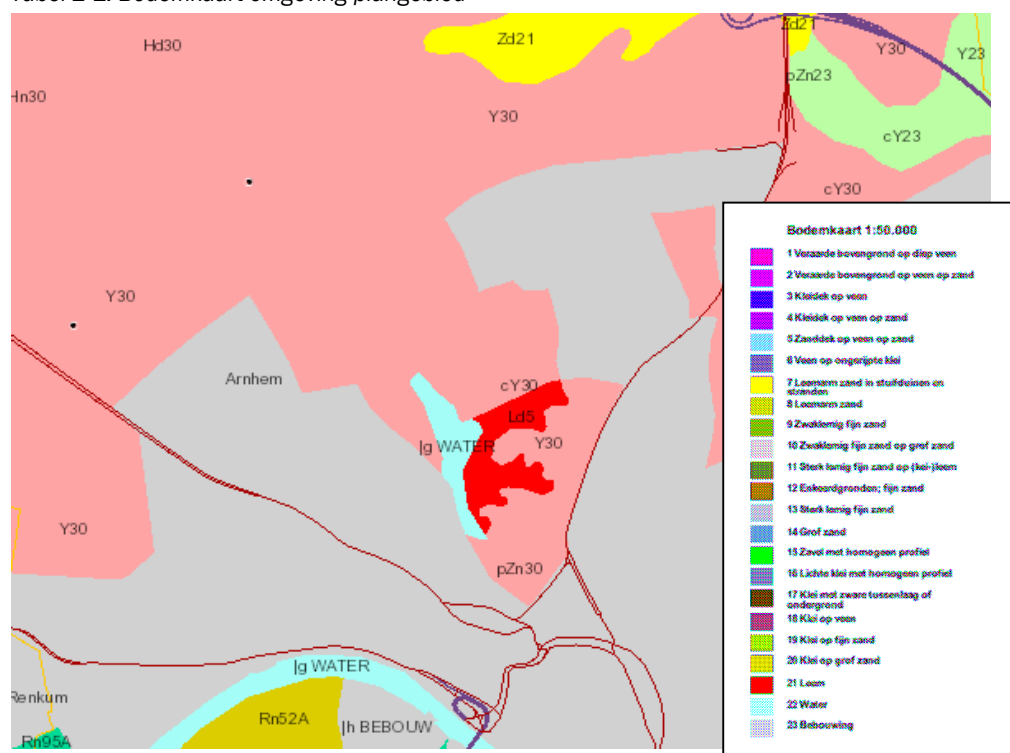
In hoofdstuk 2 wordt de bodemopbouw en de huidige geohydrologische situatie van het plangebied beschreven en in hoofdstuk 3 de relevante waterthema's. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 het watersysteem uiteengezet en in hoofdstuk 5 de conclusie en de aanbevelingen weergegeven.

2. Bodemopbouw en geohydrologie

2.1 Bodemopbouw

Uit het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) blijkt dat het maaiveldniveau is gelegen tussen 56,35 en 52,35 m +NAP ligt.

Tabel 2-1: Bodemkaart omgeving plangebied



Vanuit de Bodemkaart van Nederland blijkt dat het plangebied is gelegen in een gebied dat is aangemerkt als grof zand [14]. De deklaag bestaat uit matig fijn tot grof zand in een gestuwde afzetting. Aan de hand van diverse informatiebron kan de bodemopbouw globaal ter plaatse van het plangebied als volgt worden omschreven.

Tabel 2-2: Overzicht van de geohydrologische bodemgesteldheid.

Pakket	Formatie(s)	Laagpakket	Diepte m NAP	Samenstelling
WVP 1	Gestuwde afzetting		+56,5 -10,0	Fijn zand tot matig grof zand
WVP 2	Van Urk	Van Peelo	-10,0 -20,0	Grof zand
Stoorlaag	Van Peize-Waalre	Waalre	-20,0 -30,0	Klei
WVP 3	Van Peize-Waalre	Peize	-30,0 -75,0	Matig grof tot grof zand

De indeling van de ondergrond in de opeenvolgende stratigrafische eenheden is weergegeven op tekening TNO-stratigrafie opgenomen in bijlage IIa. De

geohydrologische schematisatie van de ondergrond is weergegeven op de tekening TNO-geohydrologie opgenomen in Bijlage II b.

2.1.1 veldonderzoek bodem

Verkennd bodemonderzoek

Door ECOPART BV is, ten behoeve van de nieuwbouwplannen, ter plaatse een verkennend bodem- en grondwateronderzoek uitgevoerd. In totaal zijn 81 boringen geplaatst. De boorbeschrijvingen vertonen een redelijk homogeen beeld; overwegend matig fijn matig siltig zand in de bovengrond en matig grof zand tot aan de maximaal verkende diepte van 5,00 m-MV. Van de diepere boringen is de boorbeschrijving als aanvulling op de boorbeschrijving van de uitgevoerde infiltratieproef/infiltratieproeven, opgenomen in Bijlage IV.

Tijdens de uitvoering van de handmatige grondboringen verdeeld over het plangebied, zijn geen storende lagen en/of een schijnwaterspiegel aangetroffen.

Infiltratieonderzoek

Op 19 augustus 2011 is door ECOPART BV een infiltratieonderzoek uitgevoerd. Het doel van de infiltratiemetingen is het vaststellen van de doorlatendheid van de bodem.

Voor de uitvoering van een gericht infiltratieonderzoek is op een locatie een aantal boringen verricht tot een diepte van ten minste 3,00 m-MV. Deze boringen zijn verricht om na te gaan of de ter plaatse aanwezige bodemopbouw infiltratie mogelijk maakt en op welke diepte dit dan eventueel het beste mogelijk is. Tevens is er onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van eventuele storende lagen onder de te kiezen infiltratiediepte. Deze zouden een goede werking van het infiltratiesysteem kunnen belemmeren.

Het opgeboorde materiaal van de boringen is beoordeeld op kleur, textuur, bijmenging(en) en eventuele bijzonderheden. In de directe nabijheid van de voorboring is een boring geplaatst tot op de infiltratiediepte van tussen de 1,20 en 1,60 m-MV. Hier is een infiltratieproef op uitgevoerd in duplo. Het boorgat is vóór aanvang van de proef met circa 20 liter water voorbenat (verzadigd).

Tijdens het veldonderzoek is in de boorgaten de doorlatendheid van de onverzadigde zone bepaald middels de omgekeerde boorgatmethode of "Hooghoudt-proef". De metingen zijn uitgevoerd in duplo en uitgewerkt volgens de methode Porchet. De K-waardecurves van zowel de metingen als van de duplometingen van het uitgevoerde onderzoek zijn opgenomen in Bijlage IV. De resultaten van de putproeven, uitgedrukt in m/d, zijn samengevat in Tabel 2-3.

Tabel 2-3: Resultaten doorlatendheidsproeven op een diepte van MV - 1,20 tot - 1,60 m.

Peilbuis	Resultaat 1^e proef	Resultaat 2^e proef	Gemiddelde k-waarde in m/d
IP01, infiltratie MV -1,20 m	0,70	0,68	0,69
IP02, infiltratie MV -1,20 m	0,63	0,65	0,64
IP03, infiltratie MV -1,60 m	0,61	0,48	0,54
IP04, infiltratie MV -1,20 m	0,63	0,57	0,60

De doorlatendheid van de onverzadigde zone varieert in het traject van MV - 1,20 tot MV -1,60 meter globaal tussen 0,54 en 0,69 m/d, met een gemiddelde van 0,6 m/d. Deze waarde is te beperkt om op deze diepte met succes te kunnen infiltreren.

Deze geringe doorlatendheid is het gevolg van de aanwezigheid van matig fijn matig siltig zand in het bovengrondtraject. Vanaf een diepte van circa MV -2,00 meter en op sommige locaties enigszins dieper, is er sprake van een matig grof zwak siltig zandprofiel. Op deze diepte is een k-waarde gemeten 1,5 m/d.

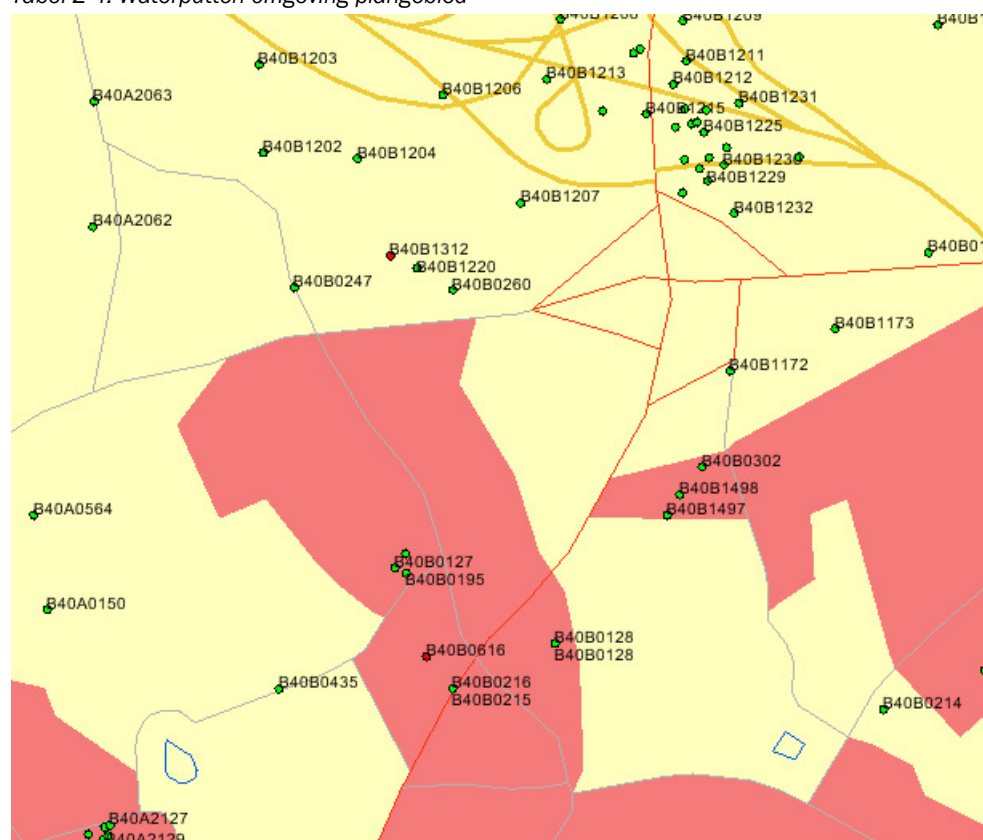
Daar waar een aanleg van een voorziening op deze diepte niet mogelijk is, kan een lavasteenbed onder de infiltratiekoffers of wadi worden aangebracht tot op een diepte van MV -2,00 meter of aanvullend gebruik worden gemaakt van een verticaal infiltratiesysteem tot in de grofzandige ondergrond.

Omdat er plaatselijk ook in de ondergrond sprake is van matig siltig zand wordt, om mogelijke problemen in de toekomst te voorkomen, voorgesteld om bij het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen rekening te houden met een gereduceerde **K-waarde van 1,0 m/d**.

2.2 Geohydrologie

Voor de omgeving van de onderzoekslocatie zijn gegevens van peilbuizen opgevraagd bij het DINO-loket [TNO-NITG]. Door TNO-NITG wordt een databank beheerd met daarin grondwaterstands- en stijghoogtegegevens van het landelijk meetnet. De ligging van de waterputten is aangegeven op het onderstaande overzicht. De opgevraagde gegevens blijken een globaal beeld te geven over de te verwachten gemiddeld hoogste grondwaterstand in de omgeving van het plangebied.

Tabel 2-4: Waterputten omgeving plangebied



Tabel 2-5: Geraadpleegde TNO-peilbuizen [Bron: TNO-REGIS].

TNO nummer	Peilbuis	X-coördinaat	Y-coördinaat	Maaiveldhoogte m NAP
B40B0435		190.500	445.475	38,03
B40B0128		191.500	445.640	36,37

Uit de waarnemingsreeksen valt af te leiden dat de gemiddeld hoogste grondwaterstand in het gebied ligt rond de 15,00 en 20,00 m-MV. Voor het onderzoeksgebied betekent dit een grondwaterstand tussen 36,00 en 38,00 m +NAP.

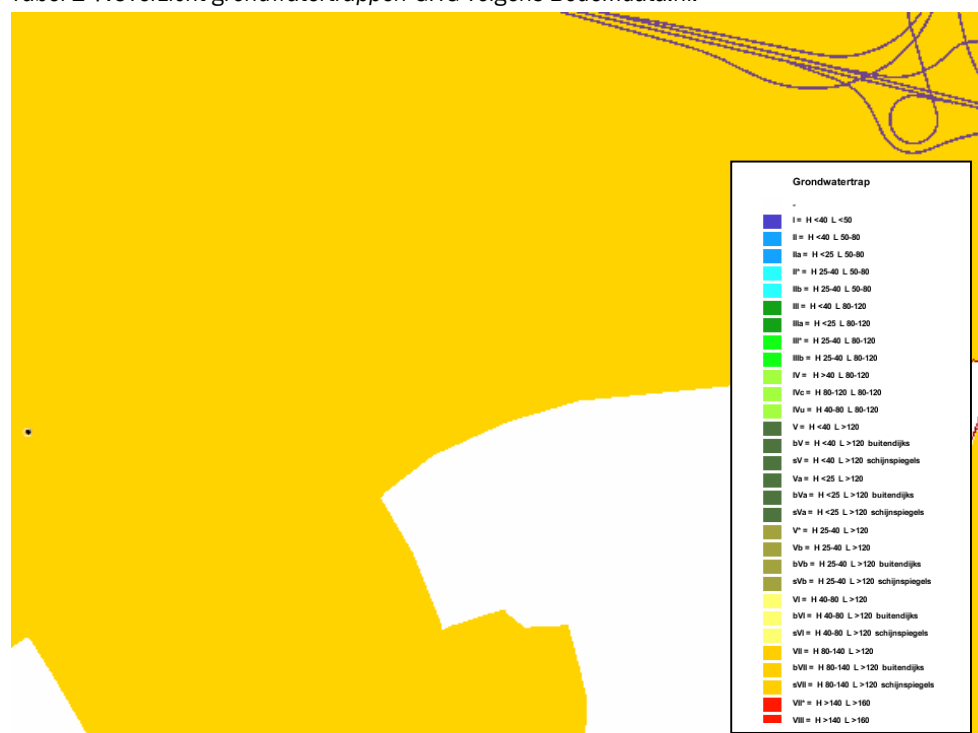
2.2.1 grondwatertrap

Op de Bodemkaart van Nederland 1:50.000 [Stiboka, 1975] wordt de ontwaterings situatie van de bodem aangegeven middels de zogenaamde grondwatertrap (Gt).

Tabel 2-6: Overzicht grondwatertrappen [Bron: Stiboka].

Grondwatertrap	GHG (cm -mv)	GLG (cm -mv)
I	< 40	< 50
II	< 40	50 – 80
III	< 40	80 – 120
IV	> 40	80 – 120
V	< 40	> 120
VI	40 – 80	> 120
VII	80 – 140	> 120
VIII	> 140	> 160

Tabel 2-7: Overzicht grondwatertrappen GHG volgens Bodemdata.nl.



Op de bovenstaande kaartuitsnede is de optredende grondwatertrap ingetekend voor het betreffende plangebied. Ook hier komt de grondwatertrap uit op VIII.

De op de Bodemkaart aangegeven Gt-klassen komen overeen met de waargenomen hoge grondwaterstanden in de lokale en de TNO-peilbuizen. Op basis van de peilbuiswaarnemingen wordt een Gt-klasse VIII verwacht.

2.2.2 huidige afwatering

De afwatering van het huidige plan vindt deels plaats middels infiltratie en deels middels afvoer via het rioolstelsel. Het regenwater dat valt op het momenteel onverharde deel van het plangebied zal voor een groot gedeelte infiltreren.

2.3 Conclusie literatuur- en veldonderzoek

De resultaten uit het literatuuronderzoek, de TNO-peilbuizen en het veldwerk geven een eenduidig beeld van de lokale geohydrologische situatie. Samengevat kan geconcludeerd worden dat:

- er geen sprake is van aangetroffen stoorlagen in de boven- en ondiepe ondergrond;
- de maaiveldhoogte ongeveer ligt op 56,35 tot 52,35 m +NAP;
- in de omgeving van het plangebied is geen oppervlaktewater of een watergang aanwezig waarop eventueel geloosd zou kunnen worden; wel is er de mogelijkheid om buiten het plangebied een wadi aan te leggen waarin de overstort kan worden geïnfiltreerd;
- in de huidige situatie het hemelwater wordt afgevoerd middels infiltratie en deels naar het gemeentelijke rioolstelsel;
- de toplaag van de bodem (MV -0,0 tot circa MV -2,0 m) over het algemeen bestaat uit matig fijn matig siltig zand met een k-waarde tussen de 0,5 en 0,7 m/d;
- het zandpakket direct onder de toplaag vanaf een diepte van circa MV -2,00 meter bestaat uit matig grof zand met een k-waarde 1,5 m/d; voorgesteld wordt om daar waar mogelijk op deze diepte te infiltreren; daar waar een aanleg op deze diepte niet mogelijk is, wordt geadviseerd met een lavasteenbed onder de infiltratiekoffers of wadi tot op de grofzandige bodemlaag te werken of aanvullend gebruik te maken van een verticaal infiltratiesysteem tot in de grofzandige ondergrond;
- om problemen in de toekomst vanwege de aanwezigheid van siltig materiaal in de ondergrond te voorkomen, wordt voorgesteld om bij het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen rekening te houden met een gereduceerde K-waarde van 1,0 m/d;
- de GHG ligt tussen MV -15,00 en MV -20,00 m en vormt derhalve geen belemmering op grotere diepte te infiltreren;
- gezien het gestuwde karakter van de bodem ter plaatse van het plangebied en de relatief grote verschillen in de gelaagdheid van de bodem, wordt bij de uitwerking van de definitieve plannen geadviseerd gericht onderzoek te doen op welke diepte lokaal het beste geïnfiltreerd kan worden.

3. Relevante waterthema's

3.1 Bepaling relevantie

In tabel 3-1 wordt aangegeven welke waterhuishoudkundige thema's relevant zijn voor het betreffende plangebied.

Tabel 3-1: Watertoetstabel met relevante en niet-relevante waterhuishoudkundige thema's

Thema	Toetsvraag	Relevant
Veiligheid	1. Ligt in of nabij het plangebied een primaire of regionale waterkering?	Nee
	2. Ligt in of nabij het plangebied een kade?	Nee
Riolering en Afvalwaterketen	1. Is er toename van het afvalwater (DWA)?	Ja
	2. Ligt in het plangebied een persleiding van het waterschap?	Nee
	3. Ligt in of nabij het plangebied een RWZI van het waterschap?	Nee
Wateroverlast (oppervlakte-water)	1. Is er sprake van toename van het verhard oppervlak?	Ja
	2. Zijn er kansen voor het afkoppelen van bestaand verhard oppervlak?	Ja
	3. In of nabij het plangebied bevinden zich natte en laag gelegen gebieden, beekdalen, overstromingsvlaktes?	Ja
Grondwater-Overlast	1. Is in het plangebied sprake van slecht doorlatende lagen in de ondergrond?	Nee
	2. Bevindt het plangebied zich in de invloedzone van een Rivier?	Nee
	3. Is in het plangebied sprake van kwel?	Nee
	4. Beoogt het plan dempen van slootjes of andere wateren?	Nee
Oppervlakte-waterkwaliteit	1. Wordt vanuit het plangebied water op oppervlaktewater geloosd?	Nee
	2. Ligt in of nabij het plangebied een HEN of SED water?	Op enige afstand
	3. Ligt het plangebied geheel of gedeeltelijk in een Strategisch actiegebied?	Nee
Grondwater-kwaliteit	1. Ligt het plangebied in de beschermingszone van een drinkwateronttrekking?	Nee
Volksgesondheid	1. In of nabij het plangebied bevinden zich overstorten uit het gemengde of verbeterde gescheiden stelsel?	Nee
	2. Bevinden zich, of komen er functies, in of nabij het plangebied die milieuhygiënische of verdrinkingsrisico's met zich meebrengen (zwemmen, spelen, tuinen aan water)?	Nee
Verdroging	1. Bevindt het plangebied zich in of nabij beschermingszones voor natte natuur?	Nee
Natte natuur	1. Bevindt het plangebied zich in of nabij een natte EVZ?	Nee
	2. Bevindt het plangebied zich in of nabij beschermingszones voor natte natuur?	Nee
Inrichting en beheer	1. Bevinden zich in of nabij het plangebied wateren die in eigendom of beheer zijn bij het waterschap?	Nee
	2. Heeft het plan herinrichting van watergangen tot doel?	Nee
Recreatie	1. Bevinden zich in het plangebied watergangen en/of gronden in beheer van het waterschap waar actief recreatief medegebruik mogelijk wordt?	Nee
Cultuur-historie	1. Zijn er cultuurhistorische waterobjecten in het plangebied aanwezig?	Nee

De thema's die bevestigend zijn beantwoord worden in de volgende paragrafen nader toegelicht en waar nodig nader uitgewerkt.

3.2 Uitwerking waterthema's

3.2.1 algemeen

Voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen, waaronder ver- en nieuwbouwplannen, wordt door de overheid eisen gesteld betrekking tot het duurzaam omgaan met water. In eerste instantie dient er te worden getoetst in hoeverre de voorgenomen plannen er toe leiden dat er sprake is van de toename van verhard oppervlak. Indien dit toeneemt, is het beleid erop gericht het regenwater zoveel mogelijk te infiltreren naar het freatisch grondwater, waardoor een meer natuurlijk afvoerverloop ontstaat. Dit vertaalt zich in de volgende richtlijnen:

- Nieuwe plannen dienen (indien mogelijk) te voldoen aan het principe van het "hydrologisch neutraal" bouwen. Hierbij moet de hydrologische situatie, voor wat betreft de afvoer van regenwater, minimaal gelijk blijven aan de oorspronkelijke situatie. De oorspronkelijke landelijke afvoer (naar het oppervlaktewater) mag niet overschreden worden.
- In aansluiting op het landelijk beleid hanteert het waterschap het beleid dat bij nieuwe plannen van enige omvang altijd onderzocht dient te worden hoe met het schone regenwater omgegaan kan worden.
- Bij alle nieuwbouwplannen moet (vuil) afvalwater en (schoon) regenwater gescheiden worden behandeld. Het schone en vuile water worden daarbij apart aangeleverd aan de riolering of, indien mogelijk, wordt het schone water aan de natuur teruggegeven. Dit is ook het geval als in openbaar gebied nog steeds een gemengd rioolstelsel aanwezig is.
- Bij de inrichting, het bouwen en het beheer dienen zo min mogelijk vervuilende stoffen aan het bodem- en oppervlaktewatersysteem te worden toegevoegd. Hierbij verdient het materiaalgebruik speciale aandacht: uitloogbare of uitspoelbare bouwmaterialen dienen te worden vermeden teneinde watervervuiling te voorkomen.

In de onderstaande paragrafen worden de relevante waterthema's gebaseerd op de bovenstaande uitgangspunten nader uitgewerkt.

3.2.2 veiligheid

Het plangebied is niet gelegen binnen de winterbedding van een rivier of invloedssfeer van een waterkering. De ontwikkeling binnen het plangebied heeft derhalve geen invloed op de veiligheid.

3.2.3 riolering en afvalwaterketen

Het afvalwater neemt toe door de ontwikkelingen in dit plan. Het afvalwater wordt afgevoerd naar het rioolstelsel van de gemeente Arnhem. Regenwater wordt niet afgevoerd via het riool (zie thema wateroverlast).

3.2.4 wateroverlast

Door de ontwikkelingen binnen het plangebied neemt het (semi-)verhard oppervlak toe met circa 4.000 m². Om wateroverlast, kwantitatief en kwalitatief, nu en in de toekomst te voorkomen wordt het regenwater niet afgevoerd naar het rioolstelsel maar volgens de trits vasthouden - bergen - afvoeren behandeld. In het plan dient ruimte te worden gereserveerd voor de aanleg van bergingsvoorzieningen. Daar waar mogelijk kan de afvoerleidingen voor hemelwater tevens als waterberging en infiltratievoorziening worden ingericht (IT-riolering). Tot slot wordt er een wadi aangelegd buiten het plangebied waarop de overstort en een deel van het vrijkomende hemelwater vanuit het plangebied wordt geïnfiltreerd.

3.2.5 grondwateroverlast

Hoewel er sprake is van een bodemopbouw bestaande uit plaatselijk matig fijn tot matig grof matig siltig zand met een k-waarde van circa 0,6 m/d voor het bovengrondpakket tot een diepte van circa MV -2,00 meter en een k-waarde 1,5 m/d voor het matig grofzandige pakket daar onder, bevinden zich binnen het plangebied geen echt slecht doorlatende lagen. Om grondwateroverlast in de toekomstige situatie te voorkomen kan de te dimensioneren infiltratievoorziening, waarbij rekening dient te worden gehouden met een beperkte doorlatendheid, tot op grotere diepte worden aangelegd. Het grondwater bevindt zich pas op een diepte van meer dan 15,00 meter minus maaiveld.

Bij de nadere uitwerking van de plannen dient rekening te worden gehouden met de aanwezige hoogteverschillen binnen het plangebied. Dit geldt met name voor de aan te leggen infiltratiegebieden. Aan de nadere uitwerking van de plannen dient derhalve een vooraf uitgevoerde hoogtemeting te worden uitgevoerd van het plangebied en een gerichte k-waardebepaling op de definitieve infiltratiediepte per infiltratielocatie.

Hoewel het plangebied zich niet in of in de directe omgeving van een beekdal bevindt, voert deze wel af in de richting van het beekdal van de St-Jansbeek en mogelijk via een overstort naar het beekdal zelf. In die zin kan er sprake zijn van beïnvloeding van de waterkwaliteit binnen de beschermingszone van deze SED-beek. Deze beschermingszone loopt tot aan de kruising Kluizeweg-Wagnerlaan.

Door de relatief grote verhardingsdichtheid binnen zowel het bestaande als het nieuwe plangebied, is de aanleg van open water of wadi's waarop het hemelwater verdeeld over de het gebied geloosd zou kunnen worden, relatief gering. Slechts aan de rand van het plangebied in de richting van de Parkweg is ruimte voor de aanleg/uitbreiding van een dergelijke voorziening. Deze kan echter niet de aanvoer van regenwater afkomstig van het volledige plangebied verwerken. Er zullen bovenstrooms derhalve bergings- en mogelijk infiltratievoorzieningen dienen te worden aangelegd, om de afvoer vanuit het plangebied te vertragen. In het masterplan zijn een aantal locaties aangewezen, waar sprake kan zijn van hemelwaterberging/infiltratie. In het hierbij uit te werken advies wordt aansluiting gezocht bij de in het masterplan aangehouden uitgangspunt.

De directe omgeving van het plangebied wordt gekarakteriseerd als neutraal gebied dat matig geschikt wordt geacht voor de infiltratie van regenwater.

3.2.6 oppervlaktewaterkwaliteit

Vanuit het plangebied wordt regenwater via een aan te leggen infiltratievoorziening, IT-riolering en een wadi geïnfiltreerd in de bodem. Waarbij de wadi tevens dienst doet als tijdelijke waterberging afkomstig uit het plangebied bij kortstondige hevige regenval. Het plan maakt geen aanvullende functies mogelijk die tot extra belasting van de waterkwaliteit leiden.

Het plangebied ligt niet direct in of nabij watergangen met de functie HEN of SED, maar bevindt zich wel in de directe omgeving van de beschermingszone hiervan. Functies in/nabij het plangebied die een negatieve invloed op de waterkwaliteit kunnen hebben komen ter plaatse niet voor.

In de regel dient het regenwater afkomstig van de parkeervoorzieningen en de wegen als grijs water te worden behandeld en afgevoerd en dakwater als schoon hemelwater. Het dakwater kan derhalve niet bovengronds worden geloosd op de in de infrastructuur aanwezige putten. Het water afkomstig van de daken dient te

worden geloosd op een hiervoor aan te leggen leidingsysteem, terwijl het regenwater afkomstig van de parkeervoorzieningen en de wegen (infra) lokaal wordt geïnfiltreerd middels hiervoor aan te leggen voorzieningen dan wel de afvoer hiervan ongewijzigd blijft gehandhaafd.

3.2.7 grondwaterkwaliteit

Het plangebied bevindt zich niet in of nabij de 25/100 jaar beschermingszone voor de drinkwaterwinning.

3.2.8 volksgezondheid

Binnen het plangebied is geen stilstaand oppervlaktewater aanwezig.

3.2.9 verdroging

De inrichting en functies in hydrologische beïnvloedingszones rond natuurgebieden en dergelijke, zijn voor het plangebied niet van toepassing.

3.2.10 natte natuur

Het plangebied bevindt zich niet in of nabij de Ecologische Verbindingszone (EVZ). De beoogde ontwikkelingen zijn geen belemmering voor een EVZ.

Het plangebied bevindt zich niet in een beschermingszone voor natte natuur. Wel is deze gelegen in de nabijheid van een beschermingszone. Door enkel dakwater te lozen op het aan te leggen IT-riool, kan de kwaliteit van het af te voeren hemelwater worden geborgd. De beoogde ontwikkelingen hebben derhalve geen negatieve invloed op de waterkwantiteit en -kwaliteit in relatie tot de natte natuurgebieden.

3.2.11 inrichting en beheer

In de directe omgeving van het plangebied bevindt zich geen leggerwatergang, welke de afwatering zou kunnen verzorgen.

3.2.12 recreatie

In het plangebied zijn geen nieuwe aan het water gekoppelde recreatieve functies voorzien.

3.2.13 cultuurhistorie

In of in de directe nabijheid van het plangebied bevinden zich geen aan water gerelateerde cultuurhistorische objecten.

4. Waterhuishouding plangebied

4.1 Uitgangspunten

4.1.1 bestaande situatie

De totale oppervlakte van het plangebied bedraagt circa 10 ha, verdeeld over bebouwing, verhardingen, infrastructuur en groenvoorzieningen. De voorgenomen aanpassing van het bestemmingsplan heeft echter enkel betrekking op:

Plandeel A: vernieuwen en uitbreiden van de parkeervoorzieningen personeel;

Plandeel B: de uitbreiding van het hoofdgebouw;

Plandeel C: vernieuwen en uitbreiden algemene parkeervoorzieningen en de bouw van een kantoorstoren.

Van het totale plangebied wordt met de herziening van de bovengenoemde plandelen circa 4 ha aangepast. De opstelling van het in dit onderzoek uitgewerkte waterhuishoudkundige plan, heeft enkel betrekking op de gewijzigde plandelen (circa 4 ha). De afvoer van het hemelwater afkomstig van het overige terreingedeelte blijft hierbij (vooralsnog) ongewijzigd. Bij de opstelling van het onderzoek is overigens wel aansluiting gezocht bij de gestelde uitgangspunten vanuit het Masterplan, waardoor inpassing van de overige terreindelen in het hierbij uitgewerkte waterhuishoudkundige plan derhalve ten allen tijde mogelijk is. Als hierna gesproken wordt van het plangebied, dan wordt hiermee het herziene plangebied van circa 4 ha bedoeld.

Voor de bepaling van de hoeveelheid afstromend hemelwater afkomstig van de bestaande situatie is een berekening opgesteld. Voor de verdeling van de verschillende oppervlakten en de gehanteerde uitgangspunten wordt kortheidshalve verwezen naar de gegevens in tabel 4.1 en de in Bijlage V opgenomen berekeningen van de bestaande situatie.

Tabel 4-1: Overzicht oppervlakten conform bestaande situatie

Type	Oppervlak in m ²	Percentage
<i>Deelplan A en B</i>		
Parkeerplaats personeel	3.980	10,0 %
Park en tuin parkeerplaats	1.900	5,0 %
Dakoppervlak hoofdgebouw	4.660	12,0 %
Verhardingen hoofdgebouw	400	1,0 %
Park en tuin hoofdgebouw	3.990	10,0 %
<i>Deelplan C</i>		
Verhardingen alg. parkeerplaats	21.060	51,0 %
Park en tuin alg. parkeerplaatsen	940	3,0 %
Dakoppervlak	3.200	8,0 %
Totaal	40.130	

4.1.2 herziene inrichting plangebied

Voor de waterhuishouding van het heringerichte plangebied, wordt uitgegaan van de planbegrenzing en de oppervlakten, zoals die zijn opgenomen in tabel 4-2. En de globaal voorgestelde herinrichting zoals aangegeven op tekening opgenomen in Bijlage VI.

In de toekomstige situatie is ruim 48 % van het plangebied verhard (exclusief vegetatiedaken parkeervoorzieningen), terwijl de huidige verhardingsgraad van het plangebied circa 83 % bedraagt. Een afname van 35%.

Tabel 4-2: Overzicht oppervlakten conform nieuwe situatie

Type	Oppervlak in m ²	Percentage
<i>Deelplan A en B</i>		
Vegetatie dak hoofdgebouw	9.050	23,0 %
Vegetatiedak parkeerplaats personeel	5.880	15,0 %
<i>Deelplan C</i>		
Vegetatiedak kantoor	2.500	7,0 %
Vegetatiedak alg. parkeervoorziening	13.350	33,0 %
Klinkerbestrating alg. parkeerplaats	9.350	23,0 %
Totaal	40.130	100 %

4.1.3 uitgangspunten dimensioneren voorzieningen

De ontwateringsnorm voor gebouwen is mede afhankelijk van de bouwwijze. Indien gebouwd wordt met toepassing van een kruipruimte, dient de gemiddeld grondwaterstand in de regel minimaal 0,3 m lager dan de bodem van de kruipruimte te liggen. Uitgaande van een kruipruimtehoogte van 0,5 m, gemeten ten opzichte van het maaiveld, betekent dit een ontwateringsdiepte van 0,8 m ten opzichte van het maaiveld.

Bij kruipruimte vrij bouwen is het mogelijk de grondwaterstand tot ca. 0,30 m onder het aanlegpeil van de vloer te laten komen. Gebouwen zonder kruipruimte zijn minder gevoelig voor vochtoverlast aangezien er betere voorzieningen mogelijk zijn om de begane grondvloer luchtdicht te krijgen. Het in het werk storten van de vloer heeft als voordeel dat de voeg van de aansluitende vloerdelen beter uitgevoerd kan worden dan het geval is bij een traditionele vloer. Verder is het transport van vochtige lucht naar de leefruimte beperkt doordat er geen kruipruimte aanwezig is.

Daarnaast wordt geadviseerd het aanlegpeil van gebouwen minimaal 0,25 m (afhankelijk van de afstand tot de weg) boven de kruin van wegen en straten aan te leggen. Dit in verband met het voorkomen van wateroverlast in extreme neerslagsituaties en een goede terreinafwatering.

Het waterbeleid van Rijk en provincie is gericht op een veilig en goed bewoonbaar land met gezonde, duurzame watersystemen. Het voorkomen van afwenteling door het hanteren van de drietrapsstrategie "Vasthouden-Bergen-Afvoeren" staat hierbij centraal. Voor de waterkwaliteit is het uitgangspunt "stand still - step forward". Watersysteembenadering en integraal waterbeheer dienen als handvaten voor het benutten van de natuurlijke veerkracht van een watersysteem.

In het "Waterbeheersplan 2010-2015" heeft het waterschap Rijn en IJssel deze beleidsdoelstellingen uitgewerkt en vormgegeven voor zijn waterbeheer. Het watersysteem dient optimaal afgestemd te zijn op de ruimtelijke functies van een gebied. Aandachtspunten in het beheersplan zijn veiligheid, watersysteembeheer, waterketenbeheer en uitvoering.

Het waterschap Rijn en IJssel heeft het document "DUURZAAM EN VEILIG WATER IN DE STAD, Normen en uitgangspunten voor wateraspecten bij stedelijke ontwikkelingen" beschikbaar gesteld. Hierin wordt uitgebreid ingegaan op de eisen vanuit het waterschap. Als onderdeel van de watertoetsprocedure dient de in het

document opgenomen watertoetstabel te worden ingevuld. De in de genoemde tabel opgenomen onderwerpen, worden in het bijgaande onderzoek behandeld.

Het Waterschap Rijn en IJssel maakt onderscheid tussen een verkorte en een volledige procedure voor de watertoets. In onderhavig geval wordt een volledige procedurele watertoets uitgevoerd omdat het plangebied groter is dan 2.500 m² (geldt in feite enkel voor inbreidingslocaties van groen naar verhard).

Ten aanzien van het type infiltratie- of bergingssysteem wordt in de regel een voorkeur uitgesproken voor een open infiltratiesysteem (wadi, infiltratieveld of infiltratievijver), voorzien van een bodempassage om verontreiniging van het grondwater tegen te gaan. In tweede instantie kan worden gekozen voor waterdoorlatende verharding met een zuiverende werking. Als laatste komen ondergrondse infiltratiesystemen in aanmerking, waarbij infiltratieriolen in veel gevallen de voorkeur hebben boven een krattensysteem of grindkoffers.

4.2 Berging en infiltratie

4.2.1 bepaling bergingsbehoefte

In paragraaf 4.1.3 zijn de uitgangspunten voor het opstellen van de berekeningen voor de benodigde waterberging beschreven. Aan de hand van in Bijlage V uitgewerkte berekeningen is in eerste instantie bepaald hoe groot de aanwezige bergingsbehoefte is met betrekking tot de bestaande situatie voor de drie deellocaties die onderdeel uitmaken van dit onderzoek. Vervolgens is berekend hoe groot de benodigde bergingsbehoefte moet zijn voor de realisatie van de voorgenomen plannen binnen deze drie deellocaties [zie Bijlage VI].

Als uitgangspunt bij de opgestelde berekeningen is aangehouden dat een bui $T=10 + 10\%$ ten minste moet kunnen worden geborgen binnen de plangrenzen om aan de door de gemeente Arnhem en het waterschap gestelde eisen te kunnen voldoen. Omdat het bergend vermogen door de toepassing van vegetatiedaken in de nieuwe situatie alleen maar toeneemt, kan formeel worden volstaan met een te dimensioneren berging binnen de plangrenzen van $T=10 + 10\%$.

Omdat er in het voor de herinrichting van het plangebied een Masterplan is opgesteld, waarin een van de uitgangspunten is de huidige wateroverlast als gevolg van extreme buien op te heffen, wordt voorgesteld om de berekeningen zodanig uit te voeren dat een bui $T=100 + 10\%$ op locatie of in de directe nabijheid van het plangebied geborgen kan worden.

Voor het dimensioneren van de bestaande situatie, is een aanname gedaan voor de bepaling van de landelijke afvoer van 0,8 l/s/ha (via de riolering of wadi). In de nieuwe situatie gaan wij er van uit dat het regenwater grotendeels geïnfiltreerd zal kunnen worden binnen of in de directe nabijheid van het plangebied. Dit houdt in dat er geen gebruik meer zal worden gemaakt van afvoer van hemelwater afkomstig van de nieuwe situatie vanuit de drie deelplangebieden naar de gemeentelijke riolering. Hierbij zijn wij er vanuit gegaan dat er sprake kan zijn van een overloop naar een landschappelijke laagte (in te richten als wadi) aan de zuidzijde van de Kluizeweg.

4.2.2 infiltratie

Op basis van de relatief grote diepte van de aangetroffen (hoge) grondwaterstanden en het zandige boven- en ondergrondpakket, kan voor het verwerken van hemelwater gebruik gemaakt worden van infiltratiesystemen. Hierbij dient wel de kanttekening te worden geplaatst dat de bovengrond en

ondergrond tot een diepte van ten minste MV -1,60 meter erg fijnzandig en siltig is. De waarde voor de doorlatendheid van de bovenste bodemlagen bedraagt derhalve slechts circa 0,5 m/d. Aangezien er op grotere diepte sprake is van de toename van de korrelgrootte, wordt voorgesteld om enigszins dieper te infiltreren waarbij een k-waarde van 1,0 m/d kan worden aangehouden.

Gezien de voorkeur van gemeenten en waterschappen worden voor het toe te passen systeem achtereenvolgens de mogelijkheden onderzocht voor een wadi, een IT-riool, een krattenveld en het toepassen van waterdoorlatende verharding.

4.2.3 wadi

Een wadi is een bergings- en infiltratievoorziening in de vorm van een depressie in het landschap, die tijdelijk gevuld is met regenwater. Het regenwater dat op verhard oppervlak valt wordt via een regenwaterleiding of over maaiveld afgevoerd naar de wadi. Hier kan het infiltreren in de bodem, of vertraagd worden afgevoerd naar het oppervlaktewater. Op deze manier wordt voorkomen dat schoon water naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie gaat en wordt tevens bereikt dat het grondwater wordt aangevuld.

Als de ondergrond onvoldoende doorlatend is, maar de GHG diep genoeg is, kan onder de wadi een drainagebed van grof grind of lavasteen worden aangebracht. Om de infiltratiecapaciteit verder te vergroten wordt soms een drainageleiding aangebracht in het ondergrondse filterbed. De drainage dient af te voeren naar het oppervlaktewater.

De benodigde berging wordt bepaald als het verschil tussen het in- en het uitstroomvolume. In de in Bijlage VII opgenomen berekeningen is voor een bui $T=10 + 10\%$ en voor een bui $T=100 + 10\%$ het benodigde bergend volume berekent. Uit deze berekening blijkt dat bij het afvoeren van het binnen de gewijzigde plangebieden vallende hemelwater deels wordt opgeslagen op de vegetatiedaken, deels in de aan te leggen IT-riolering, deels in een aan te leggen infiltratievoorzieningen of infiltratievijver en deels in de buiten het plangebied in te richten wadi. Voor een bui $T=10 + 10\%$ is een berging in de wadi noodzakelijk van 223 m³. Voor een bui $T=100 + 10\%$ is een berging noodzakelijk van 416 m³.

Uitgaande van het bijgevoegde conceptplan is er in de (aanvullend) aan te leggen wadi bij een maximale waterhoogte van 0,3 meter een bergend vermogen aanwezig van circa 600 m³. Ruimschoots voldoende voor de berging van het vrijkomende regenwater afkomstig van de betreffende deelgebieden binnen het plangebied.

Om in tijden van extreme neerslag een eventueel surplus af te kunnen voeren afkomstig van het niet in de berekeningen meegenomen resterende deel van het plangebied is het mogelijk raadzaam om de wadi zodanig in te richten dat hierin tijdelijk een grotere hoeveelheid regenwater kan worden geborgen. Hiertoe dient de waterstand in de wadi tijdens extreme regenval tijdelijk te worden verhoogd tot een grotere waterdiepte dan 0,3 meter, waarop een wadi in de regel wordt gedimensioneerd. Door de wadi voorts van een overstort te voorzien naar een lager gelegen bosgebied bij een waterstand van 0,6 meter of meer, is er ruimschoots voldoende berging om wateroverlast binnen het plangebied te voorkomen.

Om de kwaliteit van het water in de wadi te kunnen garanderen kan het gewenst of noodzakelijk zijn door middel van een (voor)zuivering vaste deeltjes (slib), metalen

en PAK's uit het af te voeren wegwater te verwijderen. Hiervoor zijn verschillende systemen beschikbaar.

4.2.4 bergings- of infiltratievijver

Een infiltratievijver is vergelijkbaar met een wadi, met als belangrijkste verschil dat een vijver permanent water voert. Gezien de diepe grondwaterstand ter plaatse is de aanleg van een infiltratievijver ter plaatse niet mogelijk.

4.2.5 open verharding

Neerslag die op de wegverharding of parkeerplaatsen valt, kan bij toepassing van een doorlatende bestrating rechtstreeks naar de ondergrond infiltreren. Vanwege de waterkwaliteit kunnen aanvullende maatregelen nodig zijn voor de (voor)zuivering van het te infiltreren hemelwater. Door het toepassen van een systeem vergelijkbaar met Aquaflo kan het wegwater worden ontdaan van de belangrijkste verontreinigingen.

Om in tijden van extreme neerslag een eventueel surplus te kunnen verwerken dient ook dit systeem te worden voorzien van een overstort naar in het systeem op te nemen waterberging.

Deze vorm van berging en infiltratie is niet verder uitgewerkt omdat tot op heden nagenoeg alle opdrachtgevers problemen voorzien met het onderhoud van een dergelijk infiltratiesysteem. Tot dat er meer ervaringscijfers bekend zijn met betrekking tot de duurzame werking van het beschreven systeem, raden wij de aanleg hiervan -in samenspraak met veel gemeenten- derhalve ook nog af.

4.2.6 IT-riolering en infiltratiekratten of infiltratiekelder

Ondergrondse infiltratiesystemen kunnen worden aangelegd in de vorm van een infiltratierool, een bergings- en infiltratiekelder, een krattensysteem of een grind-c.q. lavasteenbed. Inspecteerbaarheid en onderhoud van het systeem vormen daarbij veelal een knelpunt.

In het onderhavige geval is er echter voor belangrijk gedeelte van het plangebied nagenoeg geen alternatief. De ruimte voor de aanleg van een wadi aan de noordoostzijde van het plangebied ontbreekt vanwege de relatief hoge bebouwingsdichtheid ter plaatse in relatie tot de hoeveelheid te bergen regenwater. Voorgesteld wordt dit regenwater te bergen in een bergings- of infiltratiekelder of in een infiltratiekrattensysteem voorzien van een overloopconstructie lozend op een aan te leggen wadi buiten het plangebied.

Door de toepassing van vegetatiedaken, wordt de totale hoeveelheid te bergen regenwater afkomstig van de onderhavige plandelen in of op de bodem reeds voor een groot deel beperkt. Om wateroverlast te voorkomen, dient het overtollige regenwater zo veel mogelijk verdeeld over het plangebied te worden geborgen. Tevens dient er een goed werkende overloopconstructie te worden aangebracht waardoor het overtollige water zo snel mogelijk kan worden afgevoerd naar een aan te leggen wadi buiten het plangebied.

Enkel door voldoende bergend vermogen en een snelle afvoer van het overtollige regenwater via een overloopconstructie aan te leggen, is wateroverlast te voorkomen. Hierbij kan echter worden opgemerkt dat het volledig uitsluiten van wateroverlast bij zeer extreme buien ook in deze situatie niet valt te garanderen.

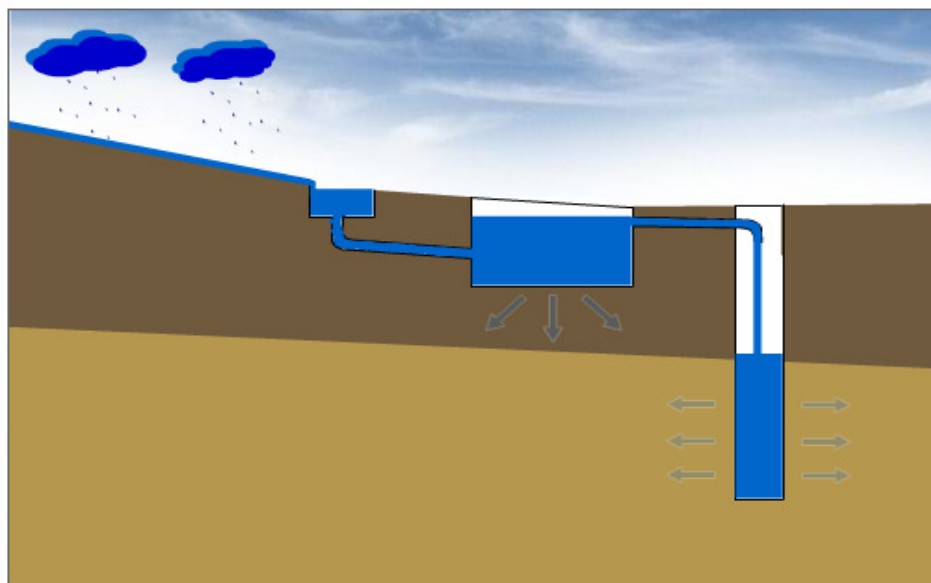
In het regieplan zijn een aantal locaties als infiltratiegebied aangewezen. Op de in Bijlage VI aangegeven locaties kan infiltratie plaatsvinden van regenwater afkomstig van de in dit onderzoek betrokken deelgebieden.

Uit de in Bijlage VI opgenomen berekening, valt af te leiden dat er bij een aan te leggen infiltratievoorziening met een inhoud van 331 m³ [situering zie bijlage VI], kan worden voldaan aan de gestelde bergings- en infiltratiebehoefte van het vallende regenwater bij zowel een bui T=10 + 10% als bij een bui T=100+10%. De bergingsbehoefte in de infiltratievoorzieningen is afkomstig van de deellocaties A en B.

Bij het aanbrengen van de infiltratievoorzieningen dient rekening te worden gehouden met de aanleg van een overstortmogelijkheid. De overstort dient voldoende capaciteit te bezitten en dient uiteindelijk te lozen op de buiten het plangebied aan te leggen wadi.

Vooruitlopend op de aanleg van de genoemde infiltratievoorzieningen dient na te worden gegaan of op voldoende diepte kan worden geïnfiltreerd om dit te doen in een grofzandige bodemlaag. Indien dit niet mogelijk is, dan dient er onder de infiltratievoorziening een lavasteenbed te worden aangebracht tot op deze bodemlaag of dient er tussen de voorziening en de overstort naar de wadi aanvullend een verticale infiltratievoorziening te worden opgenomen. Deze voorzieningen dienen zodanig te worden gedimensioneerd dat het totale systeem bij een hoeveelheid te infiltreren regenwater ten minste 460 m³ infiltreert.

Afbeelding 4-3: Schematisch overzicht gecombineerd infiltratiesysteem



Mocht deze berging in extreme gevallen onvoldoende zijn, dan zal het overtollige hemelwater moeten kunnen overlopen naar een nader te bepalen aantal verticale infiltratievoorzieningen (zie afbeelding 4-3) of naar een buiten het plangebied aan te leggen wadi, dan wel tijdelijk moeten kunnen worden geborgen op de weg.

Voor het verkrijgen van een indruk van de voorhanden zijnde infiltratievoorzieningen wordt onder anderen verwezen naar de als bijlage bijgevoegde info in Bijlage VII en sites als:

www.beuker-bkl.com/10004/1/downloads.html

4.3 Conclusie bergingsvoorziening

Wij stellen voor de deellocaties A (Uitbreiding hoofdgebouw) en B (nieuwbouw parkeergarage personeel) concreet voor om een regenwaterafvoersysteem aan te leggen zoals hieronder is omschreven:

- a. De aanleg van vegetatiedaken op de uitbreiding van het hoofdgebouw met een bergend vermogen van ten minste 55% bij een bui $T=100+10\%$; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;
- b. De aanleg van een vegetatiedak of grondpakket voorzien van een drainagesysteem met een bergend vermogen van ten minste 55% bij een bui $T=100+10\%$ op de nieuw te bouwen parkeergarage voor het personeel; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;
- c. De aanleg van een IT-riolering voor een belangrijk deel van het afvoersysteem, waardoor naast de afvoerfunctie ook het bergend en infiltrerend vermogen van het totale systeem wordt vergroot [minimaal aan te brengen aanvullende berging 21 m^3];
- d. Een bergings- c.q. infiltratievoorziening aan te leggen zoals aangegeven op het Globale waterhuishoudkundige plan onder een tweetal binnentuinen; deze voorziening kan o.a. bestaan uit een infiltratiesysteem:
- e.
 - bergend vermogen $T=100+10\%$: 325 m^3 ; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;
 - bij de aanleg van een krattensysteem betreft de oppervlak van het kofferbed: 425 m^2 bij een diepte van ca. $0,80 \text{ m}$;
 - de aanleg van een overstortvoorziening naar de buiten het plangebied aan te leggen wadi en eventueel een aanvullende verticale infiltratievoorziening naar diepere grofzandige ondergrond;
 - In extreme gevallen aanvullende berging op de wegen;

Voor deellocatie C (nieuwbouw parkeergarage en kantoorgebouw) stellen wij voor om een regenwaterafvoersysteem aan te leggen zoals hieronder is omschreven:

- f. De aanleg van vegetatiedak op de nieuwbouw van het kantoorgebouw met een bergend vermogen van ten minste 55% bij een bui $T=100+10\%$; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;
- g. De aanleg van een grondpakket met drainagevoorziening op de nieuw te bouwen algemene parkeerplaats voor het gedeelte dat wordt ingericht als groenvoorziening, met een bergend vermogen van ten minste 90% bij een bui $T=100+10\%$; het drainagesysteem dient te worden aangesloten op een afvoerleiding welke het schone regenwater afvoert naar een buiten het plangebied aan te leggen wadi; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;
- h. De aanleg van een bovengrondse parkeerplaats waarbij gebruik wordt gemaakt van een gesloten bestrating waarvan het regenwater, eventueel na voorzuivering, wordt geloosd op het schoonwatersysteem welke afvoert naar een buiten het plangebied aan te leggen wadi; in extreme gevallen vindt aanvullende berging plaats op de parkeervoorziening;
- i. Buiten het plangebied dient een wadi te worden aangelegd, waarbij:
- j.
 - het bergend vermogen bij een bui $T=100+10\%$ ten minste : 560 m^3 dient te bedragen; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;

- de wateroppervlakte bij het insteekniveau bedraagt bij een waterdiepte van maximaal 0,30 meter: 2.620 m²; bij een gemiddeld hellingspercentage van 1 : 5 bedraagt de oppervlakte op bodemniveau 1.731 m²;

Voor een optimale werking van het te kiezen systeem dient elke verticale dakafvoer te worden voorzien van een bladvang met overloopinrichting net boven maaiveldniveau. Verder dient er een zandvang te worden aangebracht voor elk lozingspunt op de infiltratievoorziening.

5. Samenvatting en conclusie

5.1 Samenvatting

Aanleiding voor de uitvoering van dit onderzoek is de herinrichting van het plangebied op deze locatie. Om ter plaatse de voorgenomen nieuwbouwplannen te kunnen realiseren dient het vigerende bestemmingsplan te worden gewijzigd. hiertoe dient een hydrologische onderbouwing van de plannen te worden opgesteld. ECOPART BV heeft hiervoor een globaal waterhuishoudkundig plan uitgewerkt.

De onderzoekslocatie ligt binnen het beheersgebied van Waterschap Rijn en IJssel in een gebied dat wordt gekenmerkt door een diepe ontwatering en een neutrale infiltratie. Op basis van de bodemopbouw wordt de projectlocatie geschikt geacht voor het infiltreren van regenwater naar het (freatische) grondwater.

De resultaten uit het literatuuronderzoek, de TNO-peilbuizen en het veldwerk geven een eenduidig beeld van de lokale geohydrologische situatie. Samengevat kan geconcludeerd worden dat:

- er geen sprake is van aangetroffen stoorlagen in de boven- en ondiepe ondergrond;
- de maaiveldhoogte binnen het plangebied ongeveer ligt op 56,35 tot 52,35 m +NAP;
- in de omgeving van het plangebied er geen oppervlaktewater of een watergang aanwezig is waarop eventueel geloosd zou kunnen worden; wel is er de mogelijkheid om buiten het plangebied een wadi aan te leggen waarop onder anderen de overstort vanuit het plangebied kan worden geloosd;
- in de huidige situatie het hemelwater deels wordt afgevoerd middels infiltratie en deels naar het gemeentelijke rioolstelsel;
- de toplaag van de bodem (MV -0,0 tot circa MV -2,0 m) over het algemeen bestaat uit matig fijn matig siltig zand met een k-waarde tussen de 0,5 en 0,7 m/d;
- het zandpakket direct onder de toplaag vanaf een diepte van circa MV -2,00 meter bestaat uit matig grof zand met een k-waarde van 1,5 m/d; voorgesteld wordt om daar waar mogelijk op deze diepte te infiltreren; daar waar een aanleg op deze diepte niet mogelijk is, wordt geadviseerd om met een lavasteenbed onder de infiltratiekoffers of wadi tot op de grofzandige bodemlaag te werken of aanvullend gebruik te maken van een verticaal infiltratiesysteem tot in de grofzandige ondergrond;
- om problemen in de toekomst vanwege de aanwezigheid van siltig materiaal in de ondergrond te voorkomen, wordt voorgesteld om bij het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen rekening te houden met een gereduceerde K-waarde van 1,0 m/d;
- de GHG ligt tussen MV -15,00 en MV -20,00 m en vormt derhalve geen belemmering om op grotere diepte te infiltreren;
- gezien het gestuwde karakter van de bodem ter plaatse van het plangebied en de relatief grote verschillen in de gelaagdheid van de bodem, wordt bij de

nadere uitwerking van de definitieve plannen geadviseerd om aanvullend gericht onderzoek te doen naar de diepte waarop lokaal het beste kan worden geïnfiltreerd.

Vanaf het plangebied wordt van de vervangende nieuwbouwlocaties enkel nog afvalwater aangeleverd naar de gemeentelijke riolering. Het beleid van de gemeente Arnhem is er op gericht om daar waar mogelijk geen regenwater in te nemen, maar dit volledig te infiltreren binnen of in de directe omgeving van het plangebied. Voor de nieuw aan te brengen dakoppervlakken zal gebruik gemaakt moeten worden van niet-uitlogbare materialen. Dit in overeenstemming met het gestelde in het Bouwbesluit.

5.2 Conclusie bergings- en infiltratievoorziening

Wij stellen voor de deellocaties A (Uitbreiding hoofdgebouw) en B (nieuwbouw parkeergarage personeel) concreet voor om een regenwaterafvoersysteem aan te leggen zoals hieronder is omschreven:

- k. De aanleg van vegetatiedaken op de uitbreiding van het hoofdgebouw met een bergend vermogen van ten minste 55% bij een bui $T=100+10\%$; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;
- l. De aanleg van een vegetatiedak of grondpakket voorzien van een drainagesysteem met een bergend vermogen van ten minste 55% bij een bui $T=100+10\%$ op de nieuw te bouwen parkeergarage voor het personeel; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;
- m. De aanleg van een IT-riolering voor een belangrijk deel van het afvoersysteem, waardoor naast de afvoerfunctie ook het bergend en infiltrerend vermogen van het totale systeem wordt vergroot [minimaal aan te brengen aanvullende berging 21 m^3];
- n. Een bergings- c.q. infiltratievoorziening aan te leggen zoals aangegeven op het Globale waterhuishoudkundige plan onder een tweetal binnentuinen; deze voorziening kan o.a. bestaan uit een infiltratiesysteem:
 - bergend vermogen $T=100+10\%$: 325 m^3 ; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;
 - bij de aanleg van een krattensysteem betreft de oppervlak van het kofferbed: 425 m^2 bij een diepte van ca. $0,80 \text{ m}$;
 - de aanleg van een overstortvoorziening naar de buiten het plangebied aan te leggen wadi en eventueel een aanvullende verticale infiltratievoorziening naar diepere grofzandige ondergrond;
 - in extreme gevallen aanvullende berging op de wegen;

Voor deellocatie C (nieuwbouw parkeergarage en kantoorgebouw) stellen wij voor om een regenwaterafvoersysteem aan te leggen zoals hieronder is omschreven:

- o. De aanleg van vegetatiedak op de nieuwbouw van het kantoorgebouw met een bergend vermogen van ten minste 55% bij een bui $T=100+10\%$; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;
- p. De aanleg van een grondpakket met drainagevoorziening op de nieuw te bouwen algemene parkeerplaats voor het gedeelte dat wordt ingericht als groenvoorziening, met een bergend vermogen van ten minste 90% bij een bui $T=100+10\%$; het drainagesysteem dient te worden aangesloten op een afvoerleiding welke het schone regenwater afvoert naar een buiten het plangebied aan te leggen wadi; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;

- q. De aanleg van een bovengrondse parkeerplaats waarbij gebruik wordt gemaakt van een gesloten bestrating waarvan het regenwater, eventueel na voorzuivering, wordt geloosd op het schoonwatersysteem welke afvoert naar een buiten het plangebied aan te leggen wadi; in extreme gevallen vindt aanvullende berging plaats op de parkeervoorziening;
- r. Buiten het plangebied dient een wadi te worden aangelegd, waarbij:
- het bergend vermogen bij een bui $T=100+10\%$ ten minste : 560 m^3 dient te bedragen; hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$;
 - de wateroppervlakte bij het instee kniveau bedraagt bij een waterdiepte van maximaal 0,30 meter: 2.620 m^2 ; bij een gemiddeld hellingspercentage van 1 : 5 bedraagt de oppervlakte op bodemniveau 1.731 m^2 ;

Voor een optimale werking van het te kiezen systeem dient elke verticale dakafvoer te worden voorzien van een bladvang. Verder dient er een zandvang te worden aangebracht voor elk lozingspunt op de infiltratievoorziening.

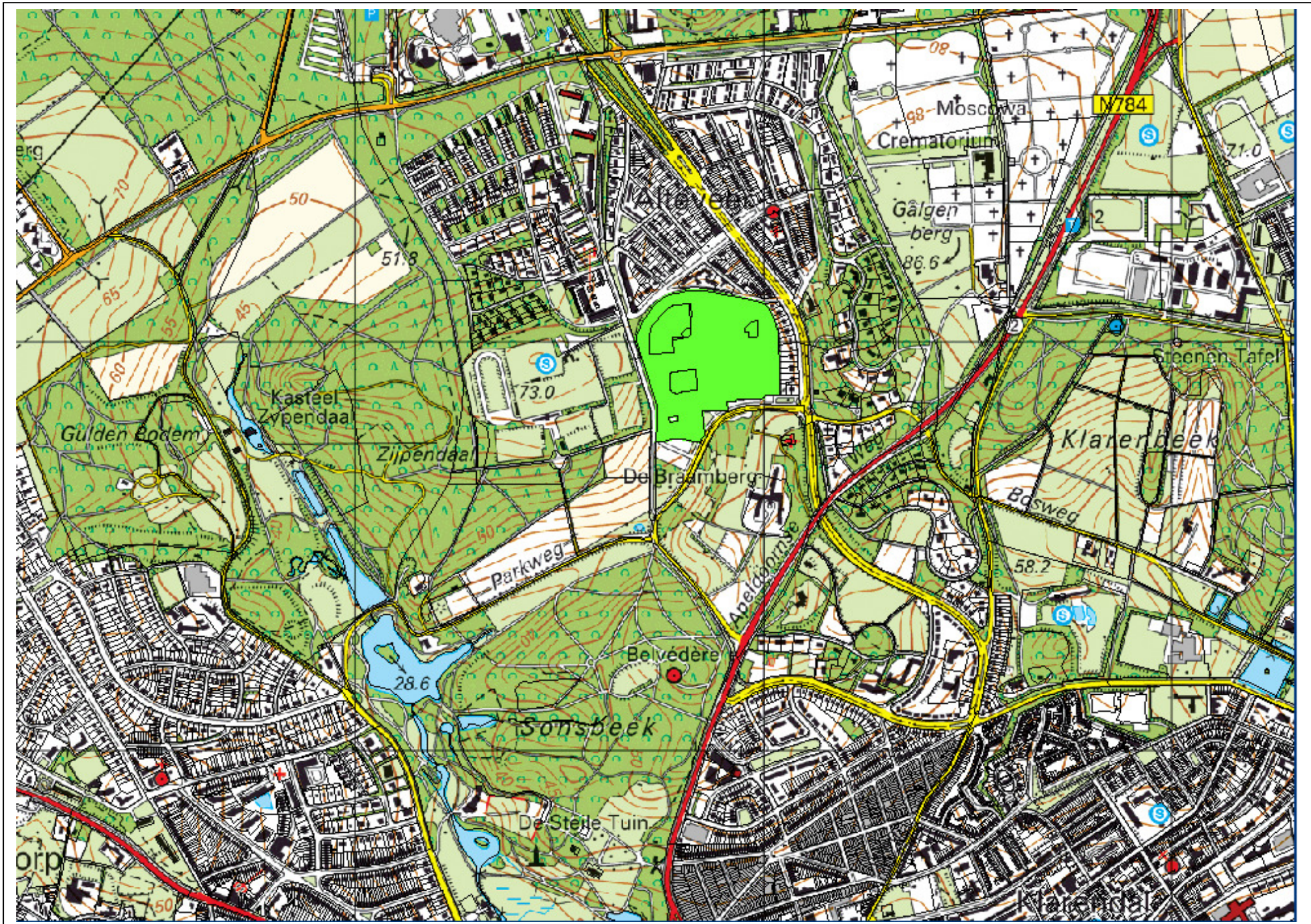
5.3 Conclusie

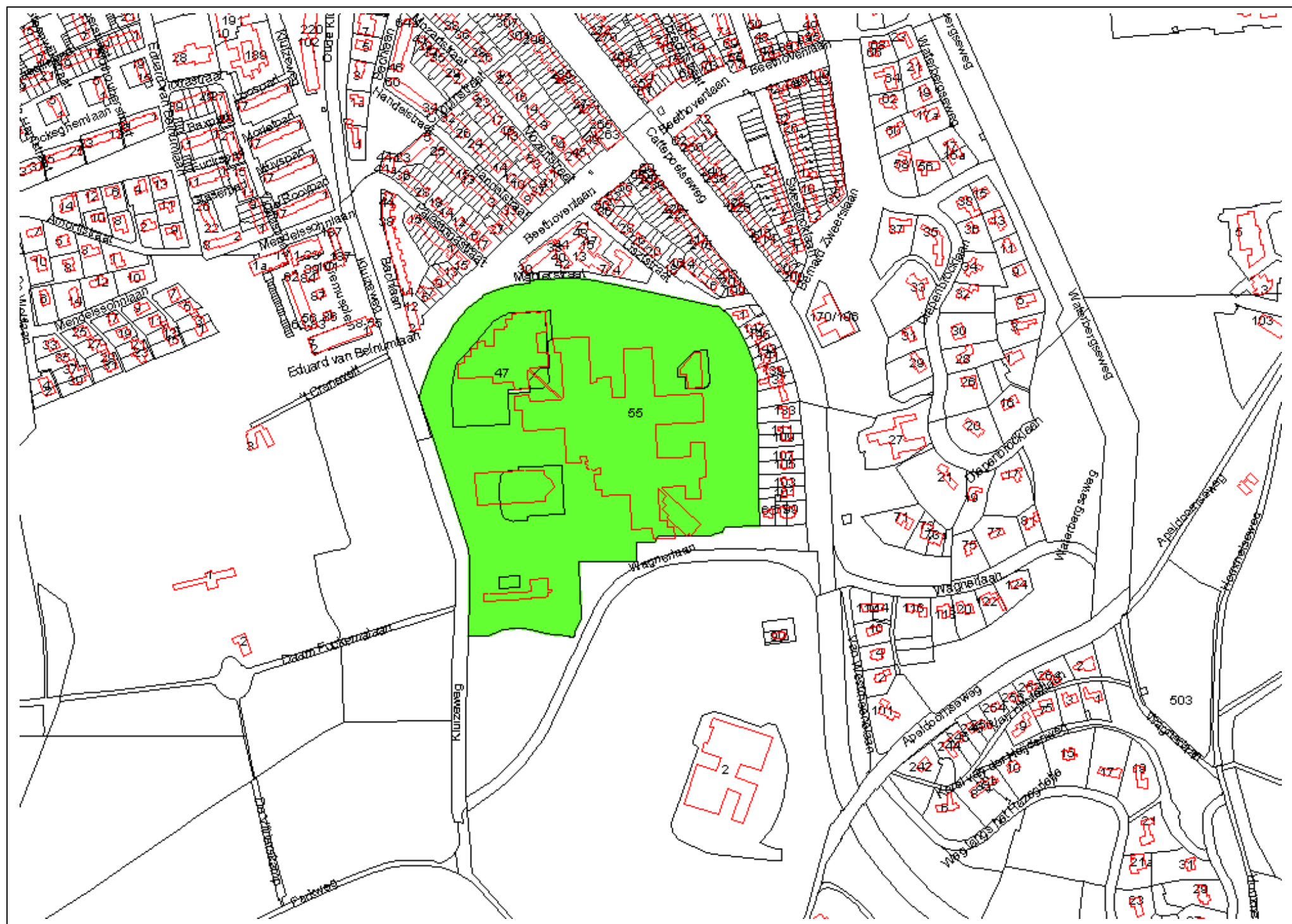
Op basis van de beschikbare gegevens kan worden gesteld dat voor de herontwikkeling van een deel van het plangebied Rijnstate aan de Wagnerlaan te Arnhem de aanleg van een bergings- en infiltratiesysteem in de vorm van een bergings- c.q. infiltratievoorziening, met een inhoud van circa 325 m^3 , voorzien van een overloopconstructie aangevuld met het aanleggen van een wadi met een oppervlakte van circa 2.620 m^2 voldoet aan het door het waterschap en de gemeente te hanteren afkoppelings- en infiltratie-eis bij een maatgevende bui van $T=100+10\%$. Hierbij wordt eveneens voldaan aan het benodigde bergend vermogen bij een bui $T=10+10\%$. In extreme situaties zullen de verhardingen, mits hierop ingericht, aanvullend als tijdelijke berging dienst kunnen doen.

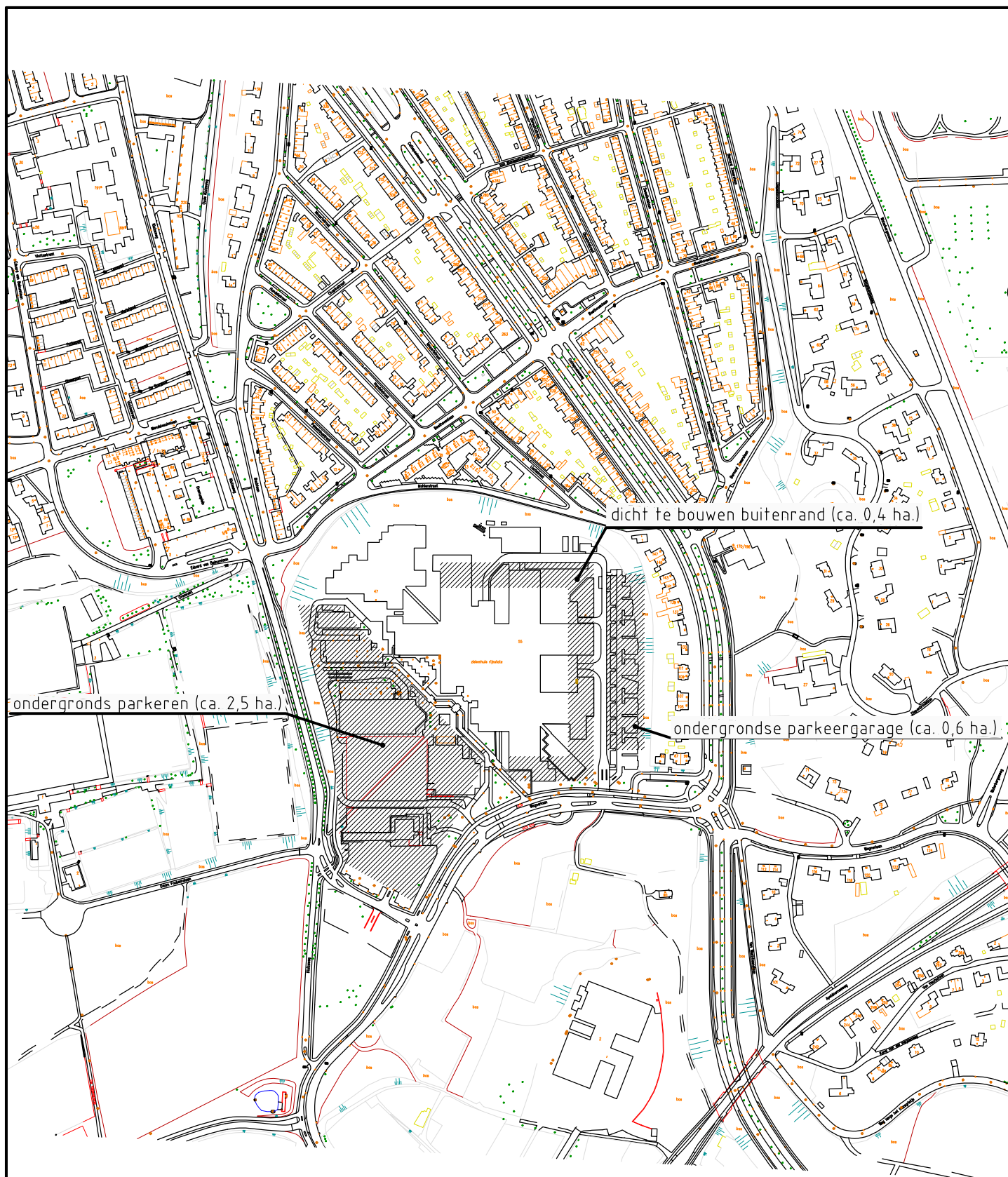
BIJLAGEN

BIJLAGE I

Regionale en locale situering







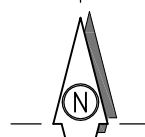
Legenda:

 = Onderzoekslocatie

Deellocatie 1 = Dicht te bouwen buitenrand

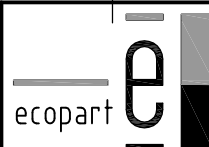
Deellocatie 2 = Ondergrondse parkeergarage (oostzijde)

Deellocatie 3 = Ondergronds parkeren (westzijde)



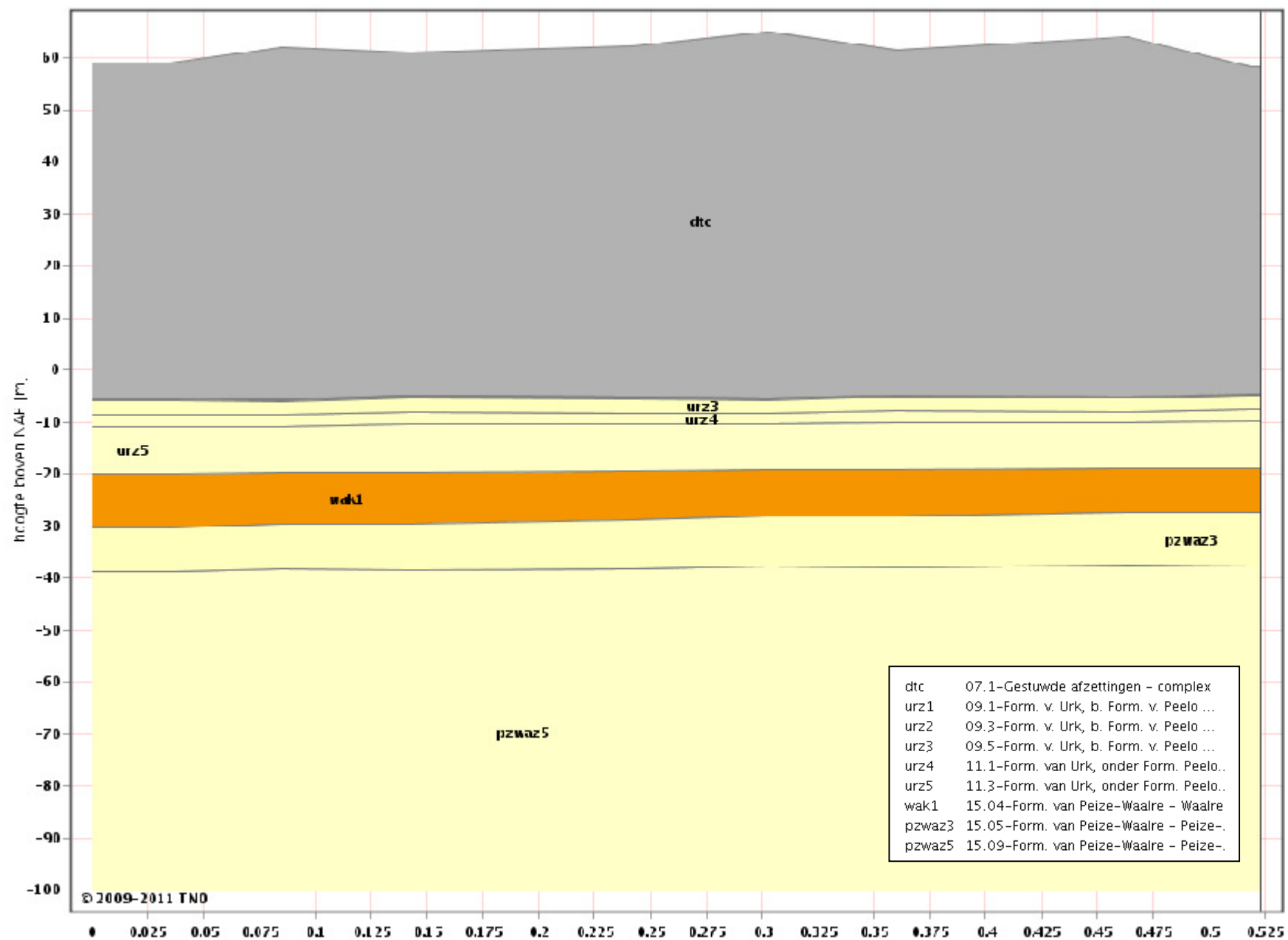
projectnr. : **15407**
 schaal : **1 : 5.000**
 bijlage : **I**

Lokale situering
Wagnerlaan (Rijnstate)
Arnhem



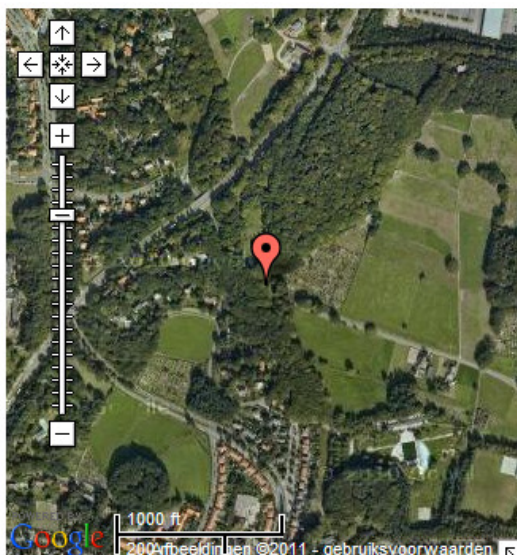
BIJLAGE II

Geohydrologische informatie



BIJLAGE III
Grondwater informatie

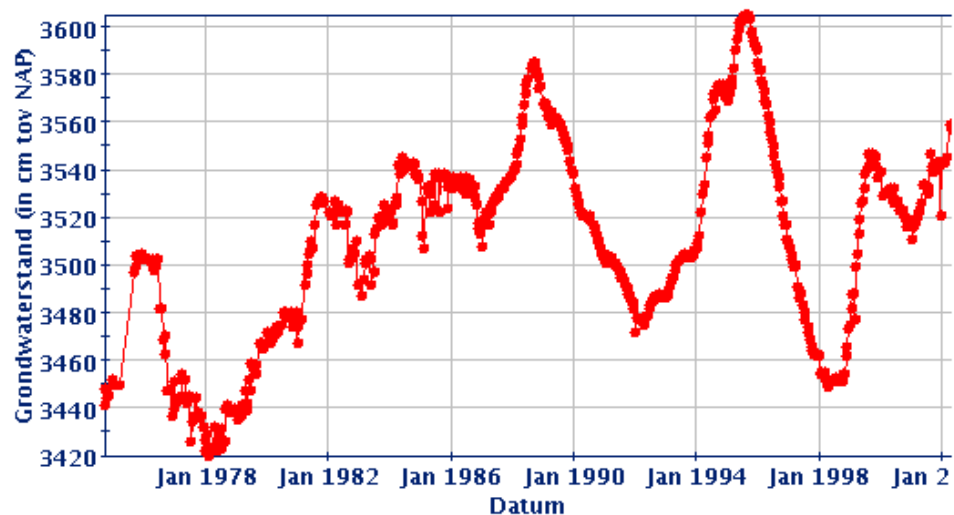
B40B0128



NITG-Nummer	B40B0128
OLGA-Nummer	40BP0128
Rijksdriehoek coördinaten	191500, 445640
UTM31 ED50 coördinaten	700450, 5765042
Bepaling locatie	
Plaatsnaam	Arnhem
Provincie	Gelderland
Kaartblad	40B
Maaiveld (m t.o.v. NAP)	64.37
Bepaling maaiveld	

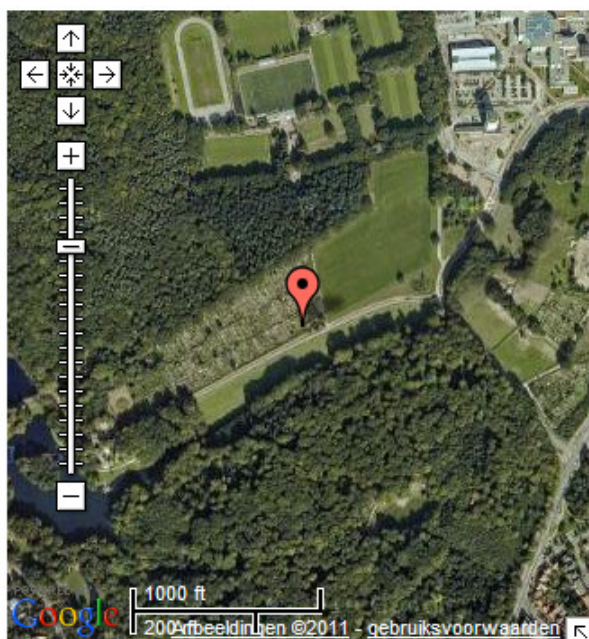
B40B0128

B40B0128



□ TNO-NITG 2004

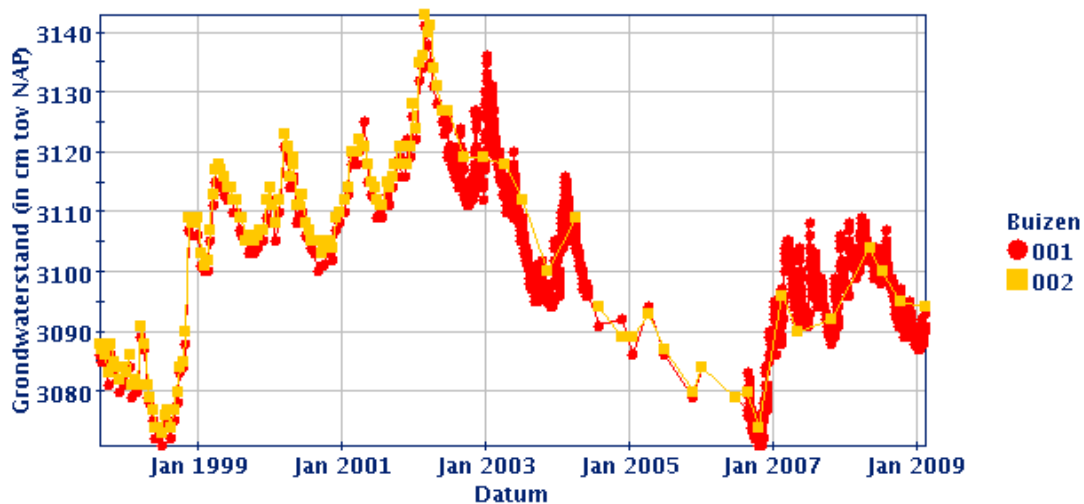
[B40B0435](#)



NITG-Nummer	B40B0435
OLGA-Nummer	40BP0435
Rijksdriehoek coördinaten	190500, 445475
UTM31 ED50 coördinaten	699456, 5764844
Bepaling locatie	
Plaatsnaam	Arnhem, Parkweg
Provincie	Gelderland
Kaartblad	40B
Maaiveld (m t.o.v. NAP)	38.03
Bepaling maaiveld	

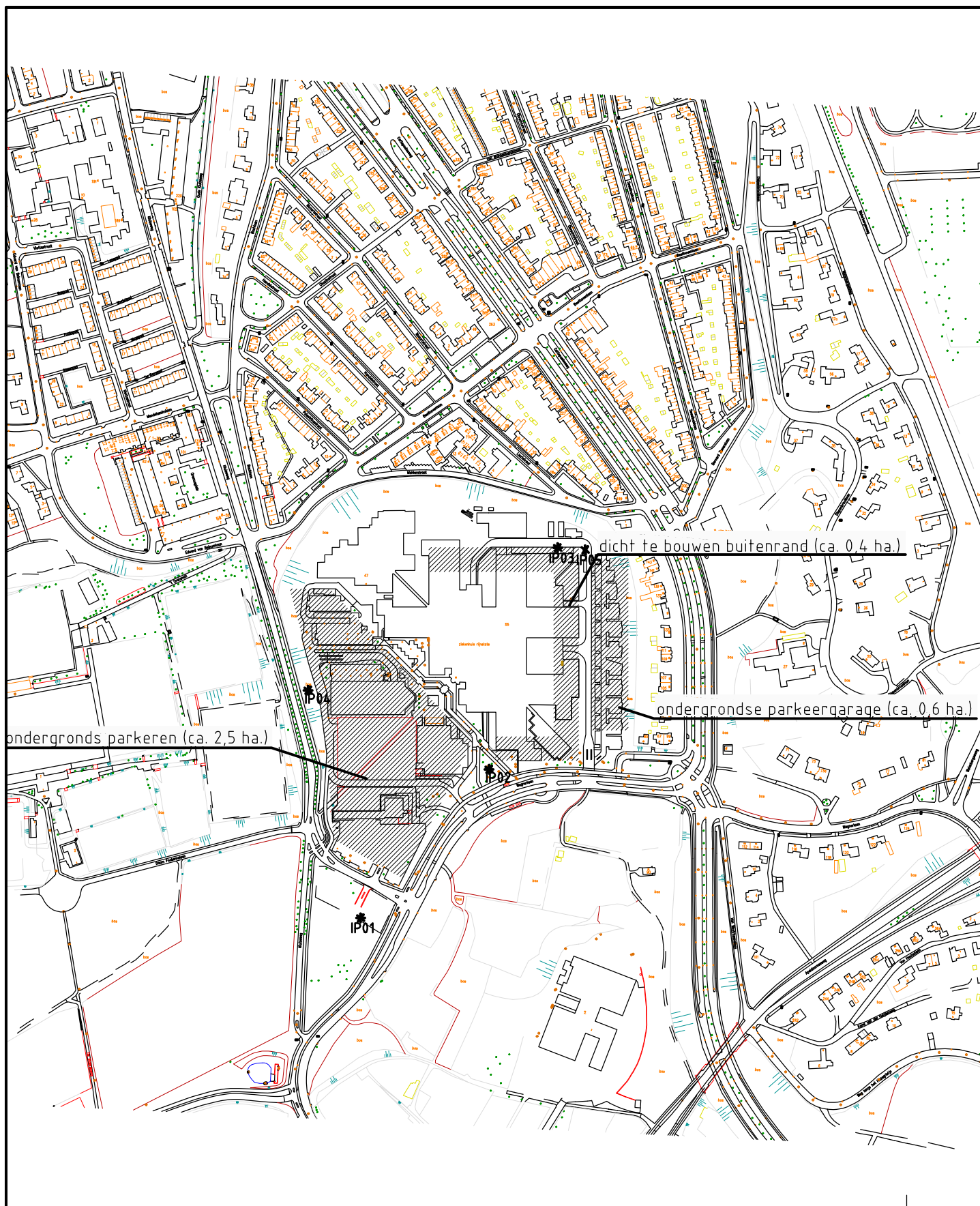
[B40B0435](#)

B40B0435



□ TNO-NITG 2004

BIJLAGE IV
Infiltratieproeven



Legenda:

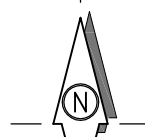
 = Onderzoekslocatie

 = Boring t.b.v. infiltratieonderzoek

Deellocatie 1 = Dicht te bouwen buitenrand

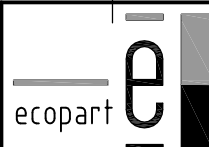
Deellocatie 2 = Ondergrondse parkeergarage (oostzijde)

Deellocatie 3 = Ondergronds parkeren (westzijde)



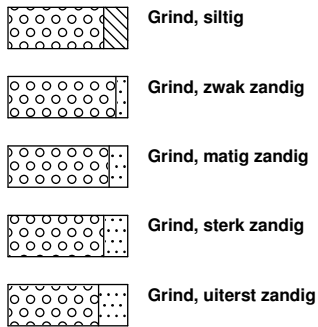
projectnr. : **15407**
 schaal : **1 : 5.000**
 bijlage : **lb**

Boringen t.b.v. infiltratieonderzoek
Wagnerlaan (Rijnstate)
Arnhem

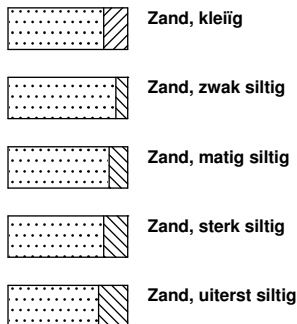


Legenda (conform NEN 5104)

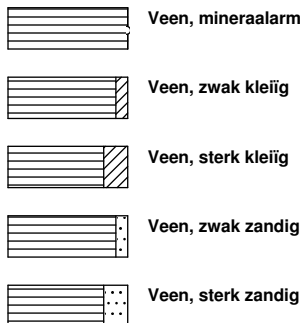
grind



zand



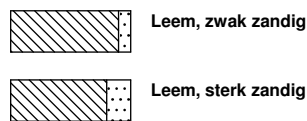
veen



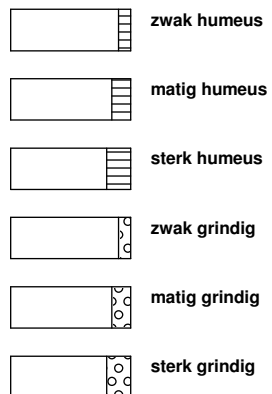
klei



leem



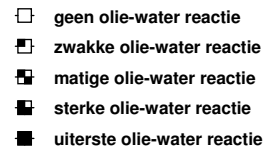
overige toevoegingen



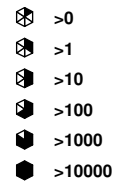
geur



olie



p.i.d.-waarde



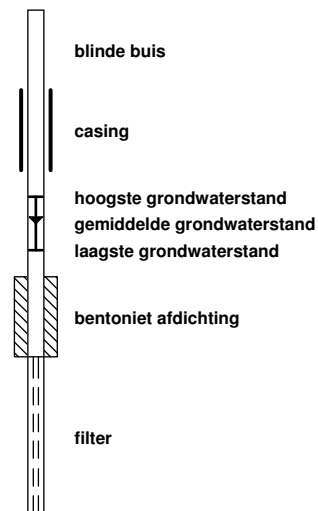
monsters



overig



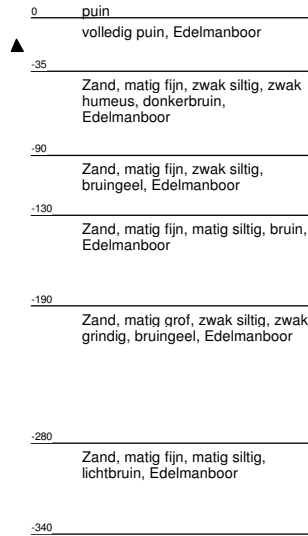
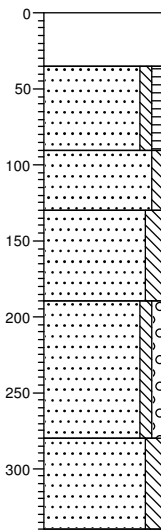
peilbuis



Bijlage: Boorprofielen

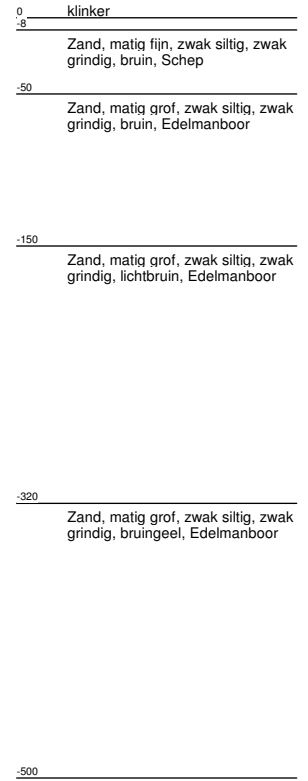
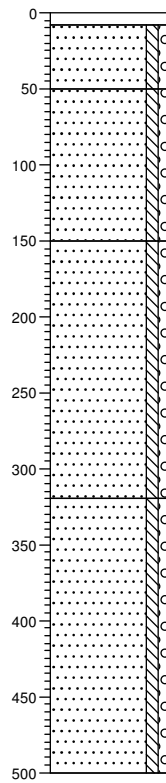
Boring: IP1

Datum plaatsing: 19-08-2011



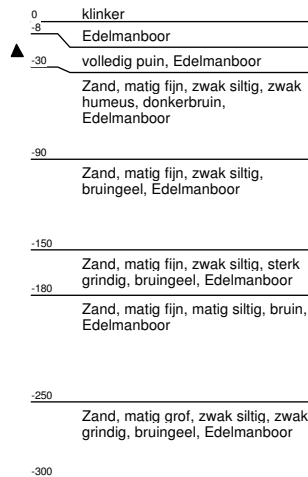
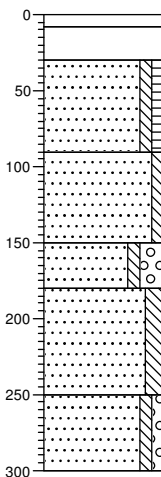
Boring: IP2

Datum plaatsing: 07-07-2011



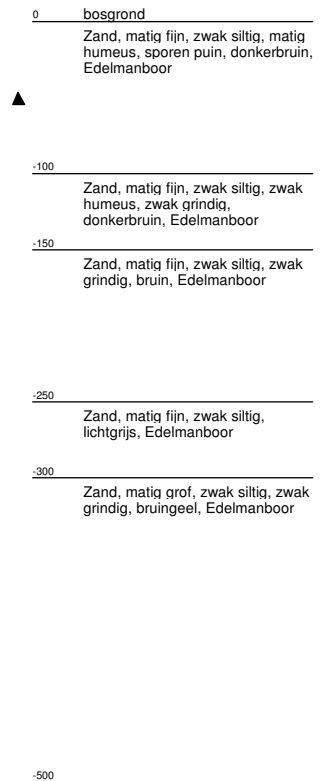
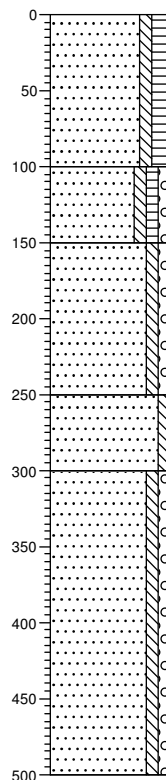
Boring: IP3

Datum plaatsing: 19-08-2011



Boring: IP4

Datum plaatsing: 08-07-2011



INFILTRATIEMETING ONVERZADIGDE ZONE

Meetlocatie: Arnhem Rijnstate
 Meetpunt: IP01
 Meetdatum: 19-aug-11 Projectnr. 15407
 Infiltratiediepte: 120 [cm-MV]
 Beginstand meting: 110 [cm]
 Beginstand duplometing: 112 [cm]
 Grondwaterstand: 1.500 [cm-MV]
 Diameter boorgat: 7 [cm]



OPM. Meting op basis van omgekeerde boorgatmethode [Hooghoudt-proef]
 Berekening K-waarde volgens Porchet

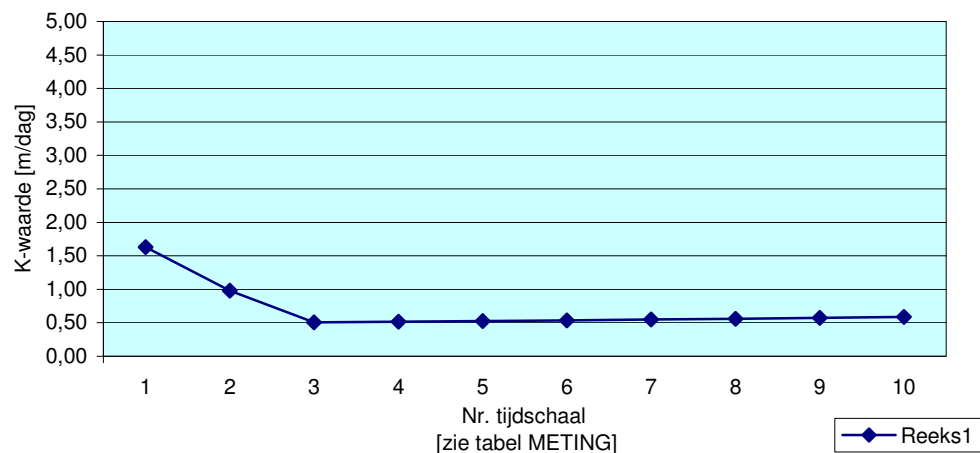
METING

Nr.	t1 [sec]	t2 [sec]	h1 [m]	h2 [m]	radius [cm]	K-waarde	
1	0	60	110,0	103,0	3,5	1,63	m/dag
2	60	120	103,0	99,0	3,5	0,98	m/dag
3	120	180	99,0	97,0	3,5	0,50	m/dag
4	180	240	97,0	95,0	3,5	0,52	m/dag
5	240	300	95,0	93,0	3,5	0,53	m/dag
6	300	360	93,0	91,0	3,5	0,54	m/dag
7	360	420	91,0	89,0	3,5	0,55	m/dag
8	420	480	89,0	87,0	3,5	0,56	m/dag
9	480	540	87,0	85,0	3,5	0,57	m/dag
10	540	600	85,0	83,0	3,5	0,59	m/dag
	600		83,0				
	600		110,0	83,0	3,5	0,70	m/dag

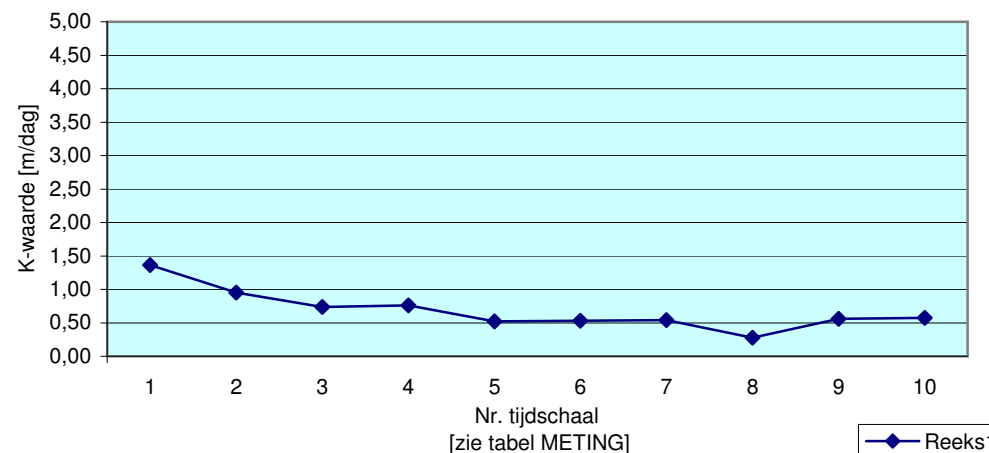
DUPLOMETING

Nr.	t1 [sec]	t2 [sec]	h1 [m]	h2 [m]	radius [cm]	K-waarde	
1	660	720	112,0	106,0	3,5	1,36	m/dag
2	720	780	106,0	102,0	3,5	0,95	m/dag
3	780	840	102,0	99,0	3,5	0,74	m/dag
4	840	900	99,0	96,0	3,5	0,76	m/dag
5	900	960	96,0	94,0	3,5	0,52	m/dag
6	960	1020	94,0	92,0	3,5	0,53	m/dag
7	1020	1080	92,0	90,0	3,5	0,54	m/dag
8	1080	1140	90,0	89,0	3,5	0,28	m/dag
9	1140	1200	89,0	87,0	3,5	0,56	m/dag
10	1200	1260	87,0	85,0	3,5	0,57	m/dag
	1260		85,0				
	600		112,0	85,0	3,5	0,68	m/dag

INVOERGEGEVENS METING



INVOERGEGEVENS METING



INFILTRATIEMETING ONVERZADIGDE ZONE

Meetlocatie: Arnhem Rijnstate
 Meetpunt: IP02
 Meetdatum: 19-aug-11 Projectnr. 15407
 Infiltratiediepte: 120 [cm-MV]
 Beginstand meting: 111 [cm]
 Beginstand duplometing: 112 [cm]
 Grondwaterstand: 1.500 [cm-MV]
 Diameter boorgat: 7 [cm]



OPM. Meting op basis van omgekeerde boorgatmethode [Hooghoudt-proef]
 Berekening K-waarde volgens Porchet

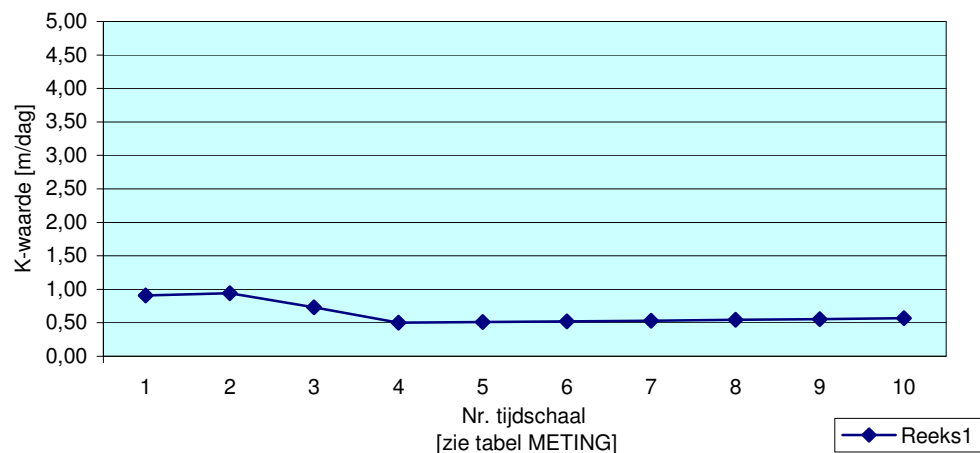
METING

Nr.	t1 [sec]	t2 [sec]	h1 [m]	h2 [m]	radius [cm]	K-waarde	
1	0	60	111,0	107,0	3,5	0,91	m/dag
2	60	120	107,0	103,0	3,5	0,94	m/dag
3	120	180	103,0	100,0	3,5	0,73	m/dag
4	180	240	100,0	98,0	3,5	0,50	m/dag
5	240	300	98,0	96,0	3,5	0,51	m/dag
6	300	360	96,0	94,0	3,5	0,52	m/dag
7	360	420	94,0	92,0	3,5	0,53	m/dag
8	420	480	92,0	90,0	3,5	0,54	m/dag
9	480	540	90,0	88,0	3,5	0,55	m/dag
10	540	600	88,0	86,0	3,5	0,57	m/dag
	600		86,0				
	600		111,0	86,0	3,5	0,63	m/dag

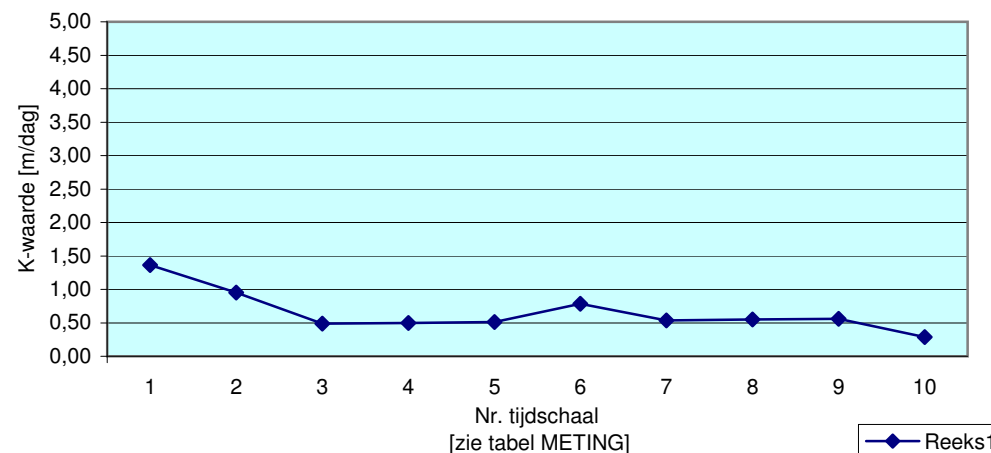
DUPLOMETING

Nr.	t1 [sec]	t2 [sec]	h1 [m]	h2 [m]	radius [cm]	K-waarde	
1	660	720	112,0	106,0	3,5	1,36	m/dag
2	720	780	106,0	102,0	3,5	0,95	m/dag
3	780	840	102,0	100,0	3,5	0,49	m/dag
4	840	900	100,0	98,0	3,5	0,50	m/dag
5	900	960	98,0	96,0	3,5	0,51	m/dag
6	960	1020	96,0	93,0	3,5	0,78	m/dag
7	1020	1080	93,0	91,0	3,5	0,54	m/dag
8	1080	1140	91,0	89,0	3,5	0,55	m/dag
9	1140	1200	89,0	87,0	3,5	0,56	m/dag
10	1200	1260	87,0	86,0	3,5	0,29	m/dag
	1260		86,0				
	600		112,0	86,0	3,5	0,65	m/dag

INVOERGEGEVENS METING



INVOERGEGEVENS METING



INFILTRATIEMETING ONVERZADIGDE ZONE

Meetlocatie: Arnhem Rijnstate
 Meetpunt: IP03
 Meetdatum: 19-aug-11 Projectnr. 15407
 Infiltratiediepte: 160 [cm-MV]
 Beginstand meting: 147 [cm]
 Beginstand duplometing: 148 [cm]
 Grondwaterstand: 1.500 [cm-MV]
 Diameter boorgat: 7 [cm]



OPM. Meting op basis van omgekeerde boorgatmethode [Hooghoudt-proef]
 Berekening K-waarde volgens Porchet

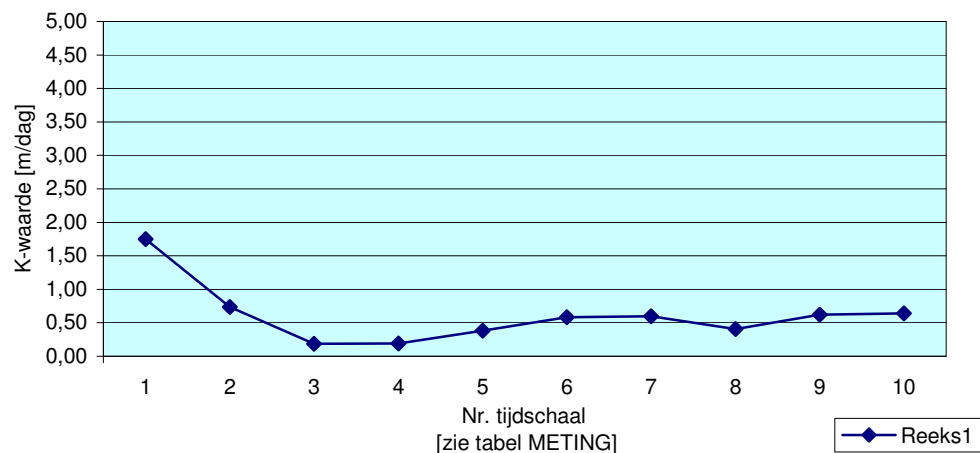
METING

Nr.	t1 [sec]	t2 [sec]	h1 [m]	h2 [m]	radius [cm]	K-waarde	
1	0	60	147,0	137,0	3,5	1,75	m/dag
2	60	120	137,0	133,0	3,5	0,74	m/dag
3	120	180	133,0	132,0	3,5	0,19	m/dag
4	180	240	132,0	131,0	3,5	0,19	m/dag
5	240	300	131,0	129,0	3,5	0,38	m/dag
6	300	360	129,0	126,0	3,5	0,58	m/dag
7	360	420	126,0	123,0	3,5	0,60	m/dag
8	420	480	123,0	121,0	3,5	0,41	m/dag
9	480	540	121,0	118,0	3,5	0,62	m/dag
10	540	600	118,0	115,0	3,5	0,64	m/dag
	600		115,0				
	600		147,0	115,0	3,5	0,61	m/dag

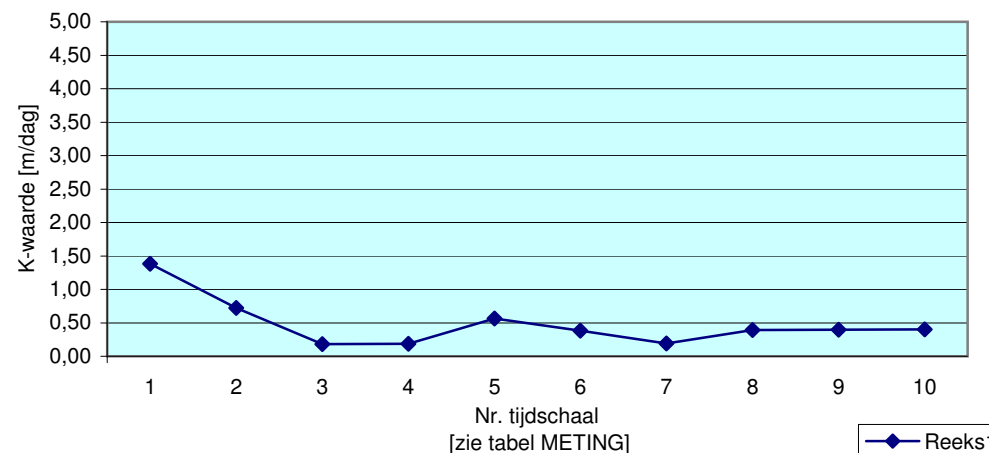
DUPLOMETING

Nr.	t1 [sec]	t2 [sec]	h1 [m]	h2 [m]	radius [cm]	K-waarde	
1	660	720	148,0	140,0	3,5	1,38	m/dag
2	720	780	140,0	136,0	3,5	0,72	m/dag
3	780	840	136,0	135,0	3,5	0,18	m/dag
4	840	900	135,0	134,0	3,5	0,18	m/dag
5	900	960	134,0	131,0	3,5	0,56	m/dag
6	960	1020	131,0	129,0	3,5	0,38	m/dag
7	1020	1080	129,0	128,0	3,5	0,19	m/dag
8	1080	1140	128,0	126,0	3,5	0,39	m/dag
9	1140	1200	126,0	124,0	3,5	0,40	m/dag
10	1200	1260	124,0	122,0	3,5	0,40	m/dag
	1260		122,0				
	600		148,0	122,0	3,5	0,48	m/dag

INVOERGEGEVENS METING



INVOERGEGEVENS METING



INFILTRATIEMETING ONVERZADIGDE ZONE

Meetlocatie: Arnhem Rijnstate
 Meetpunt: IP04
 Meetdatum: 19-aug-11 Projectnr. 15407
 Infiltratiediepte: 120 [cm-MV]
 Beginstand meting: 107 [cm]
 Beginstand duplometing: 107 [cm]
 Grondwaterstand: 1.500 [cm-MV]
 Diameter boorgat: 7 [cm]

OPM. Meting op basis van omgekeerde boorgatmethode [Hooghoudt-proef]

Berekening K-waarde volgens Porchet

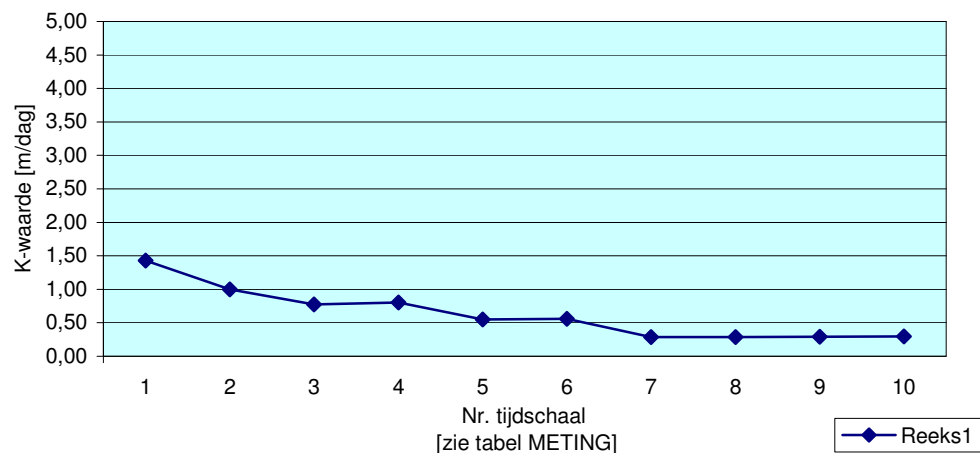
METING

Nr.	t1 [sec]	t2 [sec]	h1 [m]	h2 [m]	radius [cm]	K-waarde	
1	0	60	107,0	101,0	3,5	1,43	m/dag
2	60	120	101,0	97,0	3,5	1,00	m/dag
3	120	180	97,0	94,0	3,5	0,78	m/dag
4	180	240	94,0	91,0	3,5	0,80	m/dag
5	240	300	91,0	89,0	3,5	0,55	m/dag
6	300	360	89,0	87,0	3,5	0,56	m/dag
7	360	420	87,0	86,0	3,5	0,29	m/dag
8	420	480	86,0	85,0	3,5	0,29	m/dag
9	480	540	85,0	84,0	3,5	0,29	m/dag
10	540	600	84,0	83,0	3,5	0,30	m/dag
	600		83,0				
	600		107,0	83,0	3,5	0,63	m/dag

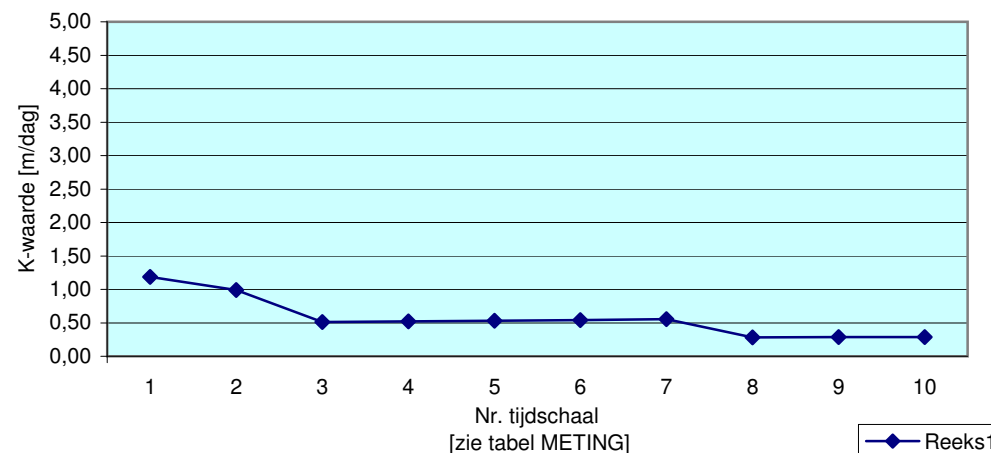
DUPLOMETING

Nr.	t1 [sec]	t2 [sec]	h1 [m]	h2 [m]	radius [cm]	K-waarde	
1	660	720	107,0	102,0	3,5	1,18	m/dag
2	720	780	102,0	98,0	3,5	0,99	m/dag
3	780	840	98,0	96,0	3,5	0,51	m/dag
4	840	900	96,0	94,0	3,5	0,52	m/dag
5	900	960	94,0	92,0	3,5	0,53	m/dag
6	960	1020	92,0	90,0	3,5	0,54	m/dag
7	1020	1080	90,0	88,0	3,5	0,55	m/dag
8	1080	1140	88,0	87,0	3,5	0,28	m/dag
9	1140	1200	87,0	86,0	3,5	0,29	m/dag
10	1200	1260	86,0	85,0	3,5	0,29	m/dag
	1260		85,0				
	600		107,0	85,0	3,5	0,57	m/dag

INVOERGEGEVENS METING



INVOERGEGEVENS METING



INFILTRATIEMETING ONVERZADIGDE ZONE

Meetlocatie:	Arnhem Rijnstate		
Meetpunt:	IP05	Projectnr.	15407
Meetdatum:	26-aug-11	Casing:	170 [cm-MV]
Infiltratiediepte:	300		[cm-MV]
Beginstand meting:	118		[cm]
Beginstand duplometing:	117		[cm]
Grondwaterstand:	1.500		[cm-MV]
Diameter boorgat:	7		[cm]



OPM. Meting op basis van omgekeerde boorgatmethode [Hooghoudt-proef]

Berekening K-waarde volgens Porchet

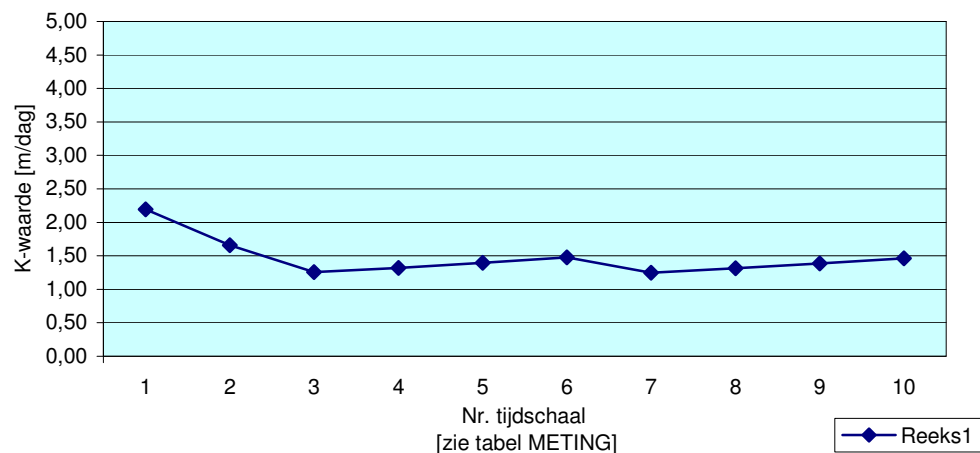
METING

Nr.	t1 [sec]	t2 [sec]	h1 [m]	h2 [m]	radius [cm]	K-waarde	
1	0	60	118,0	108,0	3,5	2,20	m/dag
2	60	120	108,0	101,0	3,5	1,66	m/dag
3	120	180	101,0	96,0	3,5	1,26	m/dag
4	180	240	96,0	91,0	3,5	1,32	m/dag
5	240	300	91,0	86,0	3,5	1,39	m/dag
6	300	360	86,0	81,0	3,5	1,48	m/dag
7	360	420	81,0	77,0	3,5	1,25	m/dag
8	420	480	77,0	73,0	3,5	1,31	m/dag
9	480	540	73,0	69,0	3,5	1,38	m/dag
10	540	600	69,0	65,0	3,5	1,46	m/dag
	600		65,0				
	600		118,0	65,0	3,5	1,47	m/dag

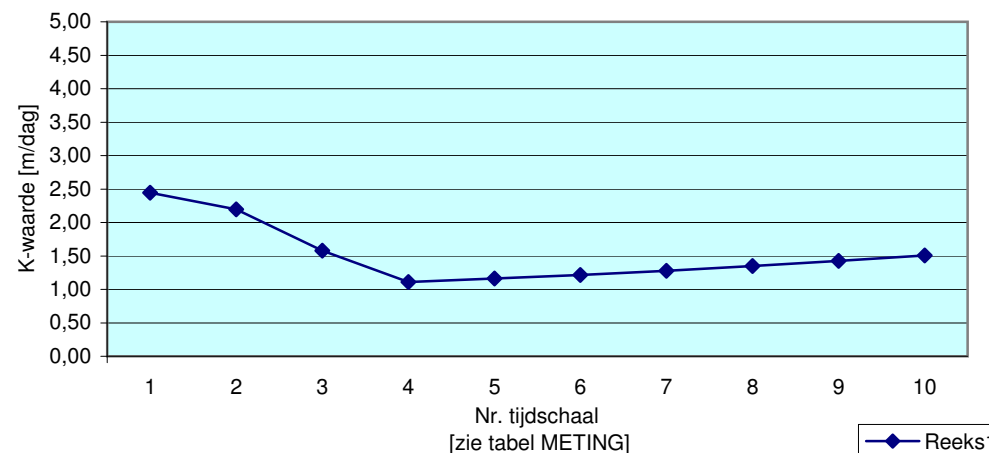
DUPLOMETING

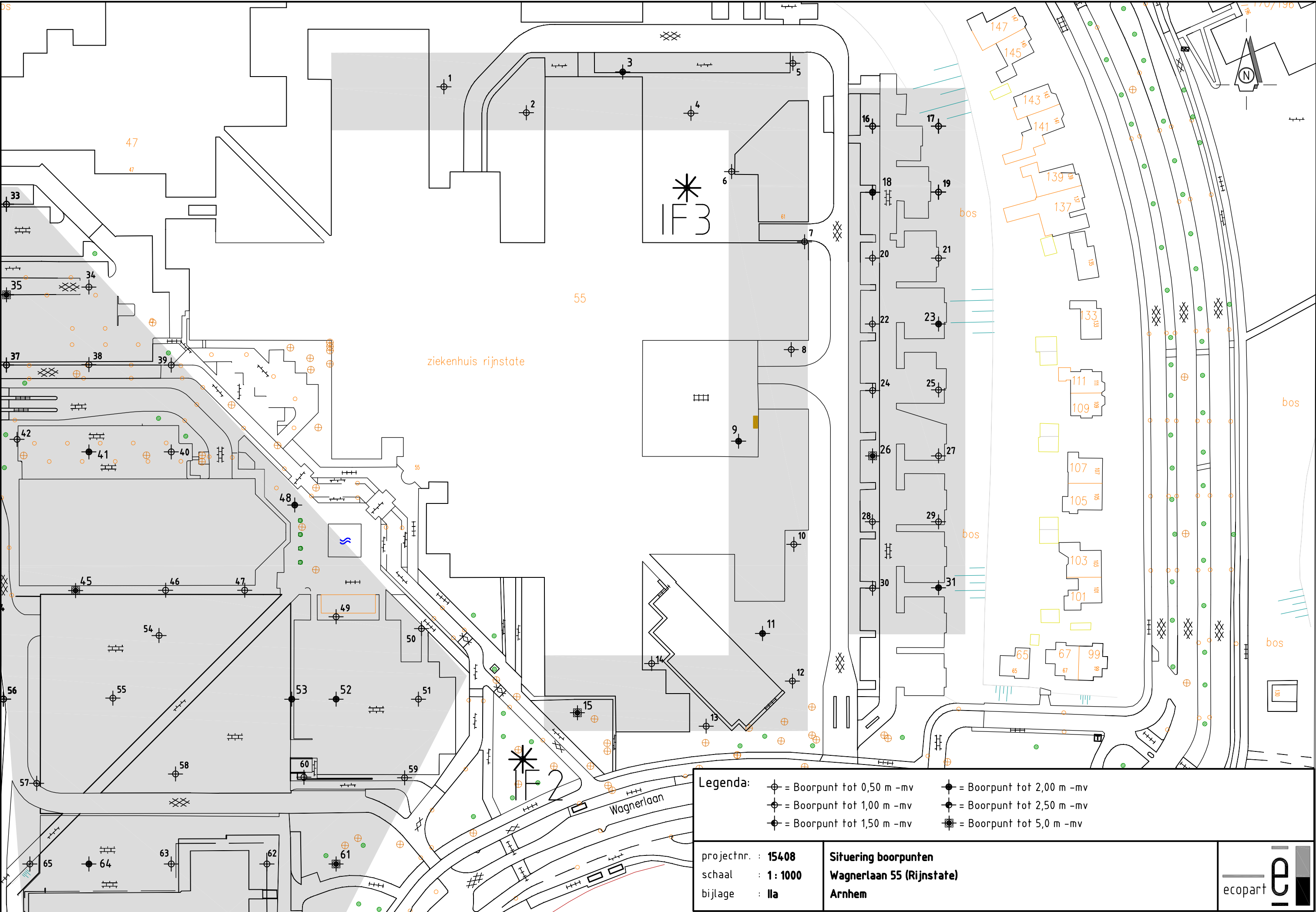
Nr.	t1 [sec]	t2 [sec]	h1 [m]	h2 [m]	radius [cm]	K-waarde	
1	660	720	117,0	106,0	3,5	2,45	m/dag
2	720	780	106,0	97,0	3,5	2,20	m/dag
3	780	840	97,0	91,0	3,5	1,58	m/dag
4	840	900	91,0	87,0	3,5	1,11	m/dag
5	900	960	87,0	83,0	3,5	1,16	m/dag
6	960	1020	83,0	79,0	3,5	1,22	m/dag
7	1020	1080	79,0	75,0	3,5	1,28	m/dag
8	1080	1140	75,0	71,0	3,5	1,35	m/dag
9	1140	1200	71,0	67,0	3,5	1,42	m/dag
10	1200	1260	67,0	63,0	3,5	1,51	m/dag
	1260		63,0				
	600		117,0	63,0	3,5	1,53	m/dag

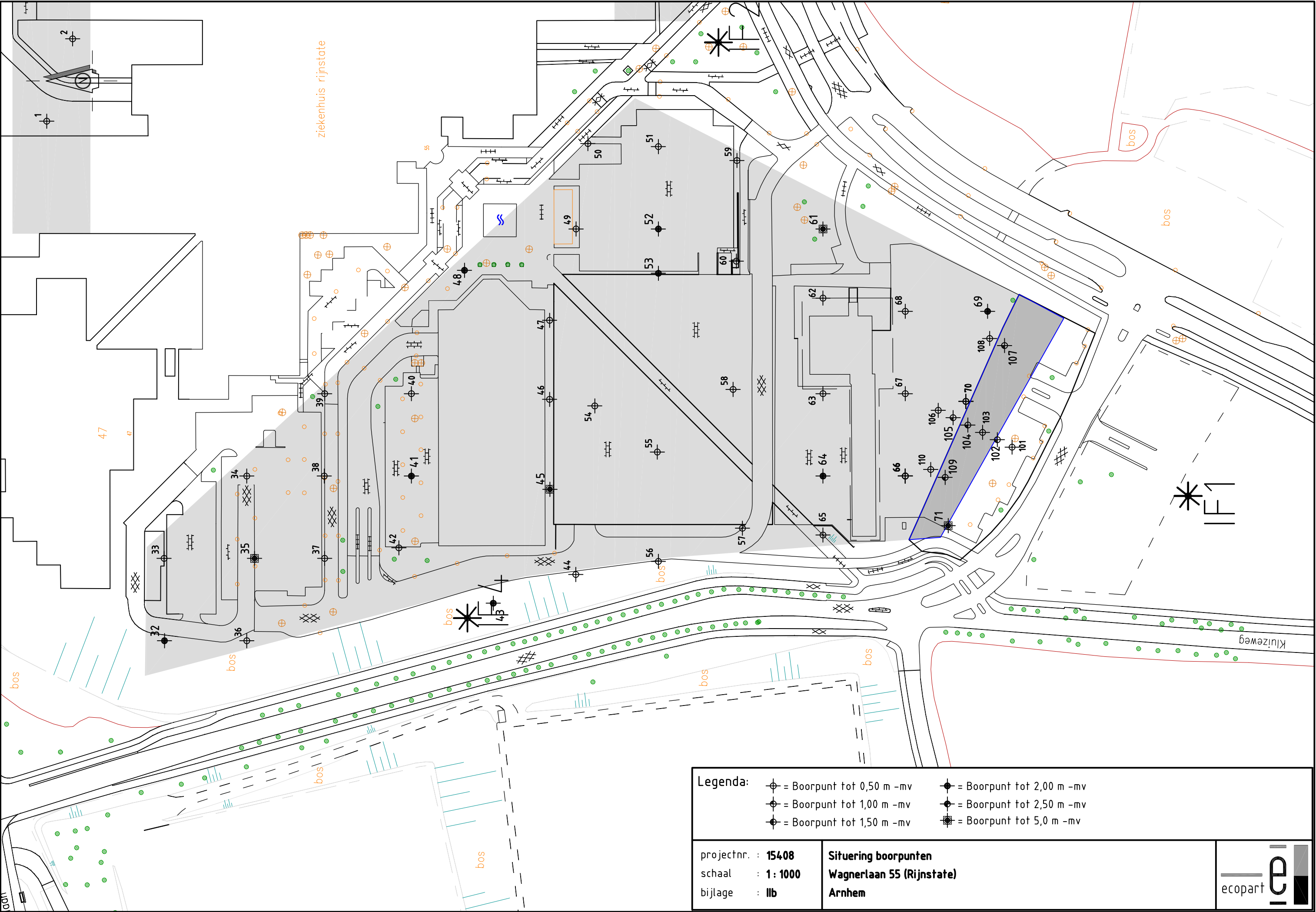
INVOERGEGEVENS METING



INVOERGEGEVENS METING



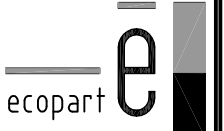




- Legenda:
- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| ⊕ = Boorpunt tot 0,50 m -mv | ⬤ = Boorpunt tot 2,00 m -mv |
| ⊕ = Boorpunt tot 1,00 m -mv | ⬤ = Boorpunt tot 2,50 m -mv |
| ⊕ = Boorpunt tot 1,50 m -mv | ⬤ = Boorpunt tot 5,0 m -mv |

projectnr. : 15408
schaal : 1 : 1000
bijlage : IIb

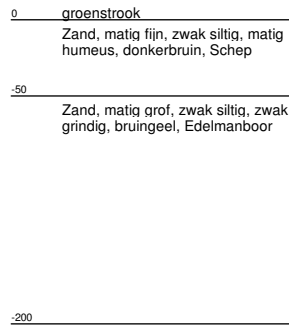
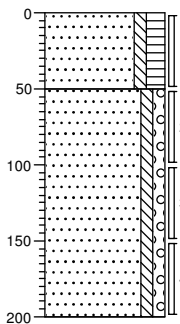
Situering boorpunten
Wagnerlaan 55 (Rijnstate)
Arnhem



Bijlage: Boorprofielen

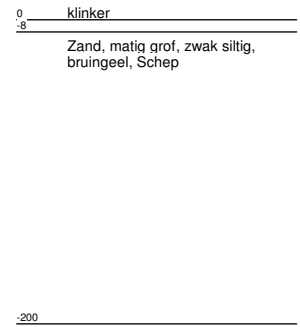
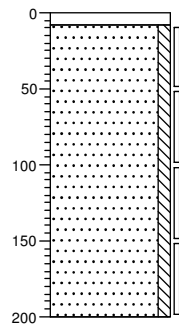
Boring: 03

Datum plaatsing: 07-07-2011



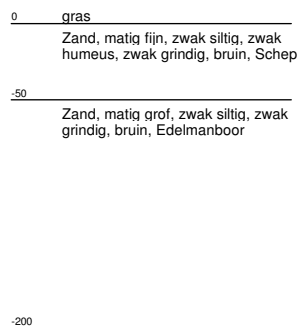
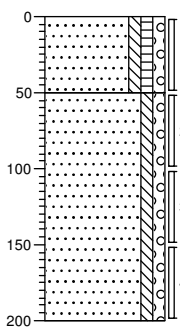
Boring: 09

Datum plaatsing: 07-07-2011



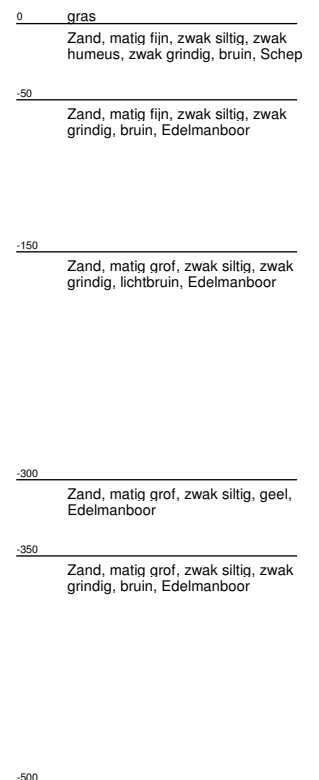
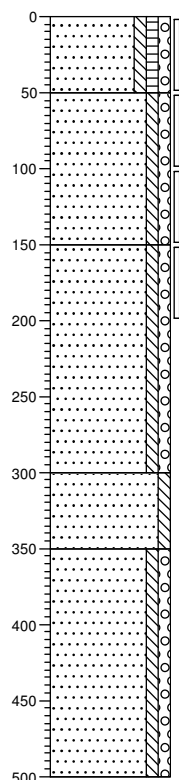
Boring: 11

Datum plaatsing: 07-07-2011



Boring: 15

Datum plaatsing: 07-07-2011



Projectcode: 15408

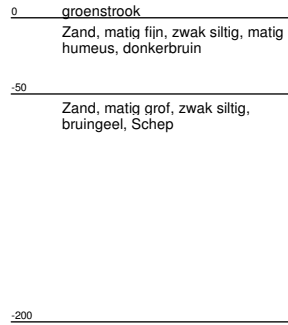
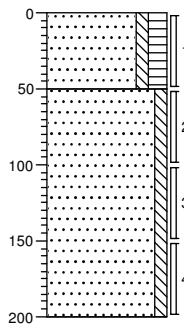
Projectnaam: Wagnerstraat Arnhem

Schaal 1: 50
'getekend volgens NEN 5104'

Bijlage: Boorprofielen

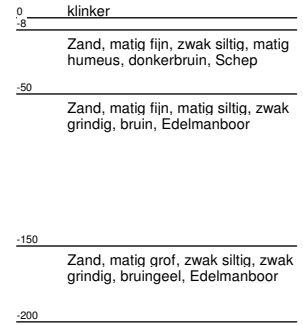
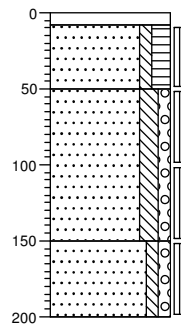
Boring: 18

Datum plaatsing: 07-07-2011



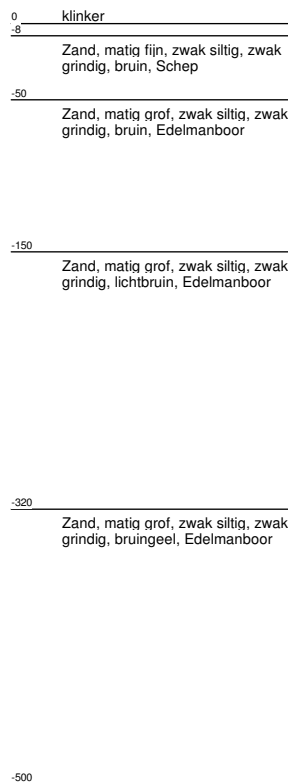
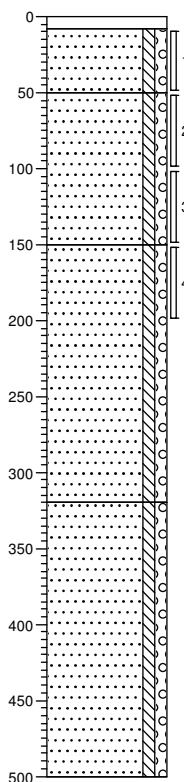
Boring: 23

Datum plaatsing: 07-07-2011



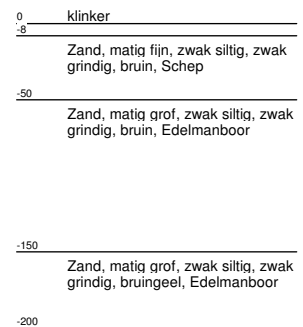
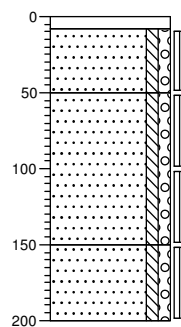
Boring: 26

Datum plaatsing: 07-07-2011



Boring: 31

Datum plaatsing: 07-07-2011



Projectcode: 15408

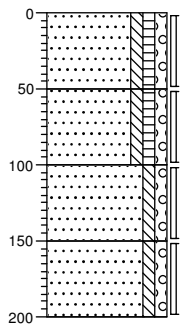
Projectnaam: Wagnerstraat Arnhem

Schaal 1: 50
'getekend volgens NEN 5104'

Bijlage: Boorprofielen

Boring: 32

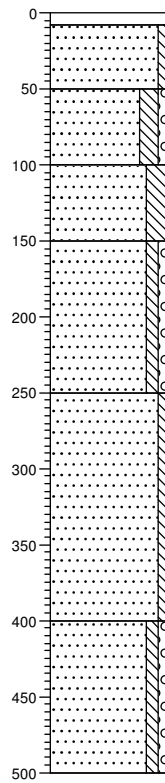
Datum plaatsing: 07-07-2011



0	bosgrond
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, donkerbruin, Schep
-50	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, donkerbruin, Edelmanboor
-100	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, bruin, Edelmanboor
-150	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtbruin, Edelmanboor
-200	

Boring: 35

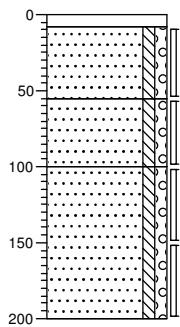
Datum plaatsing: 08-07-2011



0	klinker
-8	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, bruingeel, Edelmanboor
-50	
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, bruin, Edelmanboor
-100	
	Zand, matig fijn, sterk siltig, bruin, Edelmanboor
-150	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, bruingeel, Edelmanboor
-250	
	Zand, matig grof, zwak siltig, bruingeel, Edelmanboor
-400	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, bruingeel, Edelmanboor
-500	

Boring: 41

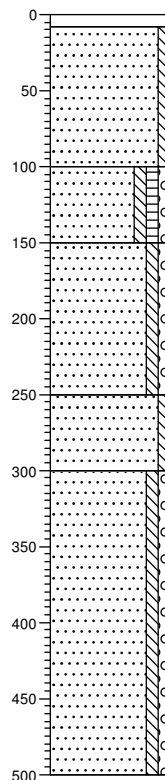
Datum plaatsing: 07-07-2011



0	klinker
-8	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, zwak puinhoudend, bruin, Schep
-55	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, bruin, Edelmanboor
-100	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, bruingeel, Edelmanboor
-200	

Boring: 45

Datum plaatsing: 08-07-2011



0	klinker
-8	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtgrijs, Edelmanboor
-100	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak grindig, donkerbruin, Edelmanboor
-150	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, bruin, Edelmanboor
-250	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, lichtgrijs, Edelmanboor
-300	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, bruingeel, Edelmanboor
-500	

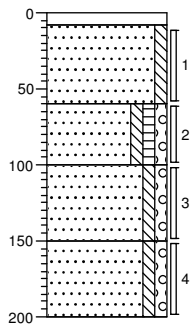
Projectcode: 15408

Projectnaam: Wagnerstraat Arnhem

Bijlage: Boorprofielen

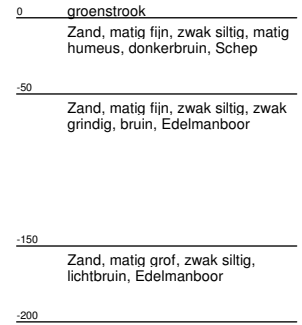
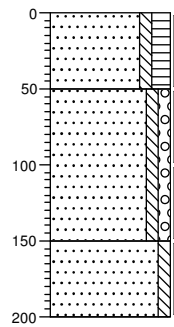
Boring: 52

Datum plaatsing: 07-07-2011



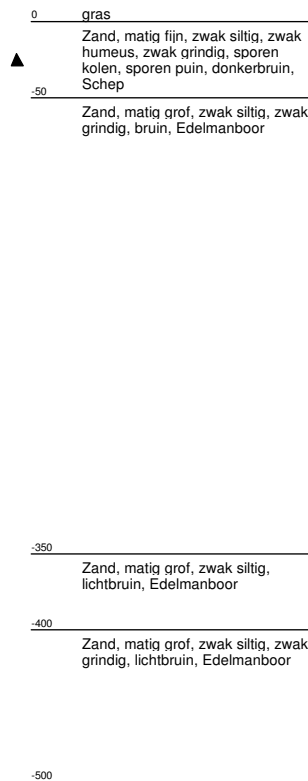
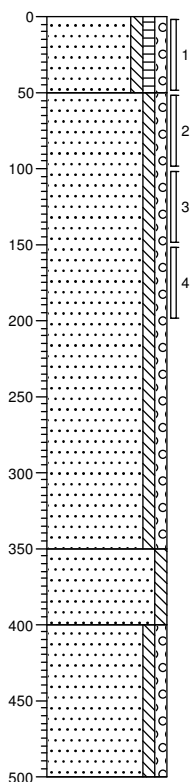
Boring: 53

Datum plaatsing: 07-07-2011



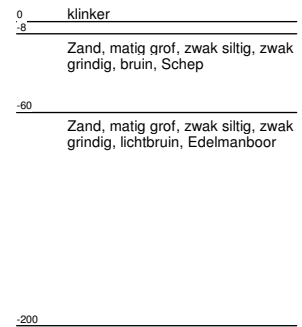
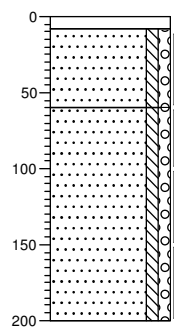
Boring: 61

Datum plaatsing: 08-07-2011



Boring: 64

Datum plaatsing: 08-07-2011



Projectcode: 15408

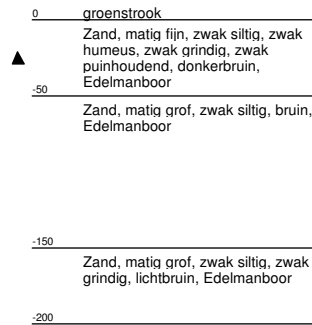
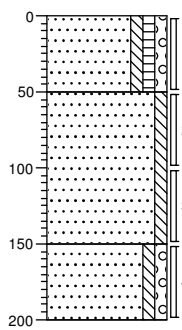
Projectnaam: Wagnerstraat Arnhem

Schaal 1: 50
'getekend volgens NEN 5104'

Bijlage: Boorprofielen

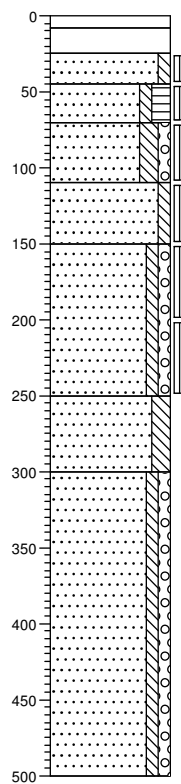
Boring: 69

Datum plaatsing: 08-07-2011



Boring: 71

Datum plaatsing: 08-07-2011



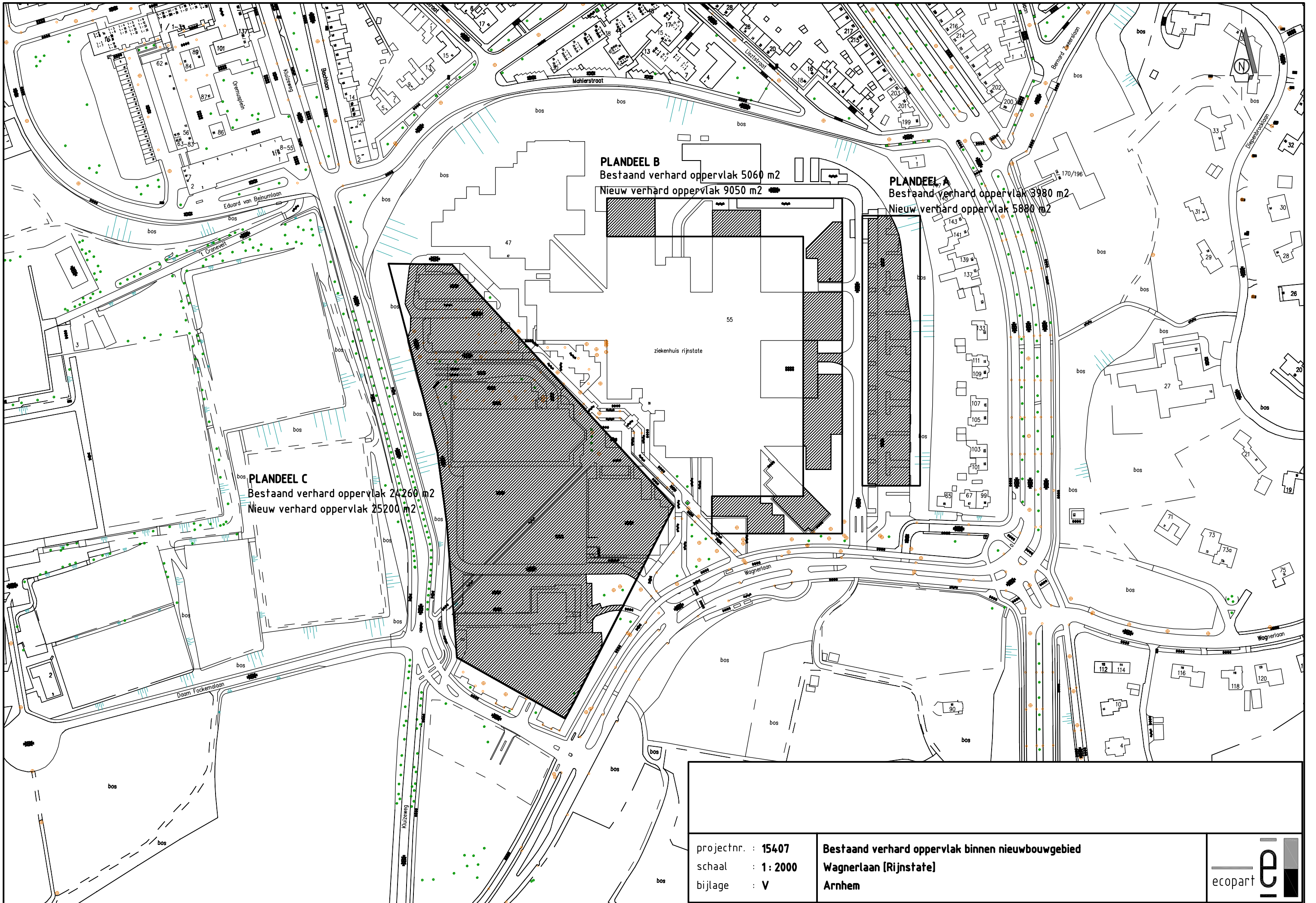
Projectcode: 15408

Projectnaam: Wagnerstraat Arnhem

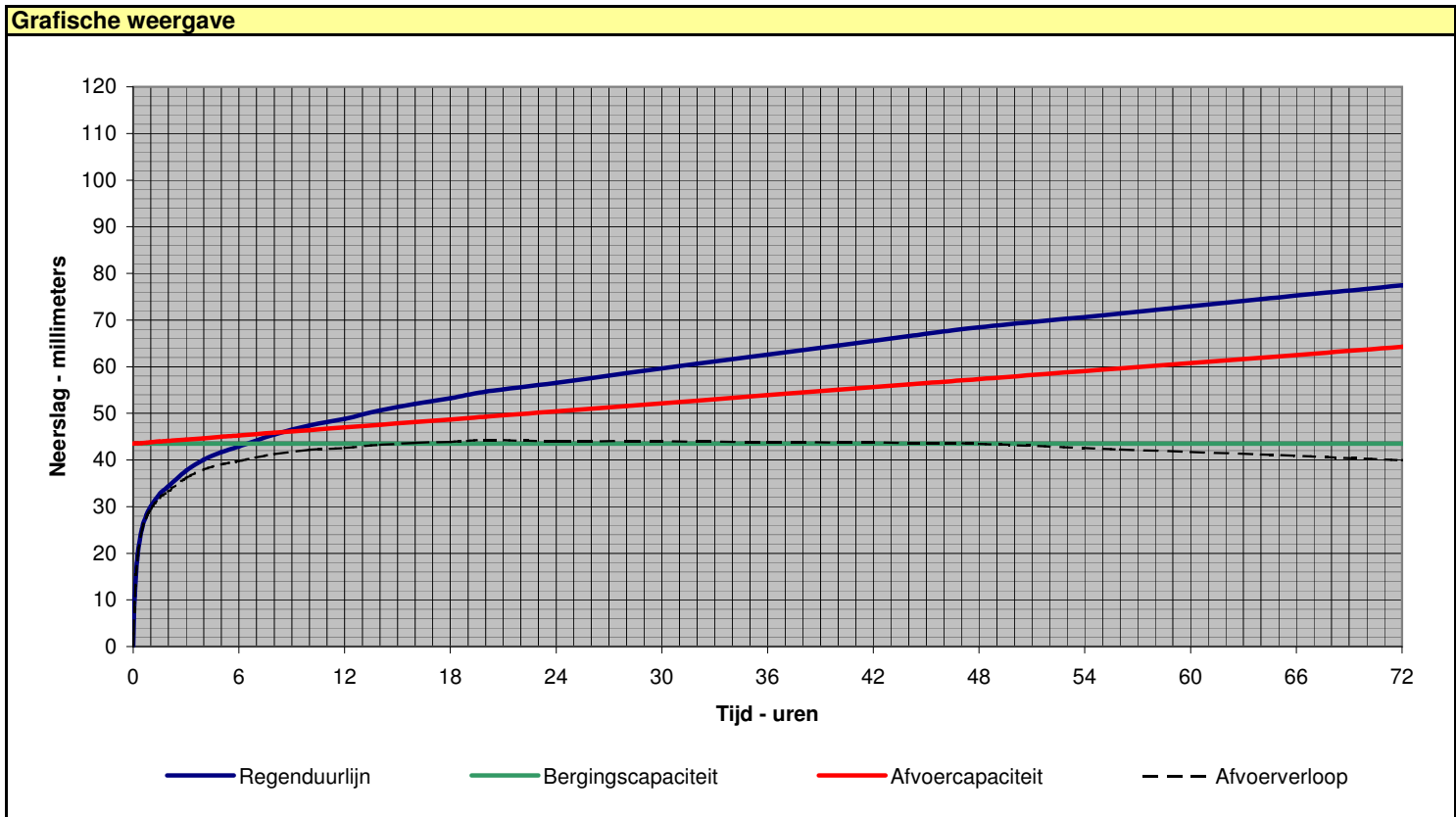
Schaal 1: 50
'getekend volgens NEN 5104'

BIJLAGE V

Bestaande waterhuishoudkundige plan



CONTROLE AFVOERSYSTEEM		T=10+10%		Deelgebied A+B	
Opdrachtgever	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	
Benaming	Bestaande situatie Deellocatie A en B	Projectnummer	15407	Ancoor A versie 1.00	



	Bruto oppervlak [m ²]	Verdeling oppervlak [%]	Afvoeling [%]	Gewogen afvoer [%]	Netto oppervlak [m ²]
Gesloten verharding parkeerplaats personeel	3.980	26,7%	85,0%	40,9%	3.383
Park en tuinen parkeerplaats personeel	1.900	12,7%	10,0%	2,3%	190
Dakoppervlakten hoofdgebouw	4.660	31,2%	85,0%	47,9%	3.961
Gesloten verhardingen hoofdgebouw	400	2,7%	85,0%	4,1%	340
Park en tuinen hoofdgebouw	3.990	26,7%	10,0%	4,8%	399
Onverhard niet aangesloten oppervlak					
Totaal afvoerend oppervlak <i>gem. afvloeiingscoëfficiënt</i> 55%	14.930	100%		100%	8.273

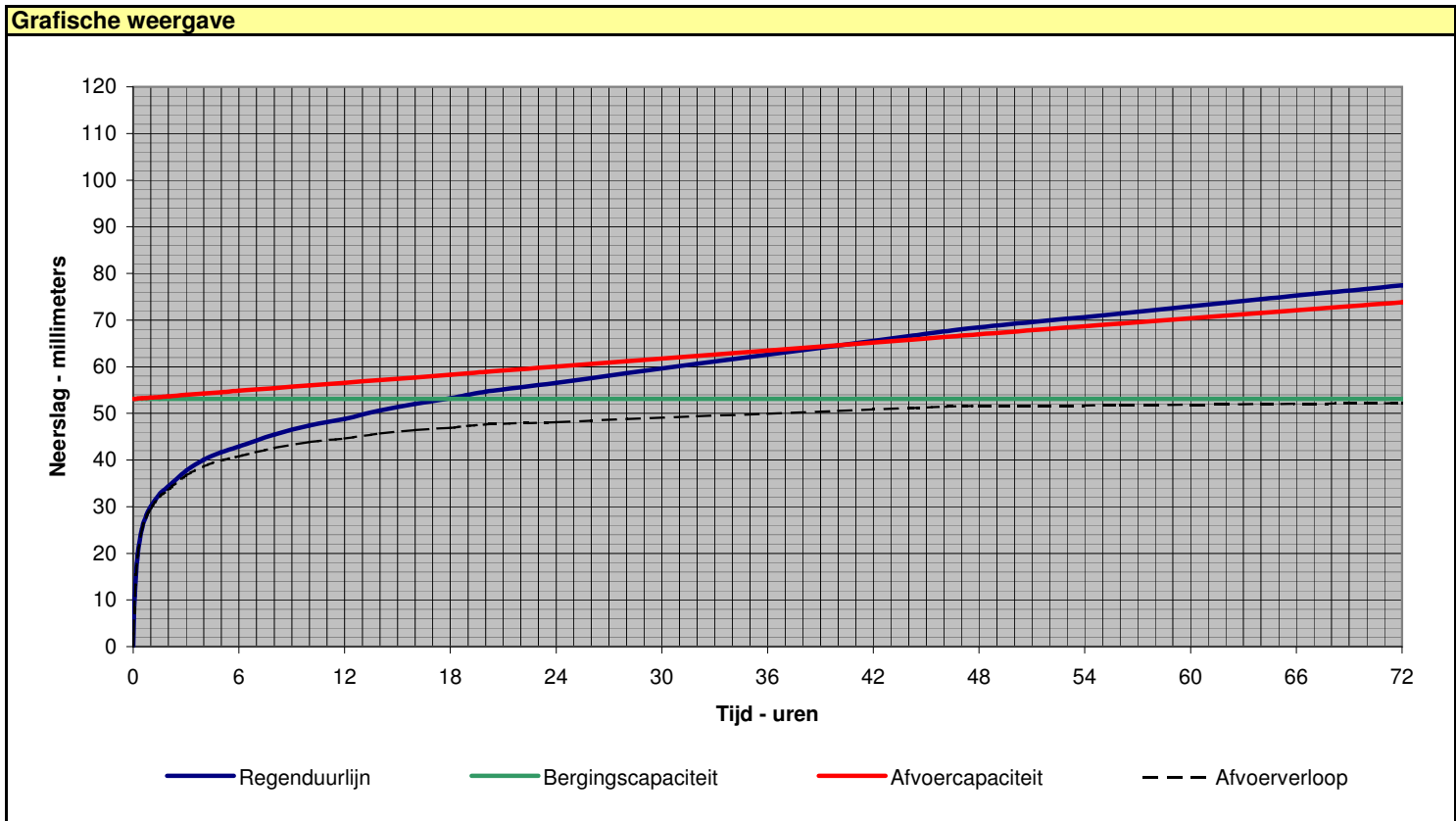
	Berging [m ³]	Berging [mm]	Afvoer [m ³ /uur]	Afvoer [mm/uur]
1) Bergingscapaciteit in regenwaterriolering				
2) Wadi's				
3) Infiltratie-elementen				
4) Bergend wateroppervlak	360	43,5	0,0	0,00
5) IT-riolering				
Subtotaal	360	43,5	0,0	0,00
Landelijke afvoer via riolering [aanname]			4,3	0,29
Ledigingstijd hele systeem - uur				
Totaal	360	43,5	4,3	0,29

Benodigde waterberging T=10+10%													
	Aanvoer plangebied						Afvoer van uit plangebied					Benodigde berging	
Tijd [min.]	Neerslag [mm]	Neerslag [m3]	Kwel [mm]	Kwel [m3]	Totaal [mm]	Totaal [m3]	Infiltratie [mm]	Infiltratie [m3]	Landelijk [mm]	Landelijk [m3]	Totaal [m3]	[m3]	[mm]
2.160	62,6	518	0,0	0	62,6	518	0,0	0	10,4	155	155	363	43,9
2.400	64,6	534	0,0	0	64,6	534	0,0	0	11,5	172	172	362	43,8
2.640	66,6	551	0,0	0	66,6	551	0,0	0	12,7	189	189	361	43,7
2.880	68,4	566	0,0	0	68,4	566	0,0	0	13,8	206	206	360	43,5
3.360	71,4	591	0,0	0	71,4	591	0,0	0	16,1	241	241	350	42,3
3.840	74,5	616	0,0	0	74,5	616	0,0	0	18,4	275	275	341	41,2
4.320	77,4	641	0,0	0	77,4	641	0,0	0	20,7	310	310	331	40,0

CONTROLE AFVOERSYSTEEM				T=10+10%		Deelgebied A+B					
Opdrachtgever	SAB Arnhem		Auteur	ing. B. Mengers							
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]		Datum	20-06-11	Versie	1.0					
Benaming	Bestaande situatie Deellocatie A en B		Projectnummer	15407	Ancoor A versie 1.00						
1) Bergingscapaciteit in regenwaterriolering											
2) Wadi											
3) Infiltratie-elementen											
4) Bergend wateroppervlak											
Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben			0% beschikbaar		Infiltratie bodem		0 m3/d				
Deelnamefactor wand in verband met vulling			0% beschikbaar		Infiltratie wanden		0 m3/d				
Doorlatendheid			0,0 m/d		Infiltratiecapaciteit totaal		0 m3/d				
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]			1,0		Infiltratiecapaciteit		0,0 m3/h				
					Bergingscapaciteit		360 m3				
					Bergingscapaciteit		43,5 mm				
					Ledigingstijd		0,0 uur				
	oppervlakte op insteekniveau [m2]	Maaiveldniveau [m+NAP]	Drooglegging (insteek met waterniveau) [m]	Bodemniveau [m+NAP]	Omtrek lengte gemiddelde insteek plan [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1:1 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1:2 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1:3 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1:4 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1:5 [m]	Totale lengte gemiddelde insteek [m]
Bergend Wateroppervlak	360	1,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Oppervlakte op bodemniveau [m2]	Wateroppervlakte bij maximale vulling [m2]	gemiddelde wateroppervlakte [m2]	Bergingscapaciteit [m3]	Infiltratieoppervlak wanden [m2]						
Bergend Wateroppervlak	360	360	360	360	0						
	360	360	360	360	0						
5) IT-riool											

OPM.Berekeningen uitgevoerd mbv regenduurlijn volgens Buishand en Velds, bewerkt door Bouwknegt en Gerlok 1988.

CONTROLE AFVOERSYSTEEM		T=10+10%		Deelgebied C	
Opdrachtgever	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	
Benaming	Bestaande situatie Deellocatie C	Projectnummer	15407	Ancoor A versie 1.00	



	Bruto oppervlak [m ²]	Verdeling oppervlak [%]	Afvoeling [%]	Gewogen afvoer %	Netto oppervlak [m ²]
Gesloten verharding parkeerplaats overige	21.060	83,6%	85,0%	86,4%	17.901
Park en tuinen parkeerplaats overige	940	3,7%	10,0%	0,5%	94
Dakoppervlakten	3.200	12,7%	85,0%	13,1%	2.720
Onverhard niet aangesloten oppervlak					
Totaal afvoerend oppervlak <i>gem. afvloeiingscoëfficiënt</i> 82%	25.200	100%		100%	20.715

Kenmerken totaal regenwatersysteem plangebied				
	Berging [m ³]	Berging [mm]	Afvoer [m ³ /uur]	Afvoer [mm/uur]
1] Bergingscapaciteit in regenwaterriolering				
2] Wadi's				
3] Infiltratie-elementen				
4] Bergend wateroppervlak	1.100	53,1	0,0	0,00
5] IT-riolering				
Subtotaal	1.100	53,1	0,0	0,00
Landelijke afvoer via riolering [aanname]			7,3	0,29
Ledigingstijd hele systeem - uur				
Totaal	1.100	53,1	7,3	0,29

Benodigde waterberging T=10+10%													
	Aanvoer plangebied						Afvoer van uit plangebied					Benodigde berging	
Tijd [min.]	Neerslag [mm]	Neerslag [m3]	Kwel [mm]	Kwel [m3]	Totaal [mm]	Totaal [m3]	Infiltratie [mm]	Infiltratie [m3]	Landelijk [mm]	Landelijk [m3]	Totaal [m3]	[m3]	[mm]
3.360	71,4	1.479	0,0	0	71,4	1.479	0,0	0	16,1	406	406	1.072	51,8
3.840	74,5	1.543	0,0	0	74,5	1.543	0,0	0	18,4	464	464	1.078	52,0
4.320	77,4	1.604	0,0	0	77,4	1.604	0,0	0	20,7	523	523	1.082	52,2
5.040	82,1	1.700	0,0	0	82,1	1.700	0,0	0	24,2	610	610	1.090	52,6
5.760	86,6	1.793	0,0	0	86,6	1.793	0,0	0	27,6	697	697	1.097	52,9
7.200	93,7	1.941	0,0	0	93,7	1.941	0,0	0	34,6	871	871	1.070	51,7
8.640	101,0	2.092	0,0	0	101,0	2.092	0,0	0	41,5	1.045	1.045	1.047	50,5
10.080	108,2	2.242	0,0	0	108,2	2.242	0,0	0	48,4	1.219	1.219	1.023	49,4

1] Bergingscapaciteit in regenwaterriolering

CONTROLE AFVOERSYSTEEM		T=10+10%		Deelgebied C	
Opdrachtgever	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	
Benaming	Bestaande situatie Deellocatie C	Projectnummer	15407	Ancoor A versie 1.00	

2] Wadi

3] Infiltratie-elementen

4] Bergend wateroppervlak

Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben	0% beschikbaar	Infiltratie bodem	0 m3/d
Deelnamefactor wand in verband met vulling	0% beschikbaar	Infiltratie wanden	0 m3/d
Doorlatendheid	0,0 m/d	Infiltratiecapaciteit totaal	0 m3/d
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]	1,0	Infiltratiecapaciteit	0,0 m3/h
		Bergingscapaciteit	1.100 m3
		Bergingscapaciteit	53,1 mm
		Ledigingstijd	0,0 uur

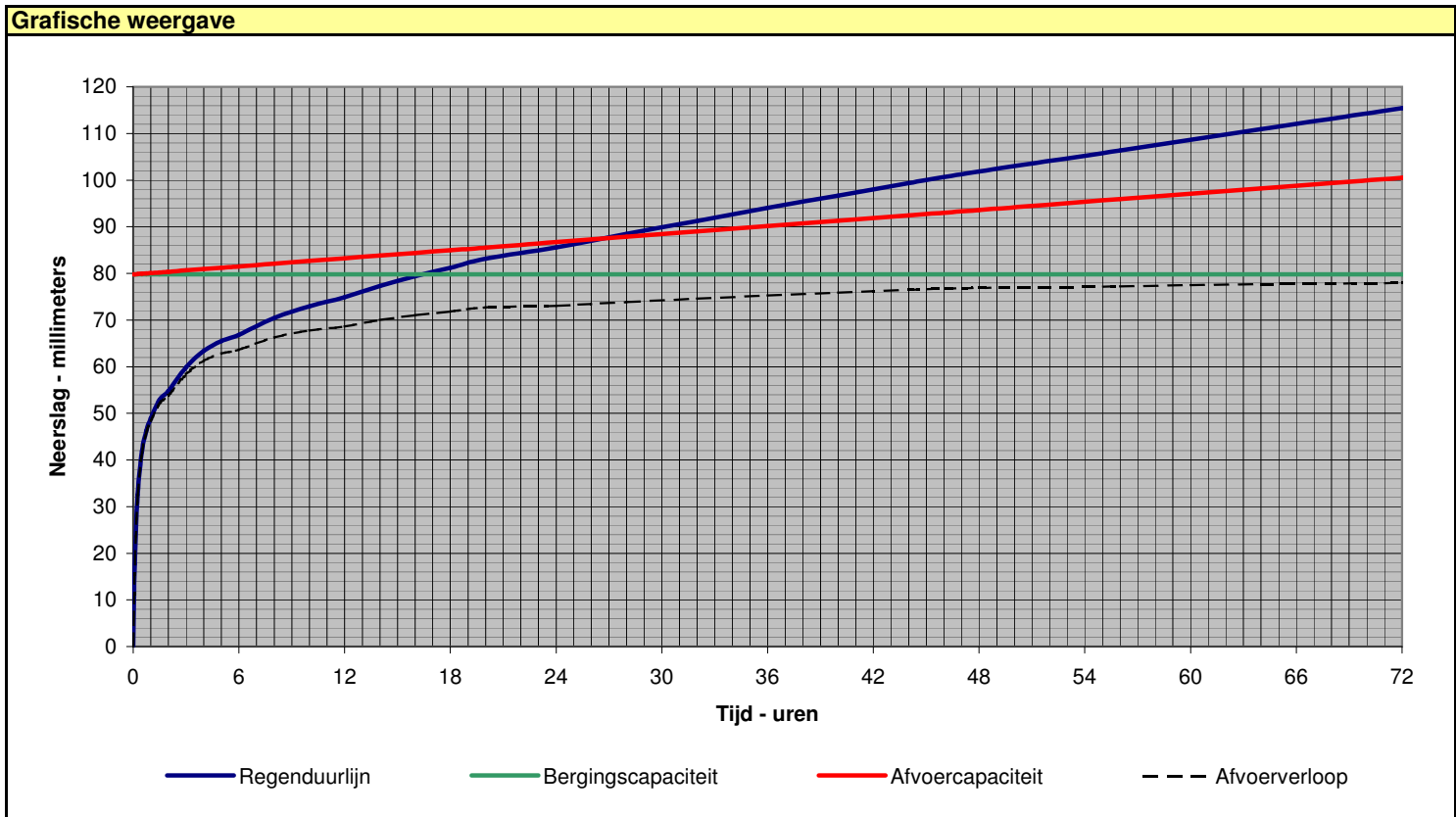
	oppervlakte op insteekniveau [m2]	Maaiveldniveau [m+NAP]	Drooglegging (insteek met waterniveau) [m]	Bodemniveau [m+NAP]	Omtrek lengte gemiddelde insteek plan [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 1 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 2 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 3 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 4 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 5 [m]	Totale lengte gemiddelde insteek [m]
Bergend Wateroppervlak	1.100	1,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

	Oppervlakte op bodemniveau [m2]	Wateroppervlakte bij maximale vulling [m2]	gemiddelde wateroppervlakte [m2]	Bergingscapaciteit [m3]	Infiltratieoppervlak wanden [m2]	
Bergend Wateroppervlak	1.100	1.100	1.100	1.100	0	
	1.100	1.100	1.100	1.100	0	

5] IT-riool

OPM.Berekeningen uitgevoerd mbv regenduurlijn volgens Buishand en Velds, bewerkt door Bouwknegt en Gerlok 1988.

CONTROLE AFVOERSYSTEEM		T=100+10%		Deelgebied A+B	
bert	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	
Benaming	Bestaande situatie Deellocatie A en B	Projectnummer	15407	Ancoor A versie 1.00	



	Bruto oppervlak [m ²]	Verdeling oppervlak [%]	Afvoeling [%]	Gewogen afvoer % [%]	Netto oppervlak [m ²]
Gesloten verharding parkeerplaats personeel	3.980	26,7%	85,0%	40,9%	3.383
Park en tuinen parkeerplaats personeel	1.900	12,7%	10,0%	2,3%	190
Dakoppervlakten hoofdgebouw	4.660	31,2%	85,0%	47,9%	3.961
Gesloten verhardingen hoofdgebouw	400	2,7%	85,0%	4,1%	340
Park en tuinen hoofdgebouw	3.990	26,7%	10,0%	4,8%	399
Totaal afvoerend oppervlak <i>gem. afvloeiingscoëfficiënt 55%</i>	14.930	100%		100%	8.273

	Berging [m ³]	Berging [mm]	Afvoer [m ³ /uur]	Afvoer [mm/uur]
1] Bergingscapaciteit in regenwaterriolering				
2] Wadi's				
3] Infiltratie-elementen				
4] Bergend wateroppervlak	660	79,8	0,0	0,00
5] IT-riolering				
Subtotaal	660	79,8	0,0	0,00
Landelijke afvoer via riolering [raming]			4,3	0,29
Ledigingstijd hele systeem - uur				
Totaal	660	79,8	4,3	0,29

Benodigde waterberging T=100+10%													
	Aanvoer plangebied						Afvoer van uit plangebied					Benodigde berging	
Tijd [min.]	Neerslag [mm]	Neerslag [m3]	Kwel [mm]	Kwel [m3]	Totaal [mm]	Totaal [m3]	Infiltratie [mm]	Infiltratie [m3]	Landelijk [mm]	Landelijk [m3]	Totaal [m3]	[m3]	[mm]
3.840	111,0	918	0,0	0	111,0	918	0,0	0	18,4	275	275	643	77,7
4.320	115,4	955	0,0	0	115,4	955	0,0	0	20,7	310	310	645	78,0
5.040	122,2	1.011	0,0	0	122,2	1.011	0,0	0	24,2	361	361	650	78,6
5.760	128,9	1.066	0,0	0	128,9	1.066	0,0	0	27,6	413	413	653	79,0
7.200	139,6	1.155	0,0	0	139,6	1.155	0,0	0	34,6	516	516	639	77,3
8.640	150,4	1.244	0,0	0	150,4	1.244	0,0	0	41,5	619	619	625	75,6
10.080	161,2	1.333	0,0	0	161,2	1.333	0,0	0	48,4	722	722	611	73,9

1] Bergingscapaciteit in regenwaterriolering

CONTROLE AFVOERSYSTEEM		T=100+10%		Deelgebied A+B	
bert	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	
Benaming	Bestaande situatie Deellocatie A en B	Projectnummer	15407	Ancoor A versie 1.00	

2] Wadi

3] Infiltratie-elementen

4] Bergend wateroppervlak

Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben	0% beschikbaar	Infiltratie bodem	0 m3/d
Deelnamefactor wand in verband met vulling	0% beschikbaar	Infiltratie wanden	0 m3/d
Doorlatendheid	0,0 m/d	Infiltratiecapaciteit totaal	0 m3/d
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]	1,0	Infiltratiecapaciteit	0,0 m3/h
		Bergingscapaciteit	660 m3
		Bergingscapaciteit	79,8 mm
		Ledigingstijd	0,0 uur

	oppervlakte op insteekniveau [m2]	Maaiveldniveau [m+NAP]	Drooglegging (insteek met waterniveau) [m]	Bodemniveau [m+NAP]	Omtrek lengte gemiddelde insteek plan [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1:1 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1:2 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1:3 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1:4 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1:5 [m]	Totale lengte gemiddelde insteek [m]
--	--------------------------------------	---------------------------	--	------------------------	--	---	---	---	---	---	---

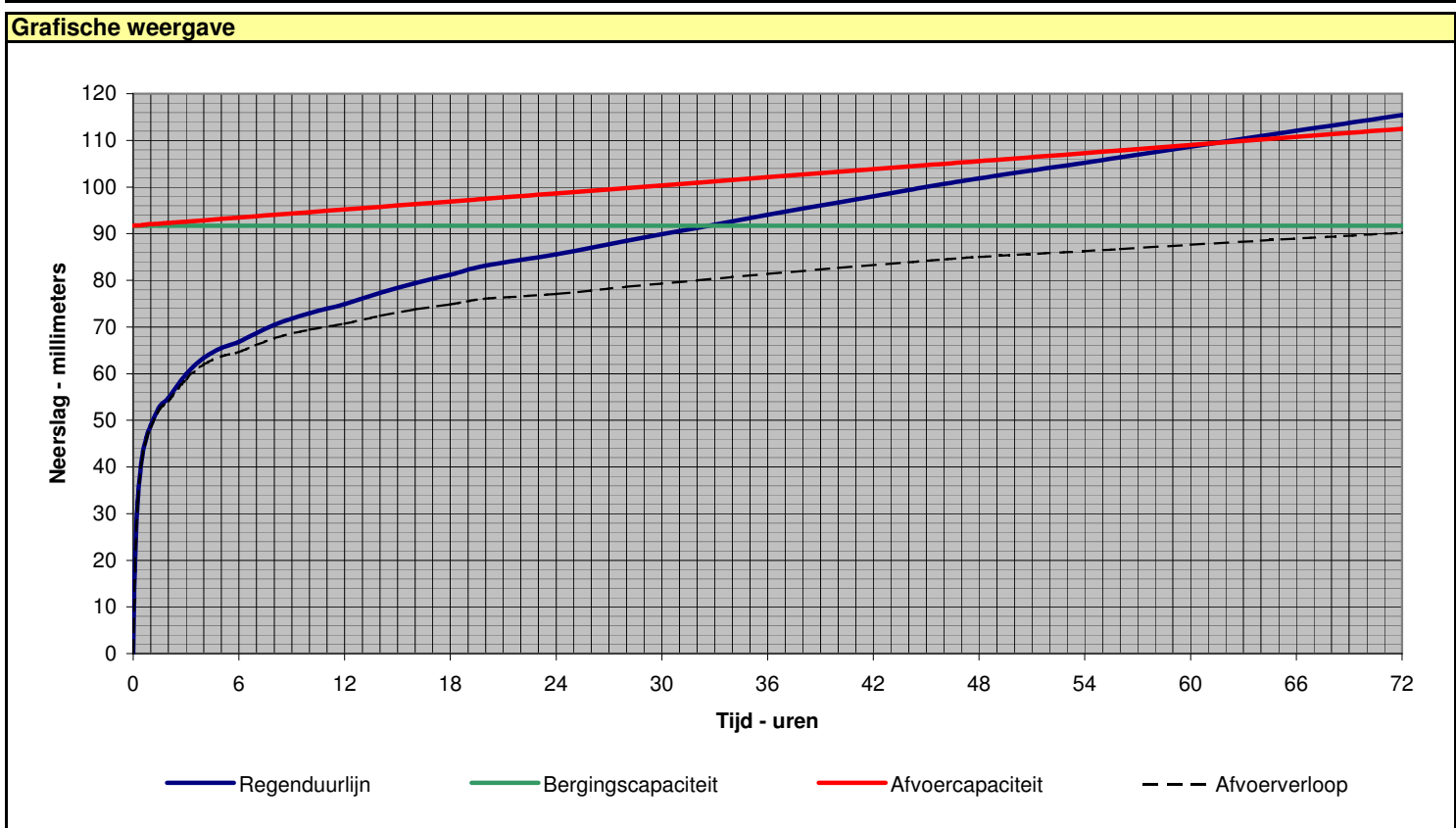
Bergend Wateroppervlak	660	1,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
------------------------	-----	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

	Oppervlakte op bodemniveau [m2]	Wateroppervlakte bij maximale vulling [m2]	gemiddelde wateroppervlakte [m2]	Bergingscapaciteit [m3]	Infiltratieoppervlak wanden [m2]	
Bergend Wateroppervlak	660	660	660	660	0	
	660	660	660	660	0	

5] IT-riool

OPM.Berekeningen uitgevoerd mbv regenduurlijn volgens Buishand en Velds, bewerkt door Bouwknegt en Gerlok 1988.

CONTROLE AFVOERSYSTEEM		T=100+10%		Deelgebied C	
Opdrachtgever	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	
Benaming	Bestaande situatie Deellocatie C	Projectnummer	15407	Ancoor A versie 1.00	



	Bruto oppervlak [m ²]	Verdeling oppervlak [%]	Afvoeling [%]	Gewogen afvoer % [%]	Netto oppervlak [m ²]
Gesloten verharding parkeerplaats overige	21.060	83,6%	85,0%	86,4%	17.901
Park en tuinen parkeerplaats overige	940	3,7%	10,0%	0,5%	94
Dakoppervlakten	3.200	12,7%	85,0%	13,1%	2.720
Totaal afvoerend oppervlak	gem. afvloeiingscoëfficiënt	82%	25.200	100%	100%
					20.715

Kenmerken totaal regenwatersysteem plangebied				
	Berging [m ³]	Berging [mm]	Afvoer [m ³ /uur]	Afvoer [mm/uur]
1) Bergingscapaciteit in regenwaterriolering				
2) Wadi's				
3) Infiltratie-elementen				
4) Bergend wateroppervlak	1.900	91,7	0,0	0,00
5) IT-riolering				
Subtotaal	1.900	91,7	0,0	0,00
Landelijke afvoer via riolering [aanname]			0,80 l/s/ha	7,3
Ledigingstijd hele systeem			-	uur
Totaal	1.900	91,7	7,3	0,29

Benodigde waterberging T=100+10%													
Aanvoer plangebied							Afvoer van uit plangebied					Benodigde berging	
Tijd [min.]	Neerslag [mm]	Neerslag [m ³]	Kwel [mm]	Kwel [m ³]	Totaal [mm]	Totaal [m ³]	Infiltratie [mm]	Infiltratie [m ³]	Landelijk [mm]	Landelijk [m ³]	Totaal [m ³]	[m ³]	[mm]
2.400	96,7	2.003	0,0	0	96,7	2.003	0,0	0	11,5	290	290	1.712	82,7
2.640	99,3	2.058	0,0	0	99,3	2.058	0,0	0	12,7	319	319	1.739	83,9
2.880	101,9	2.110	0,0	0	101,9	2.110	0,0	0	13,8	348	348	1.762	85,1
3.360	106,4	2.203	0,0	0	106,4	2.203	0,0	0	16,1	406	406	1.797	86,7
3.840	111,0	2.298	0,0	0	111,0	2.298	0,0	0	18,4	464	464	1.834	88,5
4.320	115,4	2.391	0,0	0	115,4	2.391	0,0	0	20,7	523	523	1.869	90,2
5.040	122,2	2.532	0,0	0	122,2	2.532	0,0	0	24,2	610	610	1.922	92,8
5.760	128,9	2.669	0,0	0	128,9	2.669	0,0	0	27,6	697	697	1.973	95,2
7.200	139,6	2.893	0,0	0	139,6	2.893	0,0	0	34,6	871	871	2.022	97,6

1) Bergingscapaciteit in regenwaterriolering
--

CONTROLE AFVOERSYSTEEM		T=100+10%		Deelgebied C	
Opdrachtgever	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	
Benaming	Bestaande situatie Deellocatie C	Projectnummer	15407	Ancoor A versie 1.00	

2] Wadi

3] Infiltratie-elementen

4] Bergend wateroppervlak

Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben	0% beschikbaar	Infiltratie bodem	0 m3/d
Deelnamefactor wand in verband met vulling	0% beschikbaar	Infiltratie wanden	0 m3/d
Doorlatendheid	0,0 m/d	Infiltratiecapaciteit totaal	0 m3/d
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]	1,0	Infiltratiecapaciteit	0,0 m3/h
		Bergingscapaciteit	1.900 m3
		Bergingscapaciteit	91,7 mm
		Ledigingstijd	0,0 uur

	oppervlakte op insteekniveau [m2]	Maaiveldniveau [m+NAP]	Drooglegging (insteek met waterniveau) [m]	Bodemniveau [m+NAP]	Omtrek lengte gemiddelde insteek plan [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 1 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 2 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 3 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 4 [m]	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 5 [m]	Totale lengte gemiddelde insteek [m]
--	--------------------------------------	---------------------------	--	------------------------	--	---	---	---	---	---	---

Bergend Wateroppervlak	1.900	1,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
------------------------	-------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

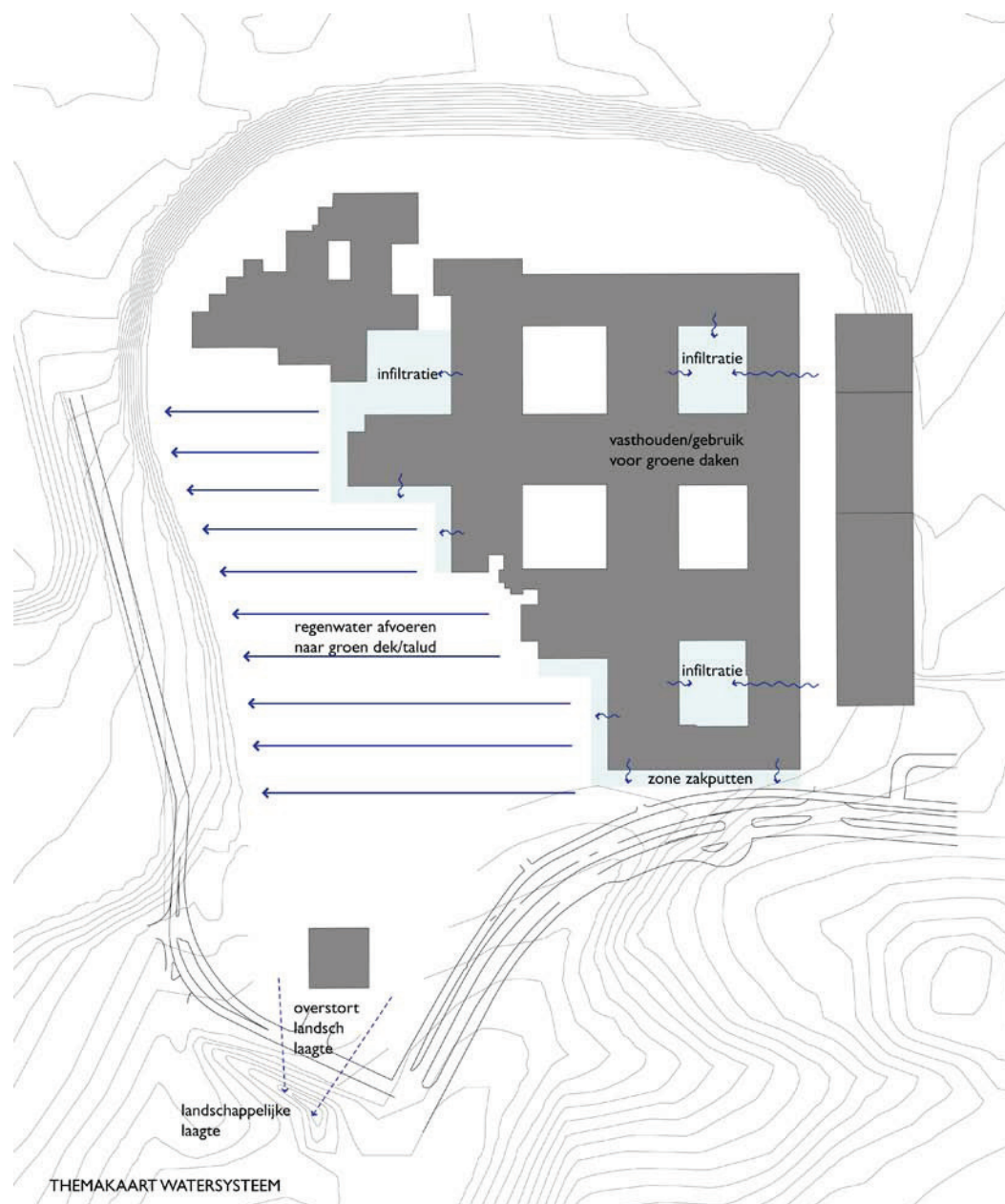
	Oppervlakte op bodemniveau [m2]	Wateroppervlakte bij maximale vulling [m2]	gemiddelde wateroppervlakte [m2]	Bergingscapaciteit [m3]	Infiltratieoppervlak wanden [m2]	
Bergend Wateroppervlak	1.900	1.900	1.900	1.900	0	
	1.900	1.900	1.900	1.900	0	

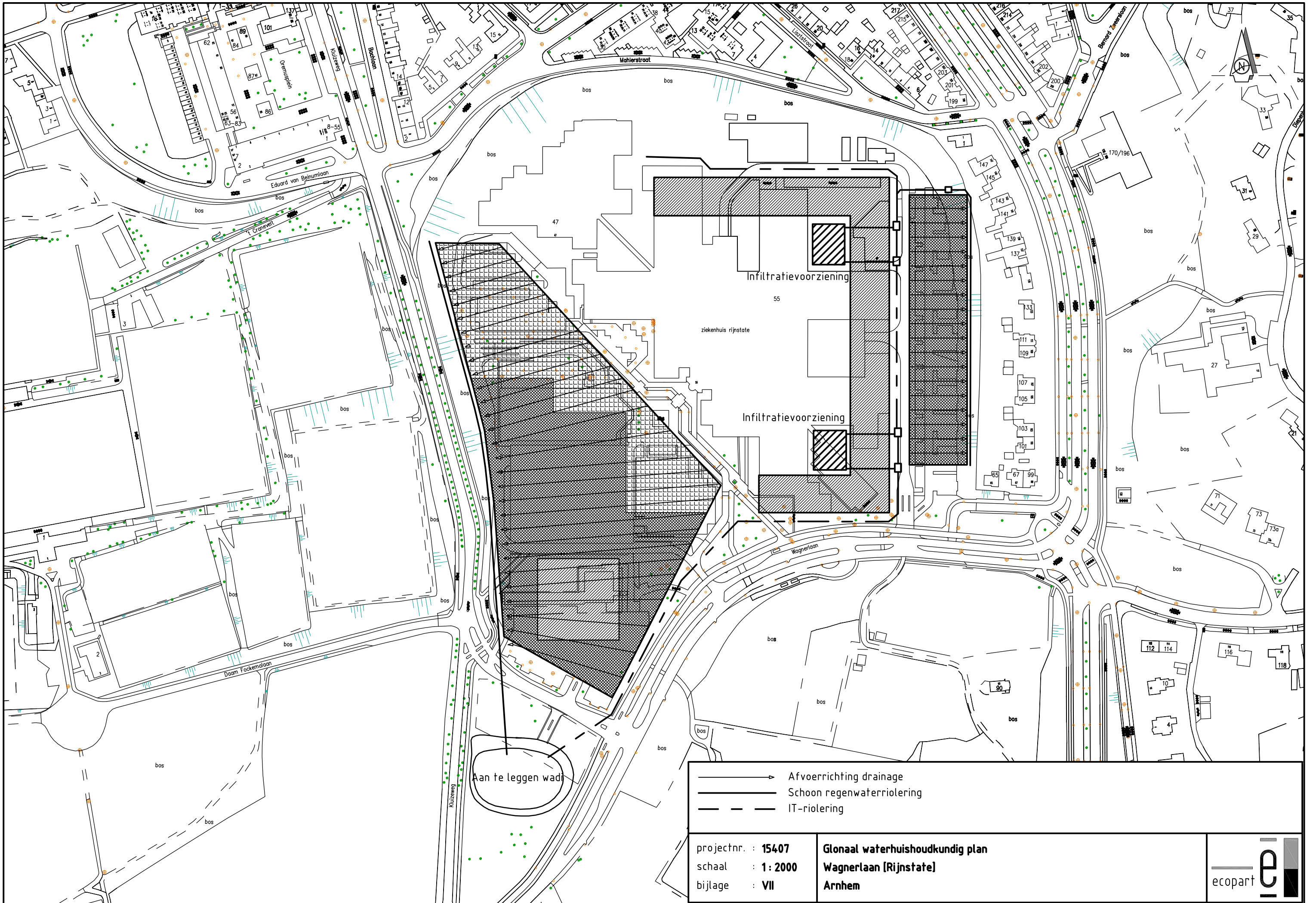
5] IT-riool

OPM.Berekeningen uitgevoerd mbv regenduurlijn volgens Buishand en Velds, bewerkt door Bouwknegt en Gerlok 1988.

BIJLAGE VI

Nieuwe waterhuishoudkundige plan

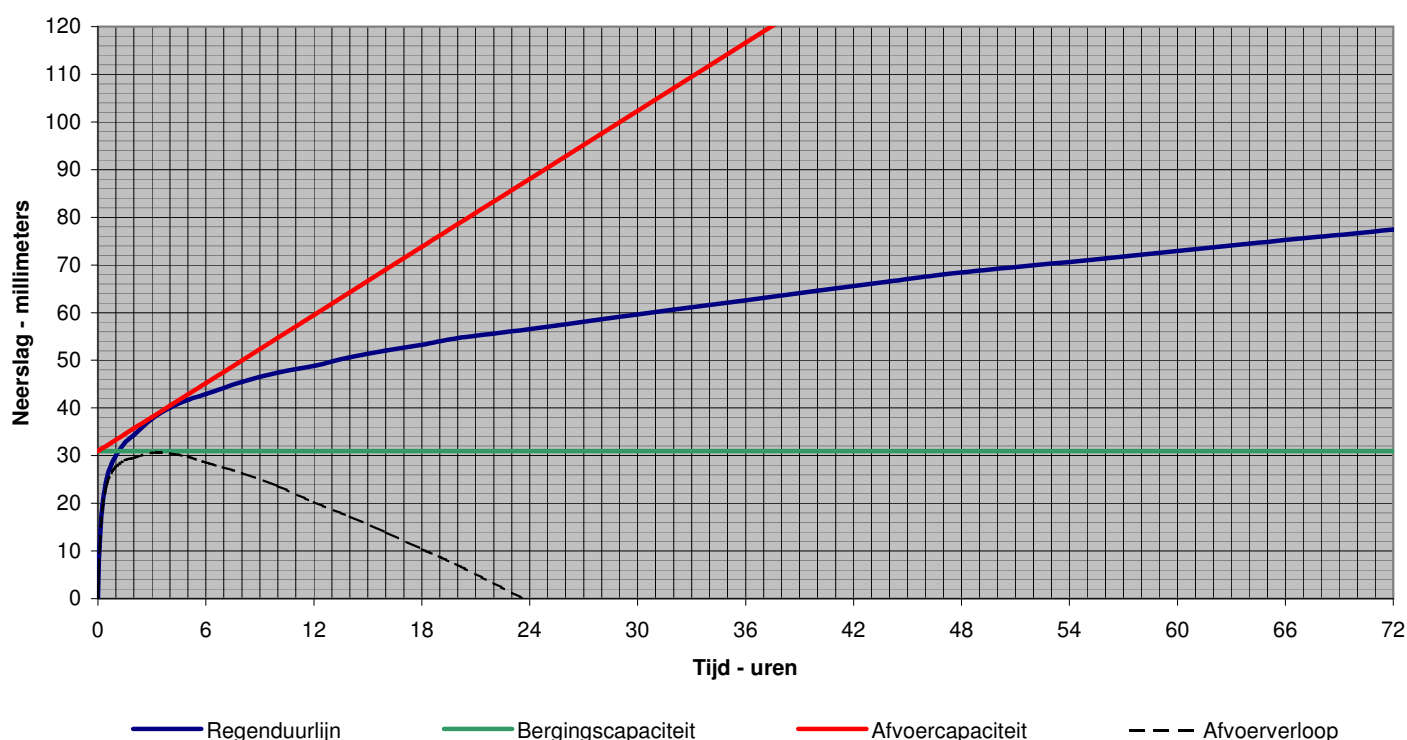




CONTROLE AFVOERSYSTEEM T=10+10%			Deelgebied A+B		
Opdrachtgever	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	1.0
Benaming	Nieuwe situatie Deellocatie A en B	Projectnummer	15407	Ancoor 1 juni 2011	



Grafische weergave



Afvoerend oppervlak

	Bruto oppervlak [m2]	Verdeling oppervlak [%]	Afvoeling [%]	Gewogen afvoer [%]	Netto oppervlak [m2]
Platte daken					
Vegetatiedak hoofdgebouw	9.050	60,6%	45,0%	60,6%	4.073
Vegetatiedak parkeergarage personeel	5.880	39,4%	45,0%	39,4%	2.646
Klinkerbestrating (10% onverhard oppervlakte)					
Totaal afvoerend oppervlak <i>gem. afvloeiingscoëfficiënt 45%</i>	14.930	100%		100%	6.719

Kenmerken totaal regenwatersysteem plangebied

	Berging [m3]	Berging [mm]	Afvoer [m3/uur]	Afvoer [mm/uur]
1] Bergingscapaciteit in regenwaterriolering				
2] Wadi's				
3] Infiltratie-elementen	187	27,8	11,3	1,68
4] Bergend wateroppervlak				
5] IT-riolering	21	3,2	4,7	0,70
Subtotaal	208	30,9	16,0	2,38
Landelijke afvoer			0,0	0,00
Ledigingstijd hele systeem			ca. 24,0 uur	
Totaal	208	30,9	16,0	2,38

Benodigde waterberging T=10+10%

Aanvoer plangebied							Afvoer van uit plangebied					Benodigde berging	
Tijd [min.]	Neerslag [mm]	Neerslag [m3]	Kwel [mm]	Kwel [m3]	Totaal [mm]	Totaal [m3]	Infiltratie [mm]	Infiltratie [m3]	Landelijk [mm]	Landelijk [m3]	Totaal [m3]	[m3]	[mm]
60	30,0	202	0,0	0	30,0	202	2,4	16	0,0	0	16	186	27,7
90	32,7	219	0,0	0	32,7	219	3,6	24	0,0	0	24	196	29,1
120	34,3	231	0,0	0	34,3	231	4,8	32	0,0	0	32	199	29,6
180	37,7	253	0,0	0	37,7	253	7,1	48	0,0	0	48	206	30,6
240	40,0	269	0,0	0	40,0	269	9,5	64	0,0	0	64	205	30,5
300	41,7	280	0,0	0	41,7	280	11,9	80	0,0	0	80	200	29,8
360	42,9	288	0,0	0	42,9	288	14,3	96	0,0	0	96	192	28,6
480	45,4	305	0,0	0	45,4	305	19,0	128	0,0	0	128	177	26,4

1] Bergingscapaciteit in regenwaterriolering

CONTROLE AFVOERSYSTEEM		T=10+10%		Deelgebied A+B	
Opdrachtgever	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	
Benaming	Nieuwe situatie Deellocatie A en B	Projectnummer	15407	Ancoor 1 juni 2011	

2] Wadi

3] Infiltratie-elementen

Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben		100% beschikbaar	Infiltratie bodem		246 m3/d
Deelnamefactor wand in verband met vulling		50% beschikbaar	Infiltratie wanden		25 m3/d
Doorlatendheid		1,0 m/d	Infiltratiecapaciteit totaal		271 m3/d
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]		1,0 -	Infiltratiecapaciteit		11,3 m3/h
			Bergingscapaciteit		187 m3
			Bergingscapaciteit		27,8 mm
			Ledigingstijd		16,6 uur

4] Bergend wateroppervlak

5] IT-riool

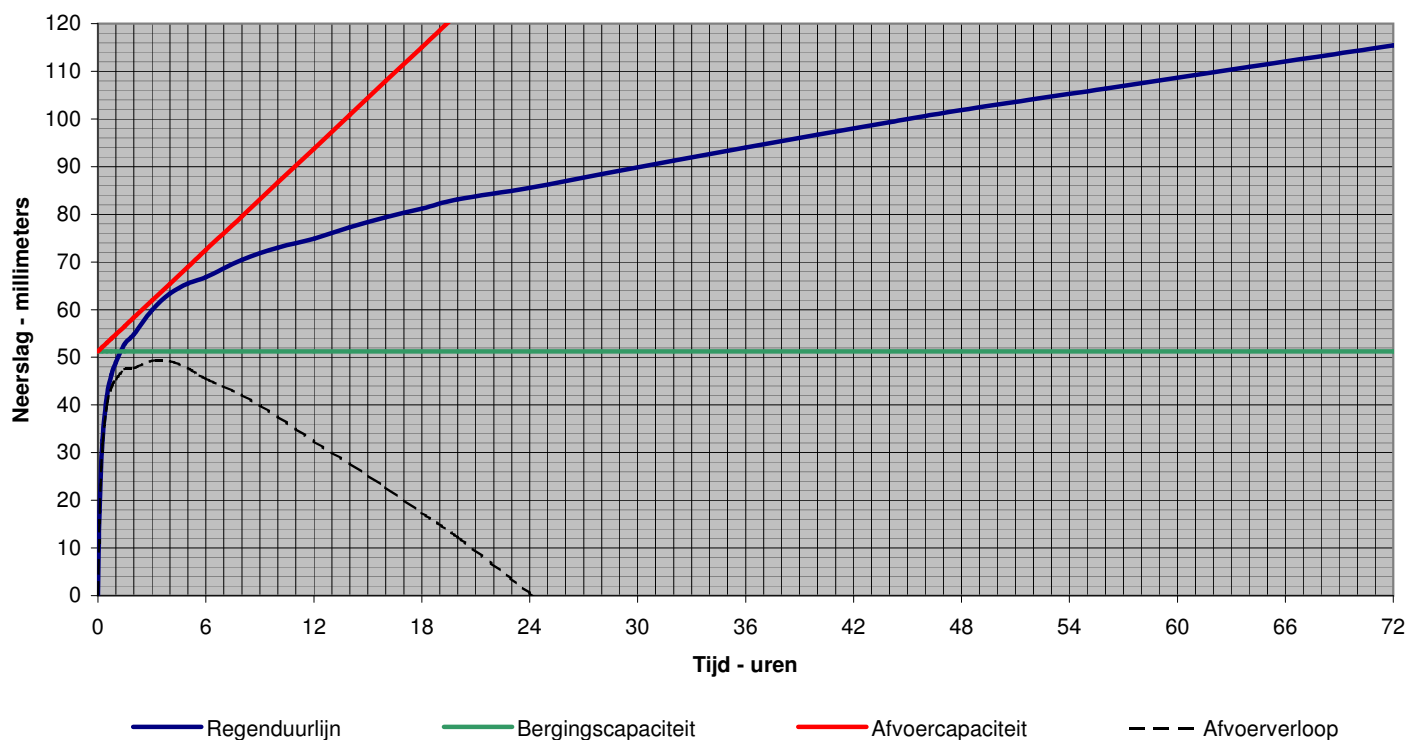
Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben		60% beschikbaar	Infiltratie bodem		42 m3/d		
Deelnamefactor wand in verband met vulling		50% beschikbaar	Infiltratie wanden		71 m3/d		
Doorlatendheid		1,0 m/d	Infiltratiecapaciteit totaal		113 m3/d		
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]		1,0 -	Infiltratiecapaciteit		4,7 m3/h		
			Bergingscapaciteit		21 m3		
			Bergingscapaciteit		3,2 mm		
			Ledigingstijd		4,5 uur		

OPM.Berekeningen uitgevoerd mbv regenduurlijn volgens Buishand en Velds, bewerkt door Bouwknecht en Gerlok 1988.

CONTROLE AFVOERSYSTEEM T=100+10%			Deelgebied A+B		
Opdrachtgever	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	1.0
Benaming	Nieuwe situatie Deellocatie A en B	Projectnummer	15407	Ancoor 1 juni 2011	



Grafische weergave



Afvoerend oppervlak

	Bruto oppervlak [m ²]	Verdeling oppervlak [%]	Afvoeling [%]	Gewogen afvoer % [%]	Netto oppervlak [m ²]
Platte daken					
Vegetatiedak hoofdgebouw	9.050	60,6%	45,0%	60,6%	4.073
Vegetatiedak parkeergarage personeel	5.880	39,4%	45,0%	39,4%	2.646
Klinkerbestrating (10% onverhard oppervlakte)					
Park en tuin oppervlakken					
Totaal afvoerend oppervlak <i>gem. afvloeiingscoëfficiënt 45%</i>	14.930	100%		100%	6.719

Kenmerken totaal regenwatersysteem plangebied

	Berging [m ³]	Berging [mm]	Afvoer [m ³ /uur]	Afvoer [mm/uur]
1] Bergingscapaciteit in regenwaterriolering				
2] Wadi's				
3] Infiltratie-elementen	323	48,1	19,1	2,84
4] Bergend wateroppervlak				
5] IT-riolering	21	3,2	4,7	0,70
Subtotaal	344	51,3	23,8	3,54
Landelijke afvoer			0,0	0,00
Ledigingstijd hele systeem			ca. 24,0 uur	
Totaal	344	51,3	23,8	3,54

Benodigde waterberging T=100+10%

Tijd [min.]	Aanvoer plangebied						Afvoer van uit plangebied					Benodigde berging	
	Neerslag [mm]	Neerslag [m ³]	Kwel [mm]	Kwel [m ³]	Totaal [mm]	Totaal [m ³]	Infiltratie [mm]	Infiltratie [m ³]	Landelijk [mm]	Landelijk [m ³]	Totaal [m ³]	[m ³]	[mm]
90	52,9	355	0,0	0	52,9	355	5,3	36	0,0	0	36	320	47,6
120	54,8	368	0,0	0	54,8	368	7,1	48	0,0	0	48	321	47,7
180	59,9	402	0,0	0	59,9	402	10,6	71	0,0	0	71	331	49,3
240	63,4	426	0,0	0	63,4	426	14,2	95	0,0	0	95	331	49,2
300	65,5	440	0,0	0	65,5	440	17,7	119	0,0	0	119	321	47,7
360	66,8	449	0,0	0	66,8	449	21,3	143	0,0	0	143	306	45,5
480	70,4	473	0,0	0	70,4	473	28,3	190	0,0	0	190	283	42,1

1] Bergingscapaciteit in regenwaterriolering

CONTROLE AFVOERSYSTEEM		T=100+10%		Deelgebied A+B	
Opdrachtgever	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	
Benaming	Nieuwe situatie Deellocatie A en B	Projectnummer	15407	Ancoor 1 juni 2011	

2] Wadi

3] Infiltratie-elementen

Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben		100% beschikbaar	Infiltratie bodem		425 m3/d			
Deelnamefactor wand in verband met vulling		50% beschikbaar	Infiltratie wanden		33 m3/d			
Doorlatendheid		1,0 m/d	Infiltratiecapaciteit totaal		458 m3/d			
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]		1,0 -	Infiltratiecapaciteit		19,1 m3/h			
			Bergingscapaciteit		323 m3			
			Bergingscapaciteit		48,1 mm			
			Ledigingstijd		16,9 uur			
		Breedte	Hoogte	Lengte	Holle ruimte	Berging	Subtotaal bodemoppervlakte	Subtotaal wandoppervlakte
		[m]	[m]	[m]	[%]	[m3]	[m2]	[m2]
Kratten		20,25	0,8	21,0	95,0%	323	425	66
						323	425	66

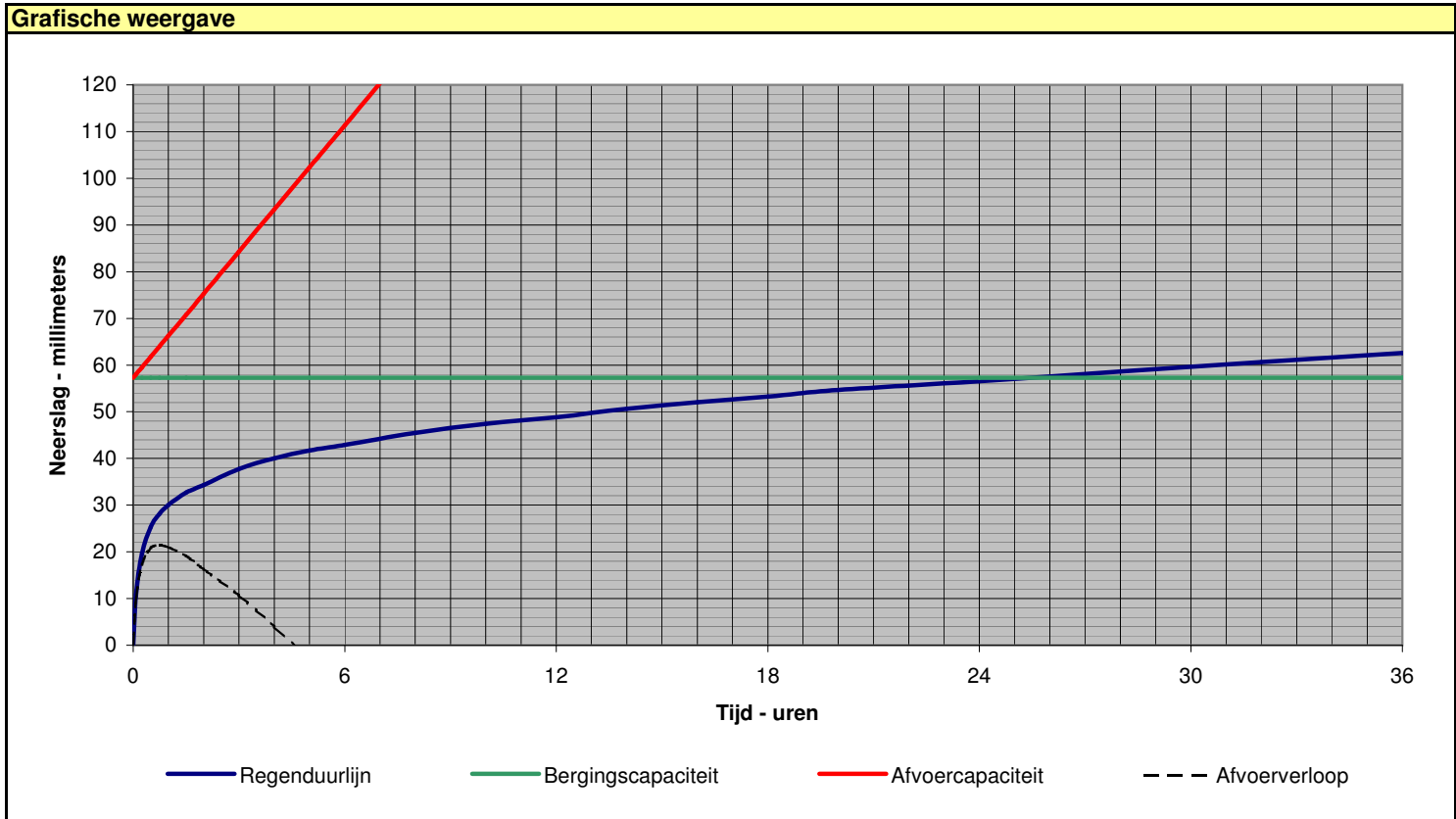
4] Bergend wateroppervlak

5] IT-riool

Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben		60% beschikbaar	Infiltratie bodem		42 m3/d		
Deelnamefactor wand in verband met vulling		50% beschikbaar	Infiltratie wanden		71 m3/d		
Doorlatendheid		1,0 m/d	Infiltratiecapaciteit totaal		113 m3/d		
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]		1,0 -	Infiltratiecapaciteit		4,7 m3/h		
			Bergingscapaciteit		21 m3		
			Bergingscapaciteit		3,2 mm		
			Ledigingstijd		4,5 uur		
						</	

OPM.Berekeningen uitgevoerd mbv regenduurlijn volgens Buishand en Velds, bewerkt door Bouwknecht en Gerlok 1988.

CONTROLE AFVOERSYSTEEM		T=10+10%		Deelgebied A+B	
Opdrachtgever	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	
Benaming	Nieuwe situatie Deellocatie C	Projectnummer	15407	Ancoor 1 juni 2011	



	Bruto oppervlak [m ²]	Verdeling oppervlak [%]	Afvoeling [%]	Gewogen afvoer % [%]	Netto oppervlak [m ²]
Vegetatiedak nieuw te bouwen gebouw	2.500	9,9%	45,0%	10,8%	1.125
Vegetatiedak parkeergarage / groenvoorziening	13.350	53,0%	10,0%	12,8%	1.335
Klinkerbestrating (10% onverhard oppervlakte)	9.350	37,1%	85,0%	76,4%	7.948
Totaal afvoerend oppervlak	gem. afvloeiingscoëfficiënt	41%	25.200	100%	10.408

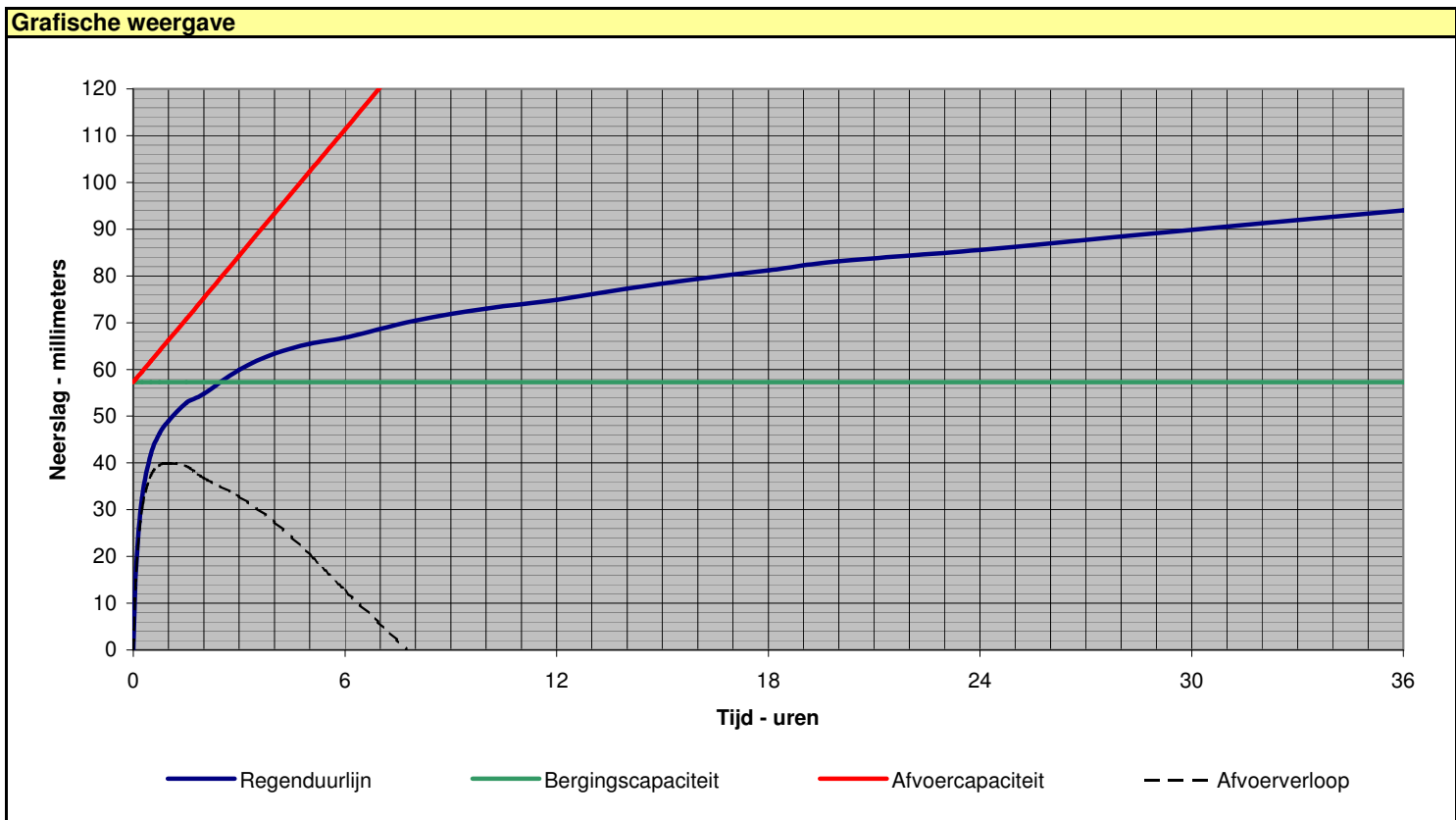
Kenmerken totaal regenwatersysteem plangebied					Berging [m ³]	Berging [mm]	Afvoer [m ³ /uur]	Afvoer [mm/uur]
1) Bergingscapaciteit in regenwaterriolering					23	2,2	0,0	0,0
2) Wadi's					559	53,7	90,6	8,71
3) Infiltratie-elementen								
4) Bergend wateroppervlak								
5) IT-riolering					14	1,4	3,1	0,30
Subtotaal					596	57,3	93,8	9,01
Landelijke afvoer	0,00 l/s/ha						0,0	0,00
Ledigingstijd hele systeem	ca. 24,0 uur							
Totaal					596	57,3	93,8	9,01

Benodigde waterberging T=10+10%													
Aanvoer plangebied							Afvoer van uit plangebied					Benodigde berging	
Tijd [min.]	Neerslag [mm]	Neerslag [m ³]	Kwel [mm]	Kwel [m ³]	Totaal [mm]	Totaal [m ³]	Infiltratie [mm]	Infiltratie [m ³]	Landelijk [mm]	Landelijk [m ³]	Totaal [m ³]	[m ³]	[mm]
5	10,9	113	0,0	0	10,9	113	0,8	8	0,0	0	8	106	10,1
15	19,6	204	0,0	0	19,6	204	2,3	23	0,0	0	23	180	17,3
30	25,3	263	0,0	0	25,3	263	4,5	47	0,0	0	47	216	20,8
45	28,2	293	0,0	0	28,2	293	6,8	70	0,0	0	70	223	21,4
60	30,0	313	0,0	0	30,0	313	9,0	94	0,0	0	94	219	21,0
90	32,7	340	0,0	0	32,7	340	13,5	141	0,0	0	141	199	19,2
120	34,3	357	0,0	0	34,3	357	18,0	188	0,0	0	188	170	16,3
180	37,7	393	0,0	0	37,7	393	27,0	281	0,0	0	281	111	10,7
240	40,0	417	0,0	0	40,0	417	36,0	375	0,0	0	375	42	4,0
300	41,7	434	0,0	0	41,7	434	45,1	469	0,0	0	469	-35	-3,4

CONTROLE AFVOERSYSTEEM						T=10+10%		Deelgebied A+B			
Opdrachtgever	SAB Arnhem			Auteur	ing. B. Mengers						
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]			Datum	20-06-11	Versie	1.0				
Benaming	Nieuwe situatie Deellocatie C			Projectnummer	15407	Ancoor 1 juni 2011					
1] Bergingscapaciteit in regenwaterriolering											
Beschikbare volumepercentage leidingen/riolering										100%	
								Diameter	Lengte	Berging	Berging
								[mm]	[m]	[m3/m]	[m3]
Streng								300	320	0,07	23
Totale berging in regenwatersysteem									320		23
2] Wadi buiten het plangebied											
Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben				100% beschikbaar		Infiltratie bodem			1.731 m3/d		
Deelnamefactor wand in verband met vulling				50% beschikbaar		Infiltratie wanden			445 m3/d		
Doorlatendheid				1,0 m/d		Infiltratiecapaciteit totaal			2.176 m3/d		
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]				1,0		Infiltratiecapaciteit			90,6 m3/h		
						Bergingscapaciteit			559 m3		
						Bergingscapaciteit			53,7 mm		
						Ledigingstijd			6,2 uur		
	oppervlakte op insteekniveau	Maaiveldniveau	Drooglegging (insteek met waterniveau)	Bodemniveau	Omtrek lengte gemiddelde insteek plan	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 1	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 2	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 3	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 4	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 5	Totale lengte gemiddelde insteek
	[m2]	[m+NAP]	[m]	[m+NAP]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
wadi helling gem. 1 op 5	2.620	1,00	0,70	0,00	174,5						174,5
	Oppervlakte op bodemniveau	Wateroppervlakte bij maximale vulling	gemiddelde wateroppervlakte	Bergingscapaciteit	Infiltratieoppervlak wanden						
	[m2]	[m2]	[m2]	[m3]	[m2]						
wadi helling gem. 1 op 5	1.731	1.998	1.864	559	889						
	1.731	1.998	1.864	559	889						
3] Infiltratie-elementen											
4] Bergend wateroppervlak											
5] IT-riool											
Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben				60% beschikbaar		Infiltratie bodem			28 m3/d		
Deelnamefactor wand in verband met vulling				50% beschikbaar		Infiltratie wanden			47 m3/d		
Doorlatendheid				1,0 m/d		Infiltratiecapaciteit totaal			75 m3/d		
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]				1,0 -		Infiltratiecapaciteit			3,1 m3/h		
						Bergingscapaciteit			14 m3		
						Bergingscapaciteit			1,4 mm		
						Ledigingstijd			4,5 uur		
					Diameter	Lengte	Holle ruimte	Berging	Berging	Subtotaal bodemoppervlakte	Subtotaal wandoppervlakte
					[mm]	[m]	[%]	[m3/m]	[m3]	[m2]	[m2]
IT-riool t.b.v. afvoer naar infiltratievoorziening en overstort					300	200	100,0%	0,07	14	47	94
									14	47	94

OPM.Berekeningen uitgevoerd mbv regenduurlijn volgens Buishand en Velds, bewerkt door Bouwknegt en Gerlok 1988.

CONTROLE AFVOERSYSTEEM T=100+10%			Deelgebied A+B		
Opdrachtgever	SAB Arnhem	Auteur	ing. B. Mengers		
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]	Datum	20-06-11	Versie	
Benaming	Nieuwe situatie Deellocatie C	Projectnummer	15407	Ancoor 1 juni 2011	



	Bruto oppervlak [m2]	Verdeling oppervlak [%]	Afvoeling [%]	Gewogen afvoer [%]	Netto oppervlak [m2]
Platte daken					
Vegetatiedak nieuw te bouwen gebouw	2.500	9,9%	45,0%	10,8%	1.125
Vegetatiedak parkeergarage / groenvoorziening	13.350	53,0%	10,0%	12,8%	1.335
Klinkerbestrating (10% onverhard oppervlakte)	9.350	37,1%	85,0%	76,4%	7.948
Totaal afvoerend oppervlak <i>gem. afvloeiingscoëfficiënt 41%</i>	25.200	100%		100%	10.408

Kenmerken totaal regenwatersysteem plangebied				
	Berging [m3]	Berging [mm]	Afvoer [m3/uur]	Afvoer [mm/uur]
1] Bergingscapaciteit in regenwaterriolering	23	2,2	0,0	0,0
2] Wadi's	559	53,7	90,6	8,71
3] Infiltratie-elementen				
4] Bergend wateroppervlak				
5] IT-riolering	14	1,4	3,1	0,30
Subtotaal	596	57,3	93,8	9,01
Landelijke afvoer			0,0	0,00
Ledigingstijd hele systeem	ca. 24,0 uur			
Totaal	596	57,3	93,8	9,01

Benodigde waterberging T=100+10%													
Tijd [min.]	Aanvoer plangebied						Afvoer van uit plangebied					Benodigde berging	
	Neerslag [mm]	Neerslag [m3]	Kwel [mm]	Kwel [m3]	Totaal [mm]	Totaal [m3]	Infiltratie [mm]	Infiltratie [m3]	Landelijk [mm]	Landelijk [m3]	Totaal [m3]	[m3]	[mm]
5	17,7	184	0,0	0	17,7	184	0,8	8	0,0	0	8	176	16,9
15	32,5	339	0,0	0	32,5	339	2,3	23	0,0	0	23	315	30,3
30	41,9	436	0,0	0	41,9	436	4,5	47	0,0	0	47	389	37,4
45	46,3	482	0,0	0	46,3	482	6,8	70	0,0	0	70	412	39,6
60	49,0	509	0,0	0	49,0	509	9,0	94	0,0	0	94	416	39,9
90	52,9	550	0,0	0	52,9	550	13,5	141	0,0	0	141	410	39,4
120	54,8	570	0,0	0	54,8	570	18,0	188	0,0	0	188	383	36,8
180	59,9	623	0,0	0	59,9	623	27,0	281	0,0	0	281	342	32,9
240	63,4	660	0,0	0	63,4	660	36,0	375	0,0	0	375	285	27,4

CONTROLE AFVOERSYSTEEM						T=100+10%		Deelgebied A+B	
Opdrachtgever	SAB Arnhem		Auteur	ing. B. Mengers					
Locatie	Wagnerlaan Arnhem [Rijnstate]		Datum	20-06-11	Versie	1.0			
Benaming	Nieuwe situatie Deellocatie C		Projectnummer	15407		Ancoor 1 juni 2011			

1] Bergingscapaciteit in regenwaterriolering					100%
Beschikbare volumepercentage leidingen/riolering					
		Diameter [mm]	Lengte [m]	Berging [m3/m]	Berging [m3]
Streng		300	320	0,07	23
Totale berging in regenwatersysteem					23

2] Wadi buiten het plangebied											
Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben				100% beschikbaar		Infiltratie bodem				1.731 m3/d	
Deelnamefactor wand in verband met vulling				50% beschikbaar		Infiltratie wanden				445 m3/d	
Doorlatendheid				1,0 m/d		Infiltratiecapaciteit totaal				2.176 m3/d	
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]				1,0		Infiltratiecapaciteit				90,6 m3/h	
						Bergingscapaciteit				559 m3	
						Bergingscapaciteit				53,7 mm	
						Ledigingstijd				6,2 uur	
	oppervlakte op insteekniveau	Maaiveldniveau	Drooglegging (insteek met waterniveau)	Bodemniveau	Omtrek lengte gemiddelde insteek plan	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 1	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 2	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 3	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 4	Omtrek lengte gemiddelde insteek 1 : 5	Totale lengte gemiddelde insteek
	[m2]	[m+NAP]	[m]	[m+NAP]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
wadi helling gem. 1 op 5	2.620	1,00	0,70	0,00	174,5						174,5
	Oppervlakte op bodemniveau	Wateroppervlakte bij maximale vulling	gemiddelde wateroppervlakte	Bergingscapaciteit	Infiltratieoppervlak wanden						
	[m2]	[m2]	[m2]	[m3]	[m2]						
wadi helling gem. 1 op 5	1.731	1.998	1.864	559	889						
	1.731	1.998	1.864	559	889						

3] Infiltratie-elementen

4] Bergend wateroppervlak

5] IT-riool							
Deelnamefactor bodem in verband met dichtslibben	60% beschikbaar			Infiltratie bodem	28 m3/d		
Deelnamefactor wand in verband met vulling	50% beschikbaar			Infiltratie wanden	47 m3/d		
Doorlatendheid	1,0 m/d			Infiltratiecapaciteit totaal	75 m3/d		
Veiligheidsfactor doorlatendheid [getal tussen 0 en 1]	1,0 -			Infiltratiecapaciteit	3,1 m3/h		
				Bergingscapaciteit	14 m3		
				Bergingscapaciteit	1,4 mm		
				Ledigingstijd	4,5 uur		
	Diameter [mm]	Lengte [m]	Holle ruimte [%]	Berging [m3/m]	Berging [m3]	Subtotaal bodemoppervlakte [m2]	Subtotaal wandoppervlakte [m2]
IT-riool t.b.v. afvoer naar infiltratievoorziening en overstort	300	200	100,0%	0,07	14	47	94
					14	47	94

OPM.Berekeningen uitgevoerd mbv regenduurlijn volgens Buishand en Velds, bewerkt door Bouwknegt en Gerlok 1988.

BIJLAGE IX
Documentatie

PP infiltratiekrat



DRAINTANK®

- Spoelbaar
- Inspecteerbaar
- Verkeersklasse A t/m F
- Geïntegreerde IT-buis

Een infiltratievoorziening opgebouwd uit DRAINTANK® infiltratiekratten kan reinigbaar en inspecteerbaar gemaakt worden door een aantal DRAINTANKS® met geïntegreerd spoeelement toe te passen. Door deze speciale DRAINTANKS® in de bovenste laag van de voorziening aaneen gekoppeld aan te brengen, ontstaat een streng infiltratiebuis, die boven door de voorziening loopt.

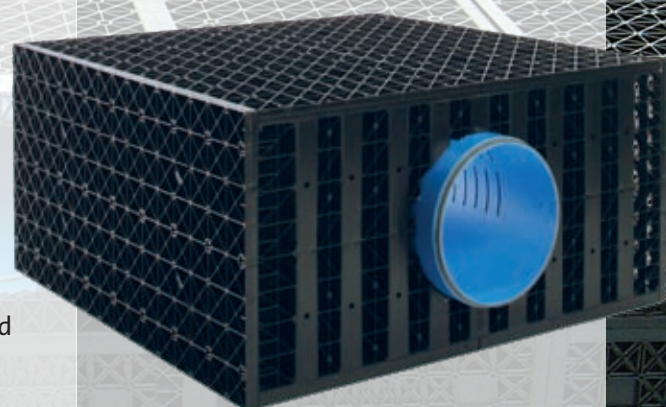
De geïntegreerde infiltratiebuis DN 250 mm, is 270° aan de bovenzijde gesleufd, hierdoor blijft het vuil onderin de buis liggen en spoelt het niet de voorziening in. Tijdens het doorspoelen van de voorziening is het vuil eenvoudig te verwijderen. Een omwikkeling van geotextiel voorkomt inspoeling van zand van buitenaf. Een vóór de voorziening geplaatste inspectieput (1 ex. per 2000 m² afgekoppeld oppervlak) fungeert als zandvangput en maakt camera-inspectie mogelijk. De heldere blauwe binnenzijde van de infiltratiebuis vergemakkelijkt deze camera-inspectie.

DRAINTANK® met spoeelement

Omschrijving	DRAINTANK® met spoeelement
Leverancier	Beuker Kunststoffen BV
Materiaal	Polypropreen
Kleur	Zwart/blauw
Spoeelement	IT-buis bovenzijde 270° gesleufd
Perforatie oppervlak	Ca. 95%
Open ruimte perc.	Ca. 95%
Volume	Ca. 272 liter per stuk
Installatiediepte	Afhankelijk van de toepassing, minimaal 30 cm/maximaal 4,2 m
Afmeting per unit	840 x 810 x 400 mm (lxbxh)

Bestekomschrijving

Polypropreen DRAINTANK®-infiltratiebox met spoeelement, fabrikaat Beuker Kunststoffen BV, met een afmeting van x x mm, opgebouwd uit boxen van 0,27 m², met een perforatieoppervlak van 95% en een openruimtepercentage van 95%.



BEUKER
kunststof leidingsystemen

Verticale infiltratie



De polypropreen (PP) infiltratiebuizen van Beuker Kunststoffen worden ook toegepast voor verticale infiltratie of diepinfiltratie. De infiltratiebuizen zijn inwendig glad en evenals de 'gewone' geprofileerde PP buizen robuust en slagvast door het gebruik van zeer hoogwaardig PP copolymeer.

De infiltratiebuizen hebben een standaardlengte van 6 meter, maar kunnen ook in iedere andere gewenste lengte geleverd worden. De infiltratiebuizen zijn groen (RAL 6024), leverbaar in de maten Ø 300 mm t/m Ø 800 mm (overige diameters op aanvraag), voldoen aan de EN 1852 en hebben de ringstijfheidsklasse SN 8.

Voor diepinfiltratie kunnen de buizen worden voorzien van een slagvaste PP bodem. Aansluitingen Ø 125 mm of Ø 160 mm zijn mogelijk en kunnen op het werk gemaakt worden. De infiltratiegaten worden van buitenaf rondom tussen de ribben aangebracht.

De infiltratiebuizen worden voorzien van een UV-gestabiliseerde omwikkeling. De omwikkeling is een PP/PE woven geotextiel (HF180) met een gewicht van 233 g/m², een waterdoorlaatbaarheid 70 l/m²/sec en een zanddoorlaatbaarheid 175 µm.

Bestekomschrijving

PP dubbelwandige infiltratiebuis voor diepinfiltratie, DN ... mm, lengte mm, rondom geboord (360°), klasse: SN 8, kleur groen RAL 6024. Omhulling HF 180, PP/PE woven geotextiel, 233 g/m², waterdoorlaatbaarheid 70 l/m²/sec, zanddoorlaatbaarheid 175 µm. Leverancier Beuker Kunststoffen BV.

DN MATEN

- Hoge perforatiegraad
- Hoge ringstijfheid
- Duurzaam
- Slagvaste PP bodem

300

400

500

600

800

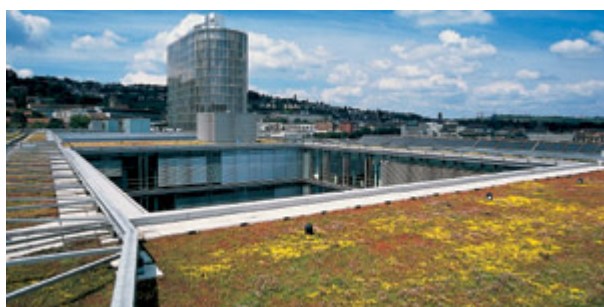
SN 8

 **BEUKER**
kunststof leidingsystemen

OVERZICHT SOORTEN VEGETATIEDAK



Gewicht: ca. 90-140 kg/m²
Laagdikte: 80 mm
Vegetatievorm: sedum-kruiden-grassoorten
Waterretentie: ca. 50-60 %



Gewicht: ca. 50 kg/m²
ca. 0.5 KN/m²
Laagdikte: 50 mm
Vegetatievorm: sedum-mos
Waterretentie: ca. 40-50 %



Gewicht: ca. 100-300 kg/m²
ca. 1.0-3.0 KN/m²
Laagdikte: 100-250 mm
Vegetatievorm: kruiden-grassoorten-sedum
Waterretentie: ca. 60-70 %



Gewicht: ca. 120-210 kg/m²
ca. 1.2-2.1 KN/m²
Laagdikte: 80-150 mm
Vegetatievorm: kruiden-grassoorten-sedum
Waterretentie: ca. 70-92 %



Gewicht: ca. 100-190 kg/m²
ca. 1.0-1.9 KN/m²
Laagdikte: 80-130 mm
Vegetatievorm: sedum-kruiden-gras
Waterretentie: ca. 40-70 %



Gewicht: ca. 320-570 kg/m²
ca. 3.2-5.7 kN/m²

Laagdikte: 260-450 mm

Vegetatievorm: vaste planten-heesters-gazon

Waterretentie: ca. 70-95 %



Gewicht: ca. 700-1300 kg/m²
ca. 7.0-13.0 kN/m²

Laagdikte: 600-1000 mm

Vegetatievorm: vaste planten-heesters-bomen

Waterretentie: ca. 95-99 %



Gewicht: ca. 250-700 kg/m²

Laagdikte: 120-400 mm



Gewicht: 50 kg /cassette

Laagdikte: 100-350 mm

Vegetatievorm: sedum-gras-kruiden/
vaste planten-heesters

Waterretentie: ca. 50-90 %



Gewicht: van ca. 100 kg/m²

Laagdikte: 80 mm

Vegetatievorm: sedum-kruiden

Waterretentie: ca. 50-60 %

BIJLAGE X

Bronnen en literatuur

1 Bronnen en literatuur

AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland Rijkswaterstaat; Adviesdienst Geo-informatie en ICT. (http://www.ahn.nl/viewer)
Alterra	Bodemkaart van Nederland, schaal 1: 50 000. (http://www.bodemdata.nl)
DGV	Grondwaterkaart van Nederland. Dienst Grondwaterverkenning TNO; augustus 1978.
ISSO	Publicatie 70-1; Hemelwater binnen de perceelsgrens. ISSO, Rotterdam, mei 2002.
Stiboka	Bodemkaart van Nederland, schaal 1: 50 000. Stichting voor Bodemkartering; 1975.
TD	Topografische Dienst Kadaster Top 25 to move; digitale topografische kaart 1:25000
TNO-NITG	INFORMATIE; december 2002. Landelijke karakterisatie topsysteem
TNO-NITG	REGIS, Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem. (Dinoloket: http://www.dinoloket.nl/)