

Waterparagraaf

**Brede Maatschappelijke Voorziening
te Velden**

Gegevens opdrachtgever:

Gemeente Arcen-Velden
Postbus 4300
5944 ZG ARCEN
Tel. 077 - 473 77 77

Contactpersoon:

Ir. R.P.L. Teeuwen

CSO Adviesbureau

Sleperweg 10
6222 NK Maastricht
Tel. 043 – 352 39 50
Fax 043 – 352 39 70

Contactpersonen:

Ing. J.S.C. Vaessens (Projectleider)
D. Duijsings, MSc.

Projectcode: 09B058

Rapportnummer: 09B058.R007.DD.LK

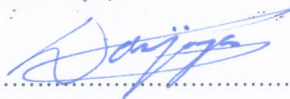
Versiedatum: 18 augustus 2009

Status: Definitief

Autorisatie

Opgesteld door:
D. Duijsings, MSc.
Adviseur Bodem

Handtekening:



.....

Akkoord bevonden door:
Drs. E. Schurink
Senior Adviseur

Handtekening:



.....

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
1.1	Algemeen.....	1
1.2	De watertoets	1
1.3	De procedure.....	2
2	Het project.....	3
2.1	Huidige situatie	3
2.2	Het plan	3
2.3	Bodemopbouw en geohydrologie	5
2.4	Infiltratiemetingen	5
2.5	Milieuhygiënische bodemkwaliteit	6
3	Berging van hemelwater	7
3.1	Inleiding	7
3.2	Uitgangspunten.....	7
4	Conclusies / aanbevelingen.....	10
	Geraadpleegde literatuur	11

Bijlagen

1. Achtergronden van het infiltratieonderzoek
2. Infiltratiecurves

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Gemeente Arcen en Velden heeft het voornemen om ter plaatse van het sportcomplex te Velden een Brede Maatschappelijke Voorziening (BMV) te realiseren. De ligging van de projectlocatie blijkt uit figuur 1. Ten behoeve van dit plan moet een projectbesluit worden opgesteld. In de ruimtelijke onderbouwing moet worden ingegaan op de wateraspecten van het plan. Hiertoe is voorliggende waterparagraaf opgesteld.



Figuur 1 Ligging projectlocatie

1.2 De watertoets

Eind 2000 heeft het kabinet het standpunt 'Anders omgaan met water' vastgesteld. Het op een andere manier omgaan met water én ruimte is nodig om in de toekomst bescherming te kunnen bieden tegen overstromingen en wateroverlast. Per 1 juli 2007 is de nieuwe Wet ruimtelijk ordening (Wro) in werking getreden. Tezamen met deze nieuwe wet is ook een nieuw Besluit ruimtelijke ordening (Bro) van kracht geworden. In het Bro is opgenomen dat zowel bij een bestemmingsplan als een projectbesluit een watertoets verplicht is zodat waterhuishoudkundige doelstellingen expliciet en op evenwichtige wijze in beschouwing worden genomen bij het opstellen van deze plannen. Vooroverleg over de wateraspecten van het plan tussen de initiatiefnemer en de waterbeheerders is verplicht.

De voor het plangebied voorgenomen bestemmingsplan vereist inzicht in de wijze waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishoudkundige aspecten. In onderhavig document worden de aspecten die vanuit waterhuishoudkundig oogpunt een rol spelen naar voren gebracht. Tevens wordt aangegeven hoe hiermee in de plannen wordt omgegaan.

1.3 De procedure

Het plangebied ligt binnen het beheergebied van het Waterschap Peel en Maasvallei, deze organisatie is verantwoordelijk voor het beheer van waterkwaliteit en waterkwantiteit. Het onderhoud aan de riolering wordt uitgevoerd door de gemeente. Uit de besluitvormingssystematiek van het waterschap blijkt dat indien het plan een verhard oppervlak van de nieuwbouw groter dan 1.000 m² omvat, een watertoets door zowel het betreffende waterschap als de gemeente moet worden uitgevoerd, ongeacht de wettelijke procedure die moet worden gevolgd om de planvorming te realiseren.

Gezien het feit dat de oppervlakte van de nieuwbouw groter is dan 1.000 m² dient deze waterparagraaf te worden voorgelegd aan zowel het waterschap Peel en Maasvallei als de gemeente Arcen-Velden.

Op 29 mei 2009 is telefonisch overleg gepleegd met de heer Middel van waterschap Peel en Maasvallei. Uit dit gesprek is naar voren gekomen dat het waterschap de voorkeur geeft aan infiltratie van hemelwater binnen de perceelsgrenzen. Indien deze infiltratie (deels) niet mogelijk is, geeft het waterschap de voorkeur aan tijdelijke berging bovengronds in een infiltratievoorziening. Indien het hemelwater in een bovengrondse infiltratievoorziening niet snel genoeg in de bodem kan infiltreren wordt een (nood)overstort op het gemeentelijk riool of omliggende groenvoorziening aanbevolen. Het waterschap geeft verder aan dat voor de dimensionering van de infiltratievoorzieningen rekening moet worden gehouden met een bui met een herhalingsstijd van eens per 10 jaar. Verder moet er een doorkijk worden gegeven naar een bui met een herhalingsstijd van eens per 100 jaar. De heer Middel heeft aangegeven dat niet al het hemelwater van een bui met een herhalingsstijd van eens per 100 jaar in de infiltratievoorziening hoeft te worden geborgen, maar dat wel bekeken moet worden hoe met dit hemelwater wordt omgegaan in een dergelijke situatie.

2 Het project

2.1 Huidige situatie

De ontwikkeling van de BMV zal plaatsvinden op een perceel van circa 2 hectare. Op de locatie is thans een sportcomplex aanwezig. Dit complex bestaat uit een aantal sportvelden, een sporthal, een kantine, kleedlokalen en enkele parkeerplaatsen. Figuur 2 toont een impressie van de huidige situatie van het terrein. In het verleden heeft het terrein altijd een agrarische functie gehad.



Figuur 2 Impressie van de huidige situatie van het terrein

Het hemelwater dat in de huidige situatie op het perceel valt, infiltreert deels in situ in de bodem en wordt deels afgevoerd via de gemeentelijke riolering

2.2 Het plan

Op het terrein zal een BMV worden gerealiseerd, welke plaats zal bieden aan onder andere een school, een kinderopvang en een gemeenschapshuis. De huidige sporthal zal worden behouden.

Een overzicht van het totale plan is weergegeven in figuur 3.



Figuur 3 Stedenbouwkundige indeling onderzoekslocatie

Figuur 3 toont de te bouwen ‘Brede Maatschappelijke Voorziening’, aan te leggen parkeerplaatsen, speelplaatsen en verschillende groenvoorzieningen. Tevens is aan de zuidwest kant van het perceel een infiltratievoorziening (buffer) gepland met een grootte van circa 600 m². De dimensionering van de infiltratievoorziening komt in paragraaf 2.4 aan de orde.

In het voorlopig ontwerp van de architect zullen de speelplaats en de parkeerplaatsen met tegels worden verhard, welke als halfverharding kunnen worden gezien. De weg die de parkeerplaatsen verbindt met de openbare weg zal worden geasfalteerd.

In tabel 1 wordt de bruto totale toename verhard oppervlak van de onderzoekslocatie (afgeleid uit figuur 3) weergegeven:

Tabel 1 Bruto toename verhard oppervlak

Deelgebied	Oppervlakte (m ²)
BMV (bebouwd, plat dak)	8.000
Verharding (excl. parkeren en asfalt)	7.400
Parkeren	1.000
Asfalt	1.200
Totaal	17.600

De bruto totale toename verhard oppervlak is 17.600 m².

2.3 Bodemopbouw en geohydrologie

Uit de Grondwaterkaart van Nederland, blad 52W, 52O, 58O, 60W (Dienst Grondwaterverkenning TNO, 1985) blijkt dat in de bovenste 10 meter van de bodem de Nuenen groep formatie aanwezig is, welke bestaat uit fijne zanden met plaatselijk een leembijmenging. Hieronder bevindt zich het eerste watervoerende pakket, welke bestaat uit grove zanden en grinden.

Het maaiveld op de onderzoekslocatie ligt op circa 20 m+NAP. De bodem tot een diepte van 5,5 m-mv bestaat uit matig siltig, matig grof, plaatselijk matig grindig zand. Tijdens het uitvoeren van het milieuhygiënisch veldwerk [CSO, 2008] is een grondwaterstand variërend tussen 3 en 4 m-mv waargenomen. De grondwaterstroming is westelijk, richting Maas, gericht. De Maas stroomt circa een kilometer ten westen van de onderzoekslocatie. De waterstand van de Maas heeft invloed op de grondwaterstanden binnen de onderzoekslocatie. Op de onderzoekslocatie zijn geen sloten aanwezig.

2.4 Infiltratiemetingen

Op 14 april 2009 is door CSO een infiltratieonderzoek uitgevoerd. Het doel van de infiltratiemetingen is het vaststellen van de doorlatendheid van de bodem.

Voor een uitgebreide beschrijving van het uitgevoerd infiltratieonderzoek wordt verwezen naar bijlage 1.

In totaal zijn 2 boringen verricht tot 3 m-mv. Het opgeboorde materiaal is beoordeeld op kleur, textuur, bijmenging(en) en eventuele bijzonderheden. De boorgaten zijn vóór aanvang van de proef met circa 10 liter water voorbenat (verzadigd).

De infiltratiecurves van het onderzoek zijn opgenomen in bijlage 2.

In tabel 2 staan de berekende K-waarden (Ksat) per proef weergegeven.

Tabel 2 *Verzadigde horizontale doorlatendheden (traject 0-2,0 m-mv)*

locatie	r (boorgat)	ln (h(t1))	ln (h(t2))	t1	t2	Ksat (m/dag)
I1	5	5,1	4	0,0	550,0	4,32
I1_duplo	5	5,18	4,4	0,0	410,0	4,11
I2	5	5	4	0,0	160,0	13,50
I2_duplo	5	5	3,5	0,0	275,0	11,78

De gemeten K-waarden van de genoemde bodemtrajecten variëren binnen het onderzoeksgebied tussen de **4,11** en **13,50 m/dag**. De verschillen in k-waarden kunnen mogelijk worden verklaard doordat bij de bodem van infiltratieboring 2 uit grover zand bestaat dan de bodem van infiltratieboring 1.

2.5 Milieuhygiënische bodemkwaliteit

Grond:

- In de bovengrond is ter plaatse van het asfaltpad een sterke verontreiniging met PAK aangetroffen, tevens zijn hier lichte verontreinigingen met cadmium, kobalt, zink, PCB en minerale olie aangetroffen;
- In de rest van de bovengrond zijn geen verontreinigingen aangetroffen;
- In de ondergrond zijn geen verontreinigingen aangetroffen;

Grondwater:

De licht tot plaatselijk matige verontreiniging met zware metalen in het grondwater (geval 4)¹ worden veroorzaakt door een diffuse verontreiniging die in Noord- en Midden-Limburg aanwezig is waarbij diffuus in de bodem aanwezige zware metalen in de bodem door verzuring in het grondwater terecht komen.

Rondom het onderzoeksgebied worden landbouwgewassen verbouwd en wordt vaak intensief bemest. Deze mest bevat vaak hoge concentraties zware metalen (dierlijke mest met name koper en zink en kunstmest met name cadmium). Zware metalen spoelen in een zure zandgrond snel uit naar het grondwater. Daarnaast kunnen van nature in de zandgrond aanwezige metalen uit de grond vrijkomen als de grond wordt bemest met nitraat- en fosfaatrijke mest (verdringingseffect). Deze ionen verdringen de aan de vast bodemdeeltjes gebonden metaalionen, spoelen uit en belasten het grondwater.

De plaatselijk aanwezige matige verontreiniging met nikkel in het grondwater houdt naar alle waarschijnlijkheid verband met de plaatselijke oxidatie van pyriet. Bij de oxidatie van pyriet kan nikkel, als één van de sporenelementen, in oplossing gaan. De geconstateerde verhoging van nikkelgehalten in het grondwater heeft in dit geval een natuurlijke oorsprong.

De plaatselijk aanwezige lichte verontreiniging met xylenen en naftaleen in het grondwater (geval 5)¹ is geen onbekend verschijnsel in Noord- en Midden-Limburg. Aangezien het grondwater verspreid in het gebied licht verontreinigd is en geen duidelijke puntbron binnen het gebied aan valt te wijzen, heeft deze verontreiniging hoogstwaarschijnlijk een diffuus karakter en geen eenduidige oorzaak.

De overschrijdingen van de streefwaarden van het grondwater voor cadmium en zink zijn minimaal. De oorzaak van deze lichte verontreinigingen is onbekend. Uit het vooronderzoek zijn geen mogelijke bronnen in de directe omgeving naar voren gekomen;

¹ Bron: diffuse verontreinigingen in de provincie Limburg, geval 4: “de grondwaterverontreiniging in Noord- en Midden Limburg als gevolg van verzuring” en geval 5 “de aromatenverontreiniging in Noord- en Midden-Limburg”, Tauw, november 1995, R3342549.GV4/EMK/IHU.

3 Berging van hemelwater

3.1 Inleiding

De Limburgse waterbeheerders hebben hun visie op het verantwoord afkoppelen neergelegd in de voorkeurstabel. Daarin wordt onderscheid gemaakt tussen oplossingen voor grondoppervlak en dakoppervlak.

Niet aankoppelen van hemelwaterafvoer heeft de volgende voordelen:

- minder overstort van verontreinigd rioolwater op oppervlaktewater;
- minder (schoon) regenwater wordt onnodig vermengd met afvalwater zodat eerstgenoemde niet in de zuiveringsinstallatie hoeft te worden gereinigd;
- het rioolstelsel kan (op de langere termijn) op kleinere debieten worden gedimensioneerd.

Daarnaast kan infiltratie van hemelwater in de bodem bijdragen aan een beperking van eventuele verdroging en draagt het bij aan het op peil houden van de voorraad schoon water.

Het uitgangspunt van het overheidsbeleid is afkoppelen, maar wel onder enkele voorwaarden:

- wateroverlast moet worden voorkomen;
- schoon hemelwater blijft schoon, en licht verontreinigd water wordt gezuiverd voordat het in de bodem wordt geïnfiltreerd;
- grondoppervlakken van bedrijven milieucategorie 3, 4 en 5 en daken waarop neerslag van stof- en roetdeeltjes kunnen terechtkomen, zullen in principe worden aangesloten op de riolering;
- als hemelwater niet kan worden geïnfiltreerd, dan mag vertraagd worden geloosd op oppervlaktewater met behulp van bijvoorbeeld een dynamische buffer.

3.2 Uitgangspunten

Het waterschap Peel en Maasvallei adviseert dat infiltratievoorzieningen moeten worden gedimensioneerd op een (meest belastende) regenbui met een herhalingsfrequentie van 10 jaar. Tevens adviseren zij een doorkijk te geven naar een bui met een herhalingsfrequentie van 100 jaar.

Uit het infiltratieonderzoek blijkt dat de doorlaatbaarheid van de bodem varieert binnen het plangebied. De bodem ter plaatse van infiltratiemeting 2 bestaat uit iets grover zand dan infiltratiemeting 1, wat het verschil in doorlatendheid tussen de infiltratiemetingen verklaart. Ter plaatse van de aan te leggen infiltratievoorziening is de bodemopbouw vergelijkbaar met de bodem bij infiltratiemeting 1.

Hierdoor wordt bij het dimensioneren van infiltratievoorzieningen in dit geval uitgegaan van een doorlatendheid (k-waarde), van 4,2 m/dag. De netto k-waarde waarmee gerekend zal worden bedraagt 2,1 m/dag, rekening houdend met een veiligheidsfactor van 2.

Het waterschap Peel en Maasvallei adviseert een infiltratievoorziening te dimensioneren op een meest belastende bui met een herhalingsstijd van 10 jaar. De totale hoeveelheid te bergen water is afhankelijk van het netto verhard oppervlak. In onderstaande tabel (tabel 4) is de hoeveelheid netto verhard oppervlak berekend.

Tabel 3 *Berekening netto verhard oppervlak*

Type oppervlak	Aangesloten oppervlak Ac (m ²)	Afvloeiingscoëfficiënt C	Gereduceerd oppervlak Ab (m ²)
BMV (platte daken)	8.000	0,85	6.800
Gesloten wegdek (asfalt)	1.200	0,85	1.020
Verharding en parkeren	8.400	0,8	6.720
Totaal oppervlak	17.600		14.540

Het netto verhard oppervlak waar verder mee gerekend zal worden bedraagt 14.540 m²

Ontwerpbui eens in de 10 jaar

De heer Middel van waterschap Peel en Maasvallei heeft een berekening uitgevoerd waarbij gebruik is gemaakt van de meest belastende T=10 bui. Hierbij is gebruikt gemaakt van een statische berekening, waarbij er dus tijdens de bui geen infiltratie optreedt. Verder is er alleen gerekend met wandinfiltratie, aangezien de mogelijkheid bestaat dat de bodem van de infiltratievoorziening dichtslibt en hier geen infiltratie meer mogelijk is. Uitgaande van een buffer van 600 m² en een diepte van 75 centimeter, zal de infiltratievoorziening circa 1 keer in per jaar of 1 keer in de twee jaar vollopen. Indien een waakhogte van 50 centimeter wordt aangehouden (dus een totale diepte van 125 centimeter) zal de infiltratievoorziening 1 maal per 10 tot 25 jaar vollopen. Een buffer met een oppervlakte van 600 m² met een diepte van 125 centimeter (waarvan 50 centimeter waakhogte) kan als voldoende worden gezien voor het bergen van het hemelwater.

Doorkijk naar ontwerpbui eens in de 100 jaar (80 mm in 2 dagen)

De totale hoeveelheid te bergen hemelwater bedraagt (80 mm * 14.540 m²) **1.163 m³**. Uitgaande van een infiltratievoorziening van 600 m² zou dit een maximale waterhoogte van (1.163 m³ / 600 m²) 1,93 meter betekenen. In deze extreme situatie zal de totale bergingscapaciteit van (600 m² * 125 centimeter) 750 m³ worden overschreden.

Dimensionering infiltratievoorziening

Het aanleggen van een infiltratievoorziening met een oppervlak van 600 m² en een totale diepte van 125 centimeter wordt als voldoende gezien voor het bergen van het hemelwater dat van het verhard oppervlak afstroomt. Hierbij valt tevens op te merken dat rekening is gehouden met een veiligheidsfactor van 2 voor de infiltratiecapaciteit en dat infiltratie van het bodemoppervlak van de infiltratievoorziening op nul is gesteld.

Naar verwachting zal de infiltratievoorziening in de praktijk meer water kunnen bergen dan de hierboven genoemde volumes.

In het uitzonderlijke geval dat de infiltratievoorziening vol zou lopen, zal het water niet direct voor problemen zorgen aangezien het dan in omliggende groenvoorzieningen overloopt. Dit zal tevens het geval zijn bij een T=100-bui. Hierbij zal de infiltratievoorziening vol raken en zal het overig water naar omliggende groenvoorziening overlopen. De verwachting is niet dat dit tot problemen zal leiden.

Gezien de tijdens het bodemonderzoek waargenomen grondwaterstanden van 3 tot 4 m-mv kan er van uit worden gegaan dat het grondwaterniveau het infiltreren van hemelwater in de bodem niet negatief zal beïnvloeden. De infiltratievoorziening zal namelijk meer dan een halve meter (conform de eis van het waterschap) boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) liggen. Zelfs in tijden van hoge grondwaterstanden als gevolg van een hoge stand van de Maas zal het grondwater het infiltreren van hemelwater in de infiltratievoorziening niet benadelen. De ruimte die in de plannen is gereserveerd voor het bergen van hemelwater (circa 600 m²) is voldoende. Binnen dit ruimtebeslag kan een infiltratievoorziening worden aangelegd die, conform het advies van het waterschap Peel en Maasvallei, gedimensioneerd is op het bergen van een t=10 bui.

In een nader ontwerp moet worden vastgesteld hoe het hemelwater van de daken naar de infiltratievoorziening moet worden geleid.

4 Conclusies / aanbevelingen

Gezien de inrichtingsplannen zal er een toename van het verhard oppervlak zijn met circa 17.600 m². De volgende punten moeten in acht worden genomen om de waterbelangen zoveel mogelijk “veilig te stellen”:

- Nieuwe verharde oppervlakken en daken van nieuwe panden niet aansluiten op de riolering, maar hemelwater infiltreren in de bodem;
- De infiltratiecapaciteit van de bodem ter plaatse van de geplande infiltratievoorziening is 4,2 m/dag. Volgens waterschap Peel en Maasvallei is dit ruim voldoende voor de aanleg van een infiltratievoorziening;
- In de huidige plannen is rekening gehouden met het bergen van hemelwater door middel van het aanleggen van een infiltratievoorziening in het zuidwesten van het plangebied van circa 600 m². Uit berekening van het waterschap blijkt dat een diepte van 1,25 meter ruim voldoende is voor het bergen van het hemelwater dat valt bij een t=10-bui;
- De verwachting is dat de infiltratievoorziening, met een grootte van 600 m² en een diepte van 1,25 meter, 1 maal per 10 tot 25 jaar zal vol- en overlopen. Dit water kan echter worden geborgen in de groenvoorzieningen rond de infiltratievoorziening;
- Tijdens een T=100-bui zal de infiltratievoorziening volledig vollopen, maar wordt geen overlast verwacht aangezien het overtollig water kan worden geborgen in omliggende groenvoorzieningen;
- De initiatiefnemer zorgt er voor dat de infiltratievoorziening voldoende gedimensioneerd zal zijn om een maximaal belastende bui te kunnen bergen;
- Een noodoverlaat naar het gemeentelijk riool is niet noodzakelijk, in het uitzonderlijke geval dat de infiltratievoorziening vol loopt, kan het overtollige water naar omliggende groenvoorzieningen wegstromen;
- Om regenwater dat ter plaatse van de daken wordt afgevoerd schoon te houden worden niet-uitlogende bouwmaterialen voor dakbedekking en regenwaterafvoer gebruikt.

In het bouwtechnisch plan, dat onderdeel gaat uitmaken van de aanvraag van de bouwvergunning, zal de initiatiefnemer de infiltratievoorziening nader detailleren, waarbij aandacht zal worden besteed aan de aard van de infiltratievoorziening, de toevoer van het dak naar de infiltratievoorziening en beheer. Tevens wordt aangeraden om een bodemfilter te plaatsen in de infiltratievoorziening om het water dat van de parkeerplaats afstroomt en hier mogelijk verontreinigd is geraakt met bijvoorbeeld gelekte olie of rubber, te kunnen filteren en reinigen.

Geraadpleegde literatuur

[CSO, 2009] Verkennend bodemonderzoek Schandelseweg 1 te Velden, Rapportnummer 09B058.R011.DD.LK, d.d. 10 augustus 2009.

**Bijlage 1: Achtergronden van het
infiltratieonderzoek**

Achtergronden bij de infiltratiecapaciteit van de bodem

De infiltratiecapaciteit van de ondergrond verschilt per type ondergrond. Bij de dimensionering van een infiltratievoorziening is het van belang uit te gaan van een zo correct mogelijke inschatting van de infiltratiecapaciteit. Infiltratietesten zijn een hulpmiddel om een inschatting te maken van de infiltratiecapaciteit van de ondergrond.

De ondergrond bestaat uit een onverzadigde en een verzadigde zone. De doorlaatbaarheid (of doorlatendheid of infiltratiecapaciteit) van beide zones wordt gekarakteriseerd door de hydraulische geleidbaarheid K . In de verzadigde zone is de hydraulische geleidbaarheid een constante (K_{sat}), in de onverzadigde zone is dit niet het geval. In de onverzadigde zone speelt de zuigcapaciteit van de bodem een belangrijke rol en is de hydraulische geleidbaarheid een functie van die zuigcapaciteit, die op haar beurt weer een functie is van het watergehalte van de bodem. Zo zal bij een initieel drogere bodem de infiltratiesnelheid groter zijn dan bij een initieel vochtige bodem. De infiltratiesnelheid zal afnemen naarmate het watergehalte in de bodem stijgt, totdat de bodem verzadigd raakt en de infiltratiesnelheid een constante waarde benadert.

De infiltratiecapaciteit van een droge bodem is veel groter dan de infiltratiecapaciteit van een volledig verzadigde bodem. Dit betekent dat het beter is te voorkomen dat de infiltratie leidt tot langdurige vernatting, omdat dit de effectiviteit van een infiltratievoorziening sterk vermindert. Bij de interpretatie van infiltratiemetingen als door ons uitgevoerd (“omgekeerde boorgatmethode”) wordt met bovengenoemde processen rekening gehouden. De capaciteit van een infiltratievoorziening verminderd met de tijd door dichtslibbing, een goede aanleg en onderhoud zijn noodzakelijk om de infiltratiecapaciteit te blijven garanderen.

De infiltratiecapaciteit van de bodem is tevens afhankelijk van de grondwaterstand. Met name in de winterperiode kunnen hoge grondwaterstanden voorkomen. De Europese Norm hemelwater binnen de perceelgrens [CEN, 2000, in voorbereiding] gaat uit van een minimale dikte van 0,70 meter onverzadigde zone boven het hoogste niveau van de grondwaterspiegel (GHG).

Uitgevoerd onderzoek

Om een representatief beeld van de doorlatendheid van de bodem binnen het plangebied te verkrijgen zijn twee infiltratieproeven ruimtelijk over het gebied verdeeld.

De boringen zijn doorgezet tot een diepte van 2 m-mv. Per boring is een boorbeschrijving conform NEN-5104 opgesteld. De positie van de in dit onderzoek verrichte boringen zijn ingemeten ten opzichte van een vast punt en op de plattegrond van kaartbijlage 1 weergegeven.

In het proefgat is een HDPE-filter van 2 meter geplaatst (volledig geperforeerd, diameter 63 mm). Het filtermateriaal zorgt ervoor dat het boorgat niet instort tijdens de proef. Allereerst is de grond rondom het filter verzadigd door een ruime hoeveelheid water via het filter te laten infiltreren, waarbij het boorgat enige tijd volledig vol water staat (voorbentten).

Nadat de bodem verzadigd is, is per boring een infiltratieproef uitgevoerd. Ter verificatie van de betrouwbaarheid van de resultaten is bij alle infiltratiemeting een duplo-bepaling uitgevoerd.

De uitgevoerde proef is een niet steady-state infiltratieproef (zogenaamde “omgekeerde boorgatmethode”) waarmee de verzadigde doorlatendheid wordt bepaald. Vanwege de praktisch zeer moeilijk uit te voeren steady-state proef (constant debiet en waterpeil) is gekozen voor de niet steady-state infiltratieproef waarbij het waterniveau in het boorgat afneemt in de tijd.

Bij de proef wordt het filter in het boorgat wordt wederom gevuld met water waarna door middel van een datalogger de snelheid wordt bepaald waarmee het water uit het boorgat de bodem in zakt. De datalogger (diver) meet maximaal elke twee seconden de hoogte van de waterkolom in het boorgat.

Op basis van de metingen wordt de doorlatendheid van de bodem bepaald. Daarnaast kan op basis van de spreiding in de doorlatendheid tussen de meetpunten worden bekeken hoe homogeen de bodem op de onderzoekslocatie is.

Berekening K-waarde

Het debiet van het water dat uit het boorgat de bodem inloopt volgt uit de volgende vergelijking van Darcy:

$$Q(t) = K * A(t) = -\pi * r^2 * \frac{dh}{dt}$$

met: K = doorlatendheid (m/sec)

A = oppervlakte waarover water infiltreert in de bodem (m²)

h = waterniveau in het boorgat (m)

t = tijd (s)

Integratie van deze vergelijking leidt tot de vergelijking:

$$K = \frac{r}{2} * \frac{-\Delta(\ln(h(t)))}{\Delta(t)}$$

Beide vergelijkingen veronderstellen dus een lineair verband tussen ln(h) en de tijd. Dit blijkt voor deze metingen inderdaad op te gaan. In de in bijlage 4 opgenomen grafieken is ln(h) tegen de tijd uitgezet. De mate waarin het lineair verband aanwezig is wordt door middel van de regressie lijn (rode lijn) weergegeven.

De berekening van de hydraulische geleidbaarheid in de verzadigde zone (K_{sat}), opgenomen in tabel 3, volgt uit de onderstaande vergelijking (die is afgeleid van bovenvermelde vergelijking van Darcy):

$$K_{sat} = \frac{r}{2} * \frac{(\ln(h(t1)) - \ln(h(t2)))}{(t2 - t1)}$$

K_{sat} = verzadigde horizontale doorlatendheid

r(boorgat) = Straal boorgat (cm)

h(t1) = hoogte waterkolom op t=1 (cm)

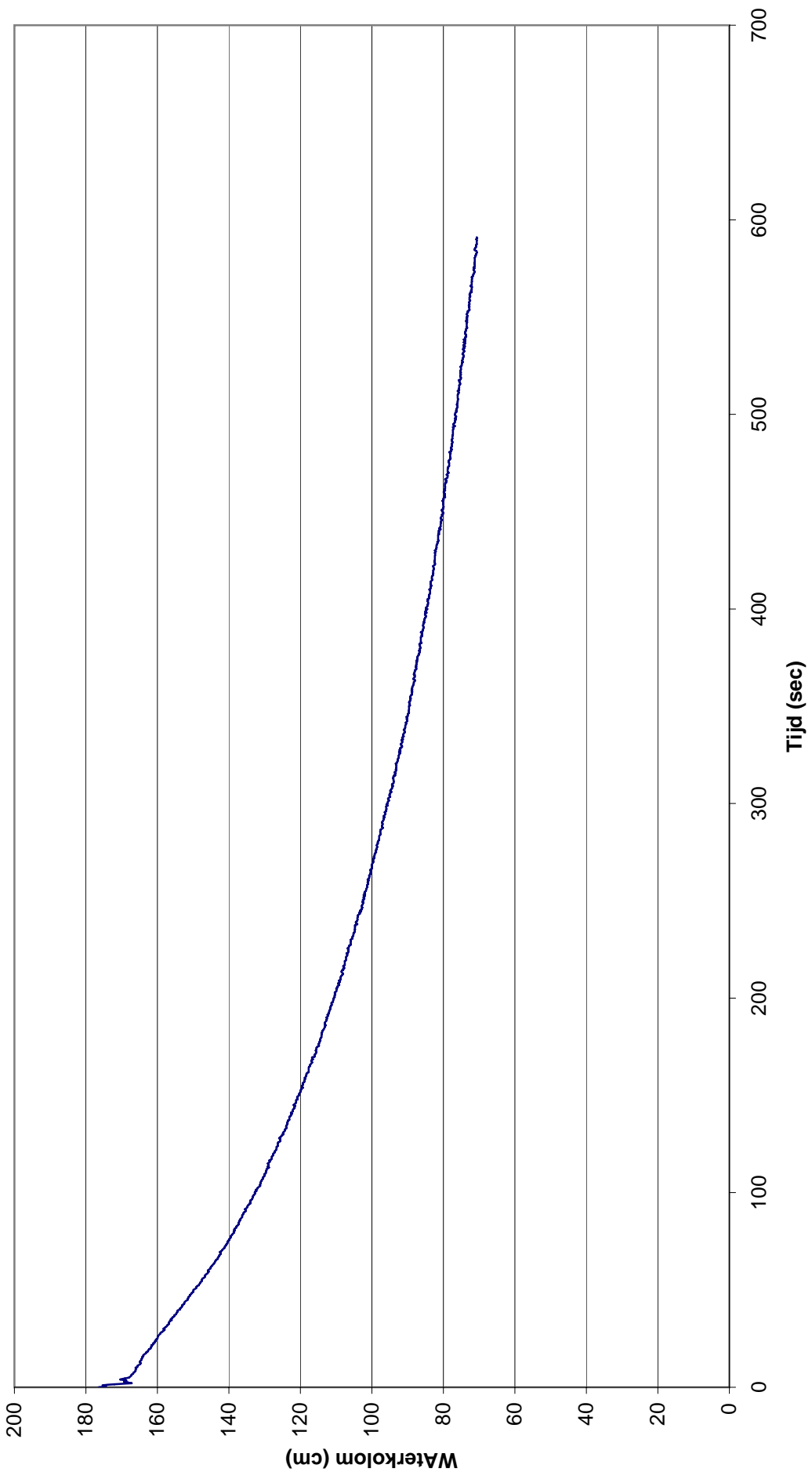
h(t2) = hoogte waterkolom op t=2 (cm)

t1 = tijdstip begin van de meting (sec)

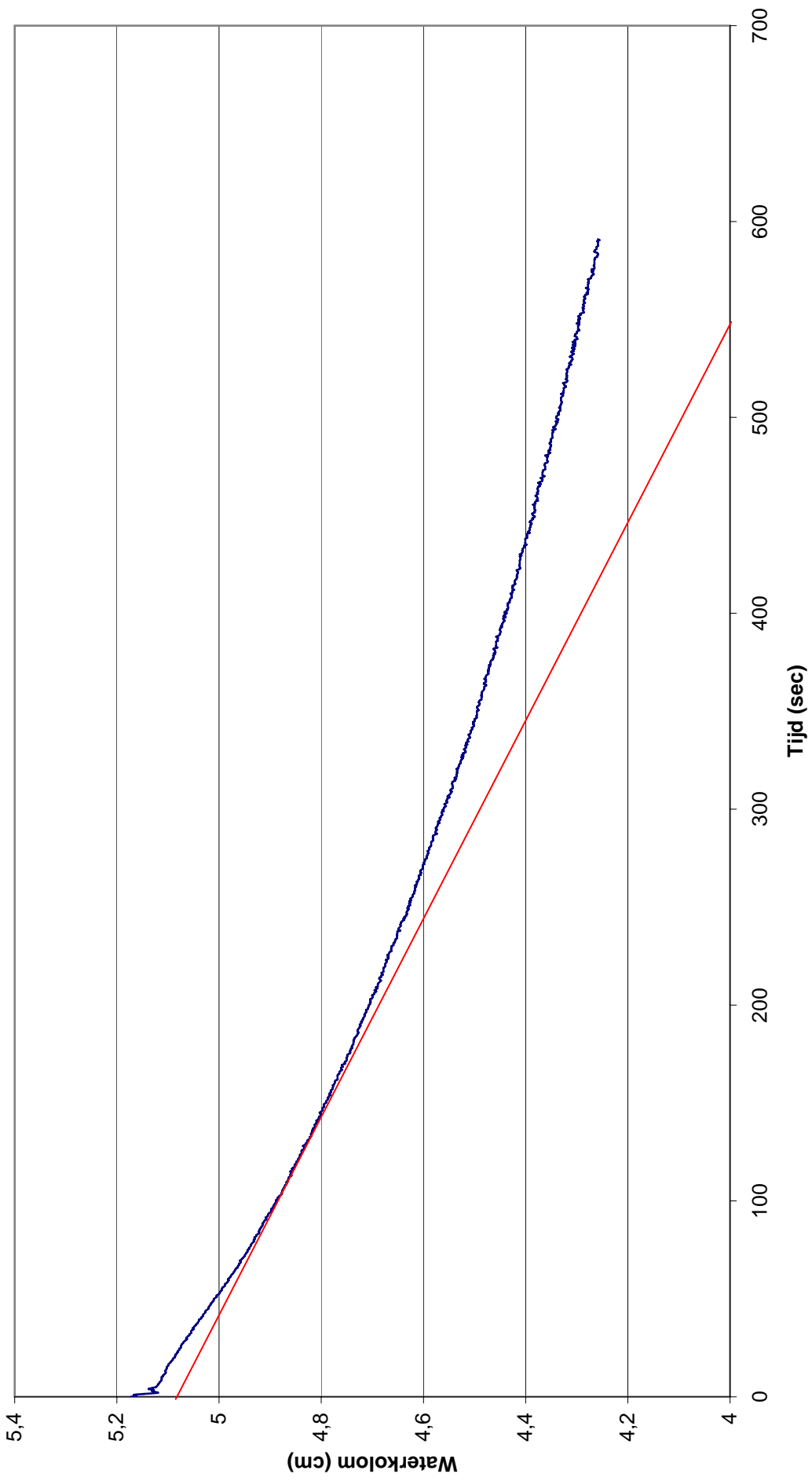
t2 = tijdstip einde van de meting (sec)

Bijlage 2: Infiltratiecurves

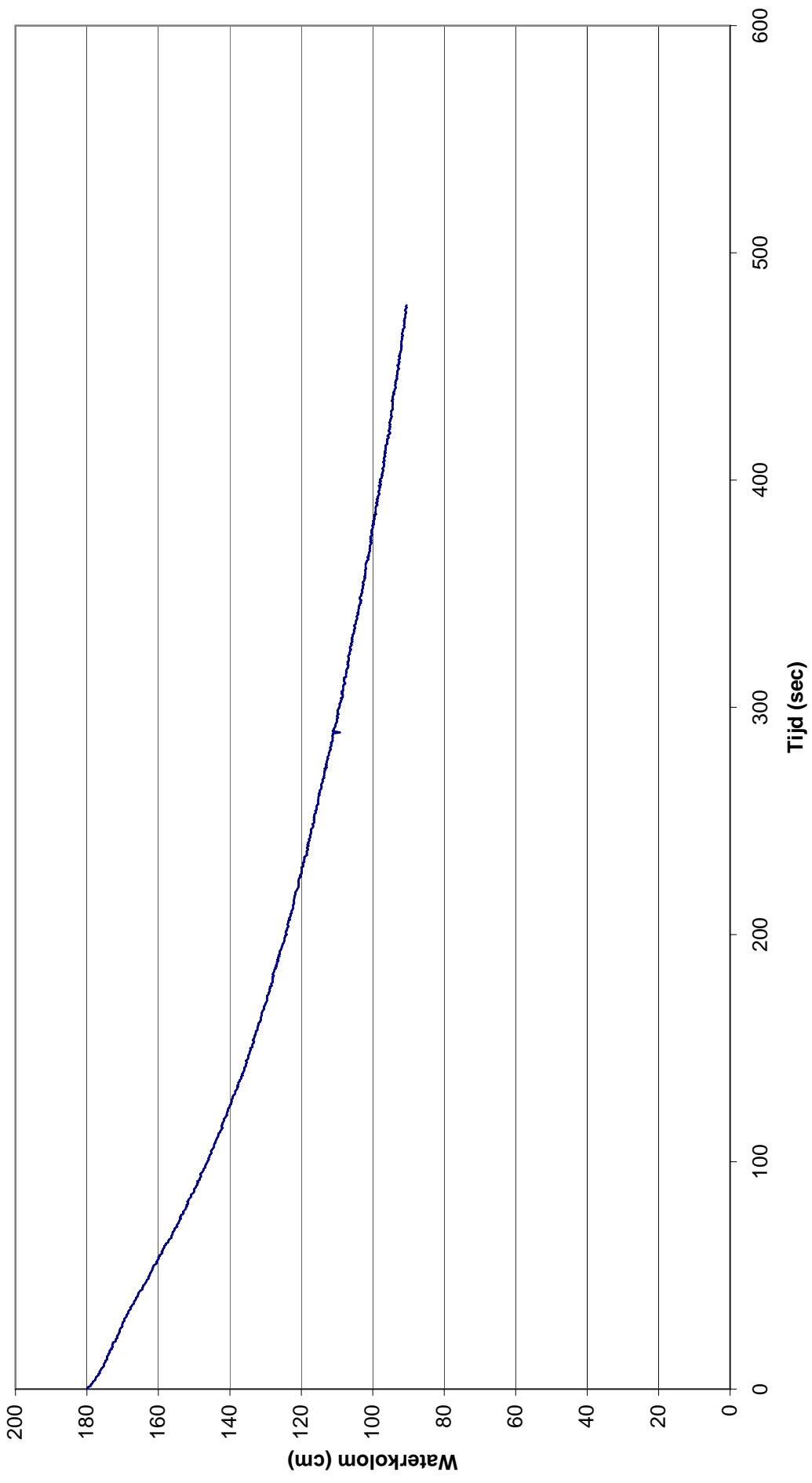
Infiltratiemeting I1



Infiltratiemeting I1



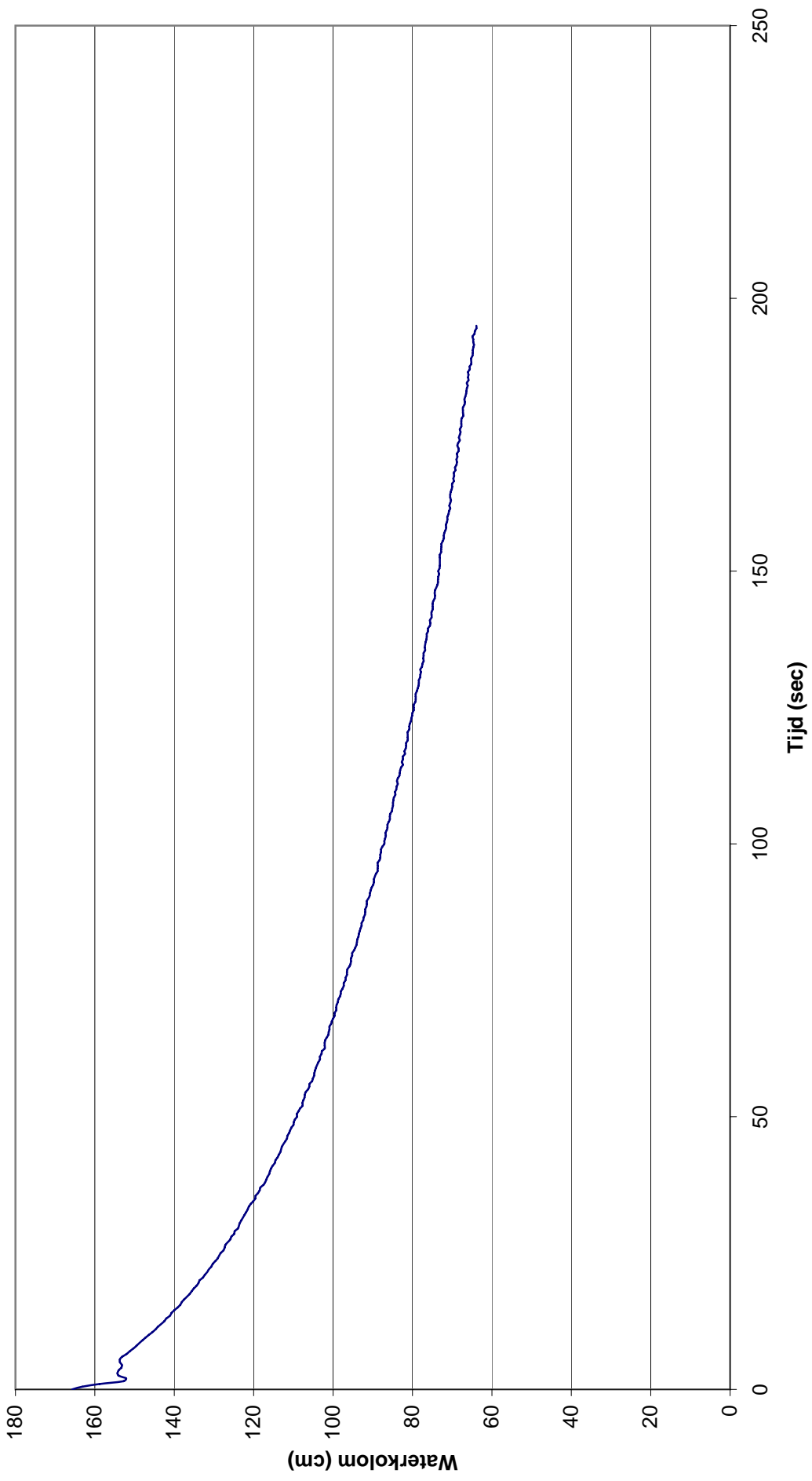
Infiltratiemeting I1 Duplo



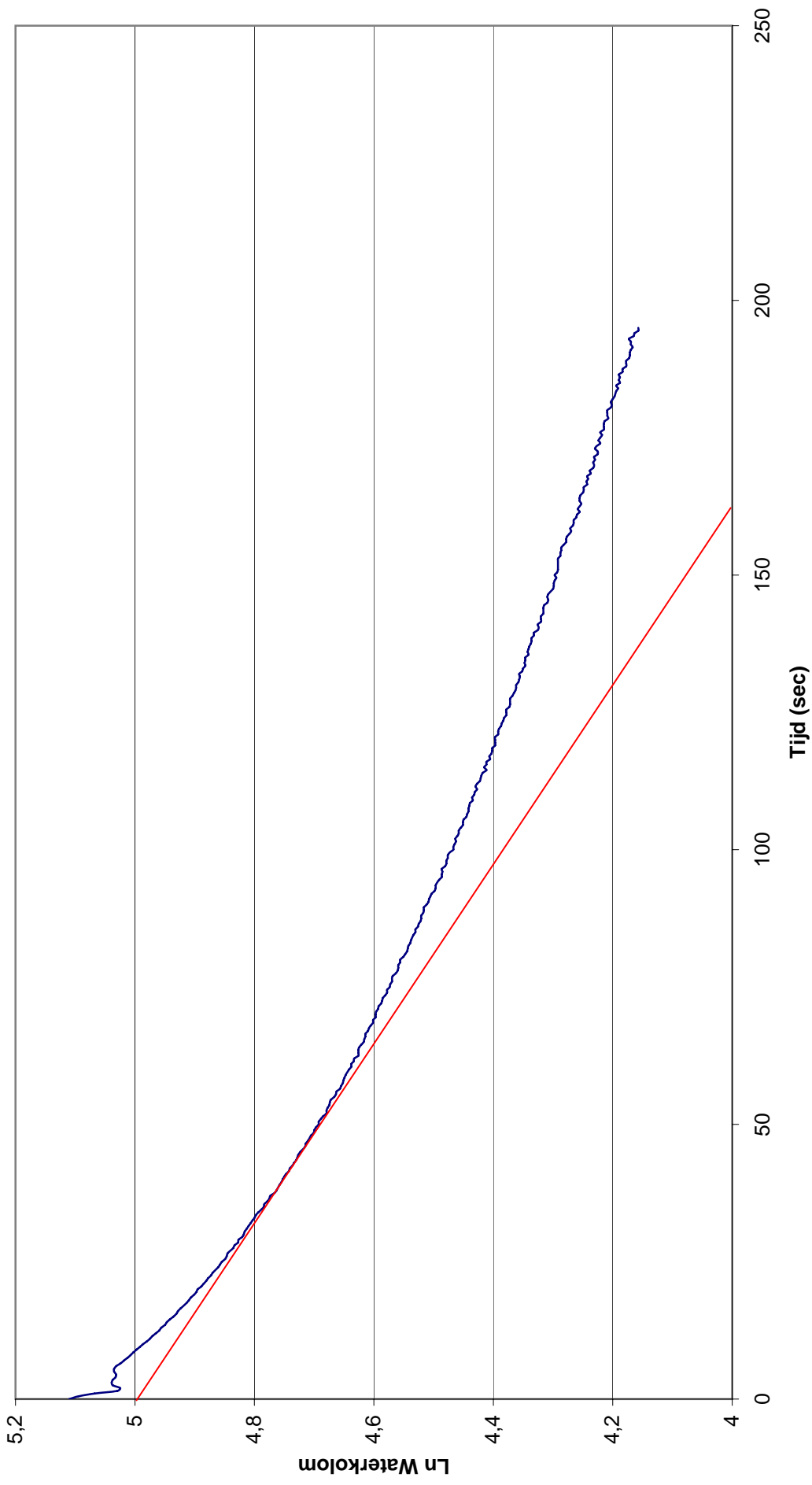
Infiltratiemeting I1 Duplo



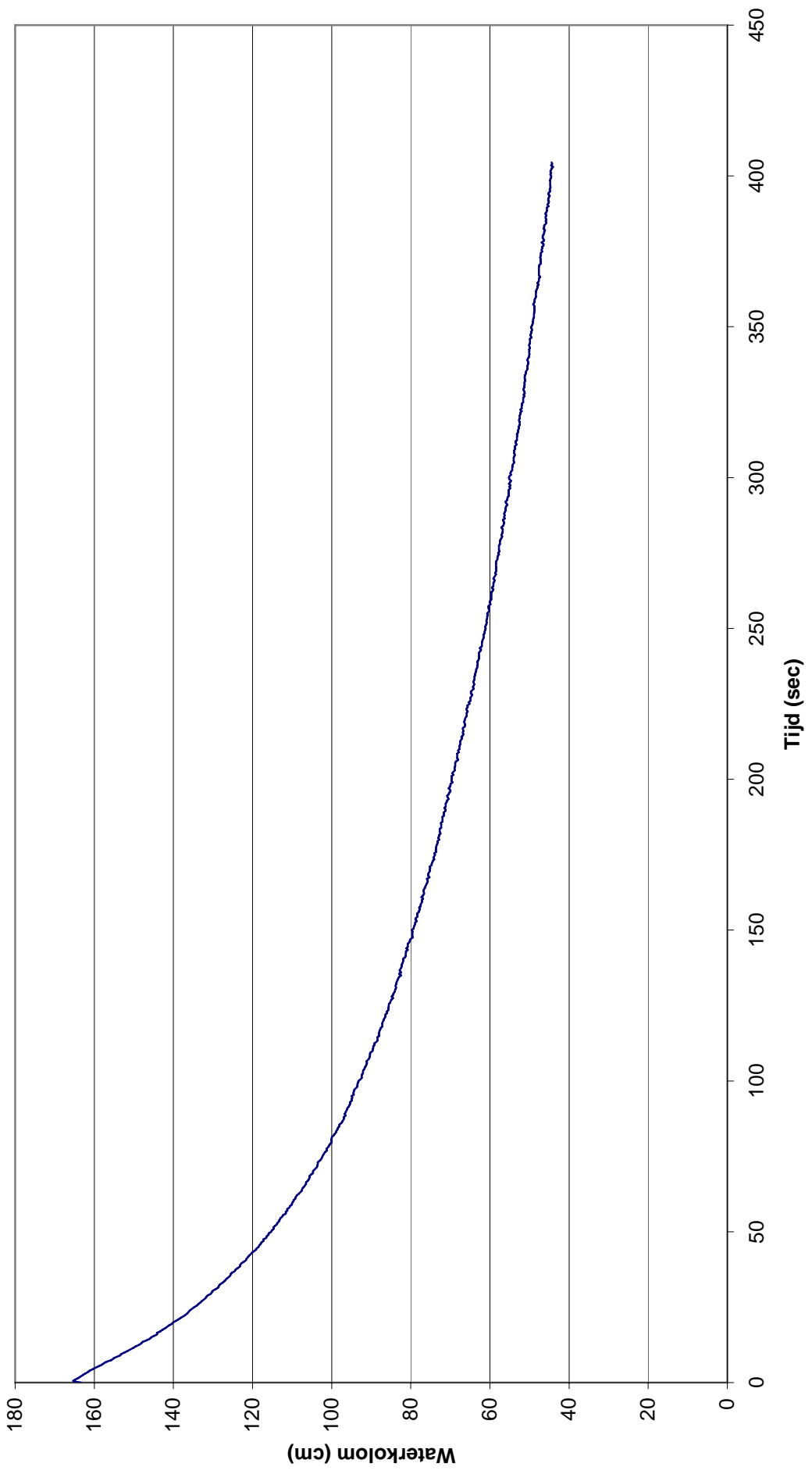
Infiltratiemeting I2



Infiltratiemeting I2



Infiltratiemeting I2



Infiltratiemeting I2 Duplo

