

Rapport

**Waterhuishoudkundig plan
"Ontwikkeling Druten-Oost"
te Druten**

Revisiedatum: 15 mei 2012



Rapport

**Waterhuishoudkundig plan
"Ontwikkeling Druten-Oost"
te Druten
Revisiedatum: 15 mei 2012**

Opdrachtgever : Ontwikkelingsmaatschappij Druten Oost CV
Postbus 4
5386 ZG GEFFEN

Datum : 20 november 2009

Projectnummer : K08141

Opgesteld door : ir. H. den Toom
ing. H.W. Boom

Geautoriseerd : ing. M. Boot

Projectleider : ing. M. Boot

Gezien :

Postbus 154
6660 AD Elst (GLD)
Tel. 0481 - 37 71 65
Fax. 0481 - 37 72 42

Technische samenvatting

In opdracht van de Ontwikkelingsmaatschappij Druten-Oost C.V. is dit waterhuishoudkundig rapport opgesteld voor de woningbouwontwikkeling 'Druten-Oost' te Druten. In onderstaande opsomming zijn beknopt de belangrijkste uitgangspunten en ontwerpcriteria ten aanzien van de waterhuishouding weergegeven. Voor gedetailleerde uitwerking wordt verwezen naar de hoofd rapportage.

Bestaande situatie

- Projectgebied is gelegen aan de oostzijde van Druten, aan de rand van de woonkern. De noordzijde van het plangebied grenst aan de primaire waterkering (Waalbandijk), de zuidzijde grenst aan de Van Heemstraweg;
- Huidige maaiveldhoogte plangebied bedraagt globaal 6,7 tot 7,1 m + NAP. Dijktafelhoogte primaire waterkering ca. 13,2 m + NAP; wegpeil Van Heemstraweg ca. 7,4 m + NAP;
- Binnen het plangebied zijn B- en C-watergangen gelegen, de zuidzijde grenst aan een A-watergang. Centraal in plangebied liggen tichelgaten, deze hebben de deklaag niet geheel doorsneden;
- Peilbeheer waterschap: zomerpeil 5,80 + NAP, winterpeil 5,55 m + NAP In droge perioden kan geen water worden ingelaten;
- Globale bodemopbouw: deklaag (kleilagen) tot ca. 1,0 tot 5,0 m - mv. Vanaf onderzijde deklaag tot ca. 45 m-mv grofzandige lagen;
- Verloop GHG binnen plangebied: aan de zuidgrens (nabij Van Heemstraweg) ca. 6,2 m + NAP, ter hoogte van de tichelgaten ca. 6,3 m + NAP, geleidelijk oplopend naar 6,7 m + NAP nabij primaire waterkering;
- Tijdelijk hoge grondwaterstanden (tijdens T = 10 hoogwatergolf) in het afdekkende pakket: verlopend van ca. 7,5 m + NAP (ca. 30 m vanaf primaire waterkering) tot ca. 6,5 m + NAP (ca. 150 m vanaf primaire waterkering). Plaatselijk kan, vanwege de variërende dikte van de deklaag, de stijghoogte afwijken.

Eisen en randvoorwaarden

- Ontwateringsnormen en droogleggingseisen:

	T = 1	T = 10 + 10%	T = 100 + 10%	Rivierkwel * T = 2 + 10% winter T = 10 Rivier
Ontwatering t.o.v. bouwpeil (zonder kruipruimte)	0.5 meter	0.3 meter	-	0.3 meter
Ontwatering t.o.v. bouwpeil (met kruipruimte)	0.9 meter	0.6 meter	-	0.6 meter
Ontwatering t.o.v. straatpeil	0.7 meter	0.4 meter	-	0.4 meter
Drooglegging t.o.v. Bouwpeil	1.3 meter	1.0 meter	0.3 meter	1.0 meter
Drooglegging t.o.v. straatpeil	1.0 meter	0.7 meter	0.0 meter	0.7 meter

* Indien rivierkwel wordt vermoed.

- Bergingseisen: bui T = 10 + 10%, bui T = 100 + 10% en T = 2 (+ 10%) winterbui i.c.m. T = 10 rivierkwel;
- Zowel huidige als toename van kwel dient te worden geborgen in de retentievoorziening;
- Maximale afvoernorm (landelijk gebied): 1,5 l/s.ha (gerekend over toename verharde oppervlakte)
- Te dempen watergangen dienen te worden gecompenseerd;
- Er mag geen grondwater permanent worden afgevoerd (drainage boven GHG);
- Binnen de beschermingszone van de primaire waterkering gelden aanvullende eisen (zie rapportage).

Ontwerpcriteria

- Toekomstige aanleghoogte straatpeil varieert van ca. 7,0 tot ca. 8,1 m + NAP;
- Toekomstige aanleghoogte vloerpeil varieert van ca. 7,2 tot ca. 8,4 m + NAP;
- Het plangebied wordt, i.v.m. optredende grondwaterstanden, behoud van de deklaag en het Profiel van Vrije Ruimte, zoveel mogelijk opgehoogd;
- De deklaag wordt zo min mogelijk doorsneden. Daar waar de deklaag (door riolering) wordt doorsneden of minder dan 0,5 m klei resteert, worden bentonietmatten toegepast;
- In de cunetten van de wegen worden drainageleidingen aangelegd. Op de percelen wordt het aanleggen van drainerende voorziening wenselijk geacht;
- Waar mogelijk wordt hemelwater oppervlakkig afgevoerd naar de retentievoorzieningen. Daar waar oppervlakkige afvoer technisch moeilijk realiseerbaar is, wordt een ondergronds HWA-stelsel aangelegd;
- De retentievoorzieningen betreffen de tichelgaten, verbreding van bestaande watergangen en de aanleg van een wadi;
- Er wordt een debietregulerende constructie toegepast in de vorm van een stuw met knijpconstructie, om kwel en hemelwater binnen het plangebied vast te kunnen houden;
- De te realiseren retentievoorzieningen binnen de planlocatie zijn (ruim) voldoende gedimensioneerd om aan de kwantitatieve bergingseisen van het waterschap te voldoen (zie onderstaande tabel);

Type bui	Benodigde berging	Beschikbare berging	
T = 10 + 10%	5.647 m ³	9.535 m ³	Voldoet
T = 100 + 10%	8.221 m ³	30.430 m ³	Voldoet
T = 2 + 10% winterbui i.c.m. T10 Waalstand	4.467 m ³	9.430 m ³	Voldoet

- Binnen het plangebied wordt een DWA-stelsel aangelegd met een tweetal opvoergemalen. De persleiding vanuit het plangebied wordt aangesloten op een inspectieput van het bestaande gemengde rioolstelsel in de Stationsstraat (ten noordwesten van het plangebied) te Druten.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Opdracht	4
1.2	Omschrijving bestaande situatie	4
1.3	Omschrijving nieuwbouwplan	6
1.4	Geohydrologisch onderzoek	6
2	Uitgangspunten	8
2.1	Ontwerprichtlijnen	8
2.2	Duurzaamheidsthema's	8
2.3	Overleg	8
2.4	Randvoorwaarden en aandachtspunten t.a.v. ontwerp waterhuishouding	8
3	Kwel	11
3.1	Nieuwe terreinhoogten	11
3.2	Behoud deklaag en drainage	12
3.3	Bestaande kwel	13
4	Ontwerp hemelwaterafvoersysteem	14
4.1	Keuze en toelichting HWA-afvoersysteem	14
4.2	Peil- en afvoerbeheersing	15
4.3	Uitgangspunten t.b.v. hydraulische berekeningen	16
4.4	Dimensionering stelsels	17
4.5	Gevolgen ontwikkelingen Afferdense en Deestse Waarden	18
4.6	Berekening aanwezige kwalitatieve berging	18
5	Droogweerafvoersysteem	20
5.1	Uitgangspunten	20
5.2	Dimensionering	20
5.3	Bodemverhang	20

Bijlagen

- I Retentieberekening $T = 10 (+10\%)$, $T = 100 (+10\%)$ en $T = 2 (+10\%)$ incl. rivierkwel
- II Notitie N001-4576899DRT-hmh-V01 d.d. 31 augustus 2009, Tauw
- III Notitie 'Analyse grondwaterstanden i.r.t. aanlegpeilen' d.d. 3 februari 2012, BOOT organiserend ingenieursburo
- IV Rapportage 08.0983A/1112/gvr d.d. 12 november 2008, Koops & Romeijn Grondmechanica
- V Ontwerpaspecten wadi's
- VI Tekening K08141-002; bladen 01, 02, 03, 04, 05, 06 en 11 d.d. 15 mei 2012

Supplementen

- VII Ontwikkeling woongebied "De Waarden" d.d. 29 april 2008, Tauw
- VIII Druten-Oost grondwatermodellering d.d. 14 mei 2012, Tauw

1 Inleiding

1.1 Opdracht

In opdracht van de Ontwikkelingsmaatschappij Druten-Oost C.V., een samenwerkingsverband tussen de gemeente Druten en Van Wanrooij Projectontwikkeling, wordt het woningbouwplan Druten-Oost civieltechnisch begeleid door BOOT organiserend ingenieursburo.

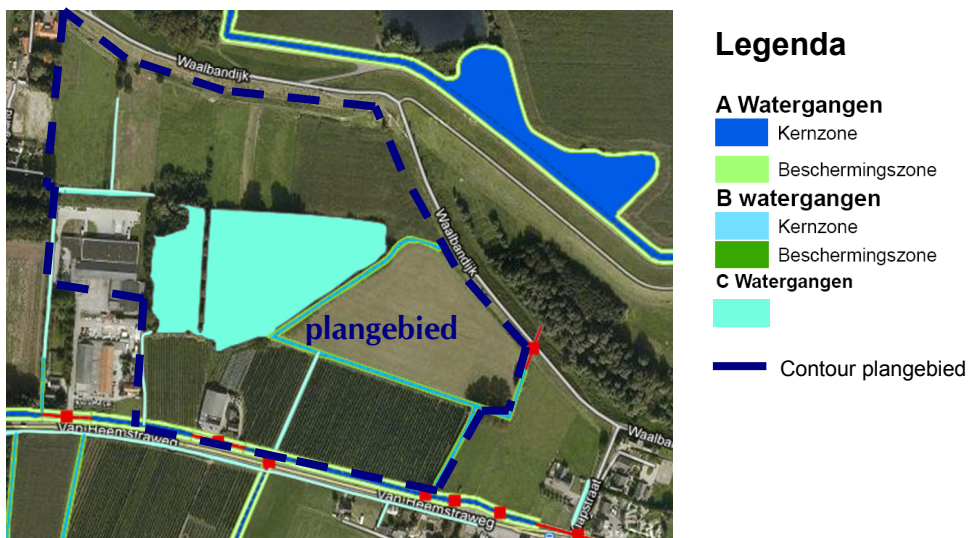
1.2 Omschrijving bestaande situatie

Het plangebied is gelegen aan de oostgrens van de bebouwde kom van Druten en wordt globaal omsloten door de Van Heemstraweg, het Kerkeland, de Laan van Klein Afferden, het Hoogland en de Waalbandijk.

Het gebied heeft grotendeels een agrarische functie: boomgaarden en weilanden. De nabij de tichelgaten gelegen bebouwing (Van Heemstraweg 47a) en de woning (Van Heemstraweg 39) met de bijbehorende schuren zullen worden gesloopt (voor oppervlakken zie bijlage VI, blad 01).

De huidige maaiveldhoogte van het plangebied bedraagt globaal 6,7 tot 7,1 m + NAP. De Waalbandijk heeft een hoogte van ca. 13,2 m + NAP; de Van Heemstraweg ligt op ca. 7,4 m + NAP.

Binnen het plangebied zijn B- en C-watrgangen gelegen; langs de Van Heemstraweg en de zuidwestelijke grens van het plangebied zijn A-watrgangen aanwezig (zie figuur 1). Volgens opgave van het waterschap wordt een gemiddeld zomerpeil gehandhaafd van 5,80 + NAP en een gemiddeld winterpeil van 5,55 m + NAP. Het overtollig grond- c.q. hemelwater stroomt middels duikers onder de Van Heemstraweg af in zuidelijke richting. In droge perioden kan geen water worden ingelaten.



Figuur 1; legger wateren waterschap Rivierenland

In het plangebied zijn tevens tichelgaten (oude kleiwinputten) aanwezig, die in de huidige situatie niet in verbinding staan met het watersysteem van het waterschap. De tichelgaten zijn door het waterschap echter wel aangewezen als C-status. De bodemhoogten van deze tichelgaten variëren tussen 4,2 en 4,9 m + NAP. De waterstand in de tichelgaten is variabel en reageert, volgens rapportage van Tauw d.d. 29 april 2008 (supplement VII), niet één op één mee met de waterstanden in de Waal. Tussen juni 2006 en juli 2009 varieerde de (grond-)waterstand tussen ca. 5,4 en 6,2 m + NAP (zie peilbuisgegevens in aanvullende notitie Tauw; bijlage II). Het verschil in hoogste en laagste waterstand van de Waal ter hoogte van Dodewaard was in deze periode meer dan 7 m. In het rapport van Tauw d.d. 29 april 2008 (supplement VII) wordt geconcludeerd, dat de tichelgaten de deklaag niet geheel hebben doorsneden.

Vanaf het maaiveld zijn overwegend kleilagen aangetroffen tot een diepte van circa 1,0 tot 5,0 m beneden maaiveld. Hieronder zijn veelal grofzandige lagen aanwezig tot een diepte van 45 m-mv. Door

de aanwezigheid van stroomgordels (zandbanen) kan de dikte van de deklaag soms zeer beperkt zijn. Binnen het plangebied is dit met name in het zuidelijke deel het geval. Bij handboringen leverden alle boringen binnen een afstand van ca. 100 m vanaf de Van Heemstraweg beperkte kleidikten op (ca. 1 à 1,5 m – m.v.). De toplaag betreft een natuurlijke afdichtende kleilaag, die een remmende werking heeft m.b.t. kwel. Infiltratie van hemelwater is hierdoor in de bestaande situatie niet tot nauwelijks aan de orde.

Analyse grondwaterstanden

Door zowel ingenieursbureau Tauw als Koops & Romeijn Grondmechanica is, ter bepaling van de optredende grondwaterstanden, hydrologisch onderzoek uitgevoerd. Vanwege de doorlooptijd van het project en de daaruit voortvloeiende voortschrijdende inzichten, zijn er diverse rapportages en notities opgesteld. Hieronder is, zoveel mogelijk in chronologische volgorde, een overzicht weergegeven van de relatie tussen de bijlagen en supplementen van dit rapport.

- Door Tauw is in 2008 een grondwatermodel gepresenteerd (zie rapport 29 april 2008, supplement VIII), waarin de grondwaterstanden voornamelijk zijn gebaseerd op peilbuisgegevens op de planlocatie (meetreeks november 2005 – januari 2007), peilbuisgegevens van NITG-TNO in de directe omgeving van het plangebied, waterstanden van rivier de Waal en aannames o.b.v. van door het waterschap gehanteerde waterpeilen in de watergangen binnen en rondom het plangebied;
- Koops & Romeijn Grondmechanica heeft, ter controle op de bovengenoemde rapportage van Tauw, de GHG in het afdekkende pakket per grondboring vastgesteld op basis van hydromorfe kenmerken (zie rapport d.d. 12 november 2008, bijlage IV);
- Vanwege de relatief korte meetreeks in de geplaatste peilbuizen binnen het plangebied, is hierop door Tauw een aanvullende notitie geschreven (notitie d.d. 31 augustus 2009, zie bijlage II) met presentatie van de uitgebreidere meetreeks (november 2005 – juli 2009);
- In januari 2011 zijn door BOOT organiserend ingenieursburo tijdens de hoogwatergolf (bij benadering $T = 10$) de grondwaterstanden in de peilbuizen van Tauw opgenomen. Deze zijn weergegeven en beoordeeld in de notitie d.d. 3 februari 2012 (zie bijlage III);
- Op basis van voorgenoemde aanvullende meetgegevens van de peilbuizen en gewijzigd inzicht in de ontwateringsbasis van de watergangen binnen het plangebied, is het grondwatermodel van Tauw bijgesteld, de wijzigingen zijn beschreven in het aanvullende rapport 'Druten-Oost grondwatermodellering' d.d. 14 mei 2012 van Tauw (zie supplement VIII). Dit geactualiseerde grondwatermodel levert tevens de onderbouwing van de in dit rapport gehanteerde vloer- en wegpeilhoogten, nader omschreven in §3.1;
- Hieronder zijn (zoveel mogelijk) de relevante conclusies verwoord van bovengenoemde rapportages

Bepaling GHG

De stijghoogten van het grondwater in het eerste watervoerend pakket worden sterk beïnvloed door de ligging van de Waal. Tauw heeft een peilbuis door het afsluitende kleipakket geboord, twee boringen in een zandbaan en de overige peilbuizen in het afsluitende pakket als vermeld in rapport d.d. 29 april 2008 (supplement VII, paragraaf 2.3). Overigens blijken de gegevens van de door het kleipakket geboorde peilbuis (pb1) nagenoeg overeen te komen met die van de naastgelegen tot in de afsluitende kleilaag geboorde peilbuis (pb7). Dit kan duiden op een (plaatselijk) geringe weerstand van de deklaag.

Uit grondwaterstandsmetingen in deze peilbuizen (meetreeks november 2005 - juli 2009) wordt door Tauw (zie bijlage II) een Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) afgeleid als hoogst gemeten grondwaterstand in deze periode. De hoogste grondwaterstanden worden bereikt in het noorden van het plangebied (GHG ca. 6,75 à 7,25 m + NAP). In het centrale en zuidelijke deel van het plan is dit globaal 6,0 m + NAP, in het oostelijk deel is deze ca. 6,5 m + NAP.

In november 2008 is door Koops & Romeijn Grondmechanica uit handboringen (aan de hand van hydromorfe kenmerken, zie bijlage IV) tevens een GHG afgeleid van ca. 6,05 m + NAP aan de zuidzijde van het plangebied (ca. 0,70 m – mv.), oplopend tot ca. 6,20 m + NAP direct ten noorden van de tichelgaten (ca. 0,65 m – mv.). Langs de teen van de dijk is een GHG aangetroffen van ca. 6,70 m + NAP (0,55 resp. 0,85 m – mv.).

Bepaling stijghoogten grondwater bij T = 10 rivierstand (bij benadering)

Tijdens de hoogwatergolf in januari 2011 (benaderd een T = 10 hoogwatergolf) zijn de stijghoogten van het grondwater in de genoemde peilbuizen door BOOT organiserend ingenieursburo gemeten. De uitkomsten hiervan zijn weergegeven in tabel 1.1 en afkomstig uit de notitie d.d. 3 februari 2012 (zie bijlage III).

Tabel 1.1 Grondwaterstanden bij T = 10 rivierstand in relatie tot afstand tot primaire waterkering

PEILBUIS	AFSTAND TOT WATERKERING [M]	GEMETEN MAX. GWS [M + NAP]	PEILBUIS	AFSTAND TOT WATERKERING [M]	GEMETEN MAX. GWS [M + NAP]
Pb 1	20	7,55	Pb 5	130	7,01
Pb 13	40	7,47	Pb 4	150	6,49
Pb 12	80	7,08	Pb 8	215	6,50
Pb 11	100	6,94	Pb 3	280	6,62
Pb 9	110	6,94	Pb 2, 6, 7 en 10: GWS niet bekend		

Uit deze metingen blijkt, dat de gemeten grondwaterstanden tijdens deze hoogwatergolf hoger uitvallen dan de berekende grondwaterstanden in het grondwatermodel van Tauw van de hoogwatergolf in 2003 (supplement VII d.d. 29 april 2008). Vanwege deze aanvullende informatie is hierop het grondwatermodel van Tauw bijgesteld en beschreven in de rapportage 'Druten-Oost grondwatermodellering' d.d. 14 mei 2012 van Tauw (zie supplement VIII en nader beschreven in §1.4). Voor plaatselijk berekende optredende grondwaterstanden bij de T = 10 hoogwatergolf wordt verwezen naar de kaarten in laatstgenoemde rapportage (supplement VIII, bijlage 1).

Conclusie uitgangspunten GHG en stijghoogten bij T = 10 rivierstand

In eerder overleg met het waterschap wordt voor de GHG aan de zuidgrens (bij de Van Heemstraweg) 6,2 m + NAP aangehouden, ter hoogte van de tichelgaten 6,3 m + NAP, geleidelijk oplopend naar 6,7 m + NAP bij de dijk. De in het (meest recente) aanvullende rapport van Tauw d.d. 14 mei 2012 berekende grondwaterstanden komen hiermee nog steeds goed overeen.

Voor de stijghoogten van het grondwater in het afdekkende pakket wordt verwezen naar de waarden in tabel 1.1. Voor een overzicht van de (op basis van gegevens in tabel 1.1) berekende stijghoogten in het overige deel van het plangebied wordt verwezen naar de kaart in rapportage van Tauw d.d. 14 mei 2012 (supplement VIII, bijlage 1).

1.3 Omschrijving nieuwbouwplan

Het nieuwe bouwplan behelst de bouw van ca. 337 woningen en 3 appartementencomplexen (totaal 26 appartementen), inclusief de aanleg van de daarbij behorende infrastructuur. Onderdeel van het plan is het op het watersysteem van het waterschap aansluiten van de tichelgaten om voldoende retentie te verkrijgen.

Het plan zal in fasen worden uitgevoerd, waarbij een onderscheidt wordt gemaakt in de hoofdverdeling voor plangebied noord en zuid. De uitvoering van plandeel noord is gepland tot ca. 2019, plandeel zuid is gepland na ca. 2019 (zie voor verdeling bijlage VI, tekening blad 04). In deze rapportage wordt het totale plangebied als één geheel beschouwd.

Ten zuiden van de Van Heemstraweg heeft een bedrijf (Zandroos) een vervangende locatie gekregen voor haar binnen het plangebied gelegen oorspronkelijke terrein. Hiervoor moet binnen het plangebied retentie worden aangebracht voor de vervangende oppervlakte, deze bedraagt ca. 0,33 ha.

De totale oppervlakte van het plangebied (exclusief oppervlakte Zandroos) bedraagt ca. 18,4 ha. De onderverdeling in de gebruiksdoeleinden wordt in paragraaf 4.3 nader aangegeven.

1.4 Geohydrologisch onderzoek

Voor de aspecten met betrekking tot geohydrologie en kwel, inclusief het aansluiten van de tichelgaten op het watersysteem, wordt verwezen naar paragrafen 2 en 3 van het als (losse) supplement VII bijgevoegde rapport Ontwikkeling woongebied "De Waarden" van Tauw d.d. 29 april 2008, alsmede naar het als bijlage IV bijgevoegde rapport "Onderzoek gemiddelde hoogste en laagste grondwaterstanden" van



Koops & Romeijn Grondmechanica d.d. 12 november 2008. De aanvullende grondwaterstandsmetingen van Tauw zijn vastgelegd in een notitie d.d. 31 augustus 2009 (zie bijlage II).

Aanvullend is door Tauw, naar aanleiding van de gewijzigde stedenbouwkundige opzet en nader inzicht in de grondwaterstanden bij een T = 10 hoogwatergolf in de Waal (bij benadering), het grondwatermodel bijgesteld (zie supplement VIII d.d. 14 mei 2012).

Algemeen geldt echter dat relevante informatie uit de rapportages van Tauw en Koops & Romeijn Grondmechanica in deze rapportage is overgenomen.

2 Uitgangspunten

2.1 **Ontwerprichtlijnen**

Zowel het kwalitatieve als het kwantitatieve beheer van het oppervlaktewater berust bij het Waterschap Rivierenland.

Vanaf 1992 zijn richtlijnen van kracht met betrekking tot het functioneren van rioolstelsels. Deze dienen tenminste te voldoen aan een zogenaamde basisinspanning.

Deze basisinspanning houdt het volgende in: in nieuwe woon- en werkgebieden dient het (verbeterd) gescheiden rioleringsysteem (of minimaal met gelijkwaardige vuiluitworp) te worden toegepast.

De uitgangspunten zoals deze in dit rapport genoemd zijn, zijn afkomstig uit:

- Rijksbeleid: 'Vierde Nota Waterhuishouding', 'Waterbeleid in de 21e eeuw (WB21)' en 'Nationaal Bestuursakkoord Water'.
- Provinciaal beleid: 'Waterplan 2010-2015'
- Waterschapsbeleid: 'Keur Waterschap Rivierenland 2009', 'Beleidsregels Waterschap Rivierenland, vastgesteld januari 2012'.

Tevens is door de provincie Gelderland het document "Beslisboom voor hemelwater" uitgegeven, waarin diverse keuzemogelijkheden staan aangegeven met betrekking tot de afvoer van hemelwater.

2.2 **Duurzaamheidsthema's**

In dit plan zullen de mogelijkheden worden bekeken om op een duurzame wijze met het water om te gaan.

De algemene thema's van duurzaam waterbeheer zijn als volgt:

- Stap 1: hemelwater van het rioolsysteem afkoppelen
- Stap 2: benutten of infiltreren van hemelwater
- Stap 3: vertraagd afvoeren van hemelwater naar oppervlaktewater.

De ambitie voor het omgaan met het hemelwater binnen het plangebied is het niet aankoppelen van hemelwater op het gemengde rioolsysteem, alsmede het bergen in oppervlaktewater en vertraagd afvoeren van het hemelwater naar buiten het plangebied.

2.3 **Overleg**

Met de onderstaande personen en instanties heeft overleg plaats gevonden inzake de te hanteren randvoorwaarden t.a.v. de waterhuishouding:

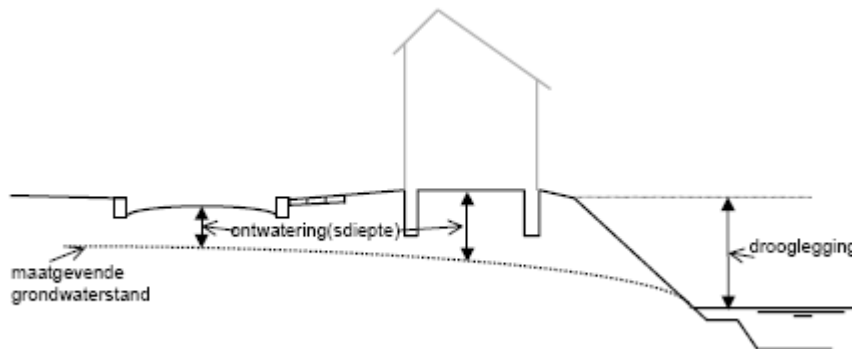
- | | |
|-------------------------------------|---|
| - Waterschap Rivierenland: | dhr. S. Fontein, dhr. R. Buitelaar, dhr. J. van de Braak |
| - Gemeente Druten: | dhr. M. Eijkhout, dhr. M. Megens |
| - Tauw: | mw. A. Straatman, dhr. M. Steenvoorden, dhr. W. Kronenburg, dhr. D. Boomsma |
| - Van Wanrooij Projectontwikkeling: | dhr. J. Hol |

De randvoorwaarden volgend uit voornoemde overlegmomenten zijn in de onderstaande paragraaf omschreven.

2.4 **Randvoorwaarden en aandachtspunten t.a.v. ontwerp waterhuishouding**

- Daken en wegverhardingen mogen niet worden aangesloten op het (vuilwater)riool. Dakoppervlakken mogen direct lozen op het oppervlaktewater, vervuilde oppervlakken (wegverhardingen e.d.) worden bij voorkeur via een filterende voorziening (bodempassage) geloosd op oppervlaktewater. Het voorzuiveren is binnen woonwijken echter niet meer noodzakelijk (volgens het Besluit lozingen buiten inrichtingen);
- Er mogen geen uitlopende materialen worden toegepast;

- Drooglegging/ontwatering:



Tabel 2.1 Ontwateringsnormen en droogleggingseisen

	T = 1	T = 10 + 10%	T = 100 + 10%	Rivierkwel * T = 2 + 10% winter T = 10 Rivier
Ontwatering t.o.v. bouwpeil (zonder kruipruimte)	0.5 meter	0.3 meter	-	0.3 meter
Ontwatering t.o.v. bouwpeil (met kruipruimte)	0.9 meter	0.6 meter	-	0.6 meter
Ontwatering t.o.v. straatpeil	0.7 meter	0.4 meter	-	0.4 meter
Drooglegging t.o.v. Bouwpeil	1.3 meter	1.0 meter	0.3 meter	1.0 meter
Drooglegging t.o.v. straatpeil	1.0 meter	0.7 meter	0.0 meter	0.7 meter

* Indien rivierkwel wordt vermoed.

- De toegestane maximale peilstijging in de watergangen bij een bui T = 10 + 10 % is 0,30 m
- Er dient een kwantitatieve berging in het systeem aanwezig te zijn zowel voor een bui T = 10 + 10% als voor een bui T = 100 + 10%. Bij een bui T = 100 + 10% mag net geen inundatie van het maaiveld plaatsvinden.
- Wanneer kwel optreedt, dient tevens kwantitatieve berging in het systeem aanwezig te zijn voor een bui T = 2 (+ 10%) winterbui i.c.m. T = 10 rivierkwel (zowel bestaand als toename);
- Bij een A-watergang, smaller dan 8 m tussen de boveninsteken, dient een enkelzijdige onderhoudsstrook van tenminste 4,00 m breed aanwezig te zijn. Bij een A-watergang, breder dan 8 m en smaller dan 16 m tussen de boveninsteken, dient aan weerszijden een onderhoudsstrook van tenminste 4,00 m breed aanwezig te zijn.
- De helling van de onderhoudsstrook mag niet steiler zijn dan 1:6
- Drainage onder de woningen c.q. wegen dient met het drainageniveau boven de GHG te worden gesitueerd;
- Maximale afvoernorm (landelijk gebied) van 1,5 l/s.ha, gerekend over toename verharde oppervlakte
- De huidige berging in de te dempen watergangen binnen het plangebied dient te worden gecompenseerd;
- Bij toetsing van bergingsvoorzieningen dient de regenval op de bergingsvoorzieningen/watergangen zelf meegerekend te worden.

- Aandachtspunten t.a.v. kwel:
 - Er dient een kwelberekening te worden gedaan met als norm de T = 10 rivierwaterstand waaruit de hoeveelheid kwel wordt bepaald. De te bergen hoeveelheid water dient te worden opgehoogd met een T = 2 + 10% regenbui (winterperiode).
 - Een extra hoeveelheid kwel mag niet worden afgevoerd, maar dient in het plangebied te worden geborgen. Dit geldt voor zowel de toename van de kwel als de bestaande kwel die in de huidige situatie niet of langzaam wegstroomt
 - Om grondwateroverlast in stedelijk gebied te beperken dienen in eerste instantie bouwkundige maatregelen (zoals ophogen) te worden getroffen; indien dit geen afdoende oplossing biedt (of door de bestaande situatie (bijv. randen plangebied) niet mogelijk), komen drainerende of onttrekkende oplossingen in beeld.
 - Bestaande aanwezige afsluitende lagen niet vergraven of verstoren; indien de afsluitende laag toch wordt doorbroken, dient een vervangende afsluiting op een verantwoorde wijze te worden aangebracht.
 - Nieuw te graven retentievoorziening (watergangen o.i.d.) zo ondiep mogelijk uitvoeren.
- Er wordt wat betreft de retentievoorzieningen alleen rekening gehouden met de gevolgen van het project Druten-Oost.
- Binnen de piping- en stabiliteitszone van de primaire waterkering dient rekening te worden gehouden met de volgende aspecten:
 - Woningen dienen kruipruimteloos te worden gebouwd; er mogen geen holle ruimten worden gemaakt of aanwezig zijn, ook niet boven het profiel van vrije ruimte;
 - Woningen inclusief funderingen mogen het profiel van vrije ruimte, het leggerprofiel en het bestaande maaiveld (behoudens fundatie-/randbalken en vorstranden behorende bij plaatvloeren) niet doorsnijden. Uitzondering hierop zijn de palen van paalfundaties;
 - Voor de funderingspalen mogen alleen gladde palen zonder uitstekende voet, palen met teruggewonnen mantel of boorpalen worden gebruikt
 - Indien gebruik wordt gemaakt van boorpalen, moeten de palen conform de 'algemene richtlijnen uitvoering avegaarpalen' (gebaseerd op NEN 6740) worden uitgevoerd.

3 Kwel

3.1 Nieuwe terreinhoogten

Het plangebied is deels gelegen binnen de kwelzone van de rivier de Waal (tussen ca. 10 en 200 m uit de teen van de winterdijk). Hierdoor worden aanvullende eisen gesteld aan het bepalen van de toekomstige maaiveldhoogte en het realiseren van retentievoorzieningen (zie par. 2.4). De te nemen maatregelen dienen op basis van en in volgorde van onderstaande punten te worden beoordeeld:

1. Ophogen terrein; indien technisch (deels) niet mogelijk;
2. Herstellen deklaag waar deze wordt doorbroken; indien technisch (deels) niet mogelijk;
3. Draineren en bergen in retentievoorziening

Om toename van kwel zoveel mogelijk te beperken moet het doorbreken van de deklaag zoveel mogelijk worden voorkomen. Cunetten worden hierdoor in principe tot zover doorgezet in de kleilaag, dat nog minimaal 0,80 m kleilaag resteert. Om hieraan te voldoen, zal voor een groot deel van het plangebied het terrein worden opgehoogd.

De fundering van de woningen zal op de meeste locaties op of boven het maaiveld worden gesitueerd, vanwege de ophoging van het terrein. Op enkele locaties zal voor de funderingen ca. 0,5 m van de deklaag worden ontgraven, hier resteert dan nog minimaal ca. 1 à 1,5 m. Kweltoename wordt hierdoor minimaal geacht.

Voor de GHG wordt aan de zuidgrens (bij de Van Heemstraweg) 6,2 m + NAP aangehouden, ter hoogte van de tichelgaten 6,3 m + NAP, geleidelijk oplopend naar 6,7 m + NAP bij de dijk. Daarnaast treden tijdelijk hoge stijghoogten van het grondwater op tijdens hoogwatergolven in de Waal (zie stijghoogten in tabel 1.1). Wanneer niet kruipruimteloos gebouwd wordt, moet de ontwatering van gebouwen en wegen voldoen aan de bijbehorende ontwateringsnormen, genoemd in de tabel in § 2.4.

Tevens moet de drooglegging (hoogte boven het peil van de aangrenzende watergangen) bij een bui T=10 +10% en een bui T=2 +10% in combinatie met T=10 rivierkwel, voor gebouwen tenminste 1,0 m zijn en voor wegen 0,7 m.

Op basis van voorgaande informatie bedraagt het minimale bouwpeil in het zuidelijke en centrale plangebied ca. 7,2 m + NAP. nabij de dijk geleidelijk oplopend tot 8,3 à 8,4 m + NAP. De gemiddelde kavelhoogte ligt steeds 0,15 m beneden het bouwpeil.

Het straatpeil van het zuidelijke plandeel varieert van ca. 7,0 tot 7,6 m + NAP (i.v.m. oppervlakkige waterafvoer). Het straatpeil van de centrale rondweg rondom de tichelgaten ligt op 7,0 m + NAP. Het noordelijke plandeel loop vanaf de centrale rondweg geleidelijk op naar de dijk tot ca. 8,0 à 8,1 m + NAP (zie voor exacte ontwerphoogten tekening bijlage VI, blad 03).

De bovengenoemde ontwerppeilen (straat- en vloerpeil) zijn getoetst aan de optredende grondwaterstanden en weergegeven in de rapportage van Tauw d.d. 14 mei 2012 (supplement VIII, bijlage 2). Hieruit blijkt dat, op een enkele locatie na, aan de gestelde ontwateringsnormen in § 2.4 wordt voldaan. In het rapport wordt echter wel gesteld, dat voor de berekende grondwaterstanden het worst-case scenario is weergegeven. Daar waar lokaal minder ontwatering wordt berekend (met name ten noordwesten van de tichelgaten en zuidoostzijde van het plangebied), kan middels aanvullende drainage op de kavels voldoende ontwatering worden gewaarborgd. In de verdere planuitwerking dient hier aandacht aan te worden besteedt.

Eveneens speelt het Profiel van Vrije Ruimte voor de aanleghoogten nabij de primaire waterkering een belangrijke rol (zie profiel bijlage VI, blad 11). Het straatpeil c.q. de onderzijde van de funderingsbalk van de woningen dienen boven het Profiel van Vrije Ruimte te worden gepositioneerd. Tevens moet, conform de beleidsregels van het waterschap, binnen de piping- en stabiliteitszone van de primaire waterkering kruipruimteloos worden gebouwd (geen holle ruimte onder de woningen). Het in bijlage VI, blad 11 weergegeven Profiel van Vrije Ruimte dient als indicatief te worden beschouwd. Het exacte aan te houden Profiel van Vrije Ruimte (en de daarmee gepaarde aanleghoogten) zal in een later stadium, alvorens de watervergunning kan worden aangevraagd, met het waterschap dienen te worden overeengekomen.

Nabij de dijk bevond zich een klein gebied waar de dikte van de kleilaag ca. 0,30 m bedroeg (als afdeklaag op een puinstort). Ook in het uiterste westen van het plangebied bevond zich zo'n terrein. In deze gedeelten is echter de doorbroken c.q. nauwelijks aanwezige kleilaag na uitvoering van saneringswerkzaamheden reeds vervangen door niet-zandige klei. De aangebrachte en nu aanwezige kleidikte is weergegeven op de kleidikte-kaart (zie bijlage VI, blad 02).

Binnen het plangebied zullen op basis van bovenstaande aspecten maatregelen 1 en 2 worden genomen om eventuele toename van het kwelbezwaar zoveel mogelijk te beperken. Uit het in § 1.4 genoemde aanvullende rapport van Tauw d.d. 14 mei 2012 (supplement VIII) is tabel 3.1 met berekende kwelafvoer afkomstig:

Tabel 3.1 Berekende afvoer uit plangebied bij gemiddelde situatie en een T = 10 hoogwatergolf

Afvoer uit plangebied (m ³ /d)	Gemiddelde situatie	Hoogwater T = 10
Referentiesituatie		
- Waterlopen	235	290
Plansituatie		
- Waterlopen en plas	135	355
- Drainage	1	220
Totaal	136	575
Verandering afvoer (m³/d)	-100	+285

Uit de tabel blijkt, dat de kweltoename (bij T = 10 hoogwatergolf) vanwege de maatregelen 285 m³/dag bedraagt. De hoeveelheid kwel in de huidige situatie is 235 m³/dag in de gemiddelde situatie en 290 m³/dag bij een T = 10 rivierkwel. Door het dempen van een aantal watergangen binnen het plangebied neemt de kwelafvoer in de gemiddelde situatie af naar 136 m³/dag. De genoemde debieten bedragen piekdebieten. Zowel de bestaande (referentiesituatie) als de toename (plansituatie) van het kweldebiet bij een T = 10 hoogwatergolf dient te worden geborgen in de retentievoorziening.

De hoeveelheid kwel die in het plangebied geborgen moet worden, is gebaseerd op een periode van tien dagen. Omdat de berekende kwelstroom bij de hoogwatersituatie (piekdebieten) niet maatgevend is voor een periode van tien dagen, is als benadering uitgegaan van een berging van 2/3*tien dagen*kwel hoogwaterpiek. De factor 2/3 is daarin een vormfactor die rekening houdt met een snelle peilstijging naar de T = 10 waarde (parabolisch verloop). De piekkwelafvoer uit het plangebied bedraagt in de plansituatie 575 m³/dag. Voor de tiendaagse periode dient dus voor de kweltoename gemiddeld 380 m³/dag geborgen te worden.

NB. Aan de hand van de grondwaterstandsmetingen in 2011 kon in de rapportage van Tauw d.d. 14 mei 2012 worden vastgesteld, dat het grondwatermodel van Tauw van 29 april 2008 een te hoge inschatting gaf van de afvoer uit het plangebied tijdens een T = 10 hoogwatersituatie, met daarentegen te laag berekende grondwaterstanden. Na aanpassing van het grondwatermodel geeft het model een veel realistischer beeld van het grondwaterstandsverloop bij hoogwater, maar een veel kleinere afvoer uit het gebied.

Gezien de onzekerheden die samenhangen met de berekende kwelafvoer, kan worden gesteld dat de oorspronkelijk berekende hoge kwelafvoer een worst-case situatie zal beschrijven, en de recent berekende lage kwelafvoer een best-case. De feitelijke afvoer zal ergens tussen beide waarden liggen. In de retentievoorziening dient hierdoor een significante overmaat aanwezig te zijn, om een mogelijk grotere kwelafvoer te kunnen bergen.

Zie voor informatie over weg- en bouwpeilen de tekeningen, bladen 03, 05, 06 en 11 (bijlage VI).

3.2 Behoud deklaag en drainage

Binnen het plangebied is het mogelijk c.q. noodzakelijk om het terrein op te hogen. Ter plaatse van de DWA-riolering zal het echter onvermijdelijk zijn, dat de kleilagen ter plaatse van de sleuven plaatselijk

worden doorsneden. Om kwel tegen te gaan, wordt in de rioolsleuven de te doorsnijden deklaag van klei c.q. daar waar minder dan 0,50 m klei resteert waar nodig vervangen door bentonietmatten. De matten zullen worden aangebracht op de bodem en de wanden van de sleuven, waardoor in de gebruiks- c.q. beheerfase geen doorbrekingen worden voorzien (bij herstel van bijv. huisaansluitingen of rioolvervangings). Aan de zijden van de sleuven zal deze laag worden opgezet tot 0,50 m boven de onderzijde van de kleilaag (zie profielen bijlage V, blad 06).

De bentonietmatten zijn aan twee zijden voorzien van weefsel, waartussen bentoniet is ingesloten. De dikte van de matten bedraagt ca. 1,0 à 1,5 cm. De doorlatendheid van de matten bedraagt ca. $5 \cdot 10^{-11}$ m³/m².s, overeenkomend met een vertraging van $c = 2.300$ dagen. Waar zij in talud worden gelegd (bijvoorbeeld rioolsleuven) mag de helling niet steiler zijn dan 1:1,5.

Drainage zal in het plangebied worden toegepast in de rioolsleuven onder de wegcunetten, om infiltrerend hemelwater en eventueel instromend grondwater in de cunetten af te voeren. Daarnaast kunnen in de achterpaden en – waar nodig – op particulier terrein drainage worden aangebracht. De b.o.b.-maat van de drainage is 0,70 m minus straatpeil. Rondom de drain wordt 0,10 m drainzand aangebracht. De drains worden via verzameldrainen zoveel als mogelijk op de tichelgaten aangesloten.

Waar de drainage op de kavels rekentechnisch noodzakelijk is, kan worden afgeleid middels het uitgevoerde grondwatermodel (zie supplement VIII). Echter vanwege de nabijheid van de rivier met optredende hoogwatergolven en stagnerend infiltrerend hemelwater vanuit de onverharde oppervlakken, wordt de aanleg van drainerende voorzieningen op alle kavels wenselijk geacht.

Over het algemeen kunnen drainageleidingen beter permanent onder water aangebracht worden en een uitmonding op GHG-niveau hebben. In het onderhavige geval zou dat resulteren in grote diepten en navenante verstoringen van de kleilaag. Daarom wordt de drainage niet lager dan de genoemde b.o.b.-hoogte (0,70 m minus maaiveld) aangebracht.

3.3 Bestaande kwel

Binnen het plangebied treedt ook in de bestaande situatie kwel op. Deze kwel komt nu niet of langzaam tot afstroming. In de nieuwe situatie wordt zij bij een hoogwatergolven (versneld) afgevoerd. Dat houdt in dat de afvoerende watergangen hierop uitgelegd moeten worden. Conform de rapportage van Tauw d.d. 14 mei 2012 (supplement VIII) is in de toekomstige gemiddelde situatie de hoeveelheid kwel 136 m³/dag, bij een situatie T = 10 rivierkwel is de hoeveelheid 575 m³/dag (betreft piekafvoeren, zie tabel §3.1).

Op een paar locaties was een relatief dunne kleilaag aanwezig. Volgens opgave van de gemeente was hier tijdens hoogwatersituaties kwelwater ook op het maaiveld zichtbaar. Op deze locaties is echter reeds een bodemsanering uitgevoerd. Het vrijgekomen materiaal is afgevoerd, in de putten is niet-zandige klei met een hoge weerstand teruggebracht (zie tekening bijlage VI, blad 02). Hiermee is op deze locaties de weerstand van de deklaag hersteld en worden aanvullende maatregelen, zoals het herstellen van de deklaag met bijv. bentonietmatten, ter plaatse niet noodzakelijk geacht.

Wanneer de huidige kwel de afvoernorm overschrijdt, of een substantieel deel hiervan is, kan deze afvoer groter worden genomen dan 1,5 l/s.ha; immers een bestaande afvoer mag in stand blijven. Gebaseerd op de oppervlakte van het totale gebied (18,7 ha, zie paragraaf 4.2) is de hoeveelheid kwel bij een T = 10 op de rivier in de huidige situatie 0,18 l/s.ha. Gesteld kan worden dat deze afvoer geen substantieel deel van de afvoernorm uitmaakt (ca. 12 %). In de gemiddelde situatie is de kwel 0,15 l/s.ha. De aan te houden afvoernorm blijft hierdoor gehandhaafd op 1,5 l/s.ha.

De bestaande kwel is opgenomen in de berekeningen van alle neerslagsituaties. Voor T = 10 + 10 % en T = 100 + 10 % is de kwel van de toekomstige gemiddelde situatie (2/3 van piekwaarde) aangehouden. Voor T = 2 + 10 % in combinatie met T = 10 rivierkwel is de bij laatstgenoemde situatie behorende kwel (2/3 van piekwaarde) aangehouden.

4 Ontwerp hemelwaterafvoersysteem

4.1 Keuze en toelichting HWA-afvoersysteem

4.1.1 Algemeen

Voor het onderhavige plangebied is getracht de thema's van duurzaam waterbeheer aan te houden volgens de trits: vasthouden-bergen-afvoeren. Hieronder zijn de ondernomen stappen weergegeven.

Het plangebied wordt over het gehele plangebied afgedekt door een bestaande kleilaag. Tevens is, vanwege de relatief hoge grondwaterstanden en het intact laten van de afsluitende deklaag, het infiltreren van hemelwater in de bodem niet mogelijk.

In overleg met de betrokken partijen wordt voorgesteld dat hemelwater, afkomstig van alle verharde delen van het plangebied, zoveel mogelijk oppervlakkig via afwateringsgoten in de straten of middels een ondergronds HWA-stelsel naar de centraal binnen het plangebied gelegen rondweg rondom de tichelgaten wordt getransporteerd (voor overzicht, zie bijlage V, blad 03 en 04). Het hemelwater zal vanuit de goten overlopen naar de tichelgaten middels oppervlakkige overloopvoorzieningen (nadere detaillering in later stadium). Deze overloopvoorzieningen worden waar mogelijk aangebracht tegenover de op de rondweg aansluitende zijwegen, om een vrije doorstroming te creëren. Er zal, in tegenstelling tot het eerdere planontwerp, geen zuiverende voorziening worden toegepast, gezien het afstromende hemelwater als niet vervuild wordt verondersteld.

De zuidelijke en zuidoostelijke delen van het plangebied zullen, vanwege het hoogteontwerp, niet rechtstreeks afwateren naar de tichelgaten. Deze plandelen wateren af naar de aan de zuidzijde gelegen wadi. De wadi zal worden aangesloten op de watergang, die in directe verbinding staat met de tichelgaten. Hiermee wordt de beschikbare berging van de tichelgaten zo goed mogelijk benut.

Hemelwater, vallend op daken van aan watergangen of tichelgaten grenzende percelen, dient bij voorkeur rechtstreeks naar het oppervlaktewater te worden afgevoerd. In voorkomende gevallen kan ook water van daken nabij een watergang via een korte leiding rechtstreeks hiernaar afgevoerd worden (bijv. het gebouw aan de noordoostzijde van de tichelgaten en de oostzijde van het "Huis van Druten").

Om verstoring van de afsluitende kleilaag zoveel mogelijk te beperken, watert een groot deel van het verharde oppervlak (daken, percelen en wegoppervlakken) waar mogelijk bovengronds af. Dit heeft als bijkomend voordeel, dat hemelwater zichtbaar wordt afgevoerd en foutieve aansluitingen zoveel mogelijk worden vermeden. Via goten in het wegprofiel stroomt het water tot de wegen nabij de tichelgaten (centraal plangebied). De rondweg rondom de tichelgaten wordt zoveel mogelijk op één oor richting de tichelgaten aangelegd. Het zuidelijk deel van het plangebied watert zoveel mogelijk bovengronds af naar de aldaar gelegen wadi (zie voor detailbeschrijving §4.1.2). Ten behoeve van oppervlakkige afwatering wordt in lengterichting een afschot van minimaal 3 ‰ (3 mm/m), maar bij voorkeur 5 ‰ (5 mm/m) aangehouden.

Retentie ter compensatie van de toename van het verharde oppervlak wordt gevonden in het op het watersysteem aansluiten van de tichelgaten, het verbreden van bestaande watergangen, de aanleg van nieuwe (ondiepe) watergangen en de wadivoorziening. In het watersysteem zal tevens de benodigde compensatie van de berging in het huidige watergangenstelsel worden opgevangen.

De op tekening aangegeven aanlegpeilen van de wegen zijn afgestemd op het zoveel mogelijk intact laten van de bestaande kleilaag, alsmede de ontwatering t.o.v. de huidige GHG c.q. grondwaterstanden bij een T=10-Waalstand en drooglegging t.o.v. het open waterpeil.

Ter plaatse van de beschermingszone van de primaire waterkering zal het vloerpeil van de woningen dusdanig worden aangehouden, dat er geen vergravingen in de bodem zullen plaatsvinden. Tevens zal de onderzijde van de funderingen van de woningen en het toekomstige straatpeil boven het profiel van vrije

ruimte worden gehouden (zie bijlage VI, blad 11). Voor de wijze van funderen wordt verwezen naar de uitgangspunten, genoemd in §2.4.

4.1.2 Wadi-constructie

Het zuidelijk gedeelte van het plangebied kan, vanwege de natuurlijke geografische hoogteligging en het hierop gebaseerde hoogteontwerp, niet oppervlakkig afvoeren naar de tichelgaten. Het hemelwater van dit plandeel zal zoveel mogelijk oppervlakkig naar de aan de zuidzijde van het plangebied gelegen wadi worden getransporteerd, die dienst zal doen als bodempassage (zie bijlage VI, blad 03, 04 en 05).

De voornaamste eigenschap van de toe te passen bodempassage (in de vorm van een wadi) is de zuivering van het hemelwater. De bodem van een wadi fungeert als filter, om de zgn. 'first-flush' te kunnen zuiveren. Onder de wadibodem wordt een drainleiding in een zandsleuf aangelegd, die het gezuiverde hemelwater verzamelt en afvoert naar de noordelijk gelegen watergang.

Naast het zuiverend vermogen heeft de wadi een bergende functie. In de wadi wordt een slokop (put met roosterdeksel) opgenomen, die de maximale waterdiepte waarborgt. De slokop wordt aangesloten op de ondergrondse afvoerleiding richting de watergang, die in directe verbinding staat met de tichelgaten. Overige ontwerpaspecten voor het aanleggen van de wadi zijn weergegeven in bijlage V.

Om verslemping en vernatting van de wadibodem te voorkomen, wordt de bodem ca. 0,80 m boven het zomer- c.q. standaardpeil aangebracht. Gezien de wadi direct langs de watergang is gepositioneerd en voorzien is van een drain, is de opbolling van de freatische grondwaterspiegel ter plaatse van de wadi ca. 0,10 à 0,20 m. Hierdoor resteert een ontwatering van minimaal 0,60 m.

Het hemelwater, afkomstig van een gedeelte van het plangebied ten noordoosten van de wadi, zal middels kolken en een HWA-verzamelleiding naar de wadi worden geleid. De oppervlakkige noodoverstorten naar de aanliggende watergang zullen pas in werking treden, wanneer hydraulische capaciteit van de kolken en de afvoerleiding volledig zijn benut. Deze capaciteit dient minimaal te worden gedimensioneerd op bui L08 van de Leidraad Riolering. De hydraulische controle zal in een later stadium worden uitgewerkt.

4.2 Peil- en afvoerbeheersing

Het peil in de tichelgaten wordt met behulp van een vaste stuw, voorzien van een debietregulerende constructie, geregeld. De hoogte van de vaste stuw wordt aangebracht op 6,20 m + NAP, waarmee een peilstijging van 0,40 m is te realiseren. Op een hoogte van 5,80 m + NAP is aan de zijde van de tichelgaten een debietregulerende constructie aanwezig die ervoor zorgt, dat de afvoernorm van 1,5 l/s.ha niet wordt overschreden. De knijpconstructie moet i.o.m. het waterschap nog nader worden vormgegeven.

Het waterpeil in de tichelgaten zal in de toekomstig semi-flexibel worden. Door aanvoer van hemel- en grondwater wordt het peil maximaal aangevuld tot 5,80 m + NAP (zelfde als zomerpeil in watergangen waterschap), met een tijdelijke bergingspiek naar 6,20 m + NAP. Het waterpeil kan echter, vanwege verdamping en wegzijging naar de bodem, uitzakken. In de huidige situatie is, over de meetperiode van juni 2006 tot juni 2009, een minimaal (grond-)waterpeil van 5,4 m + NAP gemeten. Gezien deze fluctuaties worden de taluds van de tichelgaten zo flauw mogelijk afgewerkt, variërend van 1:3 tot 1:6. Een eventueel laagst te hanteren waterpeil, waarbij water vanuit het watersysteem van het waterschap moet worden ingelaten, dient nog in een later stadium met het waterschap te worden afgestemd.

Het grootste gedeelte van de berging wordt gevonden in de tichelgaten (ca. 88%, zie §4.4). Van de resterende 12% wordt ca. 8% van de watergangen gebruikt voor de compensatie van de te dempen watergangen binnen het plangebied, gezien deze in directe verbinding staan met het peilvak. Bij het hoogte-ontwerp en de afwatering wordt aangehouden dat zowel de oppervlakkige afvoer rechtstreeks als wel de afvoer via de zuidelijk gelegen wadi naar de tichelgaten worden afgevoerd. Hierdoor kan enerzijds de berging binnen het systeem optimaal worden benut, anderzijds worden tijdens droge perioden de tichelgaten zoveel mogelijk met hemelwater aangevuld.

In overleg met het waterschap is overeengekomen, dat de peilopzet van de tichelgaten (als gevolg van kwel en regenbuien) hoger mag zijn dan in de overige watergangen (0,40 m, tegenover in de overige watergangen 0,30 m). De voorgestelde afwijkende peilopzet wordt door het waterschap acceptabel geacht.

4.3 Uitgangspunten t.b.v. hydraulische berekeningen

Onderstaande parameters worden gehanteerd t.a.v. het ontwerp van het HWA-afvoersysteem.

- bestaande maaiveldhoogte: ca. 6,7 tot ca. 7,1 m + NAP
- afvoernorm (landelijk gebied) in alle situaties: 1,5 l/s.ha
- huidige te compenseren berging in het plangebied 840 m³
- toekomstige kwel (in gemiddelde situatie):
 - Piekafvoer (conform tabel §3.1): 136 m³/dag
 - Bergingsopgave kwel (2/3 van de piekafvoer): ca. 90 m³/dag
- huidige kwel (bij T = 10 rivierstand):
 - Piekafvoer (conform tabel §3.1): 290 m³/dag
 - Bergingsopgave kwel (2/3 van de piekafvoer): ca. 190 m³/dag
- toename kwel (bij T = 10 rivierstand):
 - Piekafvoer (conform tabel §3.1): 285 m³/dag
 - Bergingsopgave kwel (2/3 van de piekafvoer): ca. 190 m³/dag
- gemiddeld lokaal peilbeheer (volgens opgave waterschap):
 - zomerpeil: ca. 5,80 m + NAP
 - winterpeil: ca. 5,55 m + NAP
- Toekomstig peilbeheer in tichelgaten (vast peil): ca. 5,80 m + NAP
- toekomstige bodemhoogte wadi (zuidzijde plangebied): ca. 6,60 m + NAP
- huidige peilfluctuatie in tichelgaten van ca. 5,40 m tot ca. 6,20 m + NAP
- grondwaterstanden:
 - GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand): ca. 6,20 tot 6,70 m + NAP
 - GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand): ca. 1,8 m – maaiveld (ca. 5,00 m + NAP)
- maximale peilopzet bij T = 10 + 10%:
 - in watergangen: 0,30 m boven zomerpeil / 6,10 m + NAP
 - in tichelgaten: 0,40 m boven standaardpeil / 6,20 m + NAP
 - in wadi (zuidzijde plangebied): 0,30 m boven bodem / 6,90 m + NAP
- maximale peilopzet T = 10 rivierkwel i.c.m. T = 2 (+ 10%):
 - in watergangen: 0,30 m boven winterpeil / 5,85 m + NAP
 - in tichelgaten: 0,40 m boven standaardpeil / 6,20 m + NAP
 - in wadi (zuidzijde plangebied): 0,30 m boven bodem / 6,90 m + NAP
- maximale peilopzet bij T = 100 (+ 10%):
 - in watergangen (min. huidig mv. ca. 6,60 m + NAP): 0,80 m boven zomerpeil / 6,60 m + NAP
 - in tichelgaten: 1,20 m boven standaardpeil / 7,00 m + NAP
 - in wadi (min. huidig mv. ca. 6,60 m + NAP): 0,40 m boven bodem / 7,00 m + NAP
- de onderverdeling van de diverse oppervlakken binnen het plangebied is als volgt:

Huidige situatie

A. Afvloeiende oppervlakken:

 - Bebouwing en verharding: ca. 1,4 ha
 - Watergangen excl. tichelgaten (op waterlijn): ca. 0,3 ha
 - **totaal** **ca. 1,7 ha**

B. Onverharde oppervlakken:

- Tichelgaten (op waterlijn): ca. 2,5 ha
- Groenvoorzieningen, incl. onverharde gedeelte nieuwe locatie Zandroos: ca. 14,5 ha
- **totaal** **ca. 17,0 ha**

Totaal plangebied (A + B):

ca. 18,7 ha

Nieuwe situatie

A. Afvloeiende oppervlakken:

- Bebouwing: ca. 2,6 ha
- Kavels (40% verhard): ca. 2,3 ha
- Verharding en bebouwing vervangend terrein Zandroos: ca. 0,3 ha
- Wegen, parkeren en trottoirs: ca. 4,7 ha
- Tichelgaten: ca. 2,0 ha
- Overige watergangen: ca. 0,3 ha
- **totaal** **ca. 12,2 ha**

B. Onverharde oppervlakken:

- Groenvoorzieningen: ca. 3,1 ha
- Kavels (60% onverhard): ca. 3,4 ha
- **totaal** **ca. 6,5 ha**

Totaal plangebied (A + B):

ca. 18,7 ha

- De toename van het afvloeiende oppervlak in de nieuwe situatie t.o.v. de huidige situatie is: **10,5 ha**

4.4 Dimensionering stelsels

Hieronder is per bui de beschikbare berging van het watersysteem berekend (voor indeling zie tekeningen bijlage VI):

Bui T = 10 + 10%

Inhoud:

- Berging in watergangen:
 - Oppervlakte op zomerpeil: ca. 3.400 m²
 - Oppervlakte bij 0,30 m peilopzet: ca. 3.900 m² 1.095 m³
- Berging in tichelgaten en watergang langs "Huis van Druten":
 - Oppervlakte op standaardpeil: ca. 20.000 m²
 - Oppervlakte bij 0,40 m peilopzet: ca. 21.600 m² 8.320 m³
- Berging in wadi (zuidzijde plangebied):
 - Oppervlakte op bodem: ca. 175 m²
 - Oppervlakte bij 0,30 m peilopzet: ca. 625 m² 120 m³
- Totaal beschikbare berging: **9.535 m³**

Bui T = 100 + 10%

Inhoud:

- Berging in watergangen:
 - Oppervlakte op zomerpeil: ca. 3.400 m²
 - Oppervlakte bij 0,80 m peilopzet: ca. 5.000 m² 3.360 m³
- Berging in tichelgaten en watergang langs "Huis van Druten":
 - Oppervlakte op standaardpeil: ca. 20.000 m²
 - Oppervlakte bij 1,20 m peilopzet: ca. 24.800 m² 26.880 m³
- Berging in wadi (zuidzijde plangebied):
 - Oppervlakte op bodem: ca. 175 m²
 - Oppervlakte bij 0,40 m peilopzet: ca. 775 m² 190 m³
- Totaal beschikbare berging: **30.430 m³**

$T = 10$ waalstand i.c.m. winterbui $T = 2 + 10\%$

Inhoud:

• Berging in watergangen:			
○ Oppervlakte op winterpeil:	ca. 3.100 m ²		
○ Oppervlakte bij 0,30 m peilopzet:	ca. 3.500 m ²		990 m ³
• Berging in tichelgaten en watergang langs "Huis van Druten":			
○ Oppervlakte op standaardpeil:	ca. 20.000 m ²		
○ Oppervlakte bij 0,40 m peilopzet:	ca. 21.600 m ²		8.320 m ³
• Berging in wadi (zuidzijde plangebied):			
○ Oppervlakte op bodem:	ca. 175 m ²		
○ Oppervlakte bij 0,30 m peilopzet:	ca. 625 m ²		120 m ³
• Totaal beschikbare berging:			<u>9.430 m³</u>

In bijlage I zijn bovenstaande parameters verwerkt in de berekening t.b.v. het bepalen van de benodigde kwantitatieve berging. Daarbij is tevens de hoeveelheid bestaande en toename van de kwelflux meegerekend.

De volgende neerslaggebeurtenissen worden bekeken: $T = 10 + 10\%$, $T = 100 + 10\%$ en $T = 10$ rivierstand in combinatie met $T = 2 + 10\%$ (volgens methode Buishands en Velds, zie voor berekeningen bijlage I en uitkomsten tabel 4.1).

Tabel 4.1 Toetsing beschikbare berging

Type bui	Benodigde berging	Beschikbare berging	
$T = 10 + 10\%$	5.647 m ³	9.535 m ³	Voldoet
$T = 100 + 10\%$	8.221 m ³	30.430 m ³	Voldoet
$T = 2 + 10\%$ winterbui i.c.m. T10 Waalstand	4.467 m ³	9.430 m ³	Voldoet

Uit bovenstaande tabel blijkt, dat tijdens alle drie neerslaggebeurtenissen het hemelwater ruimschoots in het stelsel kan worden geborgen. Hiermee zijn de eisen hieromtrent, genoemd in §2.4, gewaarborgd.

Daarnaast dient, zoals in §3.1 is vermeld, een significante overmaat in de retentievoorziening aanwezig te zijn voor een kwelsituatie ($T = 2 + 10\%$ winterbui i.c.m. T10 Waalstand). Uit tabel 4.1 blijkt, dat in genoemde kwelsituatie een berekende overmaat van ca. 5.000 m³ aanwezig is. Dit komt overeen met een extra berging voor onvoorziene kwelaanvoer van 500 m³/etm over een periode van 10 dagen. In relatie tot de totaal berekende kwelaanvoer over 10 dagen van 380 m³/etm, wordt de extra beschikbare berging als significant verondersteld.

4.5 Gevolgen ontwikkelingen Afferdense en Deestse Waarden

Naast de ontwikkelingen van het onderhavige plan wordt door Rijkswaterstaat in het kader van 'Ruimte voor de Rivier' de herinrichting van de Afferdense en Deestse Waarden voorbereid. Als gevolg van deze ontwikkelingen zal de kwelsituatie veranderen. Door ingenieursbureau Breijn is, in opdracht van o.a. de gemeente Druten, een compleet grondwatermodel opgezet met de relevante bestaande en toekomstige hydrologische situatie rondom projectgebied Afferdense en Deestse Waarden.

De uitkomst van deze studie is, dat met de gekozen oplossingsvariant er geen sprake is van kweltoename binnen planlocatie Druten-Oost. De aan te leggen bergings- en afvoervoorzieningen worden buiten het onderhavige plangebied gerealiseerd. Conform de voorkeursvariant zal de oostelijke plangrens van plan Druten-Oost een oppervlakkige bergingsvoorziening worden aangelegd. Het ontwerp en de dimensionering hiervan zal in een later stadium worden uitgewerkt. De aanleg van de bergings- en afvoervoorzieningen hebben geen negatieve invloed op de waterhuishouding van plangebied Druten-Oost.

4.6 Berekening aanwezige kwalitatieve berging

Wadi

Het zuidelijk gedeelte van het plangebied wordt aangesloten op een aan te leggen wadi aan de zuidelijke planrand. Deze wadi wordt tevens gedimensioneerd op de benodigde kwalitatieve berging van het hierop

aangesloten verharde oppervlak (24% van 100.000 m²). De uitgangspunten voor de vuiluitworp zijn hierboven omschreven.

De gewenste minimale kwalitatieve berging van de wadi's dient overeen te komen met de eisen voor een verbeterd gescheiden stelsel (4 mm, gerekend over het aangesloten verharde oppervlak). Hierbij dient, uitgaande van een maximale waterdiepte van 0,30 m en ca. 2,4 ha verhard oppervlak, een zuiverend oppervlak van minimaal 320 m² aanwezig te zijn. Volgens berekeningen in §4.4 is gemiddeld ca. 475 m² (ca. 5,9 mm) beschikbaar.

De doorlatendheid van de toplaag bedraagt bij normaal onderhoud minimaal 0,5 m/etm (zie bijlage V). Bij een peilstijging van 0,30 m bedraagt de ledigingstijd ca. 14,4 uur (< 24 uur). De ledigingsnelheid bedraagt hierbij (ca. 4 mm / 14,4 uur =) 0,3 mm/h.

Op basis van bovenstaande berekeningen is aangetoond, dat zowel de aanwezige kwalitatieve berging als de ledigingsnelheid (p.o.c.) gunstiger zijn dan de eisen voor een verbeterd gescheiden stelsel, waardoor de vuiluitworp voldoende is geminimaliseerd.

5 Droogweerafvoersysteem

5.1 Uitgangspunten

Het DWA-stelsel van het plangebied dient te worden aangesloten op het bestaande gemengde hoofdriool van de gemeente Druten. Indien een opvoergemaal wordt toegepast, dient de persleiding buiten de invloedssfeer van de bestaande overstort en zoveel mogelijk bij het bestaande rioolgemaal op het bestaande rioolstelsel te worden aangesloten.

De volgende uitgangspunten zullen bij de dimensionering van het DWA-riool worden gehanteerd.

- Minimale dekking op buizen 1,20 meter (eventueel minder indien meer putten worden toegepast en alle huisaansluitingen op putten worden aangebracht)
- Minimale afstand tot ander riool of nutsvoorziening: 1 à 1,5 m
- Bij eventuele kruisingen van riolen dient er een tussenruimte van minimaal 100 mm te worden aangehouden
- Materiaal buizen en putten: beton/kunststof
- Putafstand maximaal 60 meter
- Leidingverhang minimaal 4 mm/m (1^e 150 m) resp. 3 mm/m (volgende 150 m) en 2 mm/m (overige strengen)
- Voor de bepaling van de diameter uitgegaan van: leidingverhang (l) is bodemverhang
- Minimale buisdiameter: 250 mm
- Een dwa-debiet van 10 l/inw.h over 12 uur;
- Een gemiddelde bezettingsgraad van 3,0 personen per woning;
- Totaal ca. 363 woningen (met een maximum van 450 woningen conform bestemmingsplan)
- Vullingsgraad: 50 %

5.2 Dimensionering

Uitgaande van de volgens het bestemmingsplan maximaal te realiseren 450 woningen in het plan en overige hierboven aangegeven uitgangspunten, bedraagt de totale hoeveelheid vuilwater die aangeboden wordt op het bestaande gemengde rioolstelsel:

- $450 \times (10 \times 3,0) = 13.500 \text{ l/uur} = 3,9 \text{ l/s} (13,5 \text{ m}^3/\text{uur})$.

Het aan te leggen DWA-rioolstelsel wordt uitgevoerd in PVC met een minimale praktische diameter van 250 mm, vanwege eventuele onderhoud- en inspectiewerkzaamheden. Het maximale debiet (Q_{\max}) van een PVC buis $\varnothing 250 \text{ mm}$ met $k = 1,0$ en $I = 0,003$ (gemiddeld) bij 50% vulling bedraagt 17,7 l/s. De minimale diameter voldoet ruim.

De totale lengte van het DWA-stelsel bedraagt ca. 3.650 m¹. Het gehele stelsel wordt uitgevoerd in PVC $\varnothing 250 \text{ mm}$. De totale inhoud van het stelsel bedraagt hierbij ca. 180 m³. De totale DWA-productie per dag vanuit het plangebied bedraagt ($13,5 \text{ m}^3/\text{uur} \times 12 \text{ uur} =$) ca. 162 m³. Bij calamiteiten (anders dan pompstoringen) kan het DWA-stelsel de totale dagproductie bergen, waardoor geen noodoverlaten noodzakelijk zijn.

5.3 Bodemverhang

In verband met het zoveel mogelijk beperken van verstoring van de kleilagen en omdat geen geschikte aansluitmogelijkheden op het bestaande gemengde rioolstelsel onder vrij verval mogelijk zijn, wordt een tweetal onderbemalingsgebieden van vrijvervalstelsels voorgesteld (ten noorden en zuiden van de tichelgaten). Middels de pompputten wordt het afvalwater via drukriolen afgevoerd.

In overleg met gemeente Druten en ingenieursbureau Breijn wordt het laatste opvoergemaal vanuit het plangebied aangesloten op een inspectieput (nr. 1710.016) van het bestaande vrijvervalriool in de Stationsstraat, ter hoogte van de Trompstraat (zie tekening bijlage VI, blad 03). Vanaf deze inspectieput is, op aangeven van Breijn, een diameter van $\varnothing 400 \text{ mm}$ aanwezig met een voldoende DWA-debiet. Hiermee wordt aantasting van het bestaande rioolstelsel, vanwege mogelijke anaërobe processen in het afvalwater



in de persleiding, door vermenging zoveel mogelijk voorkomen. De capaciteit van het achterliggende rioolgemaal (Mr. Van Coothstraat, nr. 1270.010.2) is reeds vergroot en afgestemd op de uitbreiding van het onderhavige nieuwbouwplan.

Vanwege de status van het stedenbouwkundig plan, is de exacte indeling van het plangebied nog niet vastgesteld. Hierdoor zullen pas in een nader stadium de exacte locatie van pompputten, stelselgegevens en afvoerdebieten per pompput kunnen worden bepaald en ter goedkeuring worden ingediend.

Bijlage I

- a** ***Retentieberekening $T = 10$ (+ 10 %)***
- b.** ***Retentieberekening $T = 100$ (+ 10 %)***
- c.** ***Retentieberekening $T = 2$ (+ 10 %) in
combinatie met rivierkwel***



Berekening benodigde berging bij een bepaalde bui. (Methode van Buishands en Velds)

Opdrachtgever: OWM Druten-Oost C.V.	Projectnummer: K08141
Project: Ontwikkeling Druten-Oost	Datum: 15 mei 2012

Herhalingstijd bui:	1 keer per	10	jaar (+10%)
Afvoer landelijk gebied:		1,5	l/s.ha
Planoppervlakte:		18,7	ha
Afvloeiend oppervlak:		10,5	ha
Oppervlakte tichelgaten:		20000	m ²
Idem bij maximale peilstijging		21600	m ²
Oppervlakte overige watergangen (zomerpeil):		3400	m ²
Idem bij maximale peilstijging:		3900	m ²
Oppervlakte wadi (bodem):		175	m ²
Idem bij maximale peilstijging:		625	m ²
Geaccepteerde peilstijging tichelgaten:		0,40	m
Geaccepteerde peilstijging overige watergangen:		0,30	m
Geaccepteerde peilstijging wadi:		0,30	m
Geaccepteerde ledigingstijd:		48	uur
Gehanteerd kavelpercentage		40	%
Bestaande te compenseren berging in plangebied		840	m ³
Berging onder waterpasserende bestrating		0	m ³
Huidige gemiddelde kweldebiet		90	m ³ /dag
Toename kweldebiet		0	m ³ /dag

Minimaal benodigde kwantitatieve berging:	5647	m ³
Maximaal beschikbare berging:	9535	m ³
Extra benodigde berging:	-3888	m ³

GEEN EXTRA BERGING

Duur in min.	Q _{regen} in l/s.ha	Q _{afvoer} in m ³	Q _{kwel} in m ³	Afv. landelijk geb. in m ³	Berging in m ³
5	363,99	1146,57	0,31	4,73	1142,16
15	217,91	2059,25	0,94	14,18	2046,01
30	140,36	2652,80	1,88	28,35	2626,33
45	104,28	2956,34	2,81	42,53	2916,63
60	83,38	3151,76	3,75	56,70	3098,81
90	61,38	3480,25	5,63	85,05	3400,82
120	47,63	3600,83	7,50	113,40	3494,93
180	34,87	3954,26	11,25	170,10	3795,41
240	27,83	4207,90	15,00	226,80	3996,10
300	23,10	4365,90	18,75	283,50	4101,15
360	19,80	4490,64	22,50	340,20	4172,94
480	15,73	4756,75	30,00	453,60	4333,15
600	13,20	4989,60	37,50	567,00	4460,10
720	11,33	5139,29	45,00	680,40	4503,89
840	10,01	5297,29	52,50	793,80	4555,99
960	9,02	5455,30	60,00	907,20	4608,10
1080	8,25	5613,30	67,50	1020,60	4660,20
1200	7,59	5738,04	75,00	1134,00	4679,04
1440	6,60	5987,52	90,00	1360,80	4716,72
1680	5,83	6170,47	105,00	1587,60	4687,87
1920	5,28	6386,69	120,00	1814,40	4692,29
2160	4,84	6586,27	135,00	2041,20	4680,07
2400	4,51	6819,12	150,00	2268,00	4701,12
2640	4,18	6952,18	165,00	2494,80	4622,38
2880	3,96	7185,02	180,00	2721,60	4643,42
3360	3,52	7451,14	210,00	3175,20	4485,94
3840	3,19	7717,25	240,00	3628,80	4328,45
4320	2,97	8083,15	270,00	4082,40	4270,75
5040	2,75	8731,80	315,00	4762,80	4284,00
5760	2,53	9180,86	360,00	5443,20	4097,66
7200	2,20	9979,20	450,00	6804,00	3625,20
8640	1,98	10777,54	540,00	8164,80	3152,74
10080	1,76	11176,70	630,00	9525,60	2281,10
11520	1,65	11975,04	720,00	10886,40	1808,64
12960	1,54	12573,79	810,00	12247,20	1136,59
14400	1,54	13970,88	900,00	13608,00	1262,88



Berekening benodigde berging bij een bepaalde bui. (Methode van Buishands en Velds)

Opdrachtgever: OWM Druten-Oost C.V.	Projectnummer: K08141
Project: Ontwikkeling Druten-Oost	Datum: 15 mei 2012

Herhalingstijd bui:	1 keer per	100	jaar (+10%)
Afvoer landelijk gebied:		1,5	l/s.ha
Planoppervlakte:		18,7	ha
Afvloeiend oppervlak:		10,5	ha
Oppervlakte tichelgaten:		20000	m ²
Idem bij maximale peilstijging		24800	m ²
Oppervlakte overige watergangen (zomerpeil):		3400	m ²
Idem bij maximale peilstijging:		5000	m ²
Oppervlakte wadi (bodem):		175	m ²
Idem bij maximale peilstijging:		775	m ²
Geaccepteerde peilstijging tichelgaten:		1,20	m
Geaccepteerde peilstijging overige watergangen:		0,80	m
Geaccepteerde peilstijging wadi:		0,40	m
Geaccepteerde ledigingstijd:		48	uur
Gehanteerd kavelpercentage		40	%
Bestaande te compenseren berging in plangebied		840	m ³
Berging onder waterpasserende bestrating		0	m ³
Huidige gemiddelde kweldebiet		90	m ³ /dag
Toename kweldebiet		0	m ³ /dag

Minimaal benodigde kwantitatieve berging:	8221	m ³
Maximaal beschikbare berging:	30430	m ³
Extra benodigde berging:	-22209	m ³

GEEN EXTRA BERGING

<i>Duur in min.</i>	<i>Q_{regen} in l/s.ha</i>	<i>Q_{afvoer} in m³</i>	<i>Q_{kwel} in m³</i>	<i>Afv. landelijk geb. in m³</i>	<i>Berging in m³</i>
5	537,13	1691,96	0,31	4,73	1687,55
15	328,13	3100,83	0,94	14,18	3087,59
30	211,53	3997,92	1,88	28,35	3971,44
45	155,98	4422,03	2,81	42,53	4382,32
60	123,86	4681,91	3,75	56,70	4628,96
90	88,88	5039,50	5,63	85,05	4960,07
120	69,19	5230,76	7,50	113,40	5124,86
180	50,49	5725,57	11,25	170,10	5566,72
240	40,04	6054,05	15,00	226,80	5842,25
300	33,11	6257,79	18,75	283,50	5993,04
360	28,16	6386,69	22,50	340,20	6068,99
480	22,22	6719,33	30,00	453,60	6295,73
600	18,48	6985,44	37,50	567,00	6455,94
720	15,73	7135,13	45,00	680,40	6499,73
840	13,97	7392,92	52,50	793,80	6651,62
960	12,54	7584,19	60,00	907,20	6736,99
1080	11,33	7708,93	67,50	1020,60	6755,83
1200	10,45	7900,20	75,00	1134,00	6841,20
1440	9,02	8182,94	90,00	1360,80	6912,14
1680	8,03	8498,95	105,00	1587,60	7016,35
1920	7,15	8648,64	120,00	1814,40	6954,24
2160	6,60	8981,28	135,00	2041,20	7075,08
2400	6,05	9147,60	150,00	2268,00	7029,60
2640	5,72	9513,50	165,00	2494,80	7183,70
2880	5,39	9779,62	180,00	2721,60	7238,02
3360	4,84	10245,31	210,00	3175,20	7280,11
3840	4,40	10644,48	240,00	3628,80	7255,68
4320	4,07	11076,91	270,00	4082,40	7264,51
5040	3,63	11525,98	315,00	4762,80	7078,18
5760	3,41	12374,21	360,00	5443,20	7291,01
7200	2,97	13471,92	450,00	6804,00	7117,92
8640	2,64	14370,05	540,00	8164,80	6745,25
10080	2,42	15367,97	630,00	9525,60	6472,37
11520	2,31	16765,06	720,00	10886,40	6598,66
12960	2,09	17064,43	810,00	12247,20	5627,23
14400	1,98	17962,56	900,00	13608,00	5254,56


Berekening benodigde berging bij een bepaalde bui. (Methode van Buishands en Velds)

Opdrachtgever: OWM Druten-Oost C.V.	Projectnummer: K08141
Project: Ontwikkeling Druten-Oost	Datum: 15 mei 2012

Herhalingstijd bui:	1 keer per	2	jaar (+10%)
Afvoer landelijk gebied:		1,5	l/s.ha
Planoppervlakte:		18,7	ha
Afvloeiend oppervlak:		10,5	ha
Oppervlakte tichelgaten:		20000	m ²
Idem bij maximale peilstijging		21600	m ²
Oppervlakte overige watergangen (winterpeil):		3100	m ²
Idem bij maximale peilstijging:		3500	m ²
Oppervlakte wadi (bodem):		175	m ²
Idem bij maximale peilstijging:		625	m ²
Geaccepteerde peilstijging tichelgaten:		0,40	m
Geaccepteerde peilstijging overige watergangen:		0,30	m
Geaccepteerde peilstijging wadi:		0,30	m
Geaccepteerde ledigingstijd:		48	uur
Gehanteerd kavelpercentage		40	%
Bestaande te compenseren berging in plangebied		840	m ³
Berging onder waterpasserende bestrating		0	m ³
Huidige kweldebiet bij T = 10 rivierstand		190	m ³ /dag
Toename kweldebiet		190	m ³ /dag

Minimaal benodigde kwantitatieve berging:	4467	m ³
Maximaal beschikbare berging:	9430	m ³
Extra benodigde berging:	-4963	m ³

GEEN EXTRA BERGING

<i>Duur</i> <i>in min.</i>	<i>Q_{regen}</i> <i>in l/s.ha</i>	<i>Q_{afvoer}</i> <i>in m³</i>	<i>Q_{kwel}</i> <i>in m³</i>	<i>Afv. landelijk</i> <i>geb. in m³</i>	<i>Berging</i> <i>in m³</i>
5	249,26	785,17	1,32	4,73	781,76
15	144,76	1367,98	3,96	14,18	1357,77
30	91,30	1725,57	7,92	28,35	1705,14
45	68,53	1942,83	11,88	42,53	1912,18
60	54,89	2074,84	15,83	56,70	2033,98
90	41,25	2338,88	23,75	85,05	2277,58
120	33,00	2494,80	31,67	113,40	2413,07
180	24,42	2769,23	47,50	170,10	2646,63
240	19,69	2977,13	63,33	226,80	2813,66
300	16,61	3139,29	79,17	283,50	2934,96
360	14,30	3243,24	95,00	340,20	2998,04
480	11,44	3459,46	126,67	453,60	3132,52
600	9,57	3617,46	158,33	567,00	3208,79
720	8,25	3742,20	190,00	680,40	3251,80
840	7,37	3900,20	221,67	793,80	3328,07
960	6,60	3991,68	253,33	907,20	3337,81
1080	6,05	4116,42	285,00	1020,60	3380,82
1200	5,61	4241,16	316,67	1134,00	3423,83
1440	4,84	4390,85	380,00	1360,80	3410,05
1680	4,40	4656,96	443,33	1587,60	3512,69
1920	3,96	4790,02	506,67	1814,40	3482,28
2160	3,63	4939,70	570,00	2041,20	3468,50
2400	3,41	5155,92	633,33	2268,00	3521,25
2640	3,19	5305,61	696,67	2494,80	3507,47
2880	3,08	5588,35	760,00	2721,60	3626,75
3360	2,75	5821,20	886,67	3175,20	3532,67
3840	2,42	5854,46	1013,33	3628,80	3239,00
4320	2,31	6286,90	1140,00	4082,40	3344,50
5040	2,09	6636,17	1330,00	4762,80	3203,37
5760	1,87	6785,86	1520,00	5443,20	2862,66
7200	1,65	7484,40	1900,00	6804,00	2580,40
8640	1,54	8382,53	2280,00	8164,80	2497,73
10080	1,32	8382,53	2660,00	9525,60	1516,93
11520	1,32	9580,03	3040,00	10886,40	1733,63
12960	1,21	9879,41	3420,00	12247,20	1052,21
14400	1,10	9979,20	3800,00	13608,00	171,20



Bijlage II

Notitie N001-4576899DRT-hmh-V01

d.d. 31 augustus 2009, (Tauw)



Notitie

Contactpersoon ir. Eefje Vissers-Dortmans

Datum 31 augustus 2009

Kenmerk N001-4576899DRT-hmh-V01

Grondwatermonitoring De Waarden te Druten

1.1 Inleiding

In het kader van de planontwikkeling van het woongebied De Waarden te Druten, is door Tauw bv reeds een waterhuishoudkundig onderzoek uitgevoerd (kenmerk R001-4395531TER-mfv-V03-NL). Onderdeel van dit onderzoek is een grondwatermonitoring. Vanaf november 2005 tot op heden zijn op acht locaties grondwatermetingen uitgevoerd (zie bijlage 1). In bijlage 2 zijn de resultaten van deze metingen weergegeven met daarbij de waterstanden van de Waal (zie) en de neerslaggegevens (van Tiel). Tauw heeft reeds een notitie opgesteld van de grondwatermonitoring tot juli 2008 (kenmerk N002-4395531LDO-hmh-V01-NL, d.d. 8 september 2008).

In navolging hierop volgt onderhavige notitie waarin de meetresultaten zijn weergegeven tot juli 2009.

Gedurende de meetperiode hebben er een aantal veranderingen plaats gevonden:

- De diver in peilbuis 1 is op 19 november 2008 verplaatst naar peilbuis 11
- Op verzoek van adviesburo BOOT zijn op 19 november 2008 de peilbuizen 11 en 12 geplaatst. De locaties zijn weergegeven in bijlage 1
- Tijdens het uitlezen van de divers eind april 2009 is geconstateerd dat de diver van peilbuis 7 niet meer uit te lezen is. In overleg met de opdrachtgever is deze diver vernietigd. Vanaf eind januari 2009 zijn geen gegevens meer aanwezig van deze diver
- Tijdens het uitlezen van de divers eind april 2009 is tevens geconstateerd dat peilbuis 11 is vernield. In overleg met de opdrachtgever is besloten dat deze peilbuis niet opnieuw geplaatst hoeft te worden. Vanaf eind januari 2009 zijn de gegevens van deze diver niet meer betrouwbaar
- De diver van peilbuis 8 kon half juni 2008 niet worden uitgelezen in het veld. Op kantoor was dit wel mogelijk. Begin juli 2008 is de diver terug gehangen in de peilbuis. Sindsdien zijn metingen van de diver lager dan de handmetingen

In deze notitie zijn de meetwaarden gepresenteerd van de periode juli 2008 tot juli 2009.

1.2 Meetresultaten

De neerslaggegevens van Tiel zijn bijgevoegd om een idee te geven wat betreft de invloed van neerslag. Aangezien neerslag heel plaatselijk kan zijn, kunnen hier geen uitspraken over worden gedaan.

In tabel 1.1 staan de gemeten grondwaterstanden weergegeven.

Tabel 1.1: gemeten grondwaterstanden

	Periode juli 2008 - juli 2009		Periode 2005-2009	
	Minimaal (m+NAP)	Maximaal (m+NAP)	Minimaal (m+NAP)	Maximaal (m+NAP)
Peilbuis 1	5,5	6,1	5,1	7,5
Peilbuis 2 (oud)	-	-	4,9	7,4
Peilbuis 2 (Tichelgat)	5,4	6,1	5,4	6,2
Peilbuis 3	4,8	5,9	4,5	6,1
Peilbuis 4	5,5	6,1	5,1	6,5
Peilbuis 5	5,6	6,6	3,4*	6,9
Peilbuis 6	4,7	6,2	4,6	6,4
Peilbuis 7	5,4	6,9	5,0	7,5
Peilbuis 8	4,4	4,9	4,4*	6,5
Peilbuis 11	5,7	6,3	5,7	6,3
Peilbuis 12	6,0	7,0	6,0	7,0

* Geen betrouwbare waarde (in verband met scheve peilbuis 5)

De resultaten per peilbuis zijn weergegeven in bijlage 2.

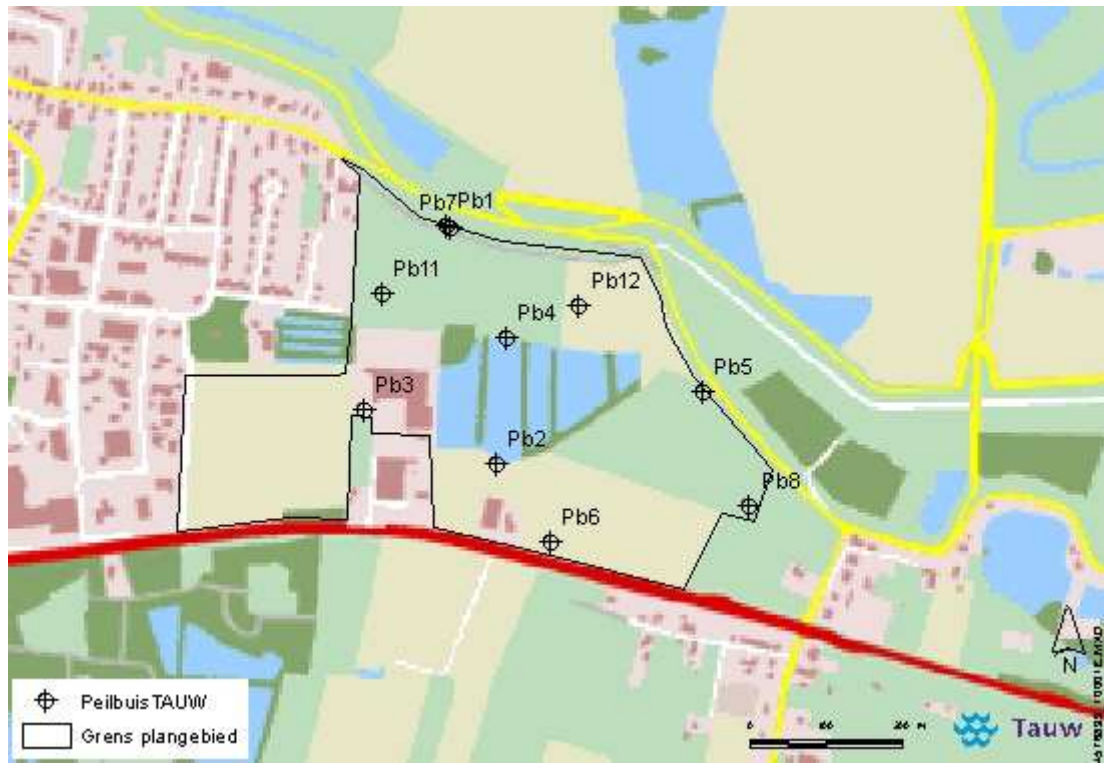
1.3 Conclusies

In de rapportage 'Ontwikkeling woongebied de Waarden', met kenmerk R001-4395531TER-mfv-V03-NL, d.d. 29 april 2008, staan op basis van de gegevens van de grondwatermonitoring tot dan toe de onderstaande GHG's:

- Noordelijk gedeelte: 6,75 tot 7,25 m+NAP
- Midden en zuidelijk gedeelte: ongeveer 6,0 m+NAP
- Oostelijk gedeelte: 6,5 m+NAP

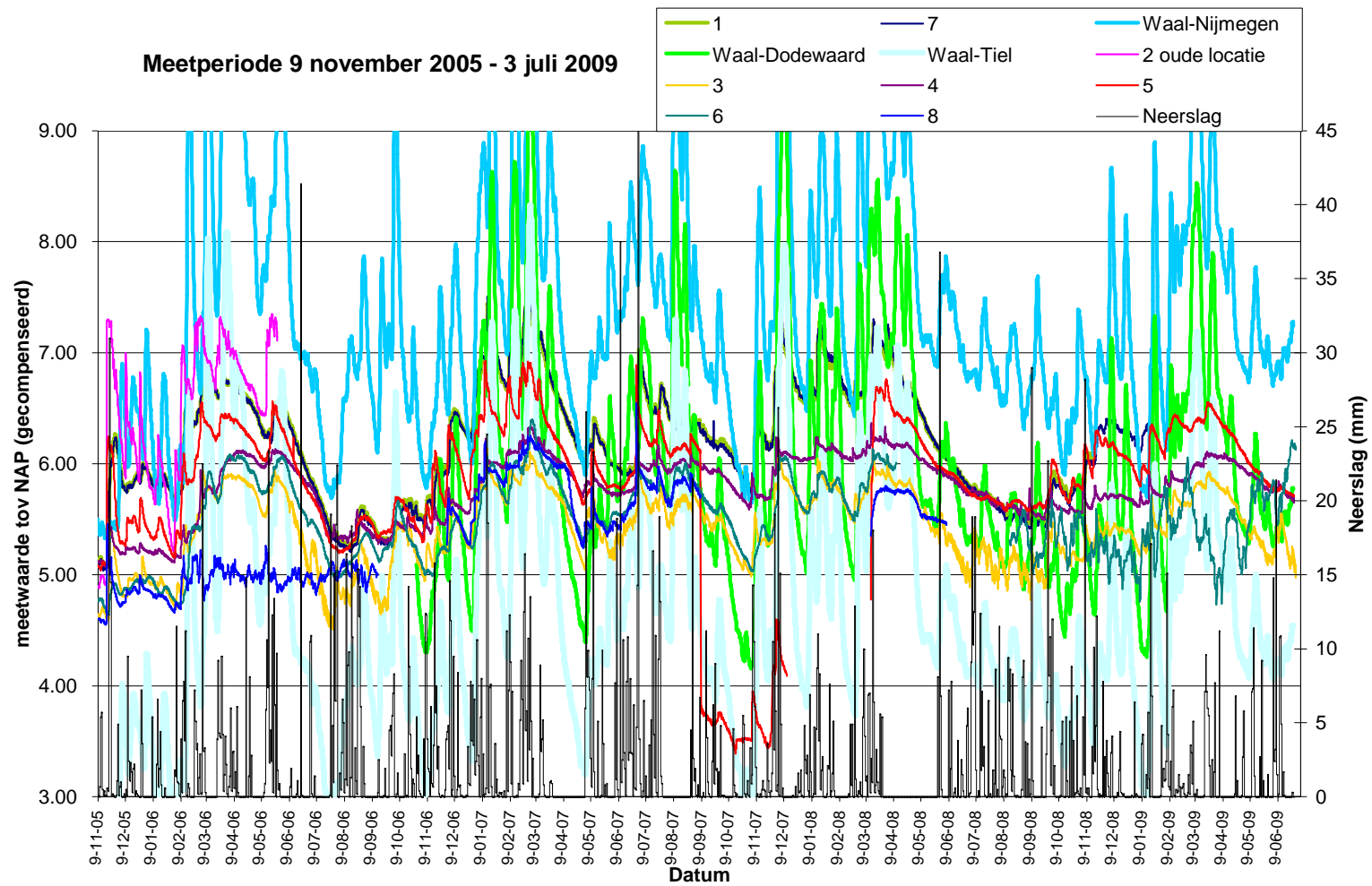
Op basis van de nieuwe meetgegevens kan geconcludeerd worden, dat deze waarden overeenkomen met de bovengenoemde GHG's.

Bijlage 1 Locatie peilbuizen

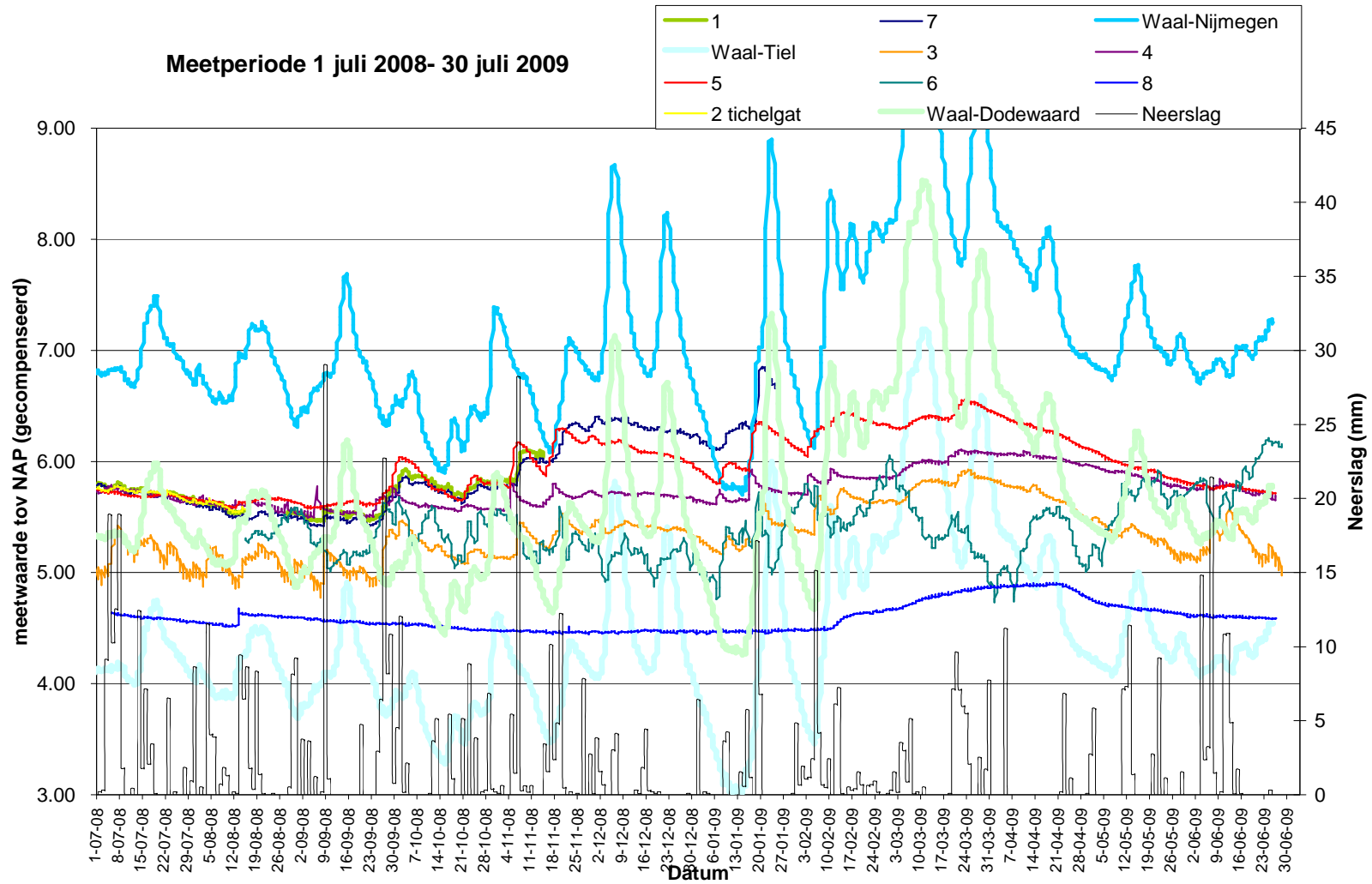


Bijlage 2 Gemeten grondwaterstand

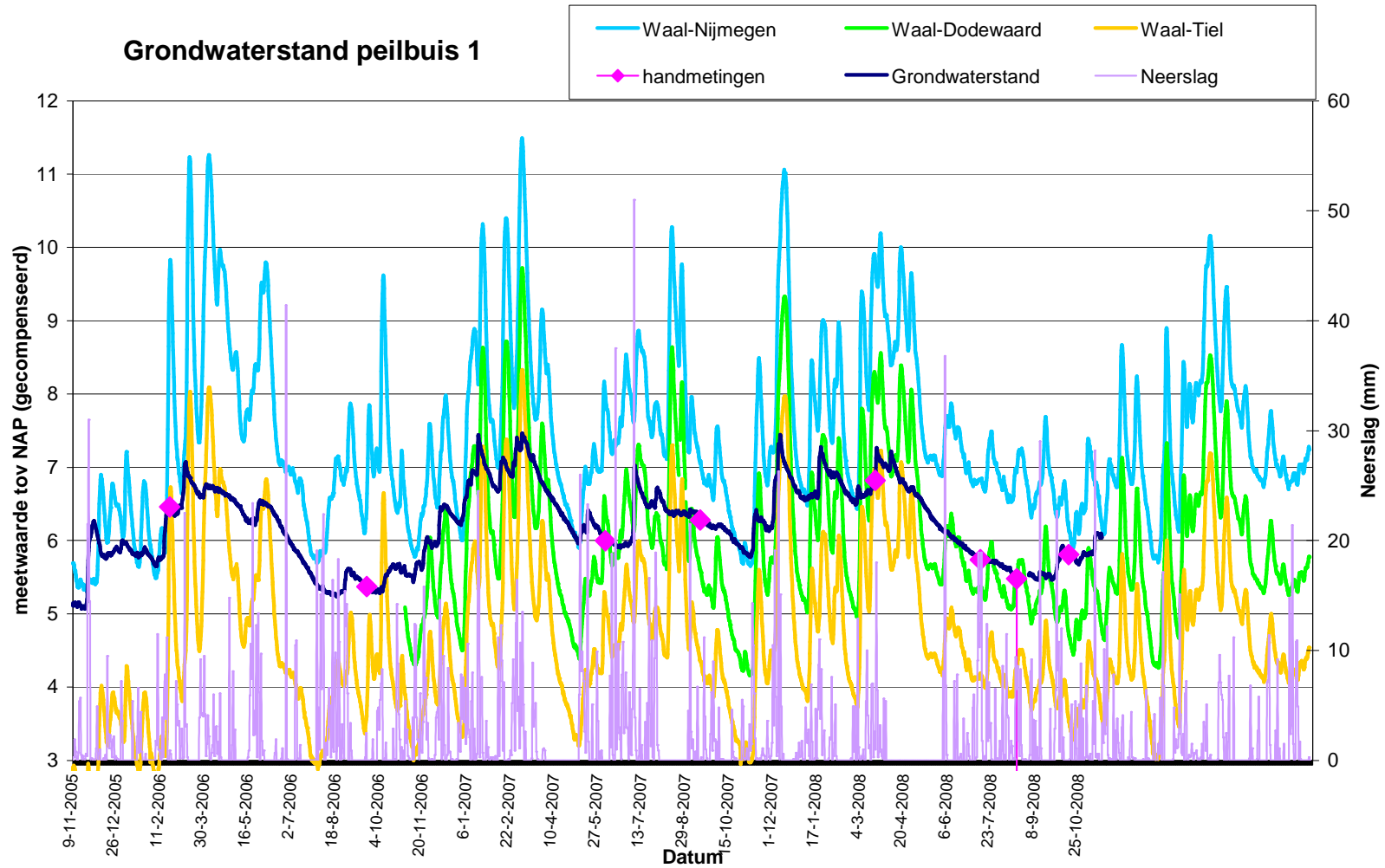
Meetperiode 9 november 2005 - 3 juli 2009



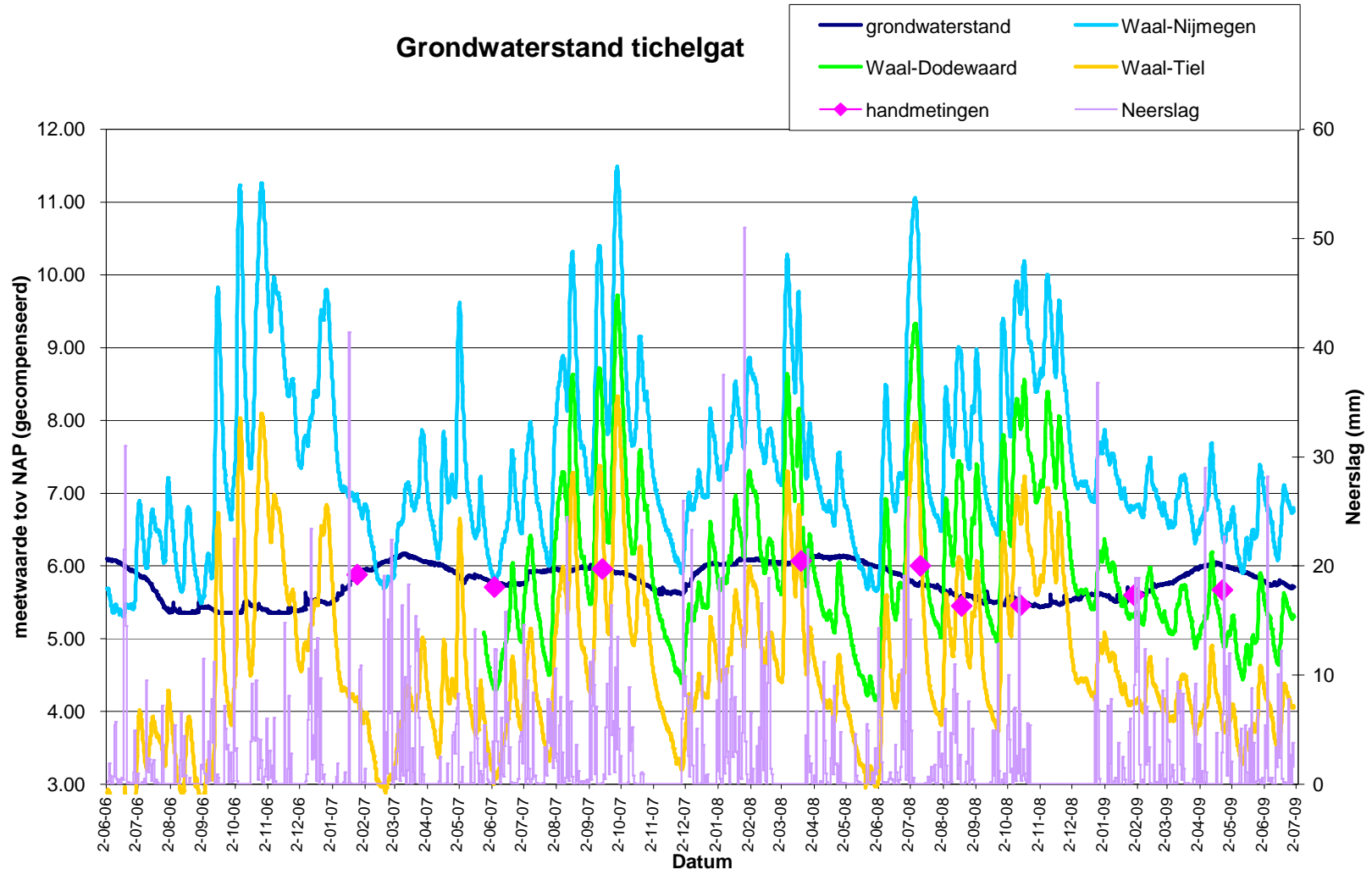
Meetperiode 1 juli 2008- 30 juli 2009



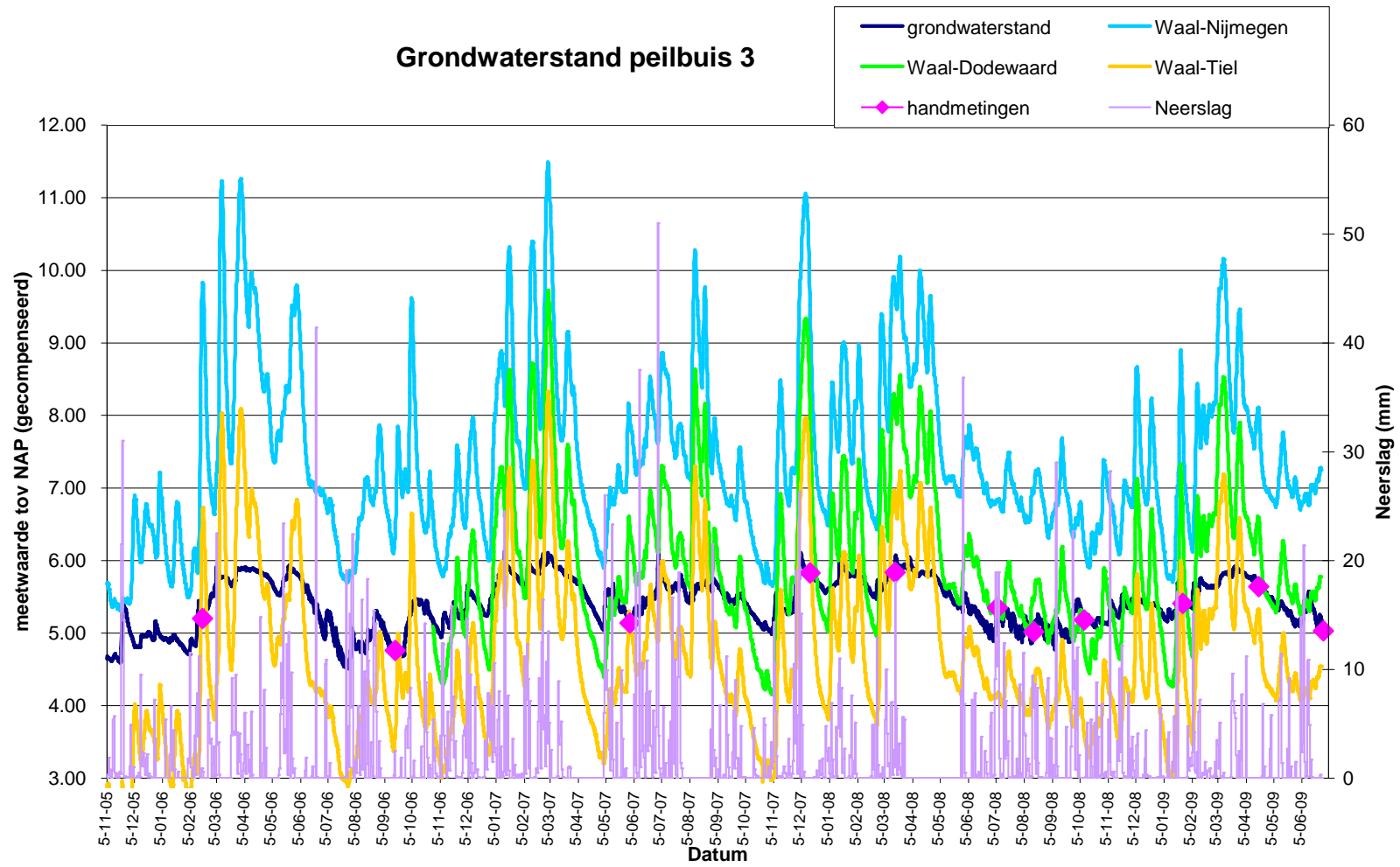
Grondwaterstand peilbuis 1



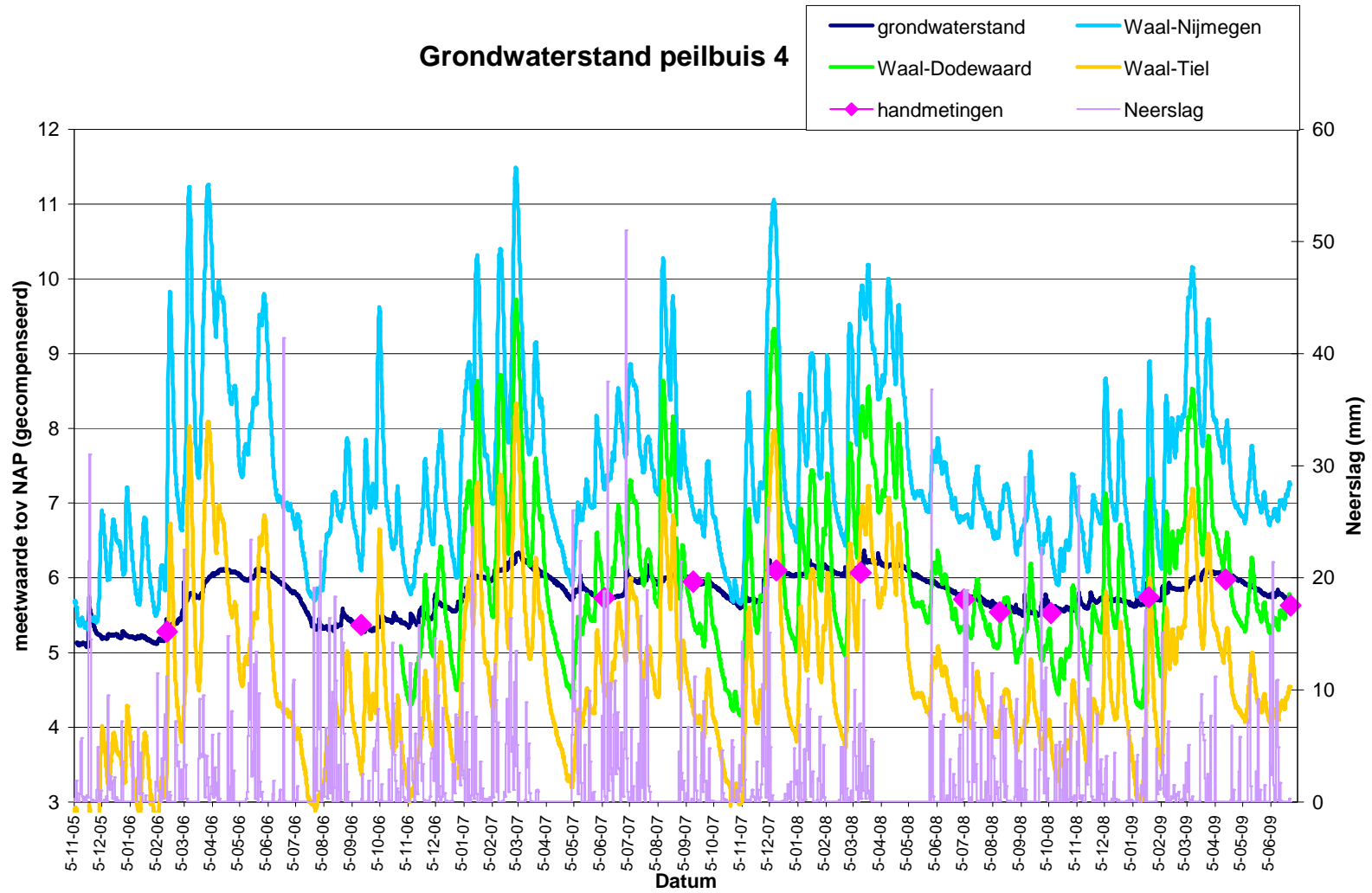
Grondwaterstand tichelgat



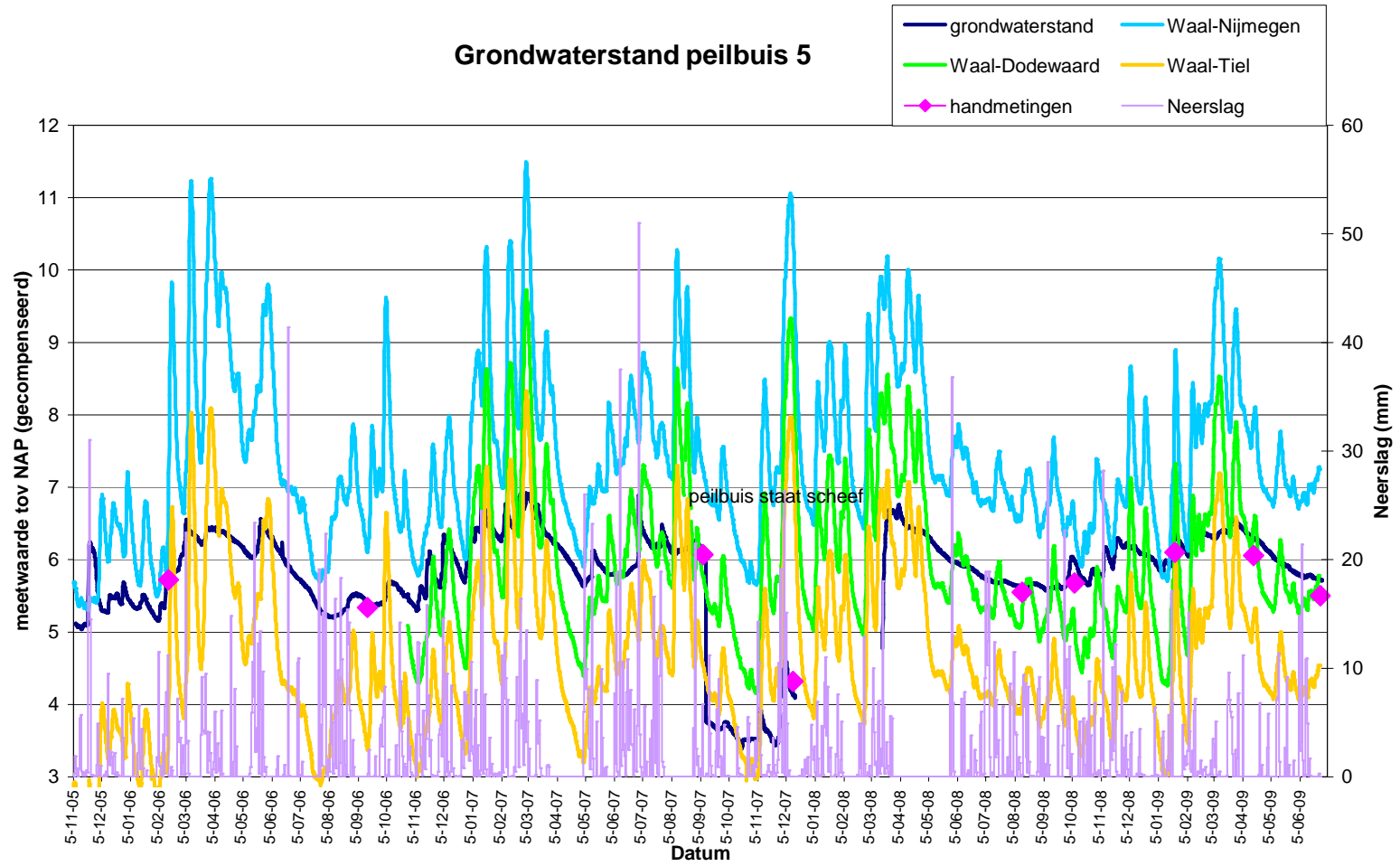
Grondwaterstand peilbuis 3



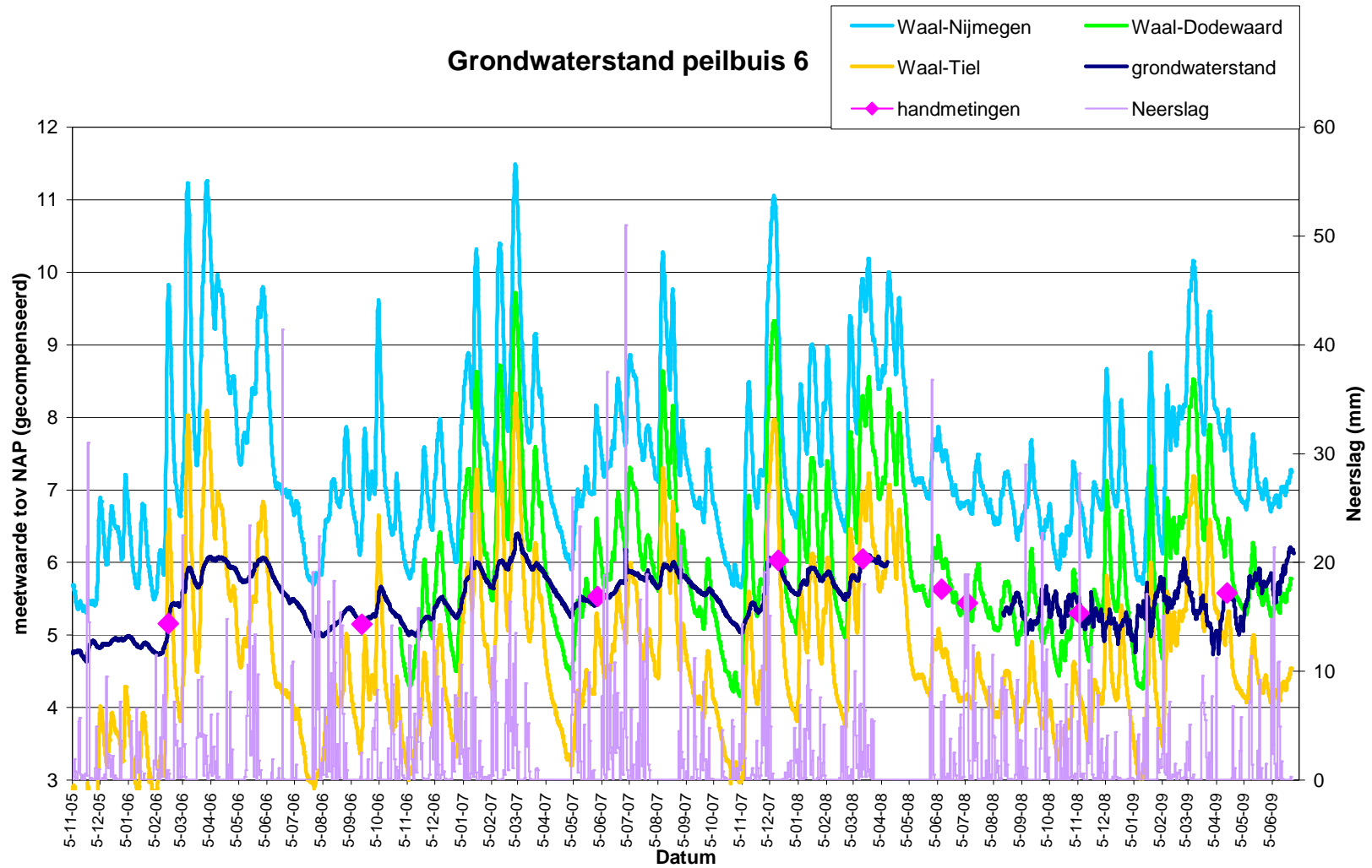
Grondwaterstand peilbuis 4



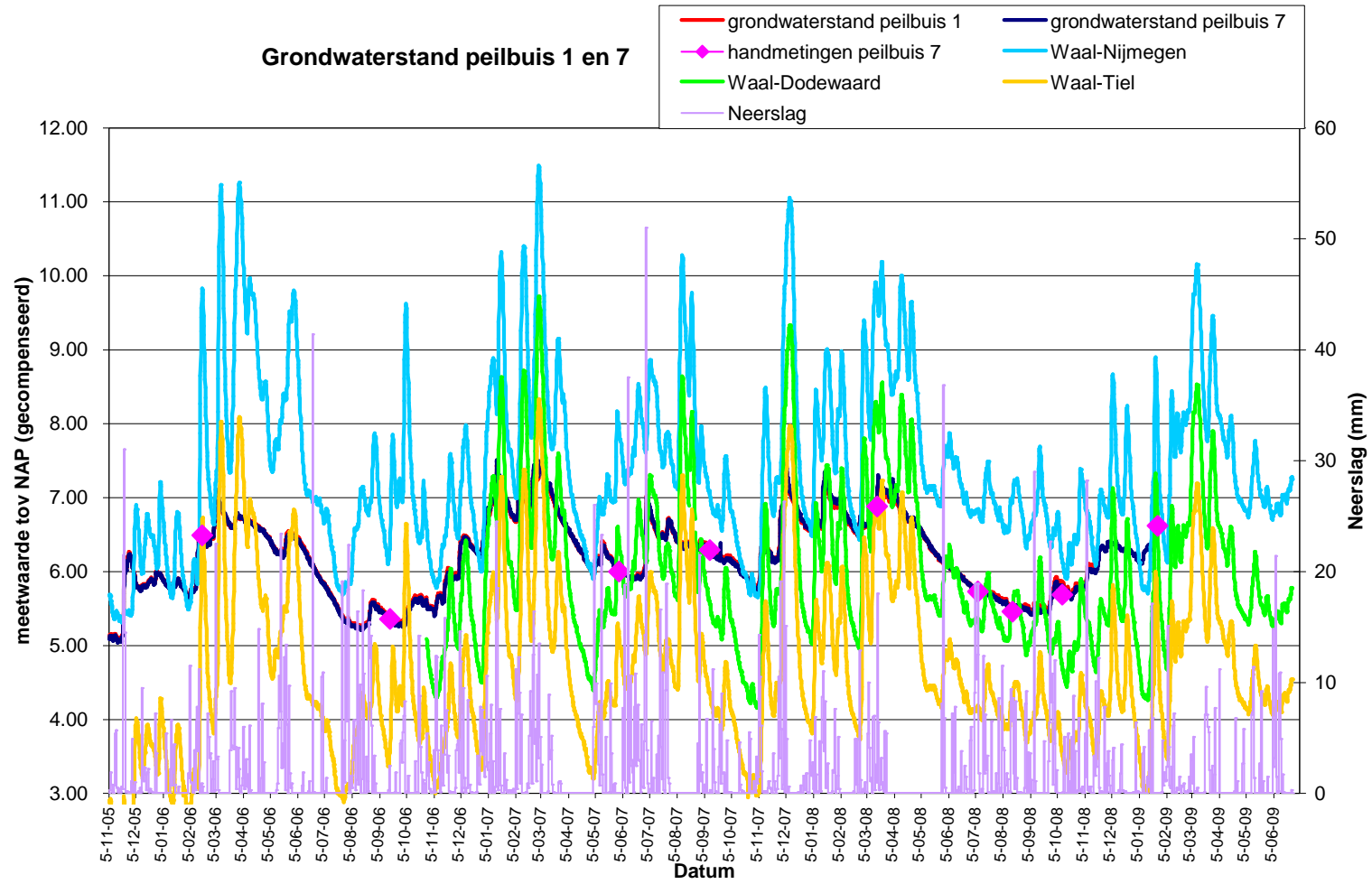
Grondwaterstand peilbuis 5



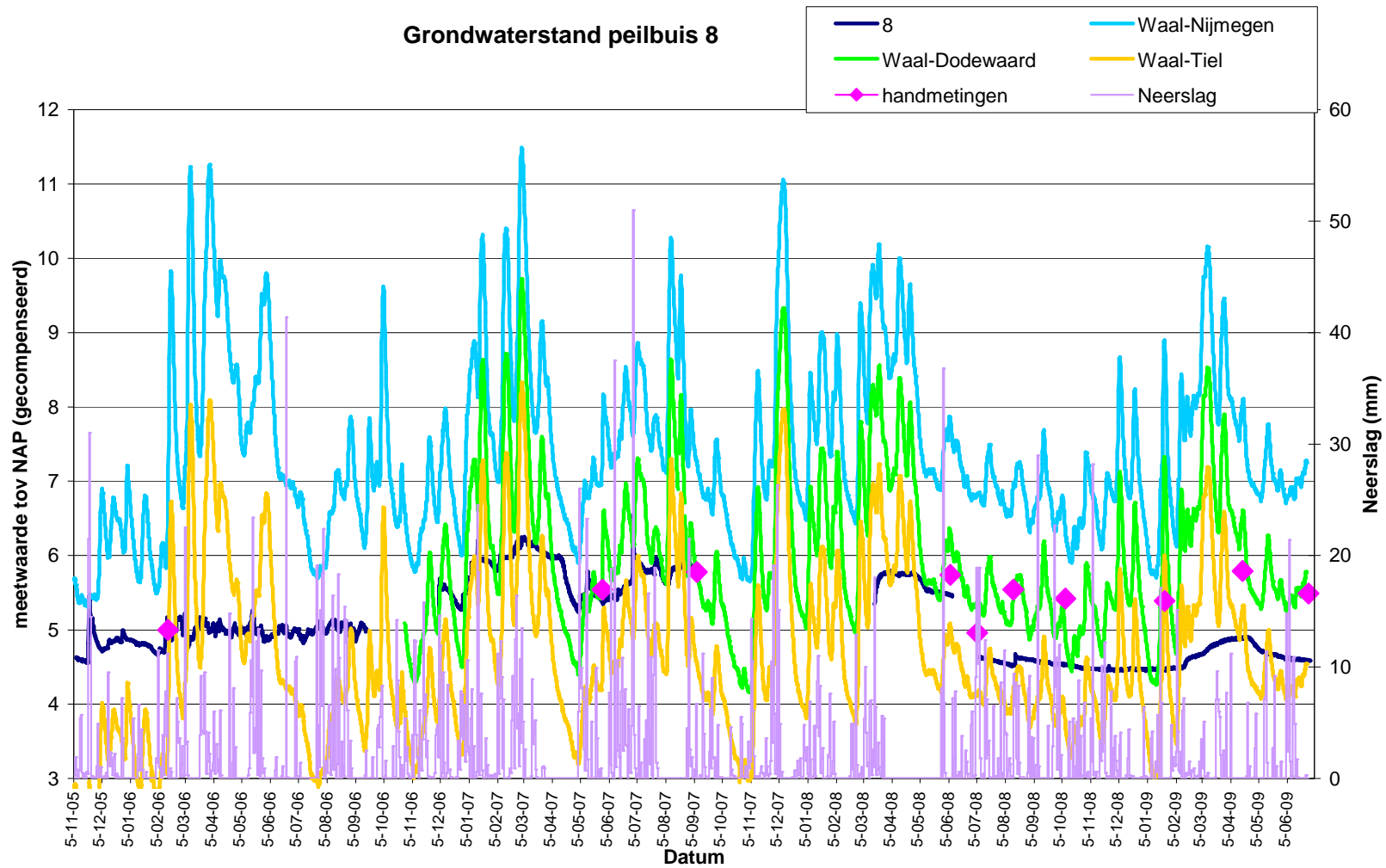
Grondwaterstand peilbuis 6



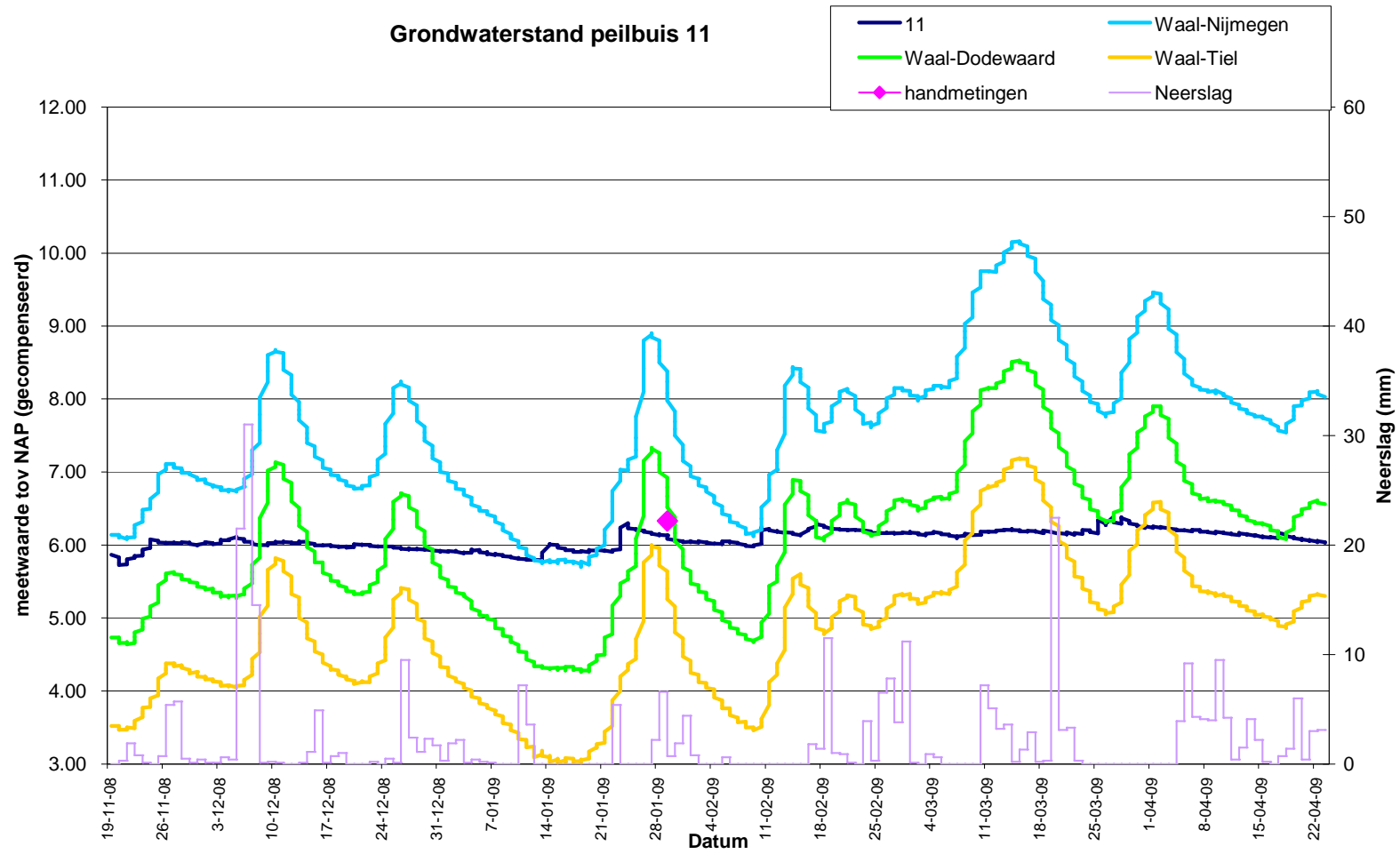
Grondwaterstand peilbuis 1 en 7



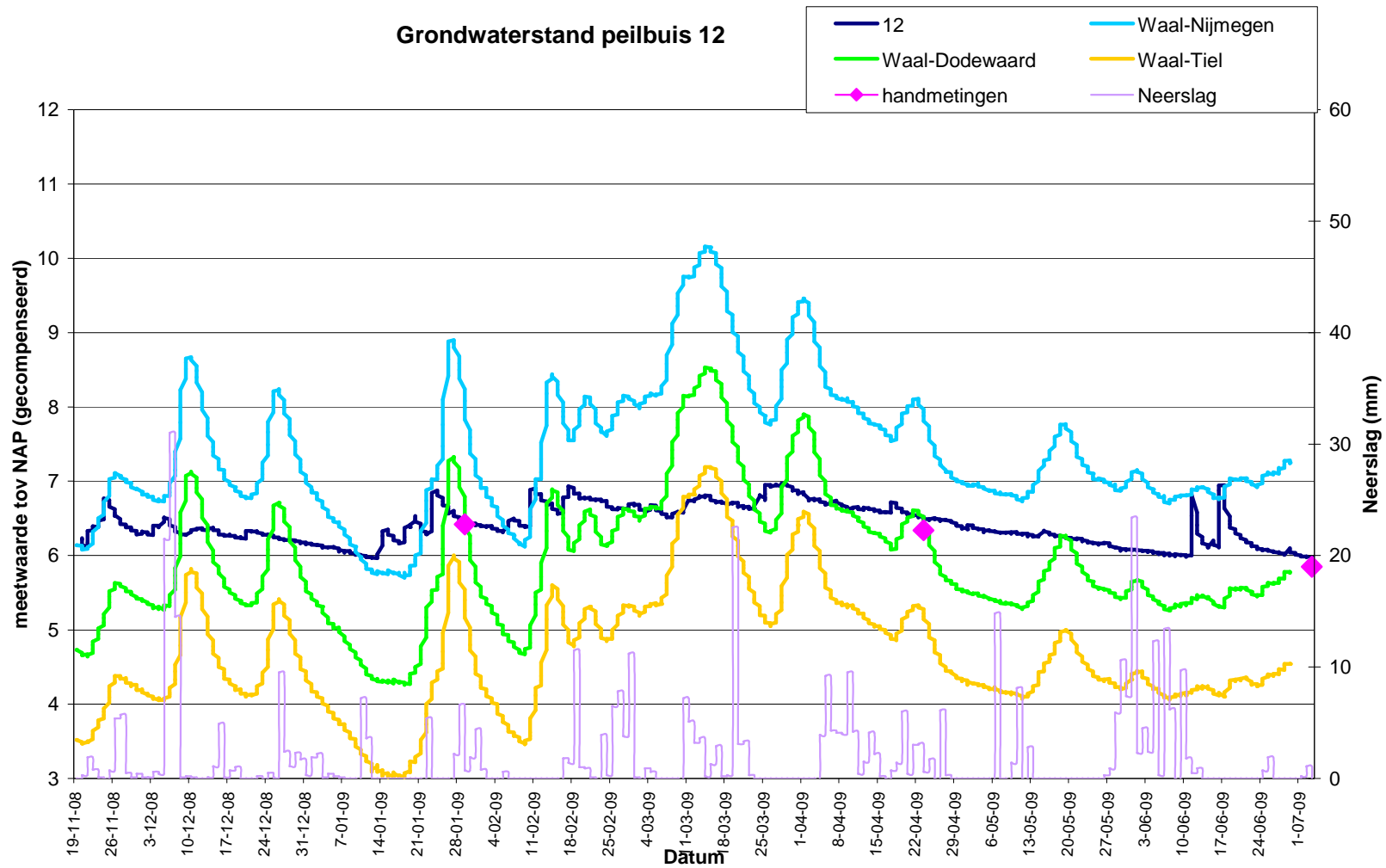
Grondwaterstand peilbuis 8



Grondwaterstand peilbuis 11



Grondwaterstand peilbuis 12





Bijlage III

*Notitie 'Analyse grondwaterstanden i.r.t.
aanlegpeilen' d.d. 3 februari 2012*

NOTITIE

PROJECT : Ontwikkeling woningbouwlocatie Druten Oost
PROJECTNUMMER : K08141

ONDERWERP : Analyse grondwaterstanden i.r.t aanlegpeilen
:

DATUM : 3 februari 2012
PLAATS : ELST (Gld.)
OPGESTELD DOOR : H.W. Boom

Inleiding

In het kader van de planontwikkeling van woningbouwplan Druten-Oost te Druten, is door Tauw BV een waterhuishoudkundig onderzoek uitgevoerd. Onderdeel daarvan was een grondwatermonitoring, die vanaf november 2005 tot juli 2009 is uitgevoerd. Hieruit is de bepaling van de GHG's binnen het plangebied voortgekomen, die zijn beschreven in notitie 'Grondwatermonitoring De Waarden te Druten' d.d. 31 augustus 2009 met kenmerk N001-4576899DRT-hmh-V01, Tauw BV.

Door BOOT organiserend ingenieursburo zijn, ten tijde van de hoogwatergolf in januari 2011, de in bovengenoemde notitie gebruikte peilbuizen gemonitord. In deze notitie wordt de statistische herhalingskans van de opgetreden hoogwatergolf geïnterpreteerd, zodat de gemeten grondwaterstanden kunnen dienen als basis voor de te hanteren ontwateringsnorm voor de nieuwbouw. Daarnaast worden in deze notitie de te hanteren straat- en vloerpeilen voorgesteld.

Bepaling statistische herhalingskans hoogwatergolf

Door Rijkswaterstaat worden de waterstanden in de rivieren op vaste locaties periodiek geregistreerd. Daarnaast is per meetstation de statistische herhalingskans van verschillende optredende waterstanden bepaald.

In tabel 1 zijn de gemiddelde overschrijdingsfrequenties van de waterstanden in de Waal weergegeven (bron: Rijkswaterstaat; Referentiewaarden waterstanden). Het plangebied Druten-Oost is gelegen tussen de genoemde meetpunten.

Tabel 1 Gemiddelde waterstanden Waal met overschrijdingskans

MEETPUNT	1 X PER JR	1 X PER 2 JR	1 X PER 10 JR	1 X PER 100 JR	1 X PER 1250 JR
Nijmegen haven	11,40	11,90	12,90	13,70	14,75
Tiel Waal	8,00	8,50	9,55	10,45	11,50

NB. Waarden weergegeven in m t.o.v. NAP

In tabel 2 zijn de gemeten waterstanden weergegeven, zoals deze optraden in januari 2011 (bron: Rijkswaterstaat; Waterbase).

Tabel 2 Waargenomen waterstanden Waal

MEETPUNT	15-01-2011	16-01-2011	17-01-2011	18-11-2011	19-01-2011
Nijmegen haven	12,18	12,31	12,32	12,29	12,10
Tiel Waal	9,15	9,32	9,35	9,33	9,15

NB. Waarden weergegeven in m t.o.v. NAP; hoogst gemeten per dag

Conform tabel 2 trad op 17 januari 2011 de hoogst gemeten waterstand op. Het verschil tussen de gemeten waterstanden en de gemiddelde waterstanden bij een overschrijdingskans van 1 x per 10 jaar bedraagt bij Nijmegen haven ca. 0,58 m en bij Tiel Waal ca. 0,20 m. Vanwege de geringe afwijking van de gemeten waarden t.o.v. de berekende gemiddelde waarden bij Tiel Waal, kan worden gesteld dat er min of meer sprake was van een herhalingsfrequentie van eens per 10 jaar.

Vanwege bovengenoemde constatering kan worden geconcludeerd, dat de gemeten grondwaterstanden in deze periode kunnen worden gebruikt ter bepaling van de straat- en vloerpeilen (ontwateringsnormen bij berekening T=10 rivierstand en T=2+10% winterbui).

Gemeten grondwaterstanden planlocatie

Door BOOT organiserend ingenieursburo zijn in de 2^e helft van januari 2011 de peilbuizen, genoemd in notitie van Tauw d.d. 31 augustus 2009, gemonitord. In tabel 3 zijn de gemeten waarden weergegeven. Het waterpeil in de tichelgaten is niet gemeten.

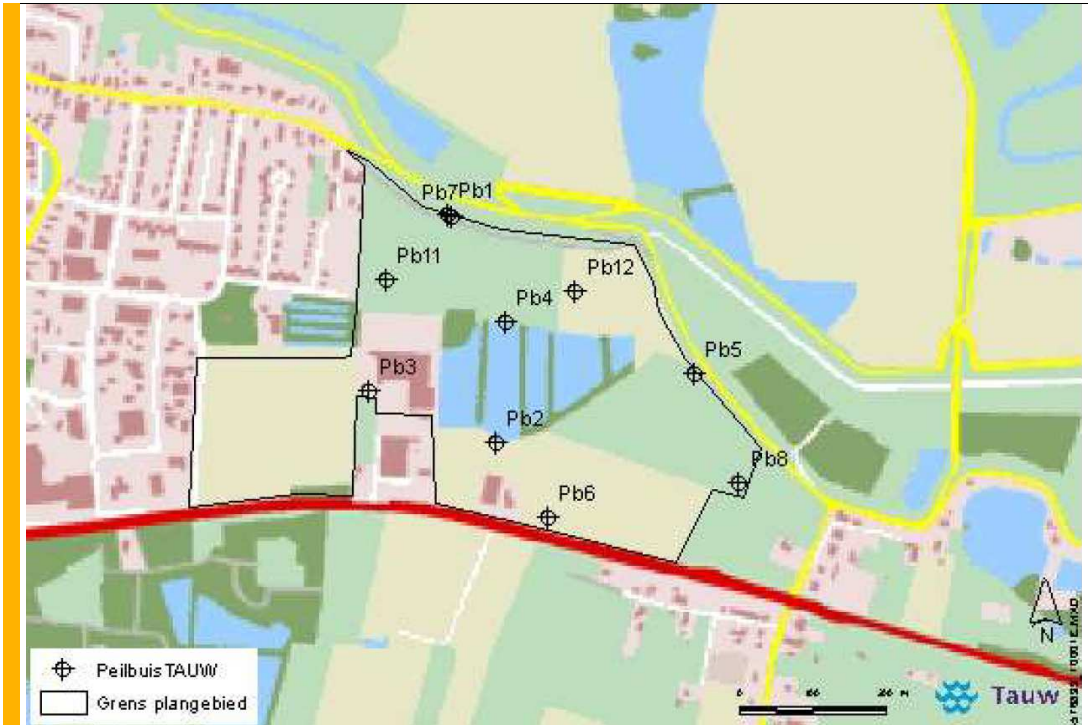
Tabel 3 Gemeten grondwaterstanden planlocatie

MEETPUNT	14-01-2011		19-01-2011		21-01-2011		25-11-2011		28-01-2011		
	MV	-mv NAP	-mv NAP	-mv NAP	-mv NAP	-mv NAP	-mv NAP	-mv NAP	-mv NAP	-mv NAP	
Pb1	8,50	n.g.	-	0,95	7,55	1,01	7,49	1,00	7,50	1,15	7,35
Pb2	-	n.g.	-	n.g.	-	n.g.	-	n.g.	-	n.g.	-
Pb3	7,72	1,10	6,62	1,12	6,60	1,20	6,52	1,26	6,46	1,43	6,29
Pb4	7,65	1,15	6,50	1,16	6,49	1,18	6,47	1,21	6,44	1,33	6,32
Pb5	7,47	n.g.	-	0,46	7,01	0,48	6,99	0,53	6,94	0,70	6,77
Pb6	7,37	ntm	-	ntm	-	ntm	-	ntm	-	ntm	-
Pb7	7,37	n.g.	-	n.g.	-	n.g.	-	n.g.	-	n.g.	-
Pb8	7,50	n.g.	-	1,02	6,48	1,05	6,45	1,00	6,50	1,05	6,48
Pb9	7,45	ntm	-	ntm	-	ntm	-	0,56	6,89	0,57	6,88
Pb10	7,57	n.g.	-	n.g.	-	n.g.	-	n.g.	-	n.g.	-
Pb11	7,45	n.g.	-	ntm	-	ntm	-	0,56	6,89	0,72	6,73
Pb12	7,54	0,46	7,08	0,46	7,08	0,47	7,07	0,48	7,06	0,57	6,97
Pb13	8,27	n.g.	-	0,80	7,47	0,83	7,44	0,81	7,46	0,91	7,36

NB. Waarden weergegeven in m

In figuur 1 is de locatie van de peilbuizen weergegeven. In tabel 4 is de afstand van de betreffende peilbuis tot het hart van de primaire waterkering weergegeven. In de tabel zijn tevens per peilbuis de maximaal gemeten grondwaterstanden, voortvloeiend uit tabel 3, genoteerd.

Figuur 1 Overzicht peilbuizen planlocatie



Bron: notitie 'Grondwatermonitoring De Waarden te Druten', Tauw BV

NB. Peilbuis 11 is in het veld niet gevonden. De nieuwe peilbuis is ca. 50 m richting het noorden geplaatst

Tabel 4 Grondwaterstanden in relatie tot afstand primaire waterkering

PEILBUIS	AFSTAND TOT WATERKERING [M]	GEMETEN GWS [M +NAP]	MAX. GWS [M +NAP]	PEILBUIS	AFSTAND TOT WATERKERING [M]	GEMETEN GWS [M +NAP]	MAX. GWS [M +NAP]
Pb 1	20	7,55		Pb 5	130	7,01*	
Pb 13	40	7,47		Pb 4	150	6,49	
Pb 12	80	7,08		Pb 8	215	6,50	
Pb 11	100	6,94**		Pb 3	280	6,62	
Pb 9	110	6,94**		Pb 2, 6, 7 en 10: GWS niet bekend			

* Deze peilbuis (Pb 5) vertoont een hogere waarde dan in de reeks kan worden verwacht. Dit kan mogelijk worden verklaard door de ligging aan de oude waterkering (ca. 20 m) en het in de voormalige uiterwaarden aangrenzende gedempte tichelgat (zie figuur 2). Bij aanleg van de nieuwe primaire dijk is een deel van het tichelgat hoogstwaarschijnlijk gedempt met zand, waardoor de weerstand onder de nieuwe primaire dijk voor kwelwater lager is dan in de overige delen van het plangebied.

Figuur 2 Voormalig tichelgat in uiterwaarden nabij peilbuis 5



Bron: www.watwaswaar.nl, uitsnede topografische kaart 1991

*** De waterstanden in deze peilbuizen zijn op 19 januari niet waargenomen. Op basis van de gegevens uit de overige peilbuizen wordt een verhoging van 0,05 m t.o.v. de hoogst gemeten waarde toegepast*

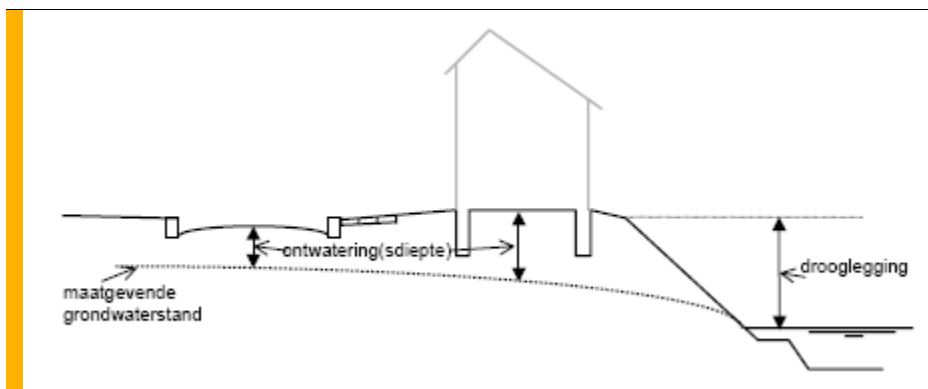
Op basis van de gegevens in tabel 4 kan een goed beeld verkregen worden van de optredende grondwaterstanden bij een T=10 hoogwatersituatie in de Waal. In onderstaande paragraaf wordt de toepassing van de verkregen gegevens benoemd.

Advies aanlegpeilen

De grondwaterstanden, genoemd in tabel 4 en behorend bij een situatie T=10 rivierstand, kunnen worden gebruikt als basis voor de te creëren ontwatering. De grondwaterstanden kunnen niet direct worden gebruikt om een eventuele kwelberekening uit te voeren, hiervoor dienen de invoergegevens van het bestaande grondwatermodel van Tauw BV opnieuw te worden gekalibreerd.

In tabel 5 zijn de ontwaterings- en droogleggingsnormen genoemd, zoals door waterschap Rivierenland worden gehanteerd (zie ook §2.4 van rapport 'Waterhuishoudkundig plan "Ontwikkeling Druten-Oost" te Druten' d.d. 11 juni 2010, BOOT organiserend ingenieursburo).

Figuur 3 Verschil ontwatering en drooglegging



Tabel 5 Ontwaterings- en droogleggingsnormen

		T = 1 [M]	T = 10+10% [M]	T=100 + 10% [M]	RIVIERKWEL * T=2 +10% WINTER T=10 RIVIER [M]
Ontwatering t.o.v.	bouwpeil	1,0	0,7	-	0,7
	straatpeil	0,7	0,4	-	0,4
Drooglegging t.o.v.	bouwpeil	1,3	1,0	0,3	1,0
	straatpeil	1,0	0,7	0,0	0,7

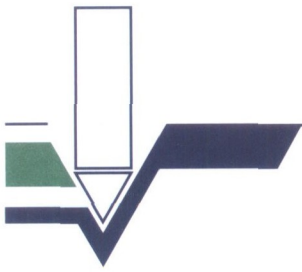
* Indien rivierkwel wordt vermoed.

Op basis van de ontwateringsnormen in de laatste kolom van tabel 5 en de optredende grondwaterstand bij T=10 Rivierstand i.r.t. de afstand tot de dijk in tabel 4 zijn de minimale aanlegpeilen van de woningen en wegen op tekening K08141-002 blad 01 d.d. 3 februari 2012 bepaald. Deze aanlegpeilen zijn gebaseerd op de situatie waarbij geen ontwateringsmiddelen benodigd zijn en geen kwel wordt afgevoerd richting de tichelgaten en de bestaande kleilaag niet wordt doorbroken.



Bijlage IV

Rapportage Onderzoek gemiddelde hoogste en laagste grondwaterstanden (Koops & Romeijn Grondmechanica)



Van Roekel Adviesbureau voor Water en Grond
Veenderweg 19
6721 WD Bennekom
Tel.: 0318 - 431 825
Fax: 084 - 226 8444
Internet: www.koops-romeijn.nl
E-mail: g.van.roekel@koops-romeijn.nl
BTW nr.: NL065595026.B01
KvK centraal gld nr.: 09116635
Bankrek. nr.: 80.31.934 t.n.v. van Roekel

Buro Boot
ter attentie van de heer P. van Drie
postbus 509
3900 AM Veenendaal

Betreft **de Waarden te Druten**
onderzoek gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstanden

Datum 12 november 2008
Opdracht nummer 08.0983A
Ons kenmerk 08.0983A/1112/gvr
Uw kenmerk

Geachte heer van Drie,

Hierbij doe ik u de resultaten van het onderzoek naar de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstanden toekomen.

Uit het verrichte onderzoek blijkt dat in het zuidelijk gedeelte onder een relatief dunne deklaag van klei een goed doorlatend zandpakket wordt aangetroffen. In het noordelijk deel wordt tot 2 m beneden maaiveld alleen kleilagen aangetoond.

De gemiddeld hoogste grondwaterstand werd aangetroffen tussen 0,6 en 0,8 m beneden maaiveld, dit komt overeen met 6,0 tot 6,20 m + NAP.

De gemiddeld laagste grondwaterstand werd aangetroffen op een diepte van circa 1,5 tot 2,1 m beneden maaiveld. Dit komt overeen met circa 4,8 tot 5,4 m + NAP.

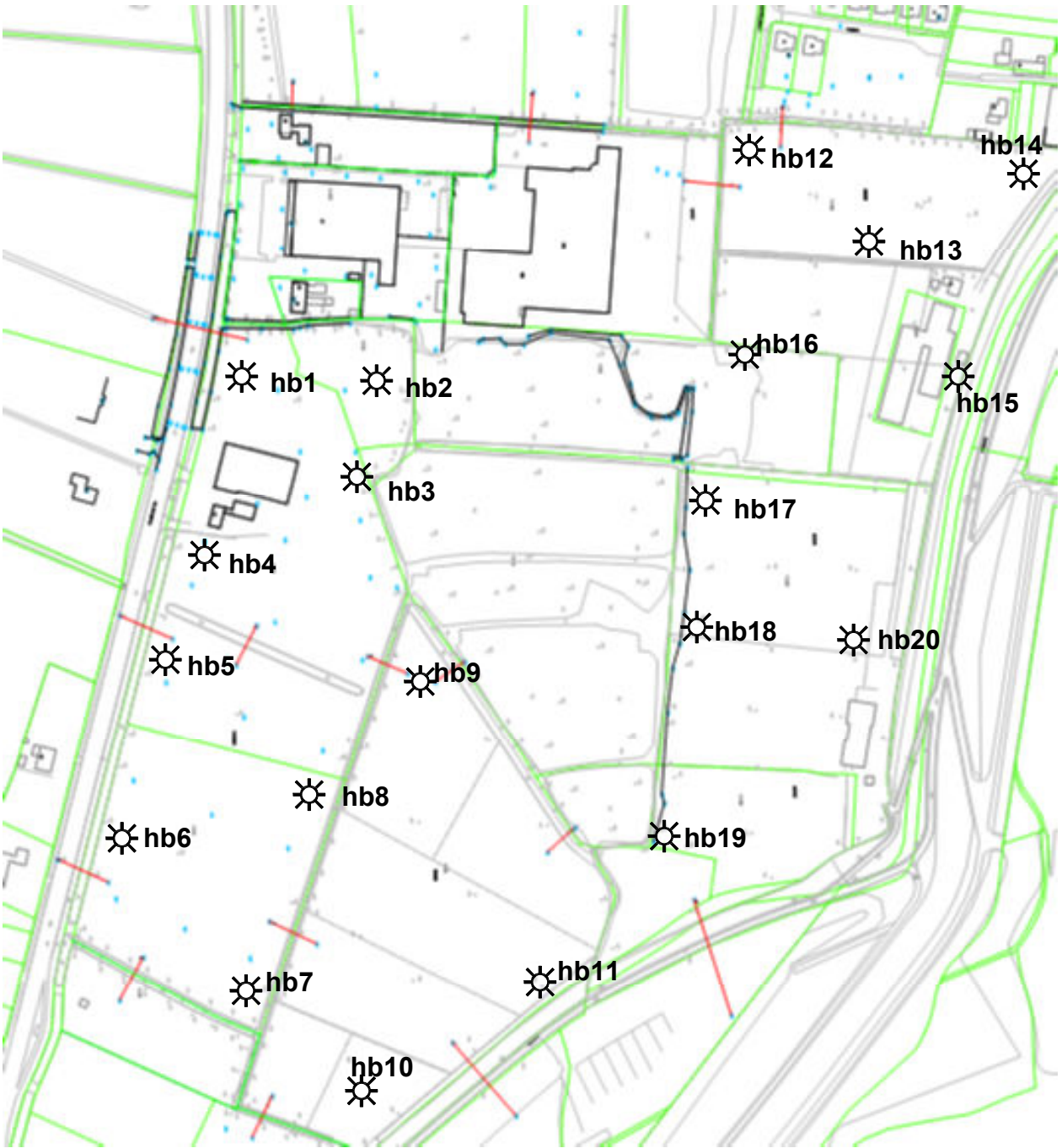
Verschillen in hoogte kunnen mede worden veroorzaakt omdat de hoogte ter plaatse van de handboring is afgeleid uit de beschikbare hoogtemetingen.

Vertrouwende u hiermede voldoende te hebben geïnformeerd,

Koops & Romeijn grondmechanica

Ing. G. van Roekel
geohydroloog

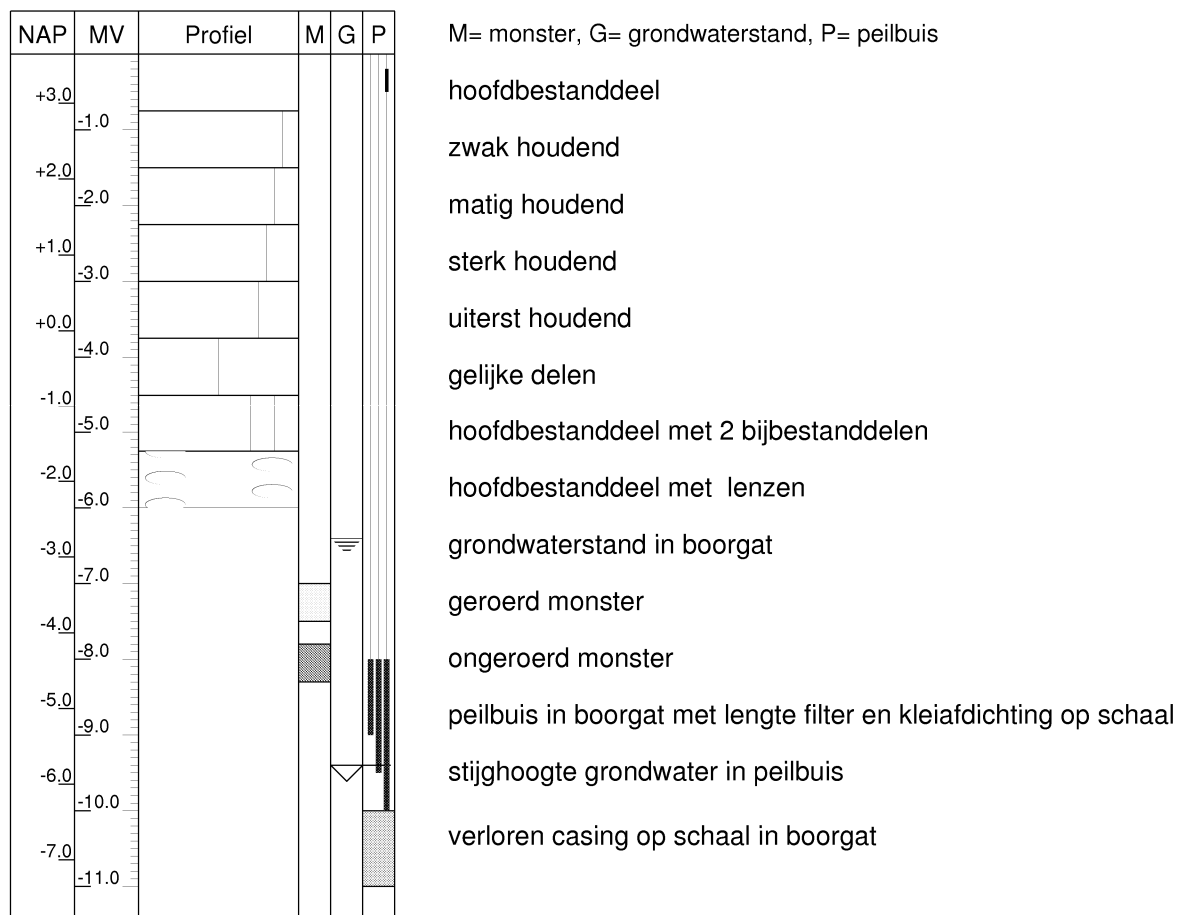
bijlagen:
1 situatie handboringen
2 boorstaten 1 tot en met 20
3 k-waardemetingen
4 overzicht gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstanden

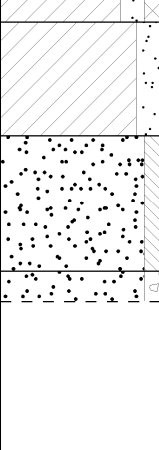


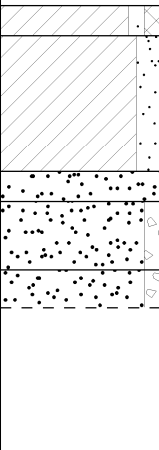
handboring met infiltratiemeting

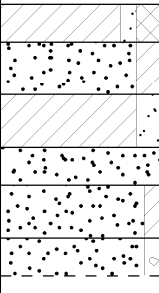
Aanduiding grondsoorten en gelaagdheid op boorstaat

	Zand		Mergel		Baggerspecie
	Klei		Kalk/kalksteen		Schelpen
	Veen		Stol		Schelpenbank
	Grind		Mijnsteen		Verharding
	Zandsteen		Graszode		Kruipruimte
	Silt		Teelaarde		Puin
	Leem		Humus		Sintels
	Loss		Plantenresten		Huisvuil
	Keileem		Hout/houtresten		Kunststofresten
	Leisteen		Bruinkool		Onbekend
	Schalie		Slib		Diversen

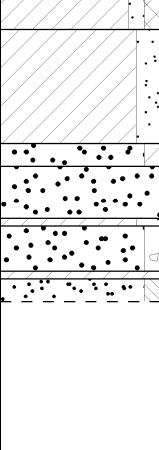
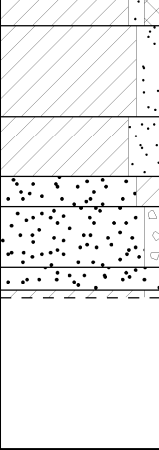
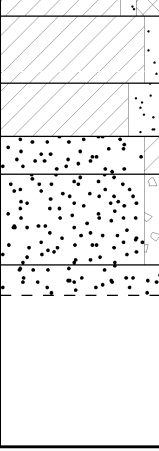


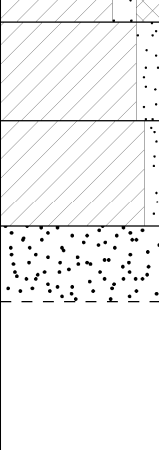
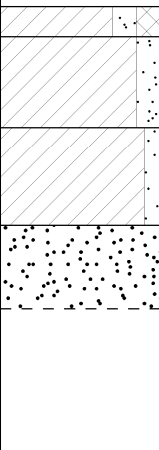
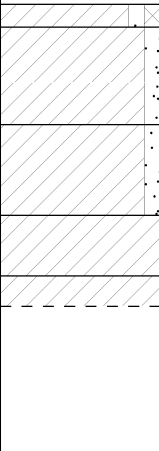
hb1 6-11-2008 Handboring			Maaveldhoogte: 6.70 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.53 t.o.v. MV			Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
						0.00m Klei, zwart, matig zandhoudend, zwak humushoudend. 0.15m Klei, donkerbruin, matig zandhoudend. 0.90m Zand, matig grof bruin, zwak silthoudend. 1.80m Zand, matig grof lichtbruin, zwak grindhoudend. 2.00m Einde boring.	ghg 0,70 m - mv. glg 1,80 m - mv.

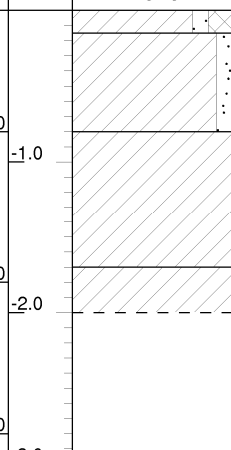
hb2 6-11-2008 Handboring			Maaveldhoogte: 6.70 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.32 t.o.v. MV			Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
						0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, zwak humushoudend. 0.20m Klei, donkerbruin, matig zandhoudend. 1.10m Zand, matig grof grijs. 1.30m Zand, matig grof lichtbruin, zwak grindhoudend. 1.75m Zand, matig grof grijs, zwak grindhoudend. 2.00m Einde boring.	ghg 0,80 m - mv. glg 1,75 m - mv.

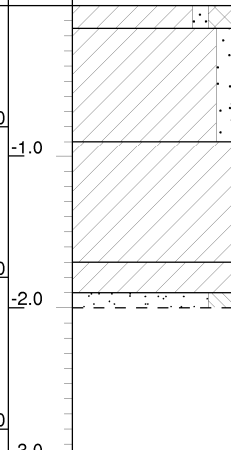
hb3 6-11-2008 Handboring			Maaveldhoogte: 6.80 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.27 t.o.v. MV			Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
						0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, matig humushoudend. 0.25m Zand, matig grof bruin, matig kleihoudend. 0.60m Klei, bruin, matig zandhoudend. 0.95m Zand, matig grof wit. 1.20m Zand, matig grof lichtbruin, zwak kleihoudend. 1.55m Zand, matig grof bruingrijs, zwak grindhoudend. 1.80m Einde boring.	ghg 0,75 m - mv. glg 1,70 m - mv.

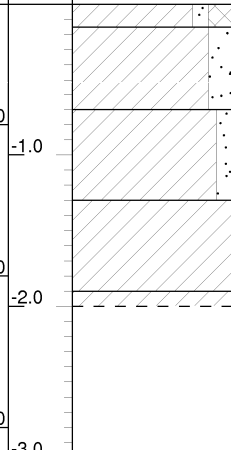
Uitgevoerd in opdracht van Buro Boot	Project: de Waarden	Rapportnr: 08.0983
	Locatie: Drunen	Proj. datum: 6-11-2008

hb4 6-11-2008 Handboring		Maaiveldhoogte: 6.73 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.40 t.o.v. MV				Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+6.0	-1.0					0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, zwak humushoudend. 0.20m Klei, bruin, matig zandhoudend. 0.95m Zand, grof bruingrijs, zwak kleihoudend. 1.10m Zand, grof lichtbruin. 1.45m Klei, grijs, matig zandhoudend. 1.50m Zand, grof lichtbruin, zwak grindhoudend. 1.80m Klei, grijs. 1.85m Zand, matig grof grijs, zwak silthoudend. 2.00m Einde boring.	ghg 0.70 m - mv. glg 1.80 m - mv.
hb5 6-11-2008 Handboring		Maaiveldhoogte: 6.77 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.65 t.o.v. MV				Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+6.0	-1.0					0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, zwak humushoudend. 0.20m Klei, bruin, matig zandhoudend. 0.80m Klei, lichtbruin, sterk zandhoudend. 1.20m Zand, matig grof bruingrijs, matig kleihoudend. 1.40m Zand, matig grof bruingrijs, zwak grindhoudend. 1.80m Zand, matig grof bruin. 1.95m Klei, grijs, zwak zandhoudend. 2.00m Einde boring.	ghg 0.75 m - mv. glg 1,70 m - mv. glg 1.95 m - mv.
hb6 6-11-2008 Handboring		Maaiveldhoogte: 6.80 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.55 t.o.v. MV				Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+6.0	-1.0					0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, matig humushoudend. 0.15m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 0.60m Klei, lichtbruin, sterk zandhoudend. 0.95m Zand, matig grof bruin, zwak kleihoudend. 1.20m Zand, matig grof bruin, zwak grindhoudend. 1.80m Zand, matig grof grijs. 2.00m Einde boring.	ghg 0.70 m - mv. glg 1,80 m - mv.
Uitgevoerd in opdracht van Buro Boot			Project: de Waarden Locatie: Druten			Rapportnr: 08.0983 Proj. datum: 6-11-2008	

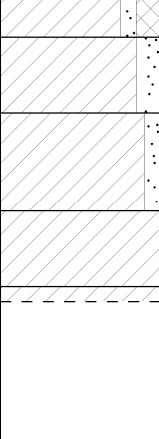
hb7 6-11-2008 Handboring		Maaiveldhoogte: 6.84 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.50 t.o.v. MV				Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+6.0	-1.0					0.00m Klei, zwart, matig zandhoudend, matig humushoudend. 0.15m Klei, donkerbruin, matig zandhoudend. 0.80m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 1.50m Zand, matig grof grijs. 2.00m Einde boring.	ghg 0,75 m - mv. glg 1,80 m - mv.
+5.0	-2.0						
+4.0	-3.0						
hb8 6-11-2008 Handboring		Maaiveldhoogte: 6.70 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.50 t.o.v. MV				Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+6.0	-1.0					0.00m Klei, zwart, matig zandhoudend, matig humushoudend. 0.20m Klei, donkerbruin, matig zandhoudend. 0.80m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 1.45m Zand, matig grof grijs. 2.00m Einde boring.	ghg 0,70 m - mv. glg 1,50 m - mv.
+5.0	-2.0						
+4.0	-3.0						
hb9 6-11-2008 Handboring		Maaiveldhoogte: 6.87 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.50 t.o.v. MV				Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+6.0	-1.0					0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, zwak humushoudend. 0.15m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 0.80m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 1.40m Klei, bruin. 1.80m Klei, grijs. 2.00m Einde boring.	ghg 0,75 m - mv. glg 1,90 m - mv.
+5.0	-2.0						
+4.0	-3.0						
Uitgevoerd in opdracht van Buro Boot			Project: de Waarden Locatie: Druuten			Rapportnr: 08.0983 Proj. datum: 6-11-2008	

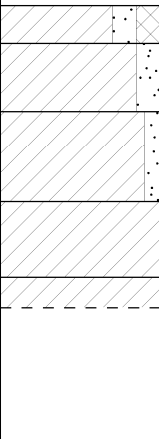
hb10 6-11-2008 Handboring			Maaiveldhoogte: 6.80 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.37 t.o.v. MV			Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
						0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, matig humushoudend. 0.15m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 0.80m Klei, bruin. 1.70m Klei, grijs. 2.00m Einde boring.	ghg 0,70 m - mv. glg 1,70 m - mv.

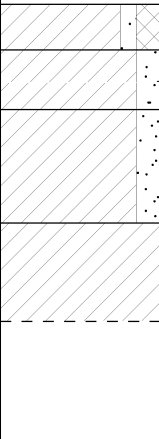
hb11 6-11-2008 Handboring			Maaiveldhoogte: 6.80 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.10 t.o.v. MV			Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
						0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, matig humushoudend. 0.15m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 0.90m Klei, bruin. 1.70m Klei, grijs. 1.90m Zand, fijn grijs, matig silthoudend. 2.00m Einde boring.	ghg 0.65 m - mv. glg 1.70 m - mv.

hb12 10-11-2008 Handboring			Maaiveldhoogte: 6.80 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.40 t.o.v. MV			Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
						0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, matig humushoudend. 0.15m Klei, bruin, matig zandhoudend. 0.70m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 1.30m Klei, bruin. 1.90m Klei, grijs. 2.00m Einde boring.	ghg 0.70 m - mv. glg 1.90 m - mv.

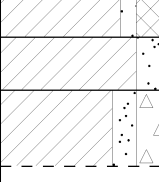
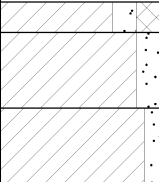

Uitgevoerd in opdracht van Buro Boot	Project: de Waarden	Rapportnr: 08.0983
	Locatie: Druuten	Proj. datum: 6-11-2008

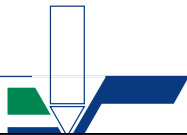
hb13 10-11-2008		Maaiveldhoogte: 7.00 t.o.v. NAP				Coördinaten:	
Handboring		Grondwaterniveau: -1.37 t.o.v. MV					
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
						0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, matig humushoudend. 0.25m Klei, bruin, matig zandhoudend. 0.75m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 1.40m Klei, bruin. 1.90m Klei, grijs. 2.00m Einde boring.	ghg 0.80 m - mv. glg 1.90 m - mv. goed doorlatend.
+6.0	-1.0						
+5.0	-2.0						
+4.0	-3.0						

hb14 10-11-2008		Maaiveldhoogte: 7.24 t.o.v. NAP				Coördinaten:	
Handboring		Grondwaterniveau: -1.30 t.o.v. MV					
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
						0.00m Klei, zwart, matig zandhoudend, matig humushoudend. 0.25m Klei, bruin, matig zandhoudend. 0.70m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 1.30m Klei, bruin. 1.80m Klei, grijs. 2.00m Einde boring.	ghg 0.55 m - mv. glg 1.90 m - mv. goed doorlatend.
+7.0							
+6.0	-1.0						
+5.0	-2.0						
	-3.0						

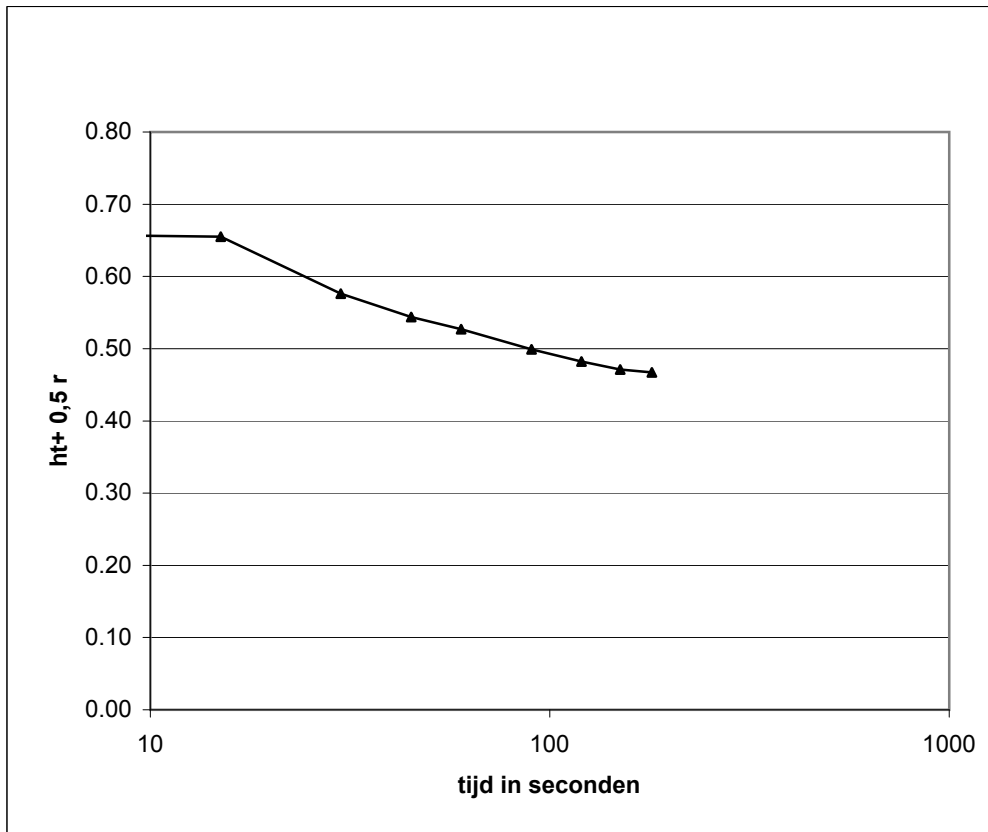
hb15 10-11-2008		Maaiveldhoogte: 7.50 t.o.v. NAP				Coördinaten:	
Handboring		Grondwaterniveau: -1.45 t.o.v. MV					
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
						0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, matig humushoudend. 0.30m Klei, bruin, matig zandhoudend. 0.70m Klei, bruin, matig zandhoudend. 1.45m Klei, grijs. 2.10m Einde boring.	ghg 0.85 m - mv. glg 2.10 m - mv.
+7.0							
+6.0	-1.0						
+5.0	-2.0						
	-3.0						

Uitgevoerd in opdracht van Buro Boot	Project: de Waarden	Rapportnr: 08.0983
	Locatie: Drunen	Proj. datum: 6-11-2008

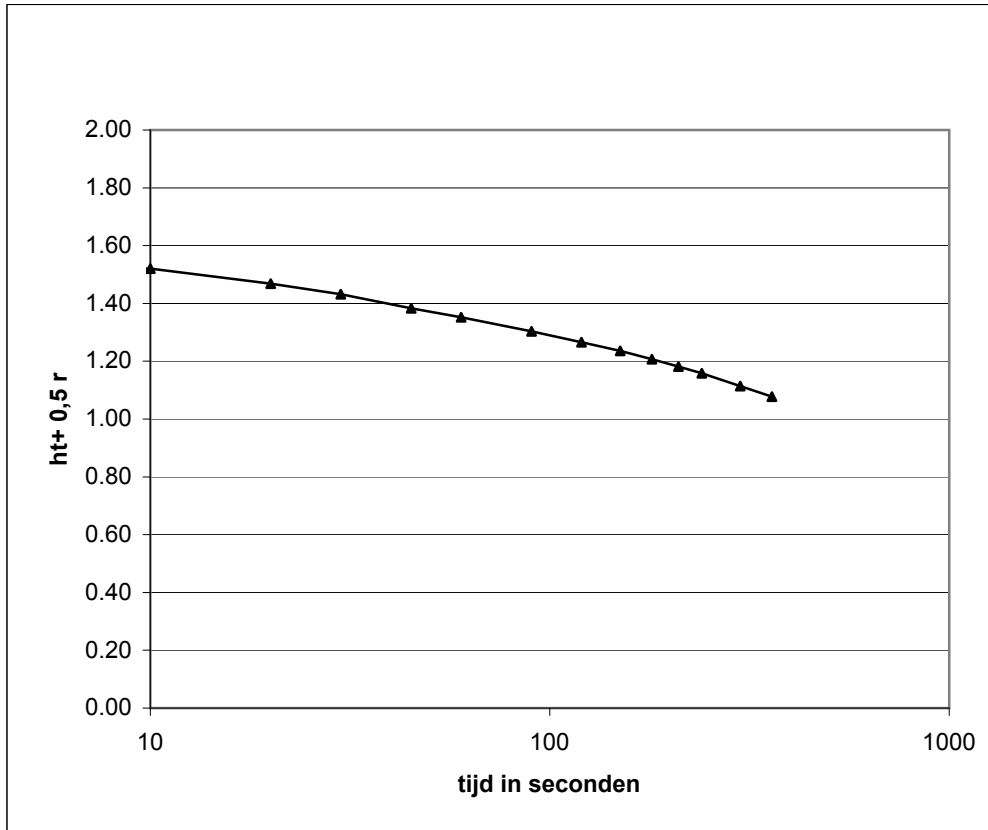
hb16 10-11-2008 Handboring			Maaiveldhoogte: 6.97 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -.- t.o.v.			Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+6.0	-1.0					0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, matig humushoudend. 0.25m Klei, bruin, matig zandhoudend. 0.60m Klei, bruin, matig zandhoudend, matig puinhoudend. 1.10m Einde boring.	puinhoudend. ghg 0.70 m - mv.
+5.0	-2.0						
hb17 10-11-2008 Handboring			Maaiveldhoogte: 6.75 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -1.32 t.o.v. MV			Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+6.0	-1.0					0.00m Klei, zwart, matig zandhoudend, matig humushoudend. 0.20m Klei, bruin, matig zandhoudend. 0.70m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 1.30m Klei, grijs.	ghg 0.60 m - mv. glg 2.00 m- mv.
+5.0	-2.0					2.00m Einde boring.	
+4.0	-3.0						
hb18 10-11-2008 Handboring			Maaiveldhoogte: 6.70 t.o.v. NAP Grondwaterniveau: -0.66 t.o.v. MV			Coördinaten:	
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+6.0	-1.0					0.00m Klei, zwart, zwak zandhoudend, matig humushoudend. 0.15m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 1.45m Klei, grijs, zwak zandhoudend. 1.85m Klei, grijs.	ghg 0.60 m - mv. glg 1.45 m - mv.
+5.0	-2.0					2.00m Einde boring.	
+4.0	-3.0						
Uitgevoerd in opdracht van Buro Boot			Project: de Waarden Locatie: Druuten			Rapportnr: 08.0983 Proj. datum: 6-11-2008	



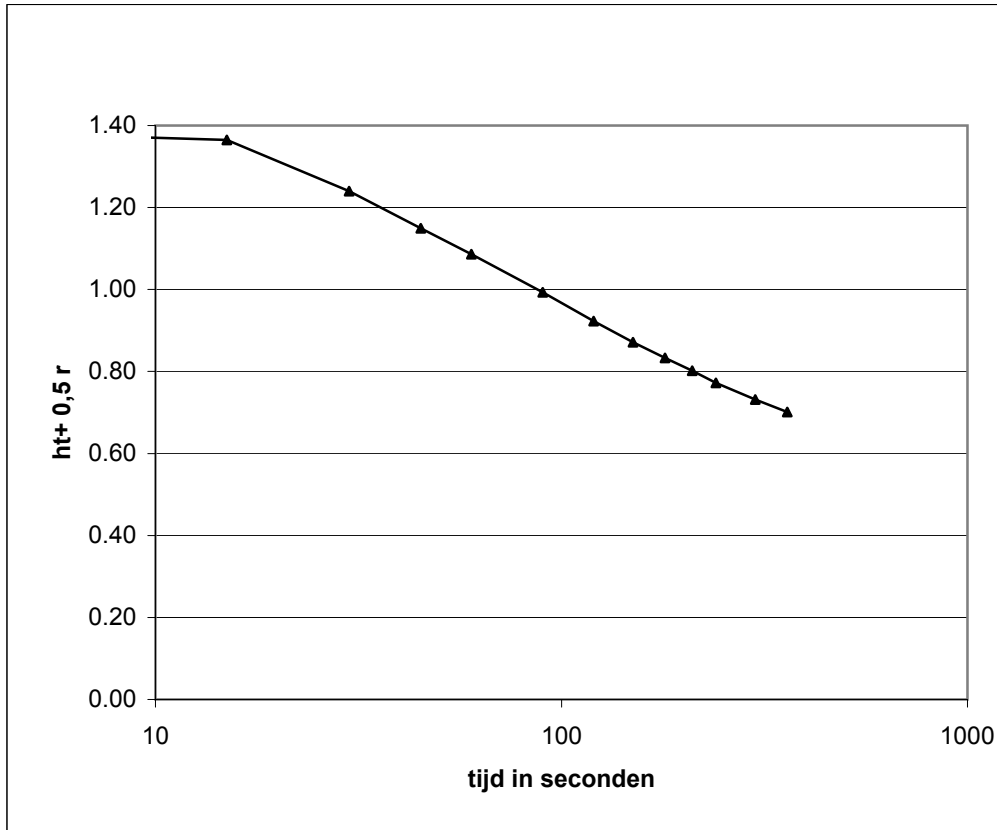
hb19 10-11-2008		Maaiveldhoogte: 6.87 t.o.v. NAP				Coordinaten:	
Handboring		Grondwaterniveau: -0.95 t.o.v. MV					
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+6.0	-1.0					0.00m Klei, zwart, matig humushoudend. 0.25m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 0.60m Klei, grijs, zwak zandhoudend. 1.30m Klei, grijs. 1.45m Klei, bruin, sterk zandhoudend. 1.90m Klei, grijs. 2.00m Einde boring.	ghg 0.60 m - mv. glg 1.90 m - mv.
+5.0	-2.0						
+4.0	-3.0						
hb20 10-11-2008		Maaiveldhoogte: 6.80 t.o.v. NAP				Coordinaten:	
Handboring		Grondwaterniveau: -1.00 t.o.v. MV					
NAP	MV	Profiel	M	G	P	Omschrijving bodemprofiel	Opmerkingen
+6.0	-1.0					0.00m Zand, matig grof zwart, matig silthoudend, matig humushoudend. 0.25m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 0.85m Klei, bruin. 1.70m Klei, bruin, zwak zandhoudend. 2.00m Klei, grijs. 2.10m Einde boring.	ghg 0.60 m - mv. glg 2.10 m - mv.
+5.0	-2.0						
+4.0	-3.0						
Uitgevoerd in opdracht van Buro Boot			Project: de Waarden			Rapportnr: 08.0983	
			Locatie: Druuten			Proj. datum: 6-11-2008	



boring	hb1
maaiveld	6.70 m + NAP
diameter	0.08 [cm]
diepte boorgat	2.00 [cm]
k waarde	1.3 [m/d]
	1.47E-05 [m/s]
meettraject	0.83 - 2 [m - mv]



boring	hb2
maaiveld	6.70 m + NAP
diameter	0.08 [cm]
diepte boorgat	1.80 [cm]
k waarde	1.2 [m/d]
	1.39E-05 [m/s]
meettraject	1 - 1.8 [m - mv]



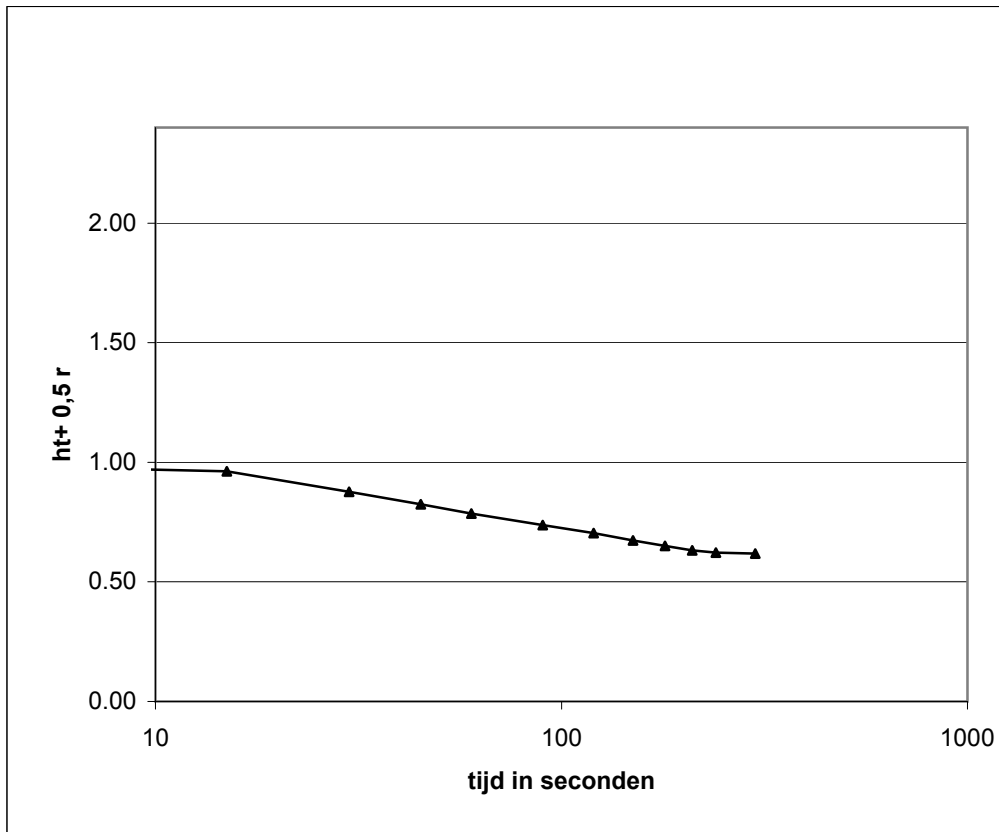
boring hb3
maaiveld 6.80 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 1.80 [cm]

k waarde 1.9 [m/d]
2.25E-05 [m/s]

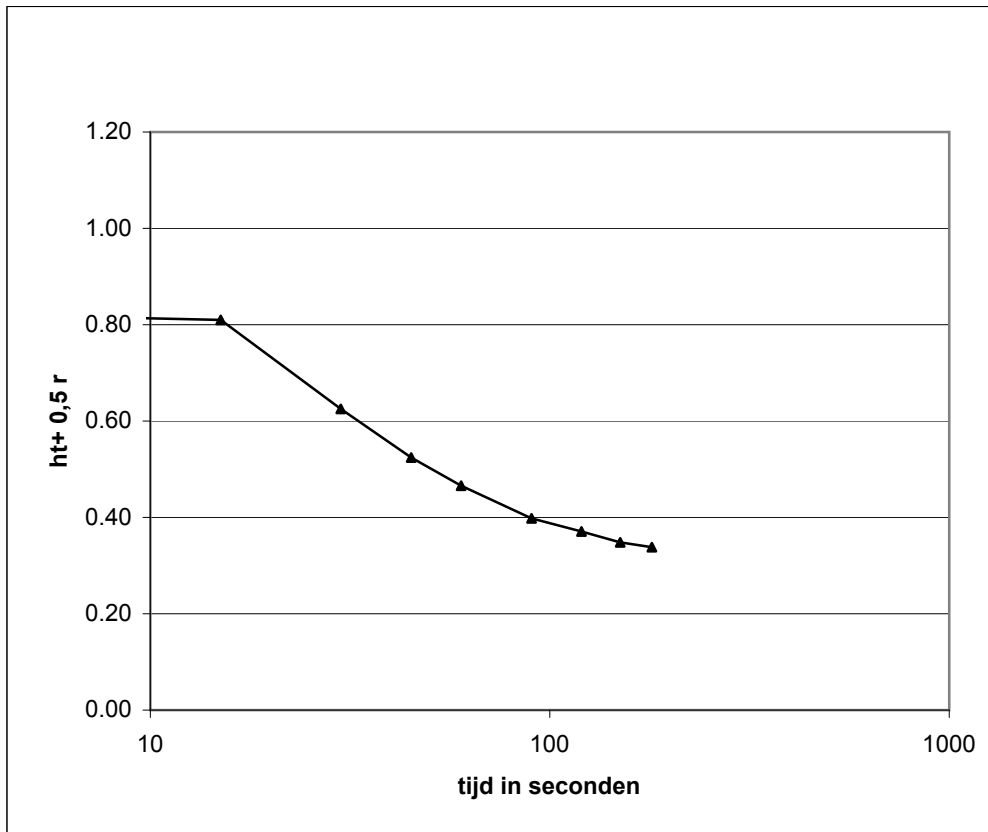
meettraject 1.38 - 1.8 [m - mv]

Indien aanvullende ontwateringsmaatregelen worden toegepast, kan een grotere ontwatering worden gehaald. Er dient dan wel rekening te worden gehouden met een toename van de kwel flux die moet worden geborgen in de retentievoorziening. E.e.a. dient middels een grondwatermodellering nader te worden uitgewerkt.

Daar waar het Profiel van Vrije Ruimte (nabij primaire waterkering) voor aanleg van maaiveld c.q. fundering van woningen maatgevend is, is deze voor de aanlegpeilen toegepast. De aanlegpeilen van de toekomstige straten in noord-zuidrichting zijn afgestemd op het op te vangen hoogteverschil richting het straatpeil van de rondweg rondom de tichelgaten.



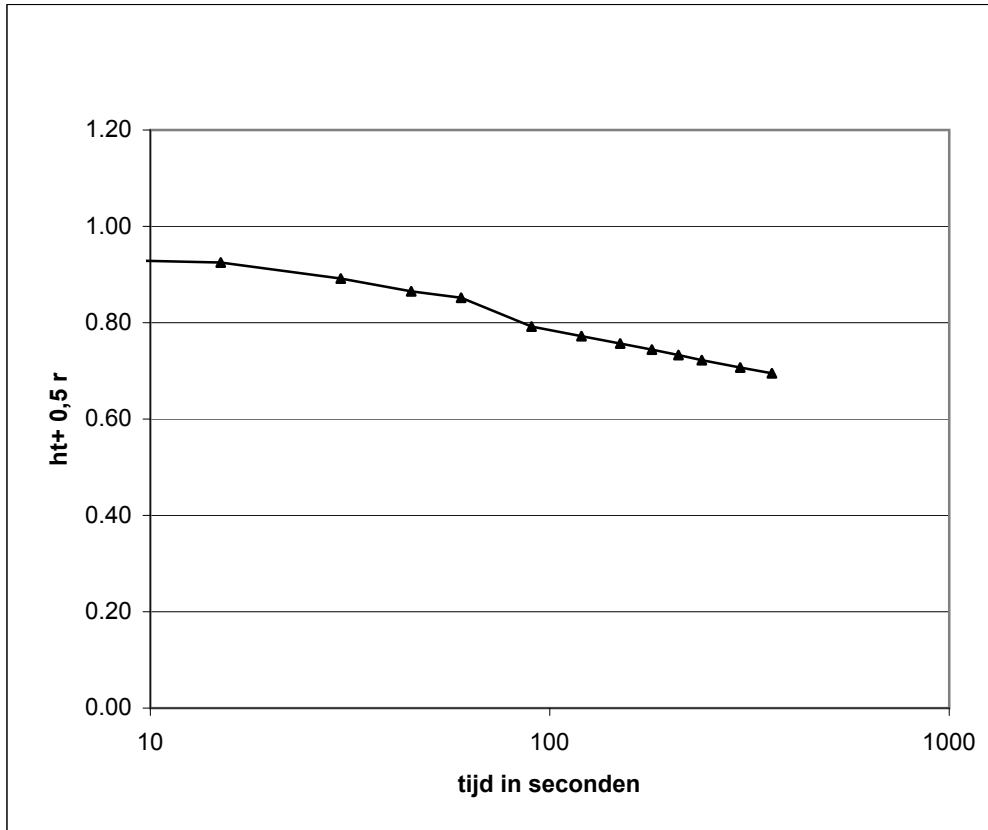
boring	hb4
maaiveld	6.73 m + NAP
diameter	0.08 [cm]
diepte boorgat	2.00 [cm]
k waarde	1.5 [m/d]
	1.68E-05 [m/s]
meettraject	0.76 - 2 [m - mv]



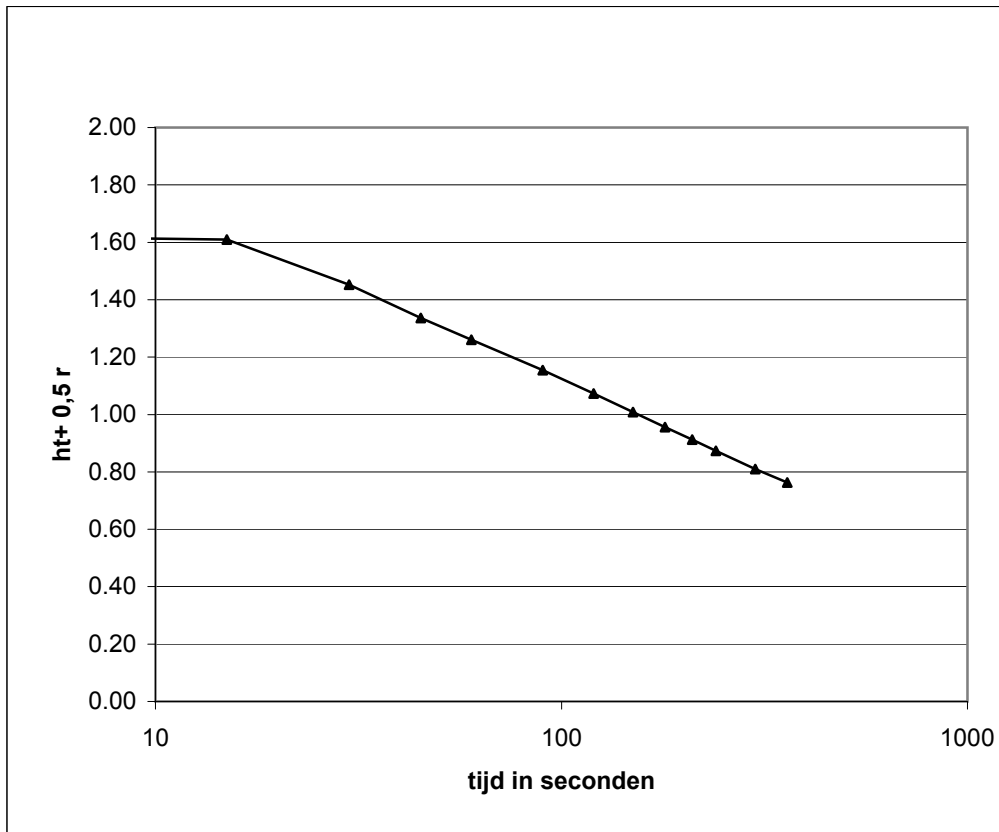
boring hb5
maaiveld 6.77 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 2.00 [cm]

k waarde 3.1 [m/d]
3.63E-05 [m/s]

meettraject 0.68 - 2 [m - mv]



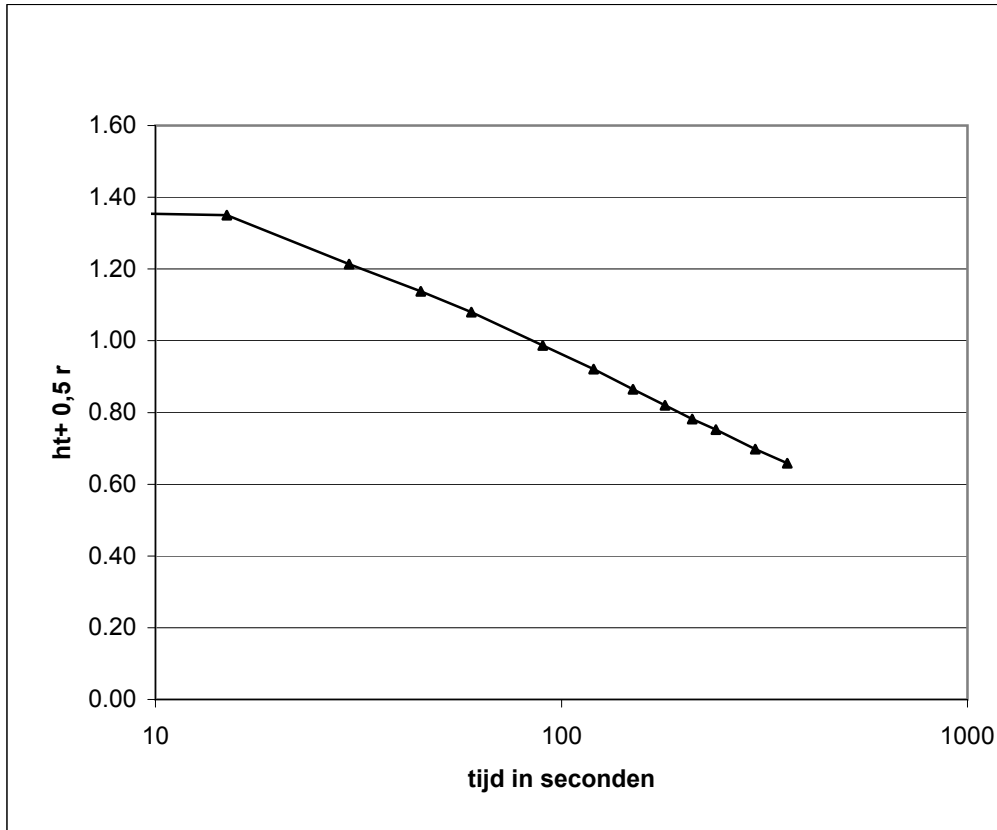
boring	hb6
maaiveld	6.80 m + NAP
diameter	0.08 [cm]
diepte boorgat	2.00 [cm]
k waarde	0.8 [m/d]
	9.55E-06 [m/s]
meettraject	1.47 - 2 [m - mv]



boring hb7
maaiveld 6.84 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 2.00 [cm]

k waarde 2.6 [m/d]
3.04E-05 [m/s]

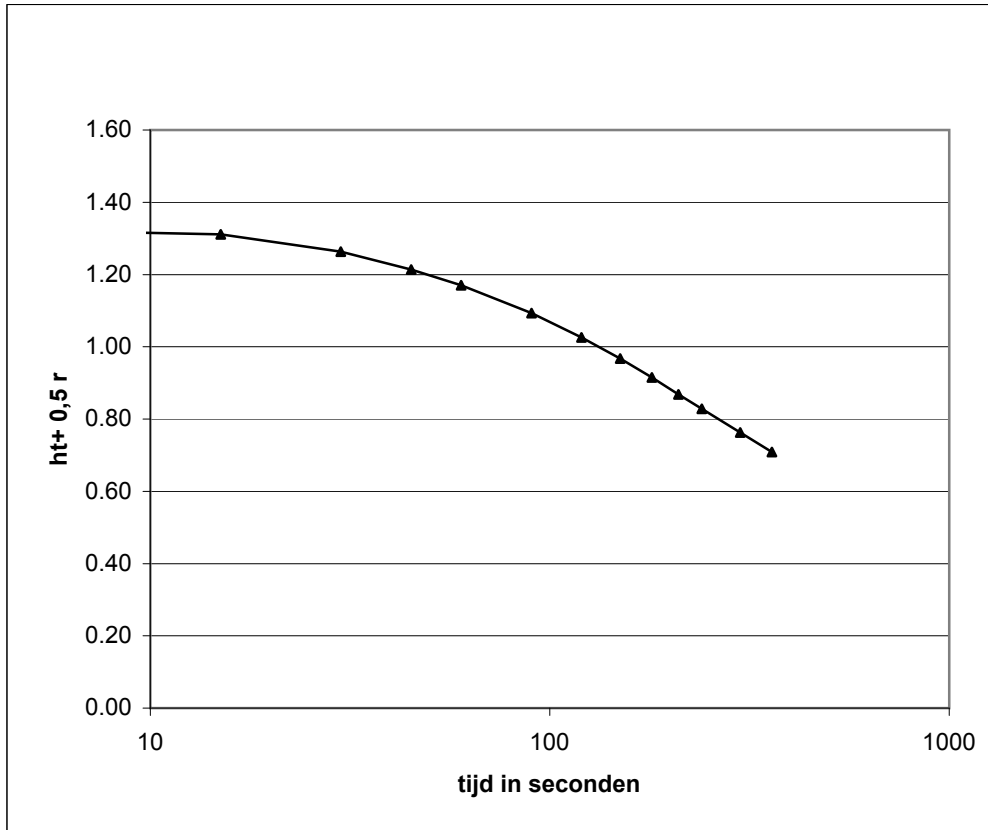
meettraject 1.17 - 2 [m - mv]



boring hb8
maaiveld 6.70 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 2.00 [cm]

k waarde 2.6 [m/d]
2.98E-05 [m/s]

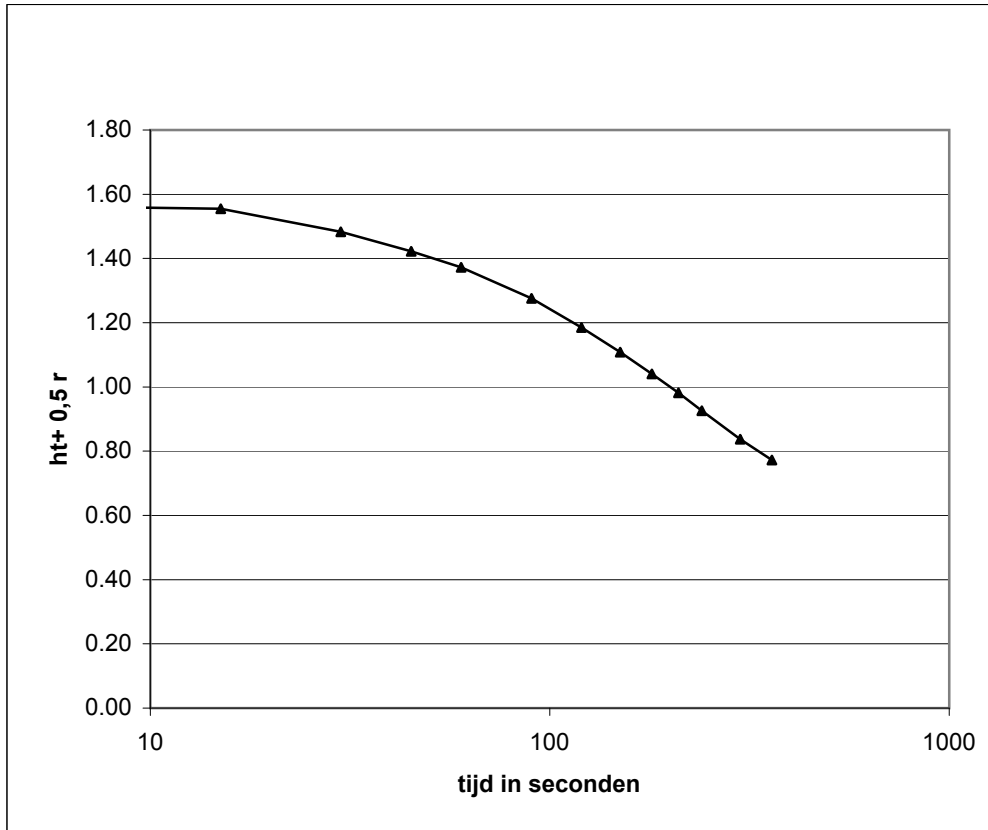
meettraject 1.42 - 2 [m - mv]



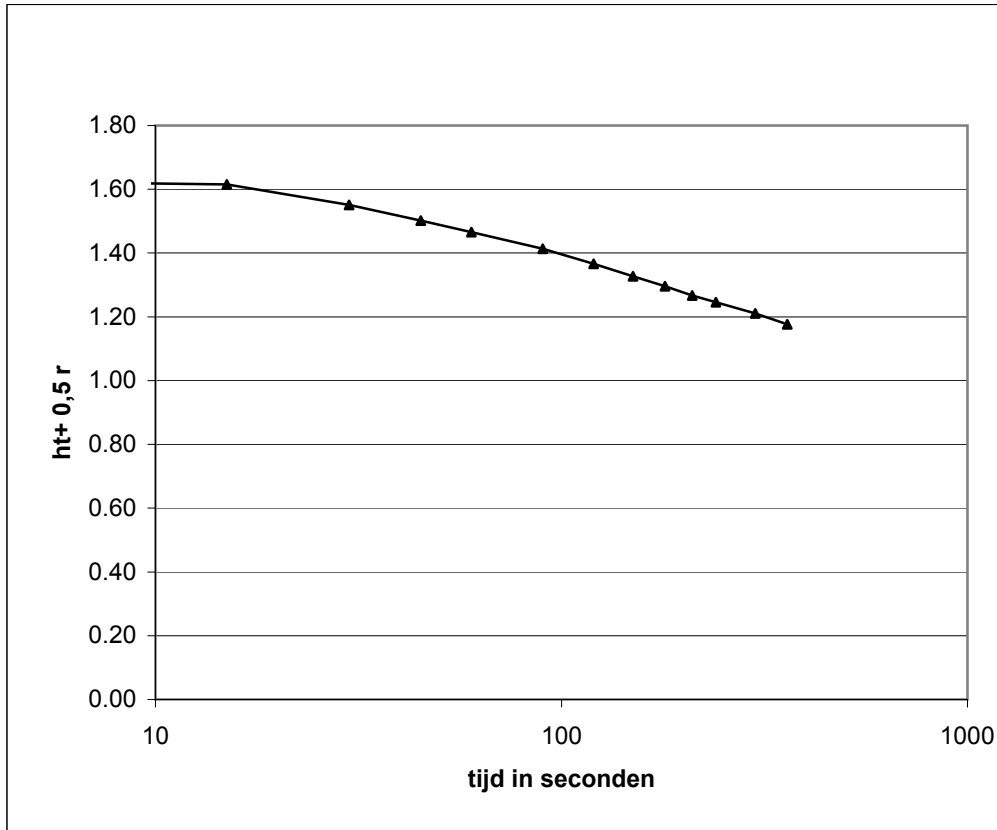
boring hb9
maaiveld 6.87 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 2.00 [cm]

k waarde 2.6 [m/d]
2.95E-05 [m/s]

meettraject 1.09 - 2 [m - mv]



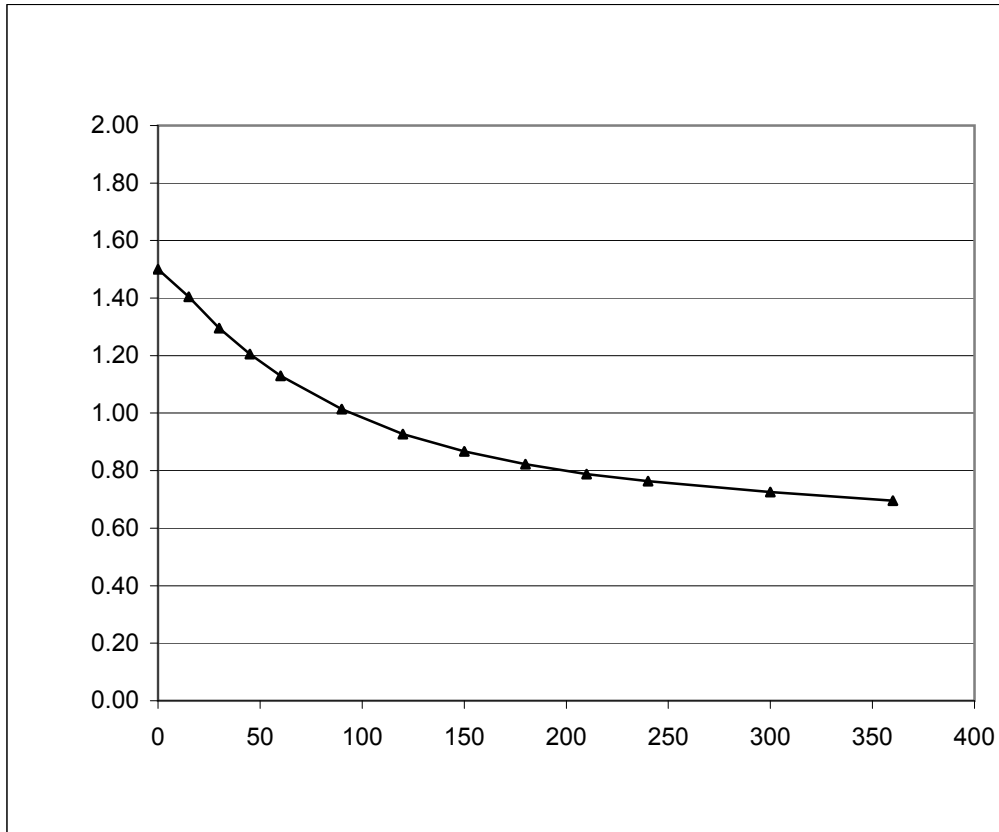
boring	hb10
maaiveld	6.80 m + NAP
diameter	0.08 [cm]
diepte boorgat	2.00 [cm]
k waarde	3.1 [m/d]
	3.60E-05 [m/s]
meettraject	0.94 - 2 [m - mv]



boring hb11
maaiveld 6.80 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 2.00 [cm]

k waarde 1.1 [m/d]
1.22E-05 [m/s]

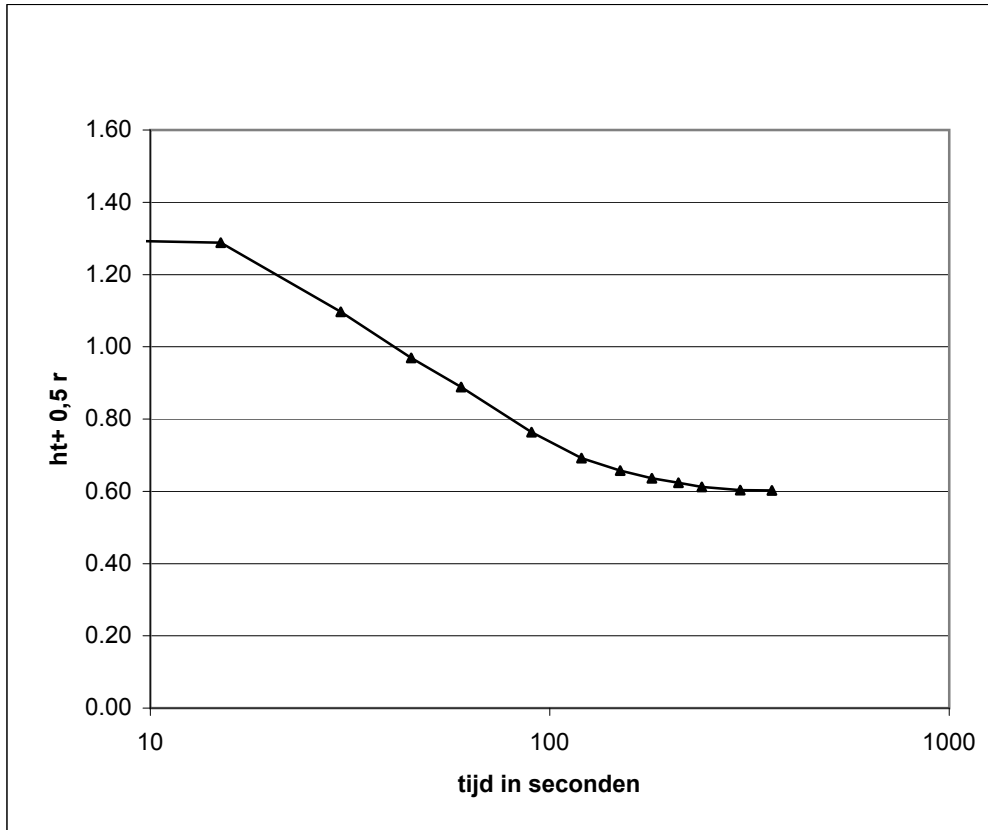
meettraject 1.05 - 2 [m - mv]



boring hb12
maaiveld 6.80 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 2.00 [cm]

k waarde 2.7 [m/d]
3.14E-05 [m/s]

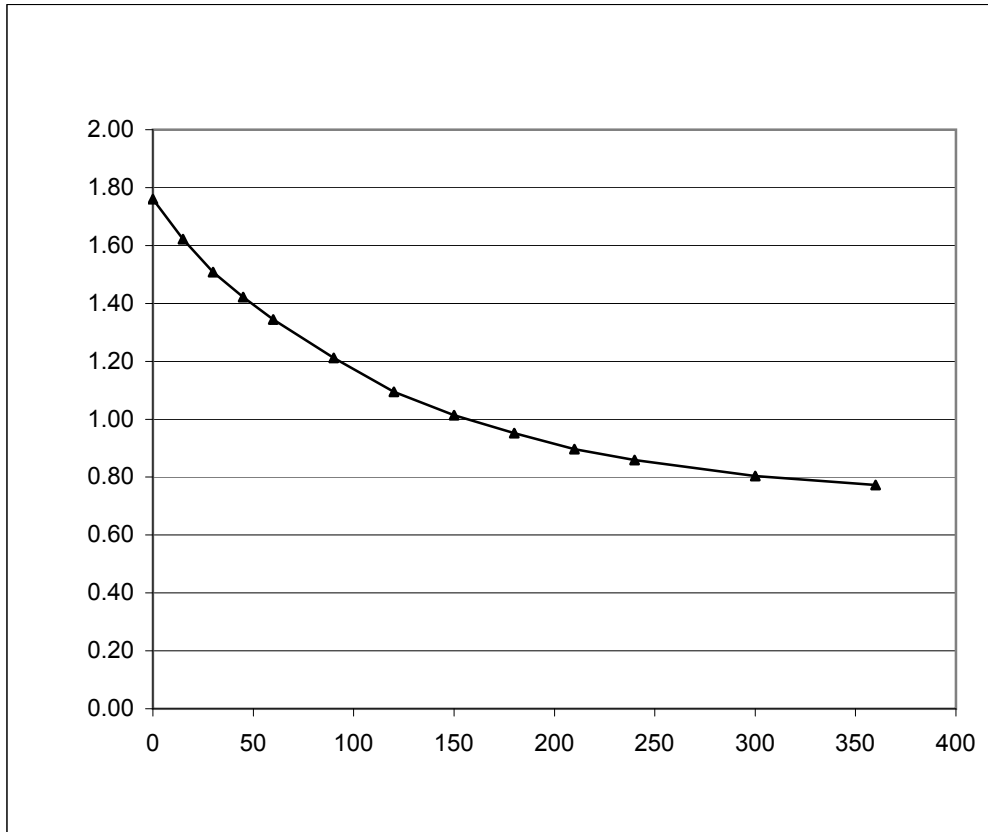
meettraject 1.05 - 2 [m - mv]



boring hb13
maaiveld 7.00 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 2.00 [cm]

k waarde 1.3 [m/d]
1.45E-05 [m/s]

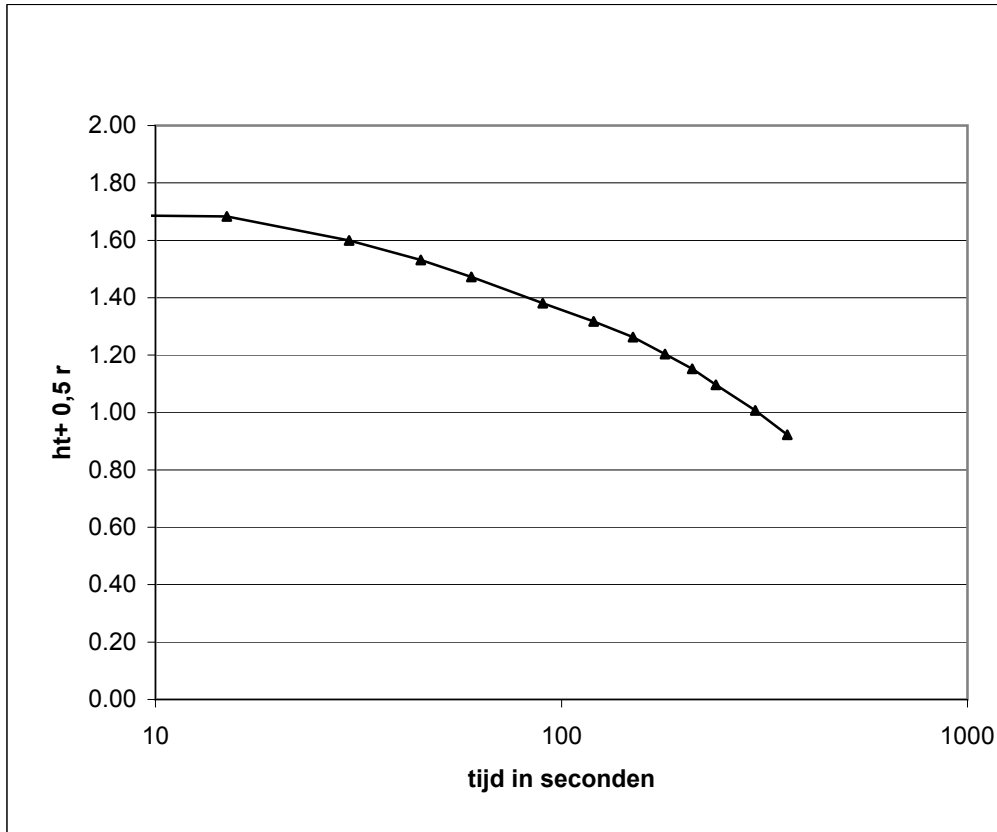
meettraject 1.13 - 2 [m - mv]



boring hb14
maaiveld 7.24 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 2.00 [cm]

k waarde 2.5 [m/d]
2.91E-05 [m/s]

meettraject 0.91 - 2 [m - mv]

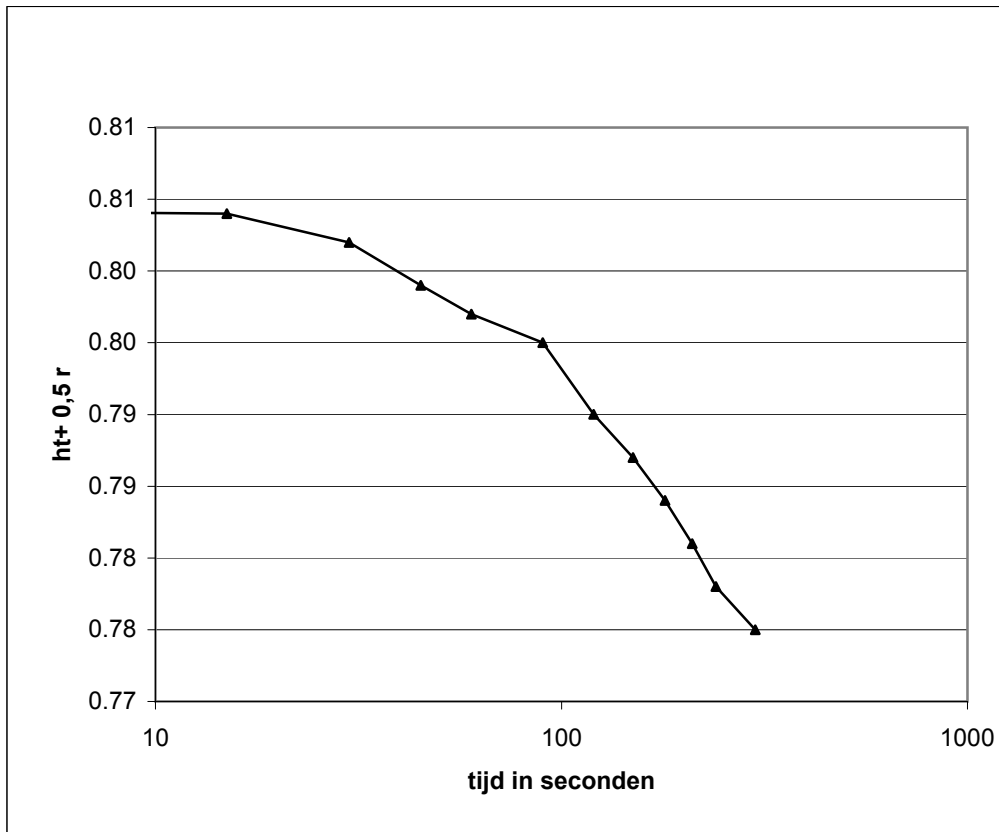


boring	hb15
maaiveld	7.50 m + NAP
diameter	0.08 [cm]
diepte boorgat	2.00 [cm]
k waarde	2.6 [m/d]
	2.99E-05 [m/s]
meettraject	0.9 - 2 [m - mv]

De Waarden te Druten Oost
omgekeerde boorgat methode

10-nov-08

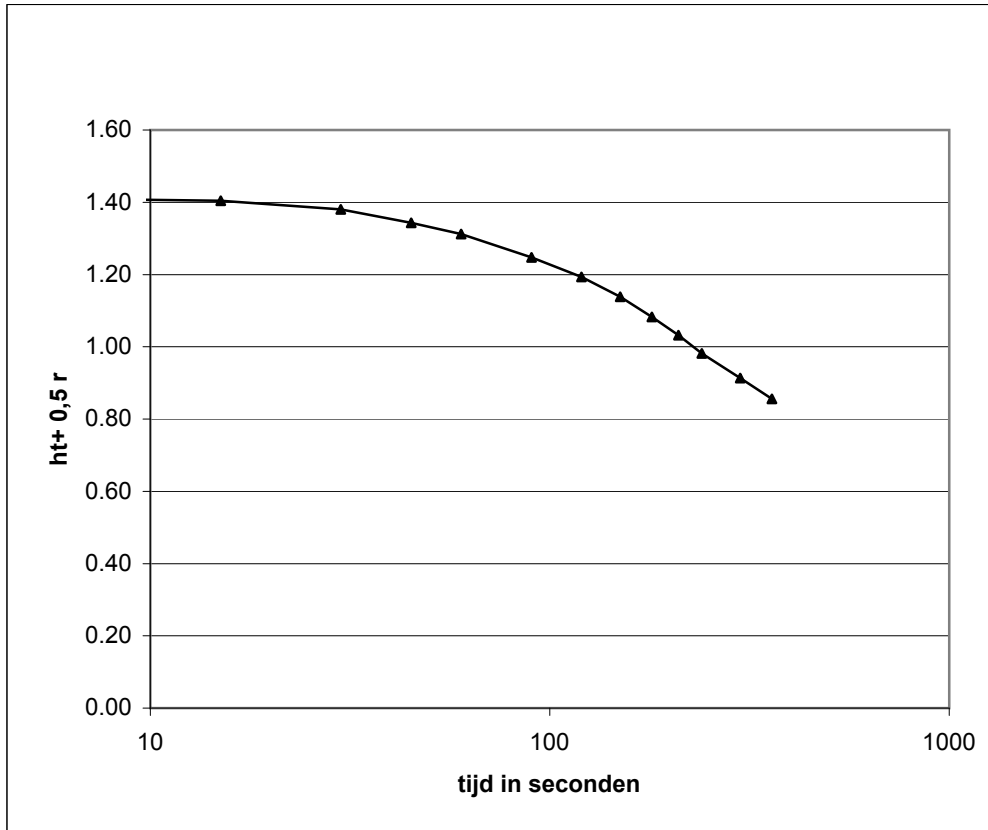
opdracht nr.: 08.0983
bijlage ..: hb15



boring hb16
maaiveld 6.97 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 1.00 [cm]

k waarde 0.2 [m/d]
2.59E-06 [m/s]

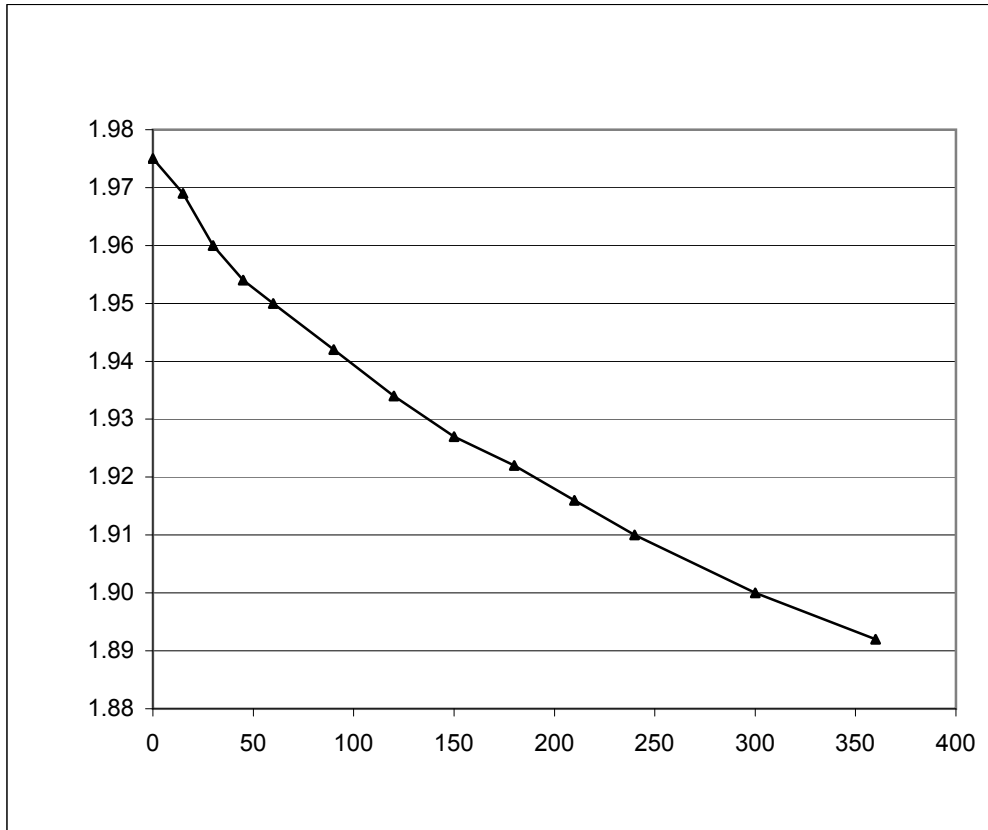
meettraject 0.11 - 1 [m - mv]



boring hb17
maaiveld 6.75 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 2.00 [cm]

k waarde 2.6 [m/d]
3.00E-05 [m/s]

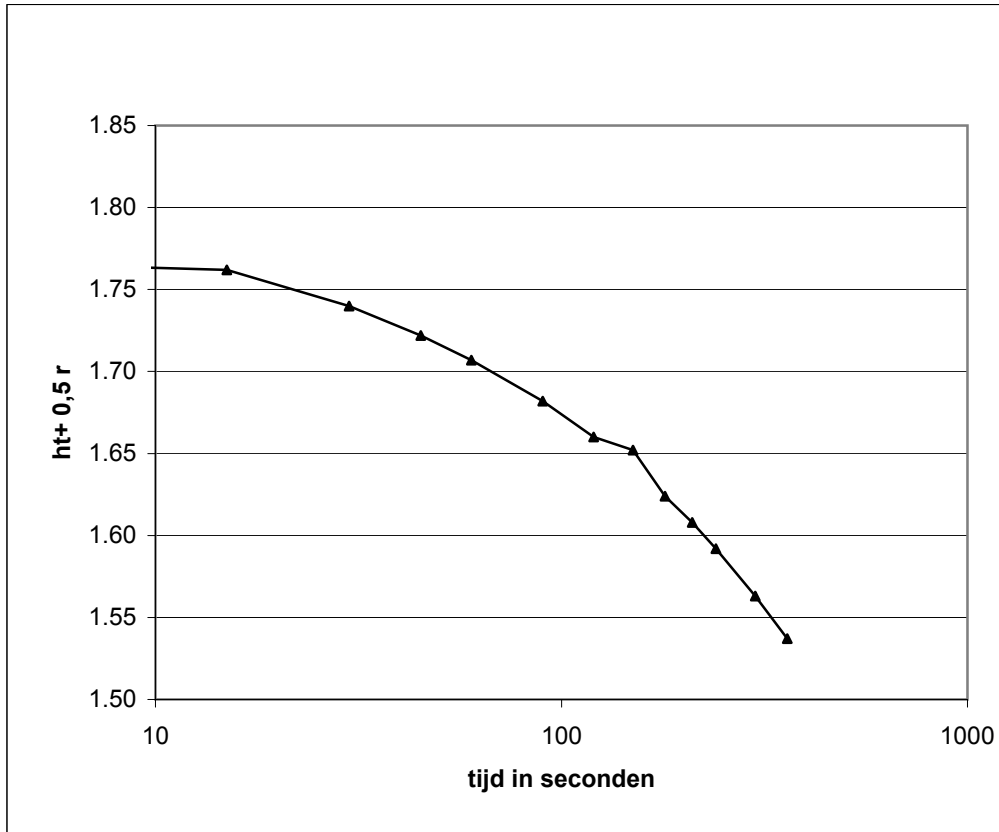
meettraject 0.99 - 2 [m - mv]



boring hb18
maaiveld 6.70 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 2.00 [cm]

k waarde 0.2 [m/d]
2.19E-06 [m/s]

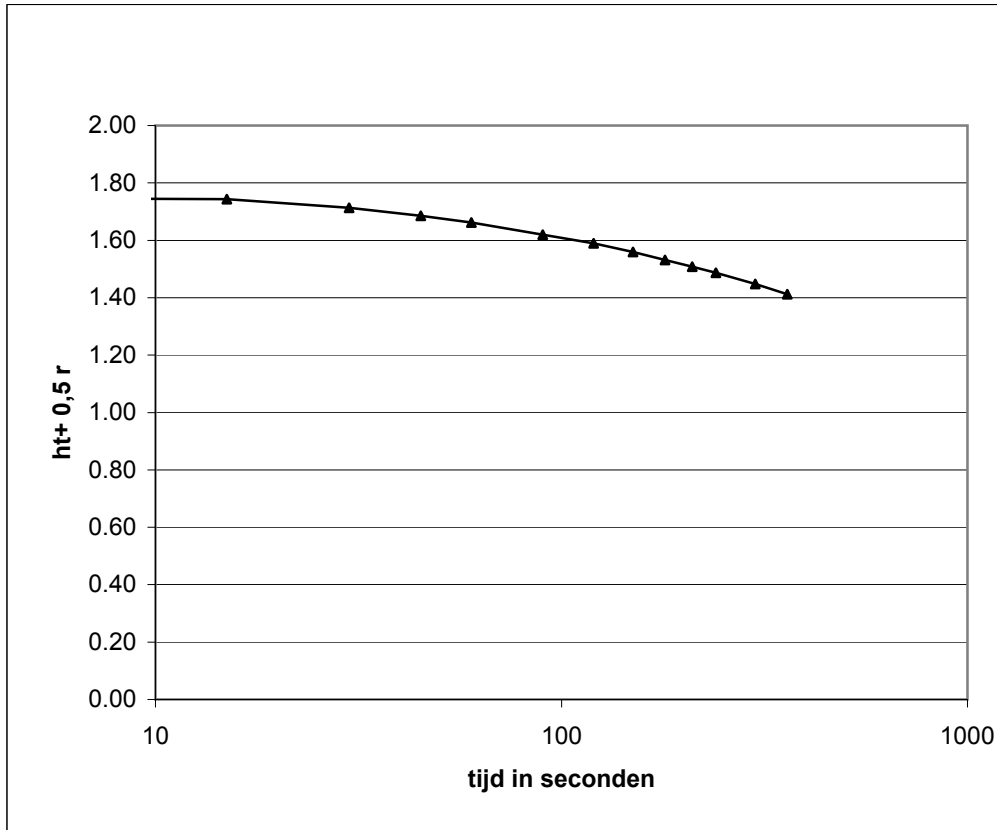
meettraject 0.2 - 2 [m - mv]



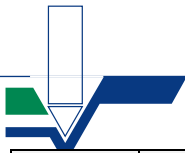
boring hb19
maaiveld 6.87 m + NAP
diameter 0.08 [cm]
diepte boorgat 2.00 [cm]

k waarde 0.5 [m/d]
6.24E-06 [m/s]

meettraject 0.49 - 2 [m - mv]



boring	hb20
maaiveld	6.80 m + NAP
diameter	0.08 [cm]
diepte boorgat	2.00 [cm]
k waarde	0.9 [m/d]
	1.02E-05 [m/s]
meettraject	0.51 - 2 [m - mv]



boring	maaiveld	meettraject	k-waarde meting	ghg	glg	ghg	glg
	m + NAP	m - mv	m/d	m - mv	m - mv	m tov NAP	m tov NAP
hb1	6,70	0,83 – 2,00	1,3	0,70	1,80	6,00	4,90
hb2	6,70	1,00 - 1,80	1,2	0,80	1,75	5,90	4,95
hb3	6,80	1,38 - 1,80	1,9	0,75	1,70	6,05	5,10
hb4	6,73	0,76 – 2,00	1,5	0,70	1,80	6,03	4,93
hb5	6,77	0,68 – 2,00	3,1	0,75	1,95	6,02	4,82
hb6	6,80	1,47 – 2,00	0,8	0,70	1,80	6,10	5,00
hb7	6,84	1,17 – 2,00	2,6	0,75	1,80	6,09	5,04
hb8	6,70	1,42 – 2,00	2,6	0,70	1,50	6,00	5,20
hb9	6,87	1,09 – 2,00	2,6	0,75	1,90	6,12	4,97
hb10	6,80	0,94 – 2,00	3,1	0,70	1,70	6,10	5,10
hb11	6,80	1,05 – 2,00	1,1	0,65	1,70	6,15	5,10
hb12	6,80	1,05 – 2,00	2,7	0,70	1,90	6,10	4,90
hb13	7,00	1,13 – 2,00	1,3	0,80	1,90	6,20	5,10
hb14	7,24	0,91 – 2,00	2,5	0,55	1,90	6,69	5,34
hb15	7,50	0,90 – 2,00	2,6	0,85	2,10	6,65	5,40
hb16	6,97	0,11 – 1,00	0,2	0,70		6,27	
hb17	6,75	0,99 – 2,00	2,6	0,60	2,00	6,15	4,75
hb18	6,70	0,20 – 2,00	0,2	0,60	1,45	6,10	5,25
hb19	6,87	0,49 – 2,00	0,5	0,60	1,90	6,27	4,97
hb20	6,80	0,51 – 2,00	0,9	0,60	2,10	6,20	4,70

De Waarden
k-waarden en gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstanden

opdracht nr. 08.0983A
bijlage 08.0983A - 4

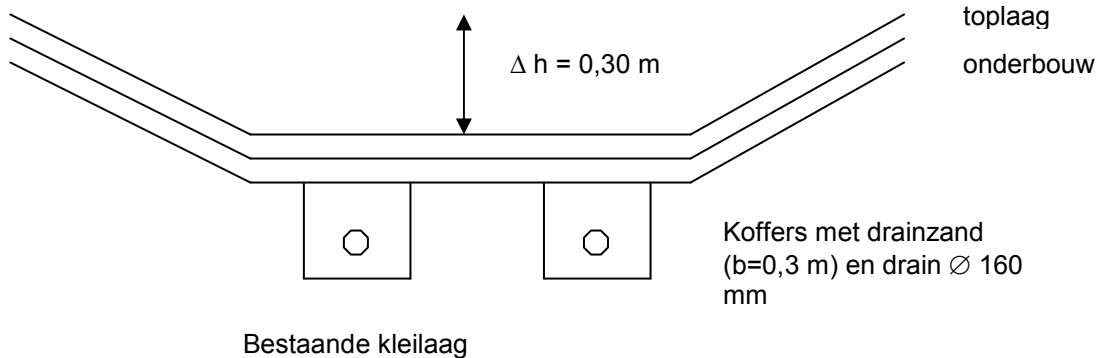


Bijlage V

Onderhoudsaspecten wadi's

Opbouw wadi

De wadi's zullen vlak worden opgebouwd met een grastoplaag en een transportdeel van grof zand. Op basis van literatuur wordt het onderstaande ontwerp van een wadi voorgesteld:



Δh = Hoogteverschil tussen maaiveld en bodem wadi

Onderdeel	Laagdikte (m)	Samenstelling	Eigenschappen
Toplaag ("schrane teelaarde")	0,30	Matig fijn tot matig grof zand M50: ca. 200 μm lutumgehalte : < 1 à 2 % os : ca. 2 à 3 %	Voeding gras kv > 0,5 m/etm
Onderbouw	0,30	Grof zand M50: 300 à 2000 μm	kv > 5,0 m/etm voeding gras
Koffer met drainzand	0,50	Drainagezand	kv > 10 m/etm
Drain Ø 160 mm		Polypropyleen omhulling pp 450	

De toepassing van een afwerklaag, bestaande uit grof zand met een gradatie van 0,4 tot 0,6 mm wordt van belang geacht voor het neerslaan van fijne delen. Deze laag kan in de tijd naar behoefte worden opgeschoond of vervangen. De wadi zal worden uitgevoerd met taluds 1:3.

Inzaai en bemesting

Om de grasgroei na aanleg van de toplaag van de wadi voldoende te activeren en te stimuleren, wordt geadviseerd een voorraadbemesting uit te voeren bestaande uit tripel fosfaat in een hoeveelheid van 800 kg/ha. De voorraadbemesting dient voorafgaande aan de laatste bewerkingen van de toplaag te worden opgebracht.

Het voorstel is om een startbemesting te geven bestaande uit NPK 17+17+17 in een hoeveelheid van 300 kg/ha voorafgaande aan het inzaaien.

Om een goede en stevige grasmat te verkrijgen, wordt geadviseerd het veld in te zaaien met een graszaadmengsel bestaande uit Engels raaigras, veldbeemdgras en rietzwenkgras.

De geadviseerde hoeveelheid bedraagt 150 kilogram per hectare.

De toepassing van graszoden wordt sterk afgeraden vanwege de rijke samenstelling van zoden, hetgeen de infiltratie belemmert.

Onderhoudsaspecten wadi

Om deze infiltratiecapaciteit in stand te houden worden jaarlijkse bezandingen van 0,005 m in combinatie met vertidraineren en inslepen van het zand, voorafgegaan door verticuteren en vegen van het

Bij extensief maaien dient het gemaaide gras te worden afgevoerd, teneinde een versnelde afname van de infiltratie tegen te gaan.

De aan te leggen drains onder de wadi dienen uitgevoerd te worden met doorspuitvoorzieningen (putten) t.b.v. onderhoud en goed functioneren van het wadi-systeem.

Tijdens het beheer dient tevens aandacht te worden besteed aan het werkelijke gebruik van de wadi. Indien de wadi in de praktijk ook voor andere doeleinden wordt gebruikt (bijv. voetballen, fietsen, hondenuitlaatplaats o.i.d.), kan worden gekozen voor het minder toegankelijk maken van de wadi, of het intensiveren van het onderhoudsprogramma. Het onderhoudsprogramma van de wadi kan in de loop van de tijd ook bijgesteld worden op basis van visuele inspecties.

Bovengenoemde handelingen komen veelal overeen met behandeling van natuurgras sportvelden. Om efficiënt onderhoud te plegen, kan ervoor gekozen worden om binnen de gemeente de werkzaamheden te combineren.

Bijlage VI

Tekeningen K08141-002;

Waterhuishoudkundig plan

Blad 01: Oppervlakken (bestaande situatie)

Blad 02: Bestaande situatie, dikte kleilagen

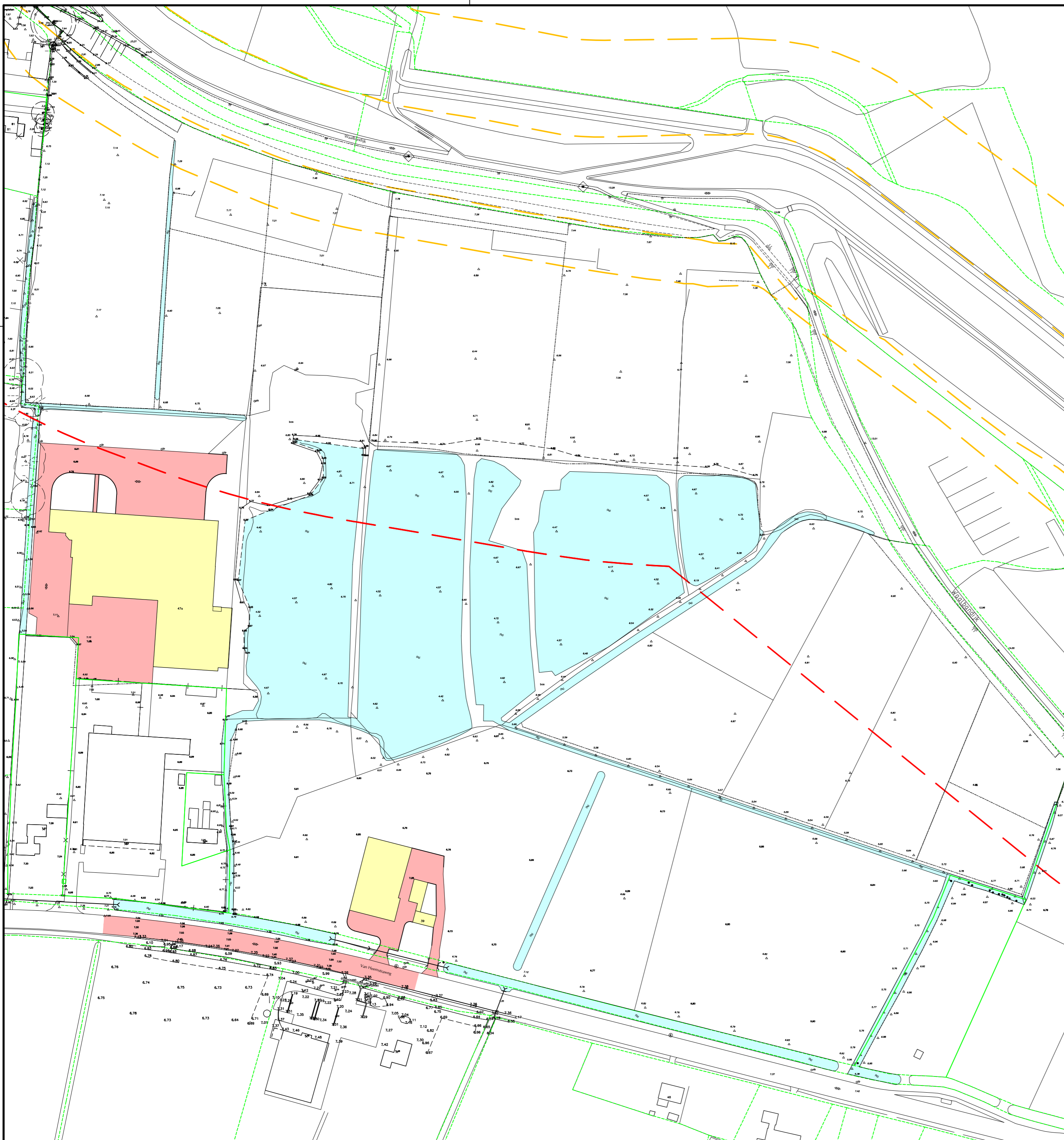
Blad 03: Hoogteontwerp en rioolplan

Blad 04: Oppervlakken (toekomstige situatie)

Blad 05: Dwarsprofielen

*Blad 06: Principeprofielen kritieke insnijding
kleilaag*

Blad 11: Principeprofiel primaire waterkering



LEGENDA

- Bestaande te verwijderen bebouwing (opp. ca. 6.060m²)
- Bestaande te verwijderen verharding (opp. ca. 8.380m²)
- Bestaand oppervlaktewater (opp. ca. 34.800m²)
- Bestaande duiker, diameter onbekend, lokatie indicatief (n.t.b.)
- Beschermingszone waterkering
- Buitenbeschermingszone waterkering



PROJECT : Ontwikkeling woningbouwlocatie Druten Oost
 ONDERWERP : Waterhuishoudkundig plan
 Oppervlakken (bestaande situatie)



ruimtelijke informatie
 ruimtelijke inrichting
 ruimtelijk beheer

Veenendaal
 tel. 0318 - 52 76 00
 Elst (Gld)
 tel. 0481 - 37 71 65
<http://www.buroboot.nl>

Wijzigingen
 Datum Get.

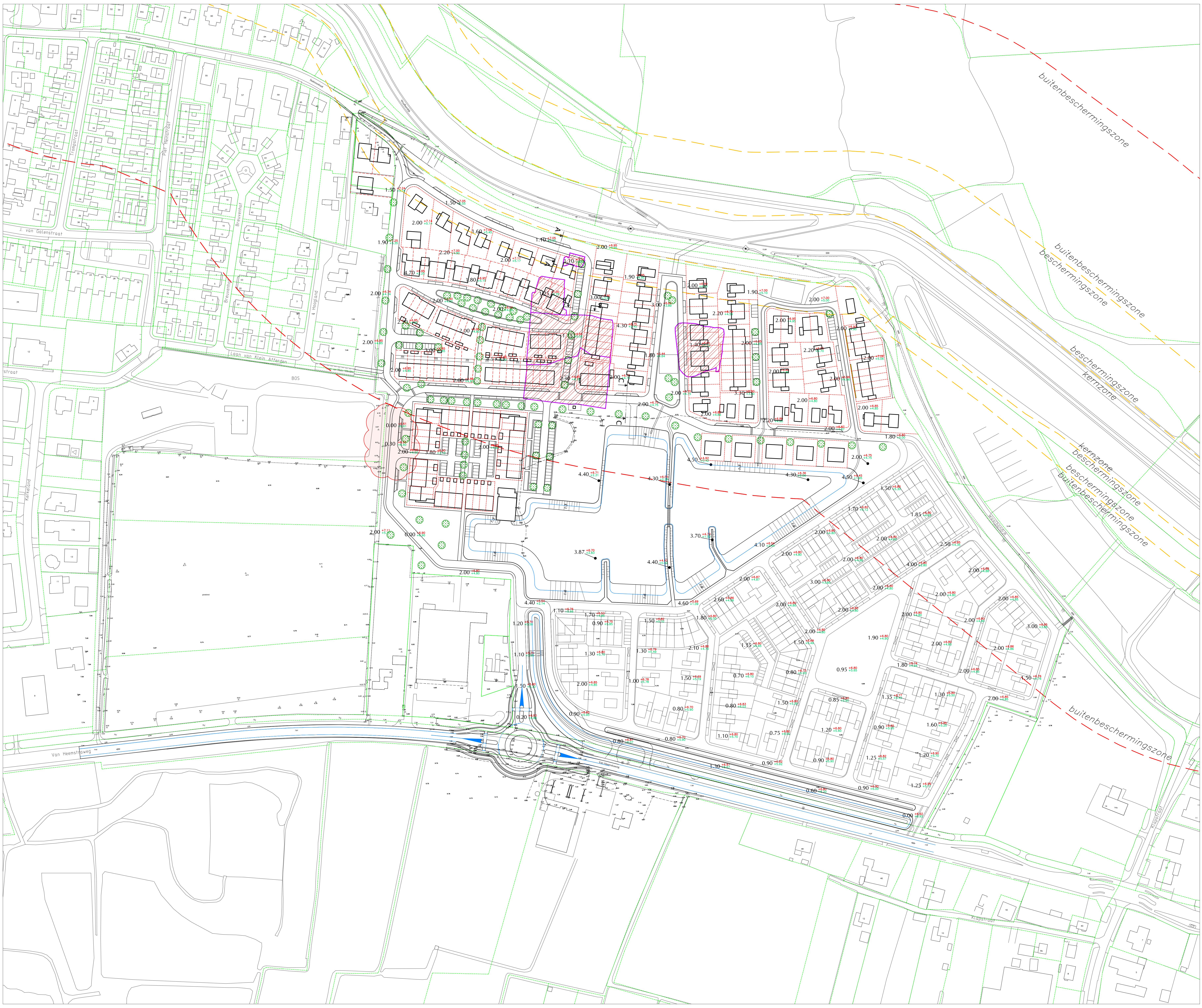
Tekeninggegevens

Datum : 15 mei 2012
 Tekenaar : jve
 Projectleider : mb
 Schaal : 1:1500
 Formaat : A2

Status

- Ontwerp
- Concept
- Definitief
- Voor uitvoering
- Revisie
-

Bestand : KE08141-002
 Blad : 01



- LEGENDA**
- - - Bestaande maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP
 - - - Onderkant kleilaag, indicatief in m t.o.v. NAP
 - 0.90 Dikte kleilaag, indicatief in m
 - Kritieke kleilaagdikte
 - Saneringslocatie aangevuld met klei



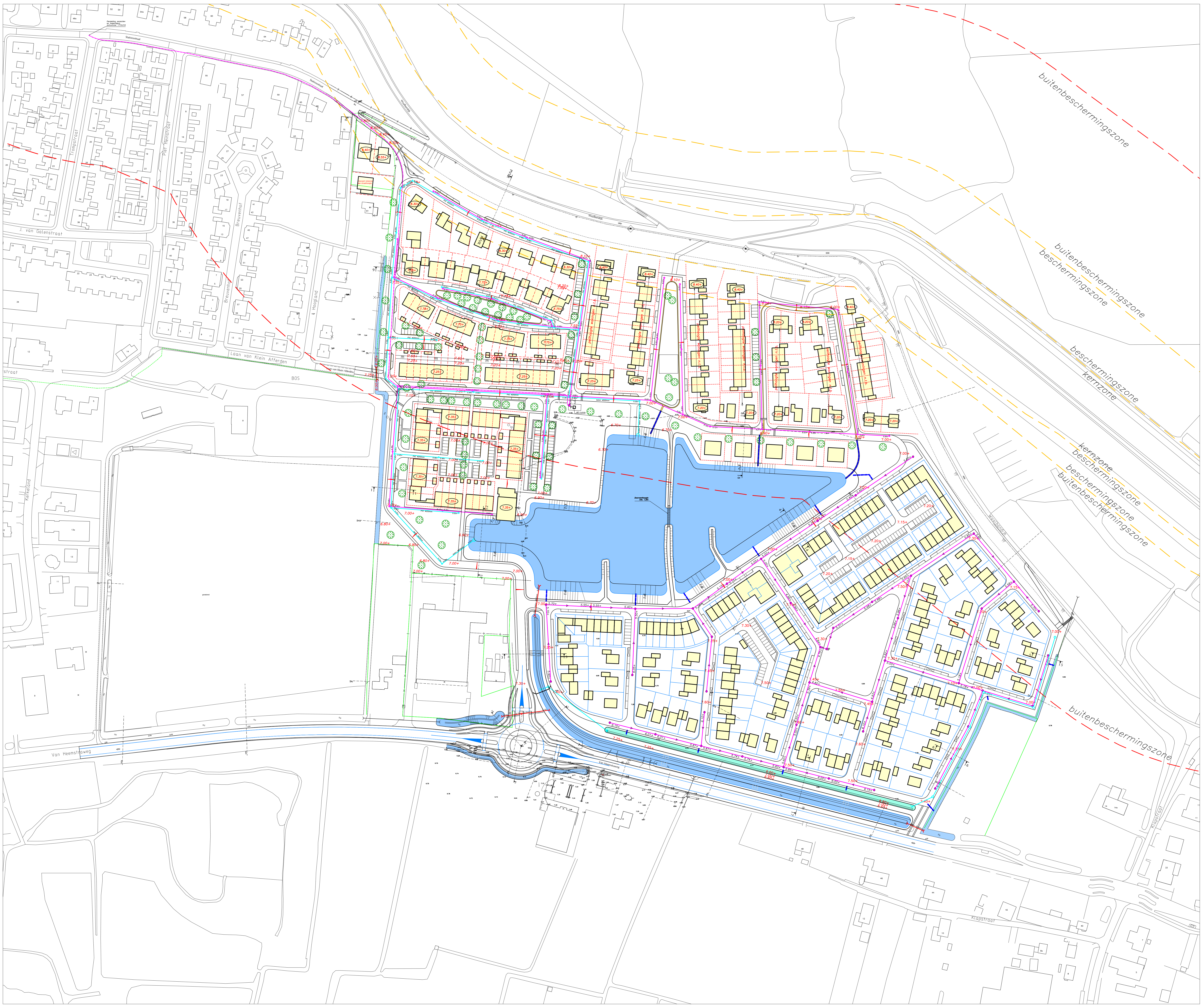
PROJECT : Ontwikkeling woningbouwlocatie Druten Oost
 ONDERWERP : Waterhuishoudkundig plan
 Bestaande situatie, dikte kleilagen



Wisselingen		Foteringgegevens		Status
Datum	Ger.			
15 mei 2012				Ontwerp
				Concept
				Definitief
				Voor uitvoering
				Revisie

Voornedat: 0318 - 52 79 00
 rumtelijke informatie: Elst (Gld)
 rumtelijke inrichting: w.o. 045 - 37 71 66
 rumtelijk beheer: http://www.burboot.nl

Bestand : K08141-002
 Blad : 02



- LEGENDA**
- Geprojecteerde bebouwing
 - Toekomstige perceelsgrens
 - Bestaande perceelsgrens
 - Geprojecteerd wateroppervlak
 - Geprojecteerde wadi
 - Geprojecteerd vloerpeil in m t.o.v. NAP
 - 7.00+
 - 5.84
 - Bestaand gemeten hoogte in m t.o.v. NAP
 - Kern-/beschermingszone waterkering
 - Buitenbeschermingszone waterkering
 - Geprojecteerde boom
- Riolering**
- HWA-inspectieput
 - HWA-leiding, materiaal, diam. en b.o.b. volgens tekening
 - HWA-uitsroomvoorziening
 - Geprojecteerde drain, Ø160mm
 - Geprojecteerde draindoorsputput
 - Geprojecteerde molgoot
 - DWA-inspectieput
 - 4.20+
 - DWA-leiding, PVC Ø250mm, b.o.b. volgens tekening
 - DWA-pompput
 - DWA-persleiding, PE, diam. n.t.b.
 - Geprojecteerde duiker, materiaal, diam. en b.o.b. volgens tekening
 - Geprojecteerde inspectieput in duiker
 - Bestaande duiker, diameter onbekend, locatie indicatief
 - Lokatie oppervlakkige HWA-uitsroomvoorziening
 - Stuw met debietregulerende constructie
 - Vlonder

plan druten-oost

PROJECT : Ontwikkeling woningbouwlocatie Druten Oost
ONDERWERP : Waterhuishoudkundig plan
 Hoogteontwerp en rioolplan

	BOOT organiserend ingenieursburo	Voorzitter Elst (Gld) tel. 0481 - 37 71 66 http://www.boot.nl
--	--	---

Wijzigingen	Fakeringgegevens	Status
Datum : 15 mei 2012	Tekenaar : jw	<input checked="" type="checkbox"/> Ontwerp
Projectleider : mb	Schaal : 1:1000	<input type="checkbox"/> Concept
Formaat : A0	Bestand : K08141-002	<input type="checkbox"/> Definitief
	Blad : 03	<input type="checkbox"/> Voor aflevering
		<input type="checkbox"/> Revisie
		<input type="checkbox"/>

ruimtelijke informatie
 ruimtelijke inrichting
 ruimtelijk beheer



LEGENDA

Oppervlakken NOORD

- Geprojecteerde bebouwing (opp. ca. 13.675m²)
- Geprojecteerde kavels (opp. ca. 27.130m²)
- Geprojecteerde rijbaan asfaltverharding (opp. ca. 12.120m²)
- Geprojecteerde molgoot (opp. ca. 510m²)
- Geprojecteerde rijbaan elementenverharding (opp. ca. 1.940m²)
- Geprojecteerd parkeren (opp. ca. 3.435m²)
- Geprojecteerd fietspad (overrijdbaar) (opp. ca. 85m²)
- Geprojecteerd trottoir (opp. ca. 6.915m²)
- Geprojecteerd wateroppervlak (opp. ca. 20.730m²)
- Geprojecteerde groenstroken (opp. ca. 23.595m²)
- Geprojecteerde hagen (opp. ca. 245m²)
- Geprojecteerde leilindes (opp. ca. 30m²)

Oppervlakken ZUID

- Geprojecteerde bebouwing (opp. ca. 12.590m²)
- Geprojecteerde kavels (opp. ca. 28.735m²)
- Geprojecteerde rijbaan asfaltverharding (opp. ca. 8.220m²)
- Geprojecteerde rijbaan elementenverharding (opp. ca. 1.165m²)
- Geprojecteerd parkeren (opp. ca. 3.170m²)
- Geprojecteerd trottoir (opp. ca. 5.415m²)
- Geprojecteerd wateroppervlak (opp. ca. 2.540m²)
- Geprojecteerd wadi (opp. ca. 1.125m²)
- Geprojecteerde groenstroken (opp. ca. 7.695m²)
- Geprojecteerde hagen (opp. ca. 245m²)
- Grens zuidelijk deel

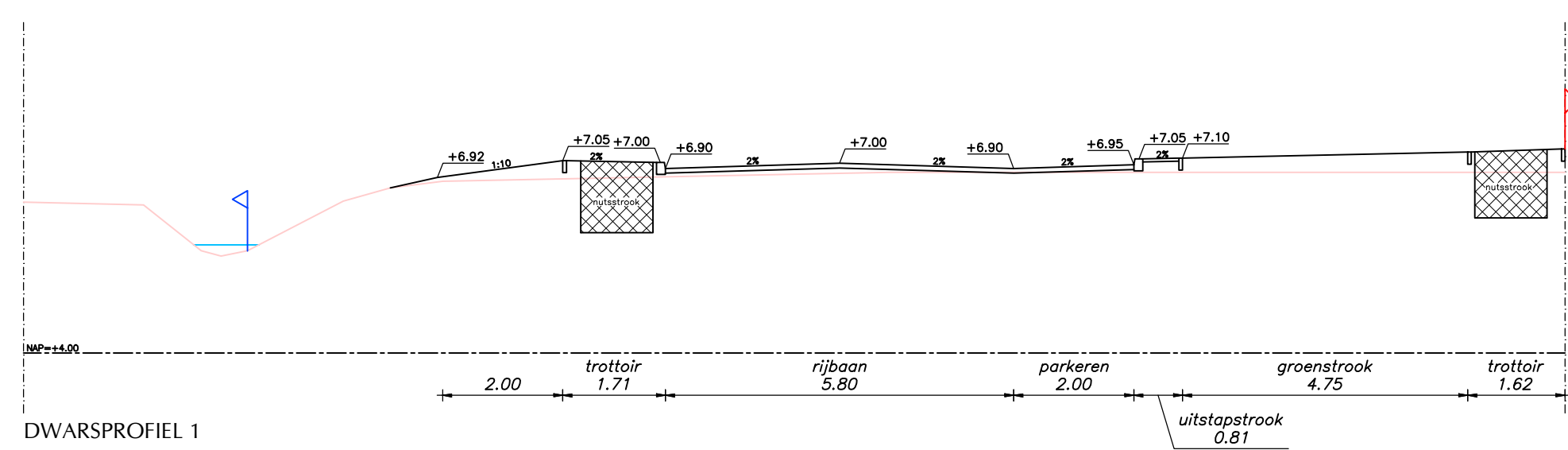


PROJECT : Ontwikkeling woningbouwlocatie Druten Oost
 ONDERWERP : Waterhuishoudkundig plan
 Oppervlakken (toekomstige situatie)

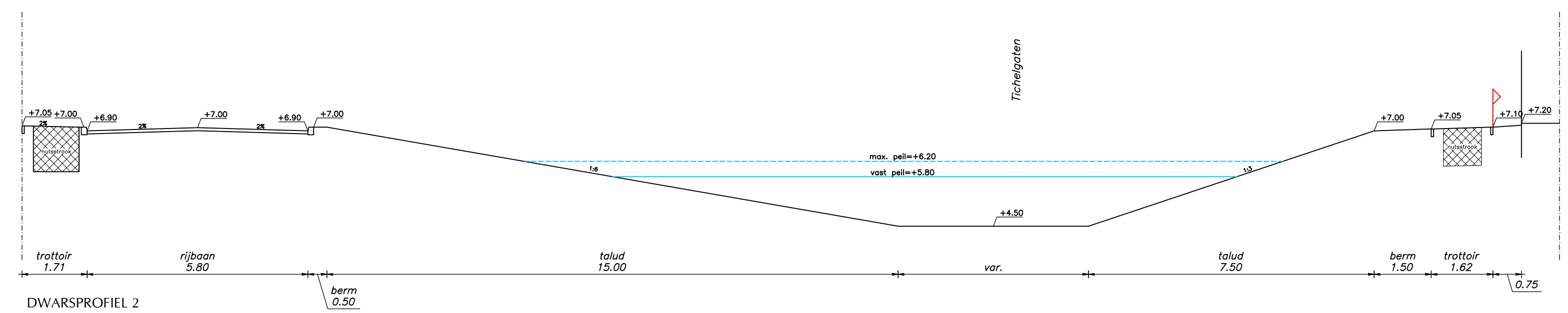
BOOT
 organiserend ingenieursburo

Veenendaal
 tel. 0318 - 52 76 00
 Elst (Gld)
 tel. 0481 - 37 71 65
<http://www.buroboot.nl>

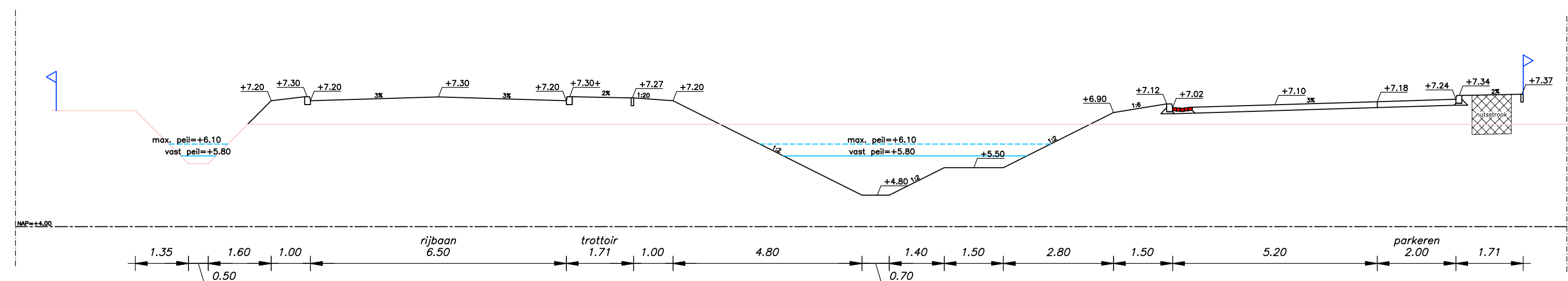
Wijzigingen		Tekeninggegevens	Status
Datum	Get.		
		Datum : 15 mei 2012	<input checked="" type="checkbox"/> Ontwerp
		Tekenaar : jve	<input type="checkbox"/> Concept
		Projectleider : mb	<input type="checkbox"/> Definitief
		Schaal : 1:1500	<input type="checkbox"/> Voor uitvoering
		Formaat : A2	<input type="checkbox"/> Revisie
			<input type="checkbox"/>
		Bestand : KE08141-002	
		Blad : 04	



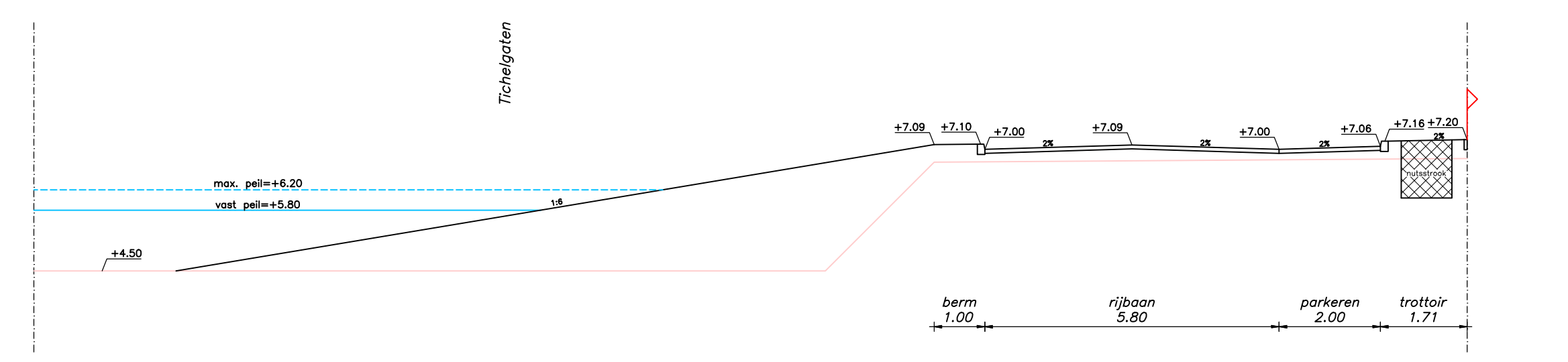
DWARSPROFIEL 1



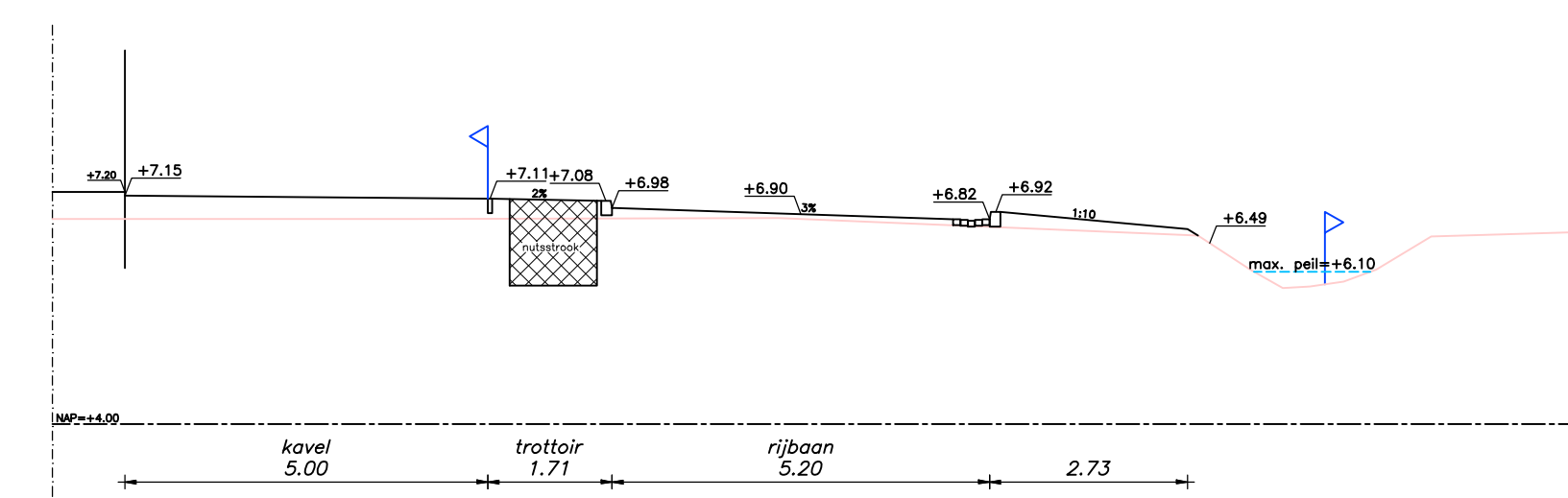
DWARSPROFIEL 2



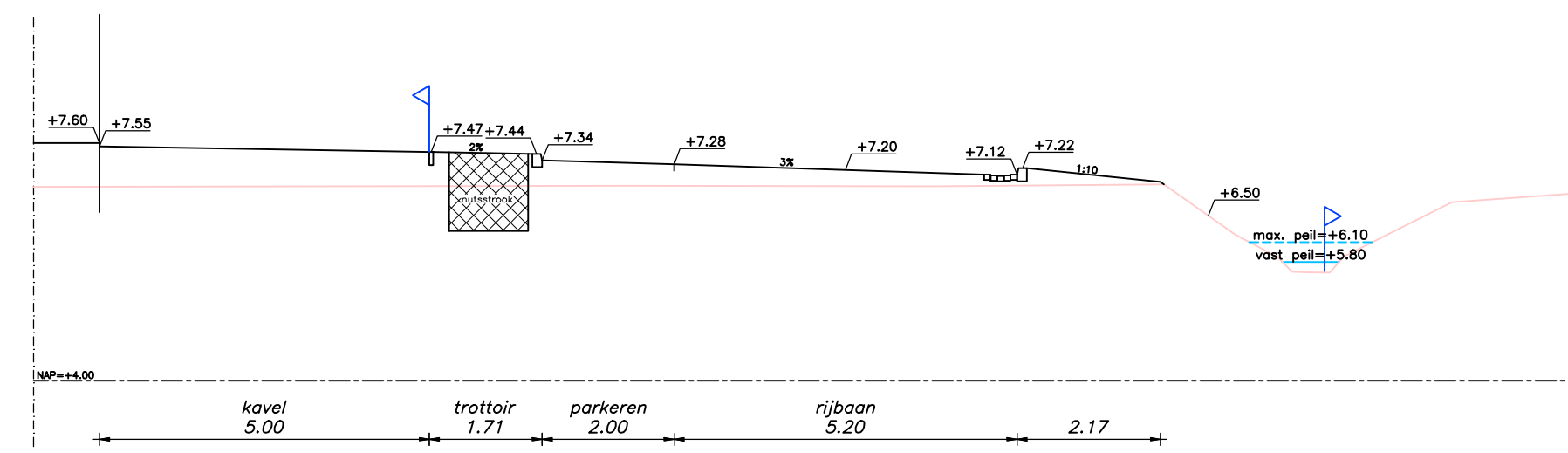
DWARSPROFIEL 3



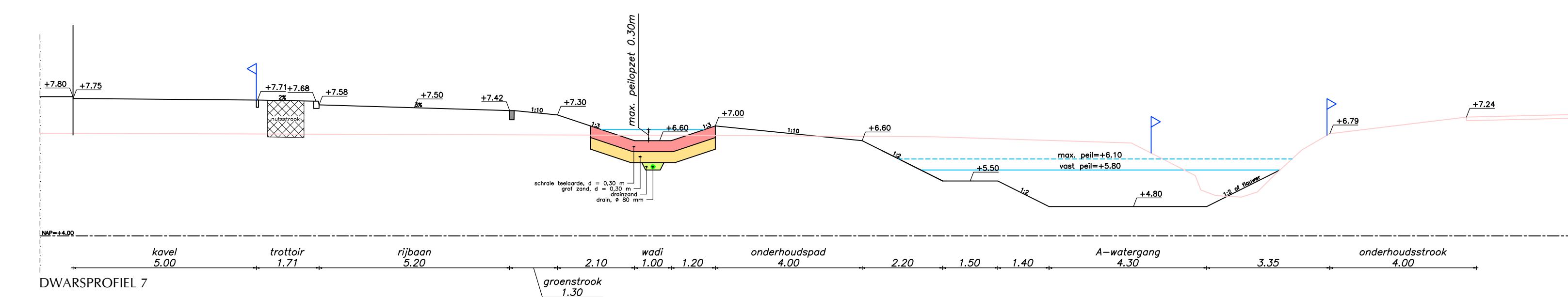
DWARSPROFIEL 4



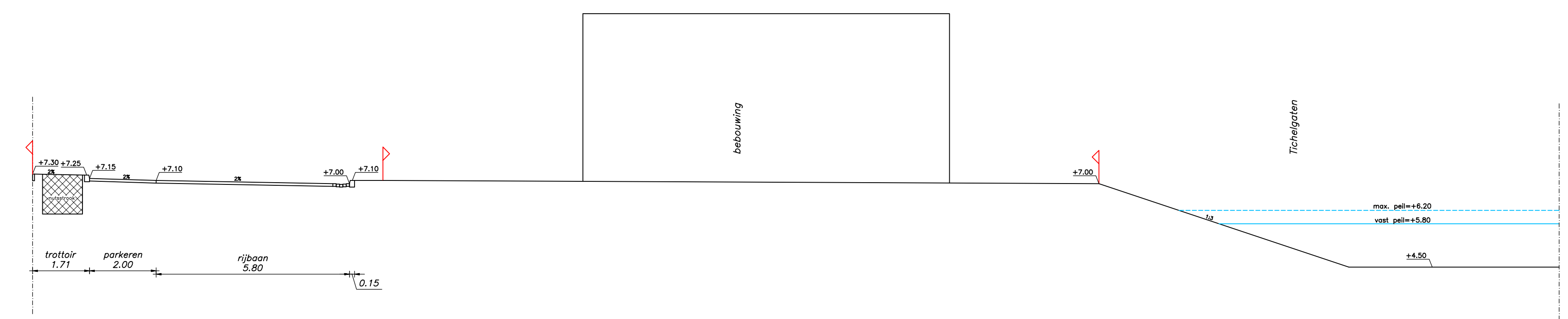
DWARSPROFIEL 5



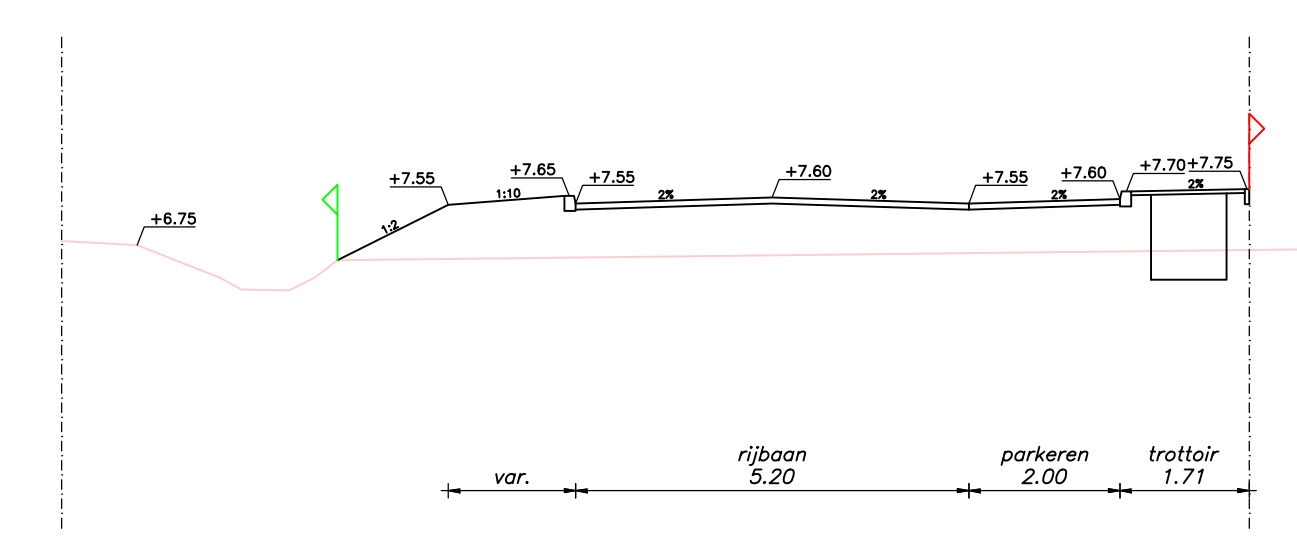
DWARSPROFIEL 6



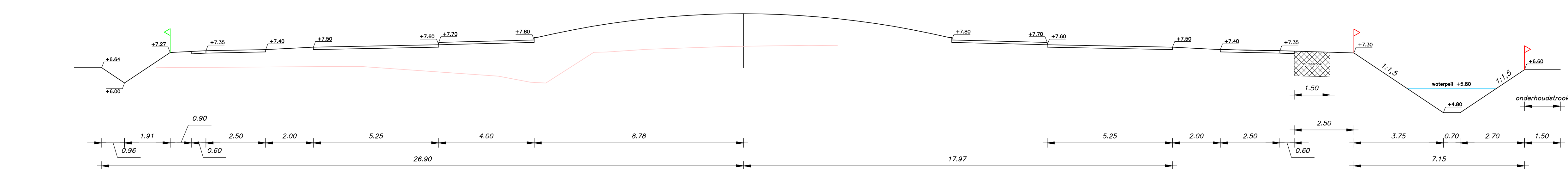
DWARSPROFIEL 7



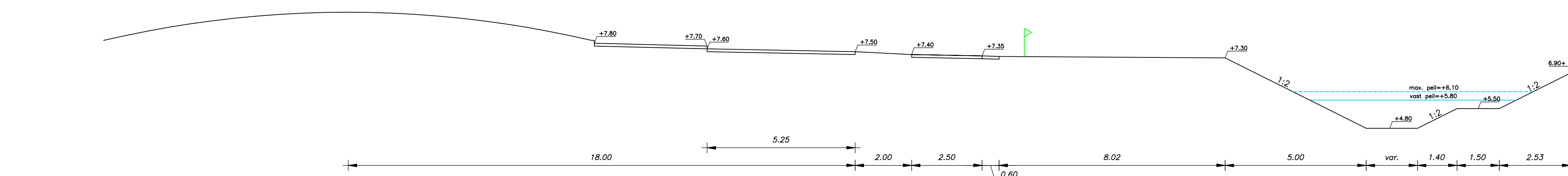
DWARSPROFIEL 8



DWARSPROFIEL 9



DWARSPROFIEL 10



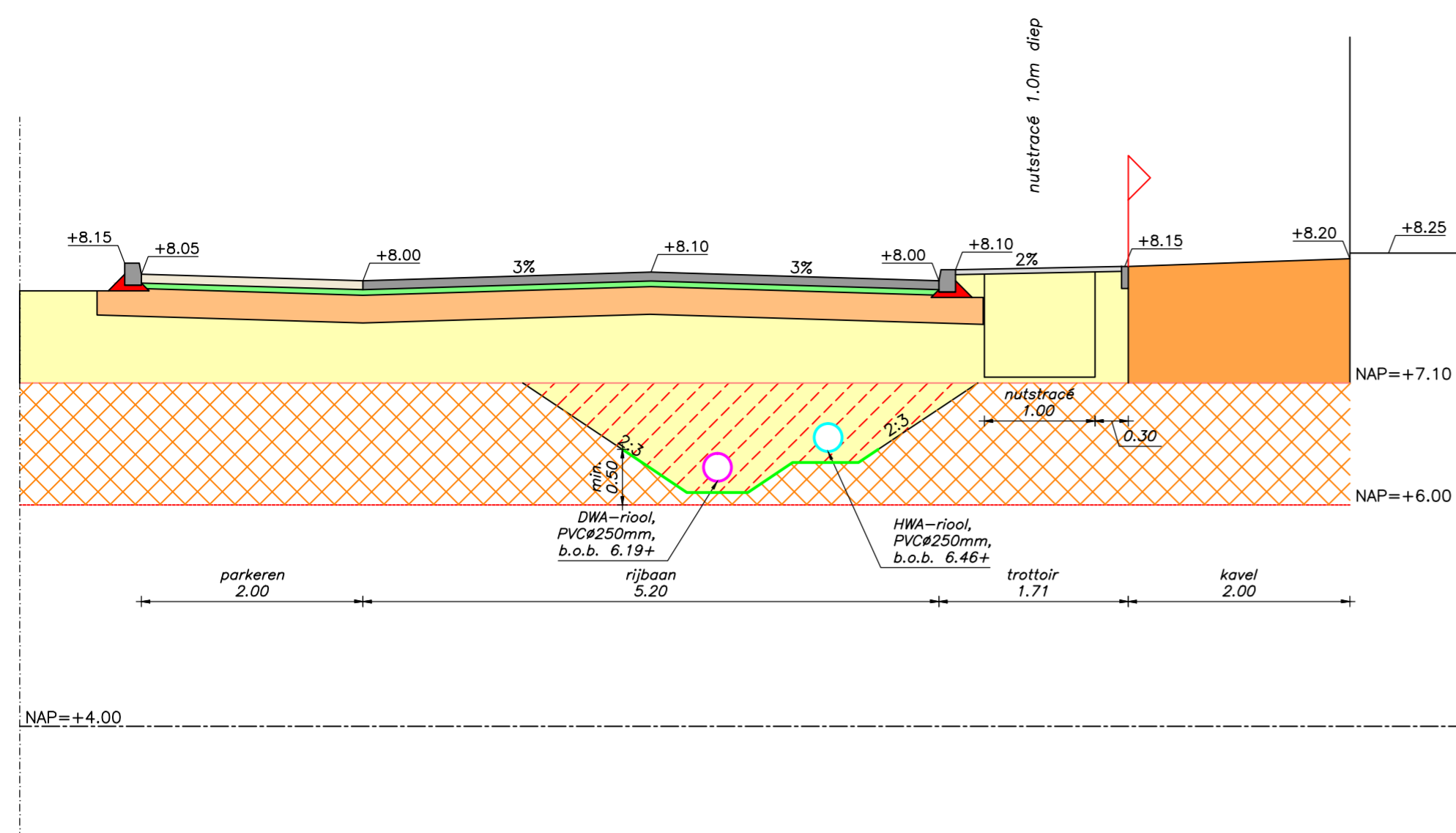
DWARSPROFIEL 11



PROJECT : Ontwikkeling woningbouwlocatie Druten Oost
 ONDERWERP : Waterhuishoudkundig plan
 Dwarsprofielen

BOOT
 organiserend ingenieursburo
 Veerendaal
 tel. 0481 - 37 71 65
 http://www.buroboot.nl

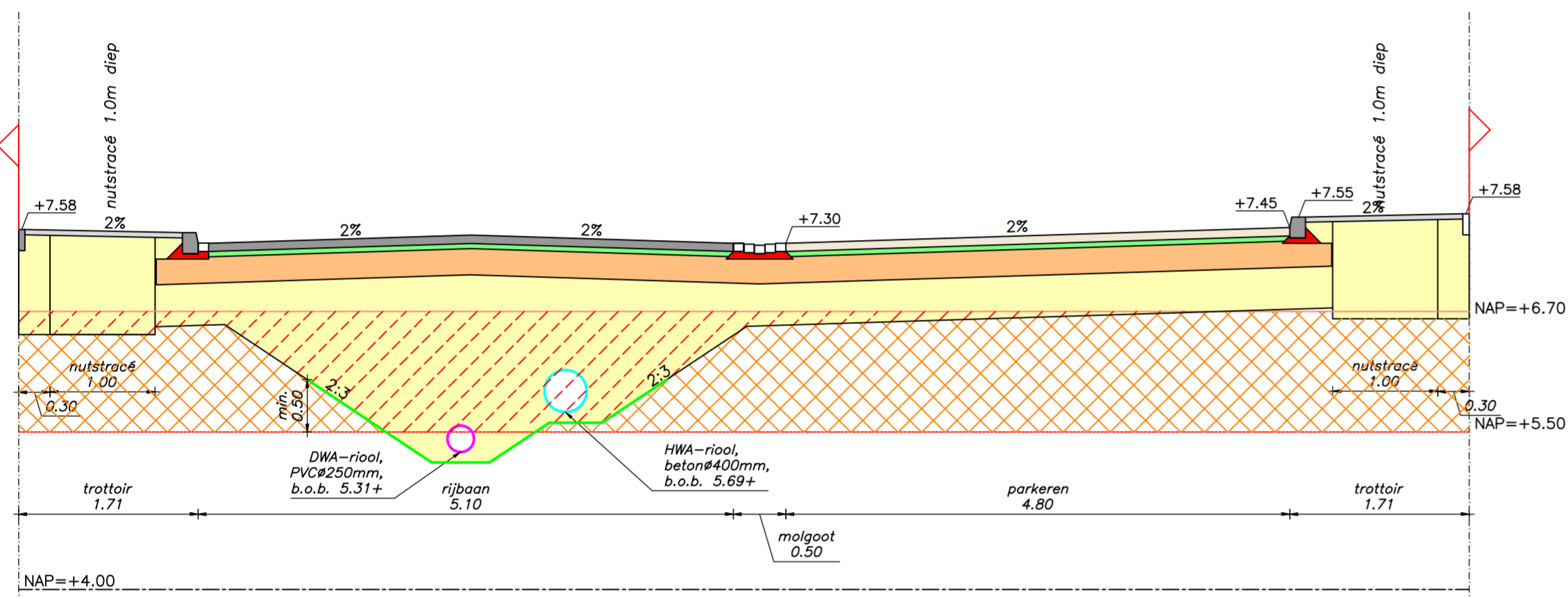
Wijzigingen		Tekeninggegevens		Status
Datum	Get.	Datum	Get.	
		Datum	15 mei 2012	<input checked="" type="checkbox"/> Ontwerp
		Tekenaar	jve	<input type="checkbox"/> Concept
		Projectleider	mb	<input type="checkbox"/> Definitief
		Schaal	1:100	<input type="checkbox"/> Voor uitvoering
		Formaat	4x3	<input type="checkbox"/> Revisie
		Bestand	KE08141-002	
		Blad	05	



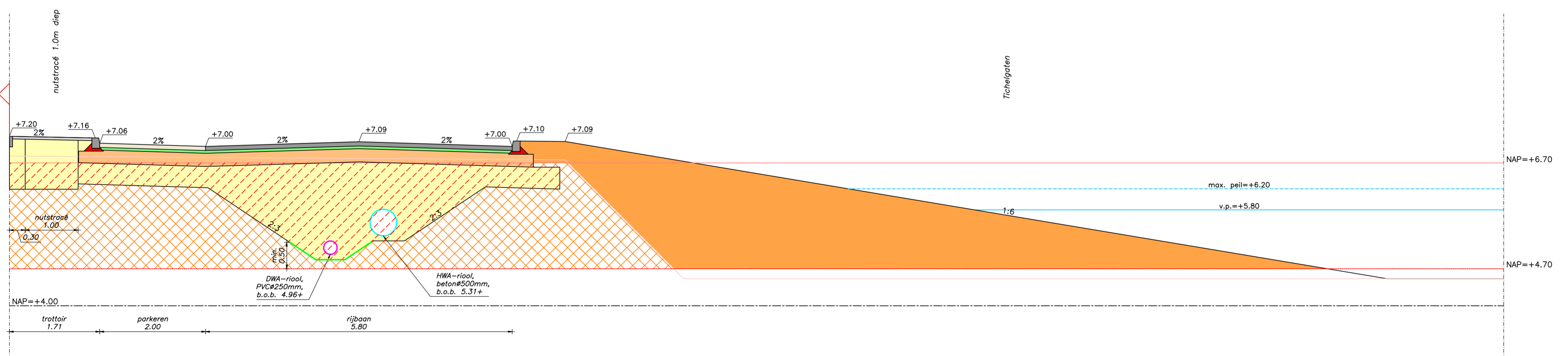
LEGENDA

- Bestaand maaiveld, indicatief
- Onderkant kleilaag, indicatief
- Ongeroerde oorspronkelijke klei
- Ontgraven kleilaag
- Verharding
- Straatzand
- Fundering, menggranulaat dik 0,25m
- Schrale beton
- Cunetzand, dik minimaal 0,40m
- Wijze van aanvullen n.t.b.
- Bentonietmatten

Principeprofiel A, rijbaan parallel aan primaire waterkering



Principeprofiel B, rijbaan noord-zuid tussen primaire waterkering en Tichelgaten



Principeprofiel C, rijbaan rondom Tichelgaten



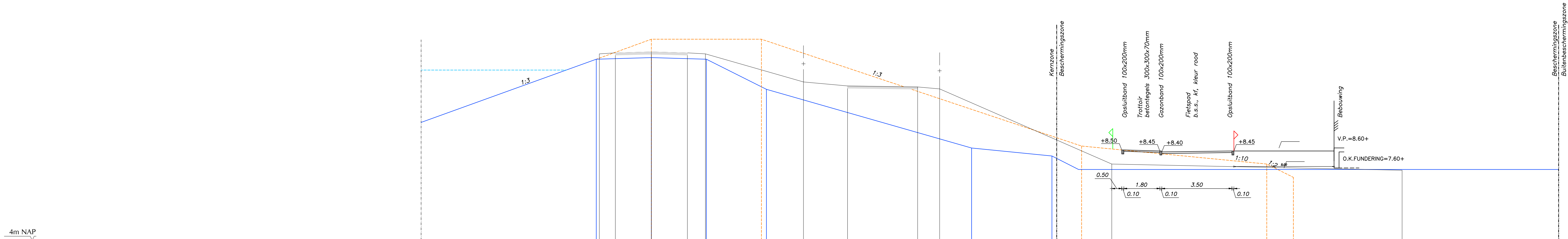
PROJECT : Ontwikkeling woningbouwlocatie Druten Oost
 ONDERWERP : Waterhuishoudkundig plan
 Principeprofielen kritieke insnijding kleilaag



ruimtelijke informatie
 ruimtelijke inrichting
 ruimtelijk beheer

Veenendaal
 tel. 0318 - 52 76 00
 Elst (Gld)
 tel. 0481 - 37 71 65
 http://www.buroboot.nl

Wijzigingen		Tekeninggegevens		Status
Datum	Get.	Datum	Get.	
		Datum	: 15 mei 2012	<input checked="" type="checkbox"/> Ontwerp
		Tekenaar	: jve	<input type="checkbox"/> Concept
		Projectleider	: mb	<input type="checkbox"/> Definitief
		Schaal	: 1:100	<input type="checkbox"/> Voor uitvoering
		Formaat	: 3x2	<input type="checkbox"/> Revisie
				<input type="checkbox"/>
		Bestand	: KE08141-002	
		Blad	: 06	



	13.30+	13.35+	13.40+	13.35+	13.30+	11.90+	11.70+	11.65+	11.50+	7.80+	7.60+	7.49+
Bestaande hoogten (meting Boot)												
Bestaande afstanden (meting Boot)	0.00	0.80	2.60	4.40	5.30	10.20	12.40	15.90	17.00	25.60		40.10
Bestaande hoogten (Legger 2000)	13.03+		13.11+		13.03+	11.53+			8.60+	7.53+	7.53+	
Bestaande afstanden (Legger 2000)	0.00		2.75		5.50	8.50			18.75	24.09	26.00	
Hoogten profiel van vrije ruimte (Legger 2000)	9.88+		14.03+		14.03+	14.03+				8.70+	7.14+	
Afstanden profiel van vrije ruimte (Legger 2000)	8.75		2.75+		8.25+					24.24	34.82	

PVVR / 1:100



PROJECT : Ontwikkeling woningbouwlocatie Druten Oost
 ONDERWERP : Waterhuishoudkundig plan
 Principe profiel primaire waterkering



ruimtelijke informatie
 ruimtelijke inrichting
 ruimtelijk beheer

Veenendaal
 tel. 0318 - 52 76 00
 Elst (Gld)
 tel. 0481 - 37 71 65
 http://www.buroboot.nl

Wijzigingen
 Datum Get.

Tekeninggegevens

Datum : 15 mei 2012
 Tekenaar : jve
 Projectleider : mb
 Schaal : 1:100
 Formaat : 5x1

Bestand : KE08141-002
 Blad : 11

Status

Ontwerp
 Concept
 Definitief
 Voor uitvoering
 Revisie



BOOT: ingenieurs met een verhaal

Werken aan een duurzame leefomgeving. Dat is het kleurrijke verhaal van BOOT. Een verhaal dat zich afspeelt in woonwijken en op bedrijventerreinen, op sportvelden en bungalowparken of gewoon in de natuur. Een verhaal in grijs en groen dus. Ze wisselen elkaar af en gaan soms ook in elkaar over. Een verhaal met een rode draad: het verantwoord inrichten van de ruimte. De

leefomgeving waaraan we werken is immers evenzeer van ons als van toekomstige generaties. Bewust omgaan met ruimte is voor BOOT dan ook een belangrijke opgave. We zijn gespecialiseerd in ruimtelijke informatie en ruimtelijke inrichting. Daarin zijn we niet uniek, wel in onze visie en de aanpak die daaruit voortvloeit. We zijn ingenieurs met een verhaal.

Contact

Vestiging Veenendaal
Plesmanstraat 5
Postbus 509
3900 AM Veenendaal
T (0318) 52 76 00
F (0318) 51 05 60
E info@buroboot.nl
W www.buroboot.nl

Vestiging Elst
Bemmelseweg 57
Postbus 154
6660 AD Elst
T (0481) 37 71 65
F (0481) 37 72 42
E info@buroboot.nl
W www.buroboot.nl

Bezoek ook onze website met onder meer aansprekende voorbeelden van onze projecten.