



WATERTOETS

PLANGEBIED 'ACHTER DEN EIJNGEL'

TE BOXTEL



Water



Rapportage watertoets

plangebied 'Achter Den Eijngel' te Boxtel

Opdrachtgever	Janssen de Jong Vonderweg 14 5616 RM Eindhoven
Rapportnummer	2190.002
Versienummer	D1
Status	Eindrapportage
Datum	27 oktober 2017
Vestiging	Boxmeer
Opsteller	ing. R. van den Berg
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	T.J.M. Kuijpers BSc
Paraaf	

Kwaliteitszorg

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

Betrouwbaarheid

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

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
2	LOCATIEGEGEVENS	2
2.1	Huidig en toekomstig gebruik	2
2.2	Maaiveldverloop.....	3
2.3	Bodemopbouw.....	3
2.4	Geohydrologie	4
2.5	Grondwater	4
2.6	Oppervlaktewater	6
3	GEOHYDROLOGISCH VELDONDERZOEK.....	7
3.1	Algemeen	7
3.2	Uitvoering	7
3.3	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven	7
3.4	Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau.....	8
3.5	Resultaten	8
3.6	Beoordeling doorlatendheid	9
4	WATERRELEVANT BELEID.....	10
4.1	De Dommel.....	10
4.2	Gemeente Boxtel	11
5	PLANUITWERKING	11
5.1	Randvoorwaarden en uitgangspunten	11
5.2	Verhard oppervlak.....	11
5.3	Ontwateringsnormen.....	13
5.4	Waterbergingsopgave	14
5.5	Hemelwater	14
5.5.1	Wadi's beekzone Heerenbeekloop	14
5.5.2	Wadi's groenzone plangebied	14
5.5.3	Waterberging in het plan	15
5.6	Dimensionering hemelwatersysteem	16
5.6.1	Statische (bruto) bergingscapaciteit.....	16
5.6.2	Infiltratiecapaciteit	18
5.6.3	Dynamische (netto) bergingscapaciteit	19
5.6.4	Waterberging in het plan (restberging).....	19
5.7	Lediging.....	20
5.8	Calamiteit	20
5.9	Riolering	20
5.10	Watervergunning	20
5.11	Kwaliteit.....	21
6	SAMENVATTING EN CONCLUSIE	22

BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
2. - Locatieschets
3. - Gegevens verkennend bodemonderzoek (15091801)
4. - Gegevens geohydrologisch veldonderzoek
5. - Berekende k-waarden
6. - Ontwerpschets, (inclusief indeling deelgebieden en verhardingspercentages)
7. - Ontwerpschets wadi's

1 INLEIDING

Econsultancy heeft van Janssen de Jong opdracht gekregen voor het opstellen van een watertoets voor een ontwikkeling van het plangebied 'Achter Den Eijngel' te Boxtel.

De watertoets is uitgevoerd in het kader van een bestemmingsplanwijziging. In deze rapportage is beschreven op welke wijze rekening is gehouden met de waterhuishoudkundige aspecten en het beleid van de waterbeheerders (Waterschap De Dommel en de gemeente Boxtel).

De watertoets is géén aparte procedure, maar is een traject dat geïntegreerd is in de procedure van het ruimtelijk plan of besluit. Uitgangspunt van de watertoets is dat een ruimtelijk besluit of plan geen slechtere waterhuishoudkundige situatie oplevert dan in het bestaande beleid is vastgelegd.

Met het opstellen van de watertoets wordt beoogd dat water expliciet en op evenwichtige wijze in beschouwing wordt genomen. Concreet betekent dit dat onderzocht moet worden hoe in het toekomstige plan op een duurzame wijze kan worden omgegaan met hemelwater. Uiteindelijk moet het resultaat zijn dat een nieuw plan/project, dan wel een wijziging hiervan, hydrologisch neutraal is, of -indien mogelijk- een verbetering met zich meebrengt. In een zogenaamde "waterparagraaf" (onderdeel toelichting bestemmingsplan) wordt daarbij met name de wijze waarop de afvoer van hemelwater van daken en verhardingen plaats zal vinden, in de toelichting van het bestemmingsplan vastgelegd. De onderhavige watertoets ligt hieraan ten grondslag.

De informatie over de planlocatie is onder andere gebaseerd op informatie uit het door Econsultancy uitgevoerd verkennend bodemonderzoek (BOX.TON.NEN, 13 oktober 2016, 15091801).

In het kader van het proces van de watertoets heeft op 19 september 2017 met het waterschap (contactpersoon de heer D. Van der Burgt) en de opdrachtgever (contactpersoon de heer R. van Tilborg) een vooroverleg plaatsgevonden. Tijdens dit overleg is de plansituatie en de omgang met hemelwater binnen het plan nader besproken. De watertoets is in concept aan het waterschap voorgelegd (3 oktober 2017). Het waterschap heeft op 12 oktober 2017 per e-mail haar reactie terug gestuurd. De opmerkingen op de conceptversie van de rapportage zijn in onderhavige rapportage verwerkt.

2 LOCATIEGEGEVENS

2.1 Huidig en toekomstig gebruik

De planlocatie ($\pm 3,8$ ha) is gelegen aan de zuidkant van Lennisheuvel, circa 2,3 kilometer ten zuidwesten van de kern van Boxtel (zie bijlage 1). De planlocatie is kadastraal bekend gemeente Boxtel, sectie N, nummers 000, 1007, 1009, 1019, 1020, 1126, 1165, 1166, 1167 en 1169. Volgens de topografische kaart van Nederland, kaartblad 51 A en 51 B (1:25.000), zijn de coördinaten van het midden van het plangebied $X = 149.942$, $Y = 397.881$.

De planlocatie is grotendeels in gebruik als weiland. De onderzoekslocatie is op dit moment vrijwel geheel onbebouwd en onverhard. Enkel ter plaatse van het meest noordoostelijk deel van perceel N 1126, ter plaatse van perceel N 1167 en ter plaatse van het meest noordwestelijk deel van perceel N 1169 bevindt zich een schuur of meerdere schuren. Deze schuren behoren tot de woonhuizen aan de Lennisheuvel (respectievelijk nummer 89, 87 (2 stuks) en 85). Het meest noordelijk gedeelte van de planlocatie (perceel 1000) is bebouwd met een woonhuis en garage. Daarnaast is op dit gedeelte van de planlocatie een vijver gelegen.

In figuur 1 is de begrenzing van de planlocatie weergegeven.



Figuur 1. Ligging planlocatie

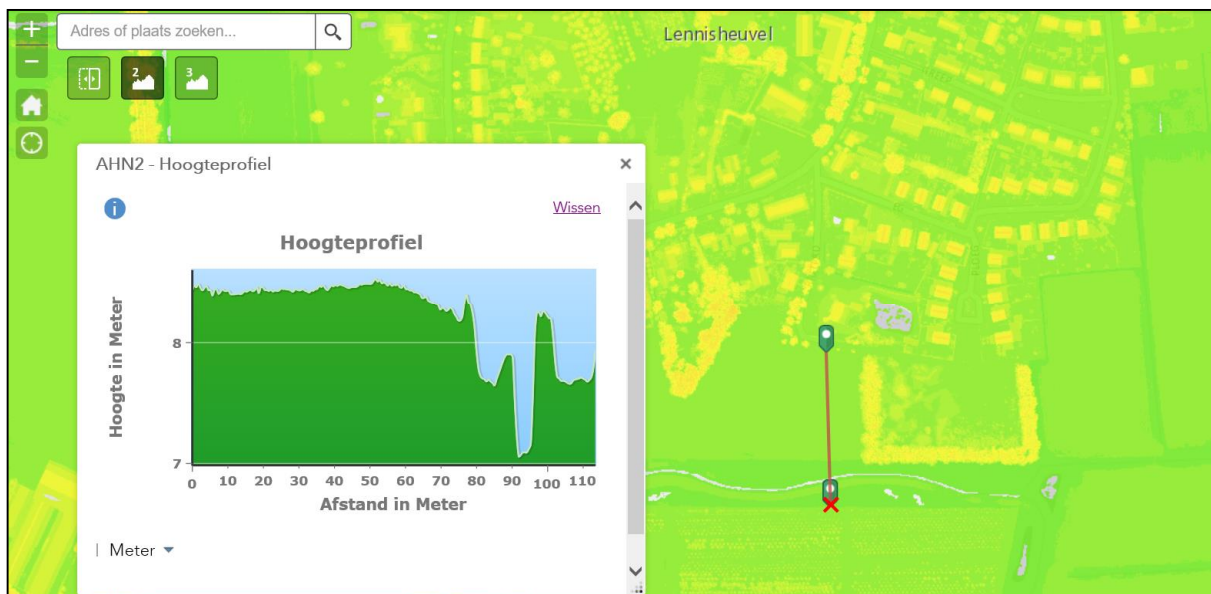
De initiatiefnemer is voornemens om het plangebied te herontwikkelen in een nieuwbouwwijk. In bijlage 6 is de toekomstige situatie van het overgrote deel van de planlocatie op een locatieschets weergegeven.

2.2 Maaiveldverloop

Het maaiveld bevindt zich volgens het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) op een hoogte van gemiddeld 8,5 m +NAP. Vanaf de Lennisheuvel loopt het maaiveld geleidelijk af in de richting van de Heerenbeekloop. Het grasland wordt aan de beekzone sterk begrensd door een verhoogde grondwal. In beide dwarsdoorsnede in figuur 2 en 3 is de verlaagde beekzone en de verdiepte ligging van de beek duidelijk waarneembaar.



Figuur 2: Dwarsdoorsnede oostelijke deel plangebied (richting noord naar zuid)



Figuur 3: Dwarsdoorsnede westelijk deel plangebied (richting noord naar zuid)

2.3 Bodemopbouw

De originele bodem bestaat, volgens de bodemkaart van Nederland, grotendeels uit een hoge zwarte enkeerdgrond, die volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit leemarm en zwak lemig fijn zand. Alleen de originele bodem van het meest oostelijk deel van de huidige planlocatie is anders en bestaat uit een beekkeerdgrond, die volgens de Stichting voor Bodemkartering voornamelijk is opgebouwd uit lemig fijn zand. De afzettingen, waarin deze bodem is ontstaan, behoren geologisch gezien tot de Formatie van Boxtel.

Uit locatiespecifiek onderzoek (verkennend bodemonderzoek BOX.TON.NEN, rapportnummer: 15091801) blijkt de bodem voornamelijk te bestaan uit zwak humeus, matig tot uiterst siltig, matig fijn zand. De ondergrond bestaat uit zwak tot sterk siltig, matig fijn tot matig grof zand welke plaatselijk zwak leemhoudend is. In het oostelijk deel van de locatie komt vanaf 2 m -m sterk zandige leemlagen voor. Ter plaatse van boring 36 is veen aangetroffen. In de ondergrond komen verder plaatselijk in zwakke tot sterke mate gleyverschijnselen voor. Tevens is de bodem tot maximaal 1,0 m -mv is plaatselijk zwak baksteenhoudend.

In bijlage 3 is de situering van de boringen en zijn de boorprofielen uit het verkennend bodemonderzoek weergegeven.

2.4 Geohydrologie

Om inzicht te krijgen in de gelaagdheid van goed doorlatende en slecht doorlatende lagen (hydrogeologische eenheden) van de (diepe) bodem is gebruik gemaakt van het REGIS II model van TNO. Het REGIS II model geeft op een schematische wijze inzicht in de hydrogeologische opbouw en doorlatendheid van de ondergrond op een regionale schaal.

Op basis van de gegevens uit het REGIS II model van TNO blijkt het eerste watervoerend pakket te worden gevormd door zand van de Formatie van Bortel. Het eerste watervoerende pakket heeft een dikte van $\pm 16,0$ m. Het eerste watervoerende pakket wordt aan de onderzijde begrensd door kleiafzettingen van de Formatie van Bortel met een dikte van circa 7,4 m. Deze slechtdoorlatende laag wordt aan de onderzijde begrensd door zanden van respectievelijk de Formatie van Bortel en de Formatie van Sterksel.

Tabel I. Geohydrologie

Diepte m -mv	Formatie	Typering	Bodem
0-16	Formatie van Bortel	WVP1	Zand
16-23	Formatie van Bortel	SDL	Klei
23-28	Formatie van Bortel	WVP2	Zand
> 28	Formatie van Sterksel	WVP2	Zand
WVP = watervoerend pakket SDL = slecht doorlatende laag			

2.5 Grondwater

TNO-NITG voert het databeheer van in de omgeving aanwezige grondwaterpeilputten waarin de grondwaterstandstand in het eerste watervoerende pakket wordt gemonitord.

In de directe omgeving van de planlocatie, op een afstand van ± 60 m, is een enkele grondwaterpeilput gelegen (B51A1871, meetperiode 01-03-2016 / 01-12-2016). De filterstelling is gelegen op een diepte van 3,86 m +NAP ($\pm 4,75$ m -mv). In tabel II zijn de gegevens van de grondwaterpeilput opgenomen. In figuur 2 is de situering van de betreffende peilput weergegeven. De meetperiode is te kort om een zekere uitspraak te kunnen doen en de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) vast te stellen. In het archief van TNO zijn in de directe nabijheid van het plangebied geen grondwaterdata met lange historische meetgegevens beschikbaar. Op basis van de beschikbare meetgegevens wordt de GHG ingeschat op $\pm 8,0$ m +NAP. Hiermee zou de GHG zich op $\pm 0,50$ m -mv bevinden. Op basis van de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO, stroomt het grondwater van het eerste watervoerende pakket in noordelijke richting. De planlocatie ligt niet in een grondwaterbeschermings- en/of grondwaterwingebied.

Tabel II. Overzicht grondwaterpeilput TNO

Grondwaterpeilput	Windrichting t.o.v. locatie	Afstand t.o.v. locatie	Meetperiode	GHG m +NAP
B51A1871	Noordelijk	60	01-03-2016 / 01-12-2016	8,0



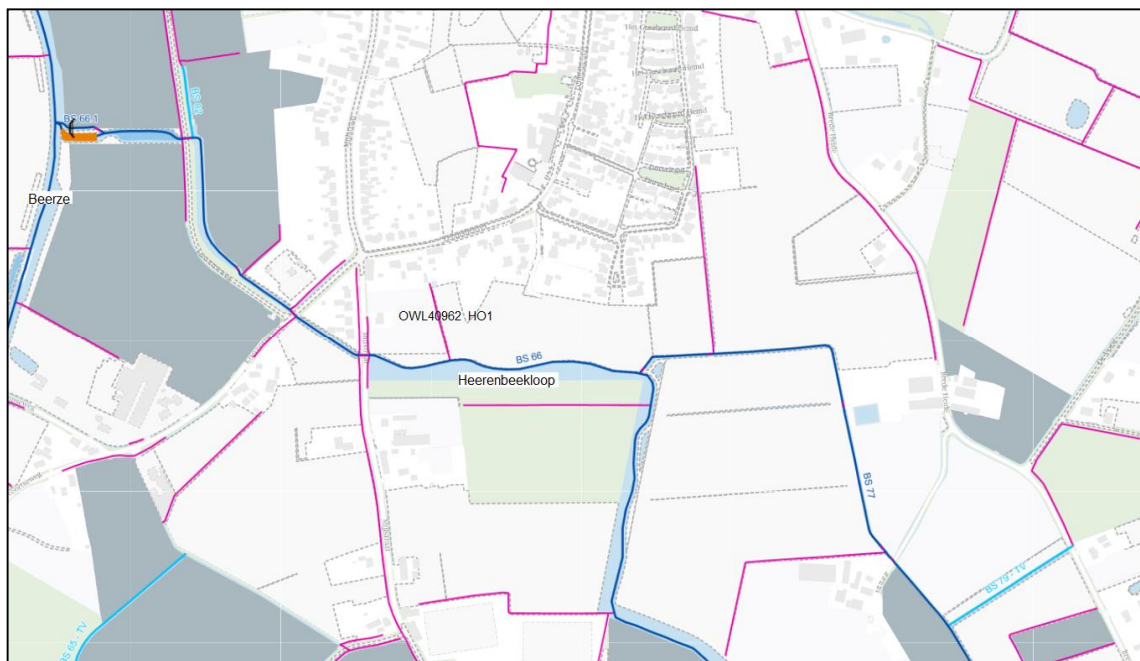
Figuur 4: Situering grondwaterpeilput TNO

Ten tijde van het veldonderzoek van het verkennend bodemonderzoek op 31 maart 2016 stond het grondwater tussen de 0,25 m -mv en de 0,47 m -mv. Tijdens de uitvoering van het verkennend bodemonderzoek op 16 november 2016 is een grondwaterstand waargenomen rond de 1,4 m -mv.

Mede vanwege de verwachte hoge grondwaterstand(en) op locatie en de weinig beschikbare (historische) meetgegevens, adviseert Econsultancy vooruitlopend op de uitvoeringsfase de grondwaterstand en -fluctuatie te monitoren en derhalve een kleinschalig grondwatermeetnet op te zetten. Inzicht in de grondwaterfluctuatie voorkomt vaak dat óvoorziene en onvoorziene omstandigheden in het werk opgelost moeten worden.

2.6 Oppervlaktewater

Op de leggerkaart van waterschap De Dommel zijn de, in de directe omgeving van de planlocatie, gelegen oppervlaktewateren weergegeven. Direct gelegen aan de zuidkant van de planlocatie is A-watergang de Heerenbeekloop gelegen, welke in westelijke richting afwatert op de A-watergang de Beerze. Op de planlocatie zelf bevindt zich een B-watergang (code: OWL40962_HO1). In figuur 5 is een uitsnede van de leggerkaart weergegeven.



Figuur 5. Uitsnede legger waterschap De Dommel

Als gevolg van de ontwikkeling zal de binnen de plangrenzen gelegen B-watergang (code: OWL40962_HO1) gedempt worden. Voor het dempen van deze watergang dient op grond van de keur een watervergunning aangevraagd te worden. In de vergunningsaanvraag dient de functie van deze watergang afvoer en ontwatering in beeld gebracht te worden.

Met behulp van een model zijn van de Heerenbeekloop de waterpeilen berekend bij de verschillende afvoergolven. In het model waarmee de peilen zijn berekend is reeds rekening gehouden met de toekomstige klimaatverandering (W+ scenario). De peilen in de Heerenbeekloop nabij de planlocatie zijn bij Waterschap De Dommel (contactpersoon de heer D. van der Burgt) opgevraagd. De berekende peilen behorende bij de verschillende afvoergolven (o.a. T1 en T100) zijn als volgt:

- T100: 8,38 m +NAP;
- T50: 8,32 m +NAP;
- T25: 8,22 m +NAP;
- T10: 8,11 m +NAP;
- T1: 7,58 m +NAP.

Gezien de maaiveldhoogtes zal de Heerenbeekloop bij afvoergolven T10 en hoger buiten haar oevers treden. De eerste 12,5 meter vanaf de insteek van de beek is op de ontwerp legger aangeduid als 'natte natuurzone'. Deze zone is recentelijk ook daadwerkelijk ingericht als natte natuurzone. In deze zone kan water vanuit de beek inunderen.

3 GEOHYDROLOGISCH VELDONDERZOEK

3.1 Algemeen

Voor het uitvoeren van een geohydrologisch veldonderzoek gelden geen richtlijnen. De onderzoeksstrategie is in overleg met de opdrachtgever vastgesteld en betreft maatwerk. Ten aanzien van de uitvoering is aangesloten op het VKB-protocol 2001 "Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen".

3.2 Uitvoering

Het geohydrologisch veldonderzoek op de planlocatie is uitgevoerd op 21 en 22 augustus 2017. Met behulp van een edelmanboor (diameter 10 cm) zijn in totaal 10 boringen geplaatst. De boringen zijn tot maximaal 2,0 m -mv doorgezet teneinde een duidelijk beeld van de bodemopbouw te verkrijgen. Na het verrichten van de boringen zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd conform de methodiek zoals omschreven in paragraaf 3.3. Na afloop van de werkzaamheden is het grondwater-niveau in de boorgaten gemeten.

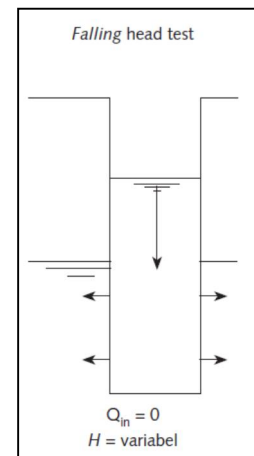
Op de locatieschets in bijlage 4 zijn de gegevens van het uitgevoerde geohydrologische veldonderzoek opgenomen.

3.3 Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven

Op basis van de profielbeschrijvingen en de actuele grondwaterstand zijn de te onderzoeken bodemlagen vastgesteld. Vervolgens is in de directe nabijheid van de referentiebooring, per meting, een nieuwe boring verricht tot in de te onderzoeken homogene bodemlaag. Bij de keuze van de te onderzoeken bodemlaag is rekening gehouden met de doelstelling van het onderzoek.

De doorlatendheid (k-waarde) van de bodem is bepaald met behulp van de Falling head-methode (omgekeerde Hooghoudt-methode). Bij de Falling head-methode wordt na eenmalig opbrengen van een waterkolom de zaksnelheid van het water gemeten.

Om instorting van het boorgat te voorkomen, is in het boorgat een filterbuis aangebracht die aan de onderzijde over een lengte van 1 m is geperforeerd. Na plaatsen van de filterbuis is water opgebracht. Voor het meten van de waterstands daling is gebruik gemaakt van een digitale drukopnemer (Diver). De doorlatendheidsmeting is een aantal malen herhaald teneinde verzadigde doorlatendheid te verkrijgen en een gemiddelde te kunnen berekenen. Aan de hand van de zaksnelheid is vervolgens met behulp van de formule van Hooghoudt de gemiddelde doorlatendheid (k-waarde) berekend.



$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

waarbij:

t = tijd sinds het begin van de meting [dag]

h_t = hoogte van de waterkolom in het boorgat op tijdstip t [m]

h_0 = ht op tijdstip $t = 0$

3.4 Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau

De bodem is sterk heterogeen van opbouw. De bodem bestaat overwegend uit zeer fijn matig siltig zand. De bovengrond is daarnaast tot op wisselende diepte (maximaal 1,2 m -mv) zwak tot sterk humeus. De sterk humeuze toplaag is daarnaast matig veenhoudend. In de ondergrond worden tevens op wisselende diepten sterk siltige zandlagen aangetroffen. Ter plaatse van boring 03 is tussen 1,4 en 1,8 m -mv een zwak zandige leemlaag aanwezig.

In de boorgaten is een grondwaterstand aangetroffen van 1,2 m -mv tot 2,0 m -mv.

Opmerking:

De gemeten grondwaterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd:

- Waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een boring kunnen, significant afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld.
- De grondwaterstand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuatie varieert per regio/gebied.

Een representatief beeld van de grondwaterfluctuatie kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitorde peilbuizen uit de omgeving.

3.5 Resultaten

Tabel III geeft een overzicht van het uitgevoerde veldwerk en de bodemlaag waarin een in-situ doorlatendheidsmeting is uitgevoerd. Tevens zijn in de tabel de resultaten van de berekende k-waarden weergegeven en is de doorlatendheid van de bodem per boring en traject beoordeeld conform de classificatie uit tabel IV. Bijlage 5 bevat de grafische uitwerking en de berekening van de k-waarden.

Tabel III. Overzicht k-waarde per meting

Boring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur zand	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
01	1	10-75	zeer fijn, matig siltig, zwak humeus	matig gleyhoudend vanaf 0,4 m -mv	0,3	matig
02	3	15-75	zeer fijn, matig siltig, zwak humeus	sterk humeus, matig veenhoudend vanaf 0,5 m -mv	1,3	goed
03	3	25-75	zeer fijn, matig siltig, zwak humeus	matig gleyhoudend vanaf 0,4 m -mv	3,4	goed
04	3	15-75	zeer fijn, matig siltig, zwak humeus	matig gleyhoudend vanaf 0,4 m -mv	1,0	vrij goed
05	2	15-75	zeer fijn, matig siltig, zwak tot matig humeus	matig baksteenhoudend vanaf 0,5 m -mv	0,1	slecht
06	2	30-100	zeer fijn, matig siltig, zwak tot matig humeus	matig baksteenhoudend vanaf 0,5 m -mv	0,4	matig
07	3	15-75	zeer fijn, matig tot sterk siltig,	-	0,4	matig

Boring	Aantal Metingen (*A)	Onderzochte bodemlaag (cm -mv)	Textuur zand	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
08	3	45-75	zeer fijn, matig tot sterk siltig,	-	1,0	vrij goed
09	3	15-75	zeer tot matig fijn, matig siltig,	zwak gleyhoudend vanaf 0,5 m -mv	1,3	goed
10	3	15-75	zeer fijn, matig tot sterk siltig,	-	0,9	vrij goed
(*A) De meest representatieve meting is gebruikt voor het berekenen van de (verzadigde) doorlatendheid.						

Tabel IV. Classificatie doorlatendheid

K-waarde (m/dag)	Classificatie (*A)
< 0,01	zeer slecht doorlatend
0,01-0,1	slecht doorlatend
0,1-0,5	matig doorlatend
0,5-1,0	vrij goed doorlatend
1,0-10	goed doorlatend
> 10	zeer goed doorlatend
(*A) Classificatie k-waarde (m/d) (bron: Cultuurtechnisch Vademecum, 2000)	

3.6 Beoordeling doorlatendheid

De haalbaarheid van hemelwaterinfiltratie is onder andere afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem en de aanwezigheid van stoorlagen (klei en leem). Econsultancy acht bodemlagen met een minimale doorlatendheid van 1,0 m/dag geschikt voor infiltratie van hemelwater.

De doorlatendheid van de aanwezige zandlagen wordt over het algemeen geclassificeerd als matig tot vrij goed doorlatend, waarbij k-waarden van 0,1 en 1,3 m/dag zijn aangetoond.

De k-waarde van de onderzochte lagen ter plaatse van boring 03 is hoger dan de overige meetresultaten en ligt niet in lijn met wat men op basis van textuur zou verwachten. Het meetresultaat kan derhalve niet als representatief ten aanzien van alle overige metingen worden beschouwd. Voor deze desbetreffende afwijking heeft Econsultancy vooralsnog geen verklaring.

Op basis van de resultaten uit het geohydrologisch veldonderzoek behoort infiltratie tot de mogelijkheden. Op basis van de resultaten van het onderzoek dient hiermee echter wel bedachtzaam te worden omgegaan. Geadviseerd wordt om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren van maximaal 0,5 m/dag. Als rekenwaarde geldt het gemiddelde van alle metingen vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor van 0,5.

Bij het maken van de keuze voor het type (infiltratie)voorziening (dimensionering) is het tevens van belang rekening te houden met de Gemiddelde Hoogste grondwaterstand (GHG), het afstromend verhard oppervlak en het beleid van het bevoegd gezag.

4 WATERRELEVANT BELEID

De planlocatie is gelegen binnen het beheersgebied van waterschap De Dommel en de gemeente Boxtel.

4.1 De Dommel

De waterschappen Aa en Maas, Brabantse Delta en De Dommel hebben in de Noord- Brabantse Waterschapsbond (NBWB) besloten om de keuren te uniformeren en tegelijkertijd te dereguleren. Hierbij is aangehaakt bij het landelijke uniformeringsproces van de Unie van Waterschappen. Er is conform het nieuwe landelijke model een sterk gedereguleerde keur opgesteld, met bijbehorende algemene regels en beleidsregels. Deze zijn voor de drie waterschappen gelijkloidend.

In de keur is opgenomen dat het is in beginsel verboden is om zonder vergunning neerslag door toename van het verhard oppervlak of door afkoppelen van de bestaande oppervlakte, tot afvoer naar een oppervlaktewaterlichaam te laten komen. Dit verbod is van toepassing tenzij:

- Het afkoppelen van het verhard oppervlak maximaal 10.000 m² is, of;
- de toename van het verhard oppervlak maximaal 2.000 m² is, of;
- de toename van het verhard oppervlak bestaat uit een groen dak.
- De toename van het verhard oppervlak tussen 2.000 m² en 10.000 m² is en compenserende maatregelen zijn getroffen om versnelde afvoer van hemelwater tegen te gaan, in de vorm van een voorziening met een minimale retentiecapaciteit conform de rekenregel.

Benodigde retentiecapaciteit (in m³) = toename verhard oppervlak (in m²) x gevoeligheidsfactor x 0,06.

Daarbij dient de voorziening te voldoen aan de volgende voorschriften:

- De bodem van de voorziening dient boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) te liggen;
- De afvoer uit de voorziening via een functionele bodempassage naar het grondwater en/of via een functionele afvoerconstructie naar het oppervlaktewater plaatsvindt. Indien een afvoerconstructie wordt toegepast, dient deze een diameter van 4 cm te hebben;
- Daarnaast moet er altijd een overloopconstructie zijn, om uitspoeling naar de sloot te voorkomen.

Bij ontwikkelingen waarbij de toename van het verhard oppervlak 2.000 m² of groter is, wordt vanuit het waterschap retentie geëist. Indien bij een plan een toename van meer dan 10.000 m² verharding blijkt te zijn of dat er niet wordt voldaan aan de rekenregel, moet een vergunning worden aangevraagd. Om deze vergunning te kunnen verkrijgen en om de vergunningsvoorschriften te kunnen bepalen, is een waterhuishoudkundigplan nodig. Hierbij is overleg met het waterschap van belang.

4.2 Gemeente Boxtel

De gemeente Boxtel heeft in haar beleidsplannen (VGRP-5 2015-2019 Gemeente Boxtel, Arcadis, 18 november 2015) opgenomen dat bij nieuwbouwprojecten het afvalwater gescheiden aangeleverd dient te worden door de perceeleigenaar. Verder heeft de gemeente als uitgangspunt dat de zorgplicht van de afkoppeling van hemelwater bij de perceeleigenaar zelf ligt, maar dat de gemeente perceeleigenaren ontzorgt ten aanzien van het verwerken van overtollig hemelwater.

Verder hanteert de gemeente de berekening van de retentiecapaciteit zoals opgesteld in de keur van de Noord-Brabantse Waterschapsbond.

5 PLANUITWERKING

5.1 Randvoorwaarden en uitgangspunten

Ten aanzien van het plan en de omgang met hemelwater zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

- Streven naar 100% afkoppeling van de verharde oppervlakte.
- Niet afwentelen op anderen in ruimte en tijd.
- Toepassen voorkeursvolgorde waterkwantiteit (vasthouden, bergen en afvoeren).
- Toepassen voorkeursvolgorde waterkwaliteit (schoonhouden, scheiden, zuiveren).
- De ontwikkeling dient hydrologisch neutraal plaats te vinden (HNO).
- De wateropgave baseren op de daadwerkelijke toekomstig verharde oppervlakte. Vooralsnog is uitgegaan van 2,5 ha verhard oppervlak.
- Infiltratie- en bergingsvoorzieningen in het plan dimensioneren conform 60 mm gerekend over het aantal m².
- De maximale ledigingsduur van het systeem bij voorkeur gelijk of kleiner dan 24 uur.
- Calamiteit T=100 jaar + 10% in beschouwing nemen (mag niet tot overlast leiden).
- Aanlegdiepte bergingsvoorzieningen boven de GHG.
- GHG is ingeschat op 8,0 m +NAP (0,50 m -mv).
- Bouwen volgens Duurzaam Bouwen (DuBo) principe.

5.2 Verhard oppervlak

De planlocatie is grotendeels in gebruik als weiland en braakliggend terrein. De onderzoekslocatie is op dit moment vrijwel geheel onbebouwd en onverhard. Het meest noordelijk gedeelte van de planlocatie is bebouwd met een woonhuis en garage. Op basis van de huidige planontwikkeling is het te ontwikkelen gebied opgedeeld in 3 deelgebieden (zie figuur 6).

De initiatiefnemer is voornemens de locatie te herontwikkelen. De herontwikkeling voorziet in een nieuwbouwwijk met 82 woningen. Daarnaast zijn 4 bouwpercelen beschikbaar en is één bestaande woning ($\pm 380 \text{ m}^2$) binnen de planlocatie gelegen.

Het toekomstig dakoppervlak van de woningen en het verhard oppervlak van wegen en paden (ontsluiting) is bepaald aan de hand van de ontwerpschets zoals opgenomen in bijlage 6.

Ten aanzien van het verhard oppervlak van toekomstige bijgebouwen, erfverhardingen en/of bestratingen zijn een aantal aannames gemaakt. Hierbij is een onderscheid gemaakt naar het totale netto kaveloppervlak (kaveloppervlak - woningoppervlak). Afhankelijk van het totale kaveloppervlak zijn de onderstaande verhardingspercentages aangehouden, zie figuur 6 en tabel V.

Tabel V. Verdeling kavelverhardingen gebied 1

Kavel	percentage t.o.v. netto kaveloppervlak %	Aantal kavels	percentage totaal %
	20%	4	80
	25%	3	75
	30%	33	990
	50%	20	1.000
	75%	18	1.350
Totaal		78	3.495



Figuur 6: Indeling te ontwikkelen deelgebieden inclusief percentages kavelverhardingen

Op basis van de situatietekening zoals weergegeven in figuur 6 wordt voor gebied 1 er vanuit gegaan dat van het totale netto kaveloppervlak in de toekomstige situatie gemiddeld voor 45% verhard zal zijn (3.495/78). Voor deelgebieden 2 en 3 is uitgegaan dat respectievelijk 75% en 30% van het totale kaveloppervlak, exclusief ontsluiting, verhard is.

In tabel VI en tabel VII staan de oppervlakten van de toekomstige bebouwingen en verhardingen weergegeven voor de drie te ontwikkelen gebieden (zie figuur 6).

Tabel VI. Gegevens toekomstig verhard oppervlak gebied 1

Type verharding	Oppervlak (m²)
Dak	± 6.155
Ontsluiting/wegen/parkeren	± 7.050
Overige verharding	± 625
Bijgebouwen, erf verharding en/of bestrating (*A)	± 8.360
Totaal	± 22.190
(*A) 45% van het totale netto kaveloppervlak	

Tabel VII. Gegevens toekomstig verhard oppervlak gebied 2 en 3

	gebied 2 (m²) (*B)	gebied 3 (m²) (*C)
Verhard oppervlak	± 2.875	± 145
(*B) 75% van het totale planoppervlak		
(*C) 30% van het totale planoppervlak		

Ten opzichte van de huidige situatie zal ten aanzien van de ontwikkeling het verhard oppervlak (met inbegrip van bijgebouwen, erf verharding en/of bestrating) toenemen met circa 2,5 ha.

5.3 Ontwateringsnormen

Om grondwateroverlast te voorkomen dient bij het ontwerp rekening gehouden te worden met minimale ontwateringsdiepten en droogleggingseisen. De ontwateringsdiepte is het verschil in hoogte tussen het maaiveld en de maximaal optredende grondwaterstand. Drooglegging is het verschil tussen het oppervlaktewaterpeil en de maaiveldhoogte. Uitgangspunt hierbij is dat bij de inrichting van (nieuw) stedelijk gebied in principe wordt aangesloten bij de huidige grond- en oppervlaktewaterpeilen, en dat er ten gevolge van de inrichting van het betreffende gebied geen negatieve effecten op de omgeving ontstaan (verdroging of vernatting). Met andere woorden, hydrologisch neutraal ontwerpen.

Gangbare normen voor de ontwateringsdiepte zijn:

- Woningen met kruipruimte: 0,7 m -mv
- Woningen zonder kruipruimte: 0,3 m -mv
(Vloerpeil van woningen 0,30 m + maaiveld)
- Tuinen en openbare groenvoorzieningen: 0,5 m -mv
- Primaire wegen: 1,0 m
- Secundaire wegen en woonstraten: 0,7 m

Het maaiveld bevindt zich volgens het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) op een hoogte van gemiddeld 8,5 m +NAP. Vanaf de Lennisheuvel loopt het maaiveld geleidelijk af in de richting van de Heerenbeekloop (± 8,3 m +NAP). De GHG is ingeschat op 8,0 m +NAP. De ontwatering zal ten aanzien van de (bouw)peilen in de toekomstige situatie derhalve onvoldoende zijn. Op basis van de grondwaterstanden en fluctuaties zullen inzake de ontwikkeling zowel voor, tijdens als wellicht na reali-

satie maatregelen genomen moeten worden (tijdelijke grondwaterverlaging t.b.v. aanleg riolering en ophoging maaiveld). Geadviseerd wordt om de toekomstige bouwpeilen circa 20 cm hoger aan te leggen dan het naastgelegen wegpeil.

5.4 Waterbergingsopgave

Op basis van de toekomstig verhard oppervlak en de bergingseis bedraagt de waterbergingsopgave voor het plangebied in totaal circa 1.500 m³ (25.000 m² x 0,06 m).

5.5 Hemelwater

In de toekomstige situatie mag het schone hemelwater (zogenaamde hemelwaterafvoer; HWA) niet direct op het vuilwater (zogenaamde droogweerafvoer; DWA) worden aangesloten maar dient dit separaat binnen de plangrenzen te worden verwerkt. Gestreefd wordt om hemelwater vanuit het plan zoveel mogelijk in het plan vast te houden (te bergen) om uiteindelijk vertraagd af te voeren naar de beekzone ten zuiden van het plan.

5.5.1 Wadi's beekzone Heerenbeekloop

De gronden net ten noorden van de Heerenbeekloop zijn (recentelijk) ingericht als natte natuurzone met hoge ecologische waarde. Deze zone wordt gebruikt als tijdelijke waterberging bij hoge afvoeren in de Heerenbeekloop. Op basis van de huidige planinvulling is de mogelijkheid aanwezig om aan de zuidzijde van het plan op de iets hoger gelegen percelen een wadi aan te leggen. Hier kan een gedeelte van de wateropgave vanuit het plan tijdelijk in worden opgeslagen. Het uitgangspunt is om water vanuit de wadi zoveel mogelijk te infiltreren. Daarnaast kan water vanuit de voorziening ook vertraagd worden afgevoerd met een geknepen afvoer naar het beekdal van de Heerenbeekloop.

Door de wadi in deze strook landschappelijk in te passen zal deze ontwikkeling bijdragen aan een verbetering van de huidige ecologische kwaliteiten van de beekzone. Van enige afbreuk is dan ook geen sprake. Geadviseerd wordt de landschappelijke inpassing tot stand te laten komen in overleg met een ecooloog van het waterschap en de gemeente. Dit kan proces kan opgestart worden bij het moment dat het waterhuishoudkundigplan wordt opgesteld. Vooralsnog is bij de bepaling van de bergingsgebieden nog geen rekening gehouden met de landschappelijke inpassing.

5.5.2 Wadi's groenzone plangebied

In de huidige planopzet zijn ten aanzien van de bereikbaarheid van de woningen in het plan een 5-tal toegangswegen opgenomen waarbij aan de uiteinden van deze ontsluitingen, vanwege de doorkijk en behoud van de open landschappelijk structuur, enkele groenzones zijn voorzien. In deze groenzones is men voornemens om hemelwater te bergen door de aanleg van enkel wadi's. Door de wadi's aan de beekzone te voorzien van een damwand (stuwconstructie) met vertraagde afvoer en overstort (figuur 7) kan water tijdelijk worden vastgehouden alvorens dit wordt afgevoerd op de wadi's in de beekzone.



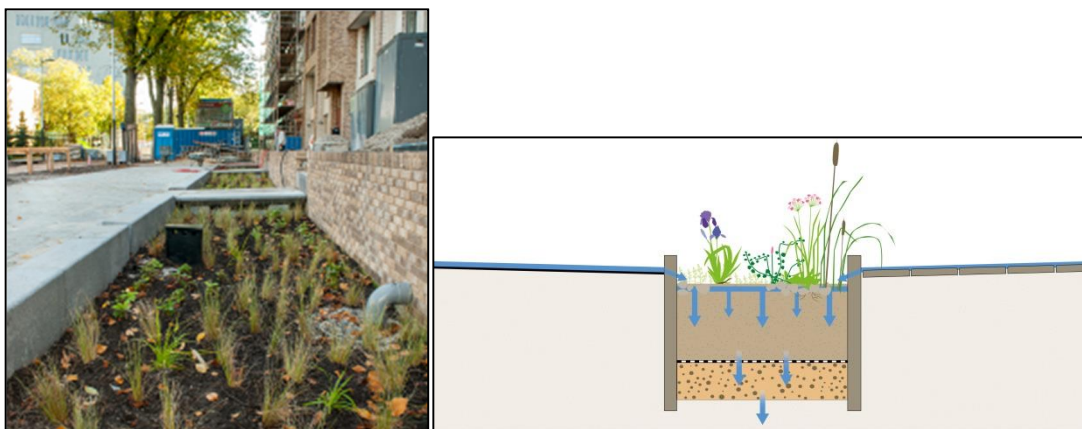
Figuur 7: Impressie damwandconstructie

5.5.3 Waterberging in het plan

Het uitgangspunt is om water vanuit het plan zoveel mogelijk (het restant van de wateropgave) binnen de eigen plangrenzen te bergen en vertraagd af te voeren naar de wadi's en de beekzone. Daarbij zal onder andere getracht worden om daar waar mogelijk te kiezen voor een open bestrating.

Binnen het plan zijn meerdere mogelijkheden om water tijdelijk in het plan te bergen, te infiltreren en/of vertraagd af te voeren. Onderstaand worden enkele voorbeelden van mogelijke toepassingen weergegeven. De definitieve invulling hiervan zal in een later stadium, in overleg met de gemeente en het waterschap (aanvraag watervergunning), in een waterhuishoudingsplan moeten worden uitgewerkt en worden vastgelegd.

Stedelijke infiltratiestrook



Figuur 8: voorbeeld stedelijke infiltratiestrook (bron: www.rainproof.nl)

Waterberging op straat



Figuur 9: Kastanjehof Nijmegen



Figuur 10: Voorbeeld Holle weg (Bron: www.rainproof.nl)

Waterberging onder de weg



Figuur 11: waterpasseeerbare verharding
(bron: www.aquaflow.nl)



Figuur 12: lavakoffer
(bron: www.hb-grondstoffen.nl)



Figuur 13: Buffergoot (bron: www.aco.nl)

5.6 Dimensionering hemelwatersysteem

De waterbergingsopgave voor het plangebied bedraagt op basis van het verhard oppervlak circa 1.500 m^3 ($25.000 \text{ m}^2 \times 0,06 \text{ m}$). Om inzicht te krijgen in de impact van de wateropgave op het plan, is op basis van de beschikbare gegevens een voorbeeld uitgewerkt waarbij er vanuit wordt gegaan dat het grootste deel van de wateropgave wordt geborgen in de wadi's aan de rand van het plan en de beekzone. Hieruit volgt de restberging die nog binnen het bebouwde deel van het plan verwerkt moet worden (zie bijlage 7).

5.6.1 Statische (bruto) bergingscapaciteit

Wadi's beekzone Heerenbeekloop

Op basis van het huidige maaiveldverloop en hoogteligging van de percelen aan de rand van het plangebied, is parallel aan de reeds ingerichte beekzone nog een strook beschikbaar waar hemelwater middels een wadi in geborgen kan worden (zie bijlage 7).

Voor de wadi's is uitgegaan van een maximale diepte van 0,5 m -mv, een talud van 1 op 3 en een maximale waterhoogte van 0,4 m (peil 8,4 m +NAP, T=100) de bodem is gesitueerd op 8,0 m +NAP.

Op basis van deze uitgangspunten en het beschikbare oppervlak is met behulp van de formule van de afgeknotte piramide de inhoud bij een waterhoogte van 0,4 m berekend. In totaal kan in de beekzone in een T= 100 situatie circa 700 m^3 aan water geborgen worden.

Inhoudsberekening wadi conform afgeknotte piramide		
Wadi A beekzone		
beschrijving	eenheid	waarde
oppervlak bovenvlak	m2	1190
diepte voorziening - mv	m	0,5
talud voorziening	1/	3
oppervlak grondvlak	m2	745
waterhoogte (8,4 m +NAP)	m	0,4
inhoud wadi	m3	384

Inhoudsberekening wadi conform afgeknotte piramide		
Wadi B beekzone		
beschrijving	eenheid	waarde
oppervlak bovenvlak	m2	1025
diepte voorziening - mv	m	0,5
talud voorziening	1/	3
oppervlak grondvlak	m2	570
waterhoogte (8,4 m +NAP)	m	0,4
inhoud wadi	m3	315

Wadi's groenzone plangebied

Voor de wadi's in de groenzones (zie bijlage 7) is op basis van het huidige maaiveldverloop en de gemiddelde hoogteligging van het maaiveld van het plangebied uitgegaan van een maximale diepte van 0,5 m -mv, een talud van 1 op 3 en een maximale waterhoogte van 0,4 m (waakhoogte/overstort 0,1 m) de bodem is gesitueerd op 8,0 m +NAP.

Op basis van deze uitgangspunten en het beschikbare oppervlak is met behulp van de formule van de afgeknotte piramide de inhoud bij een waterhoogte van 0,4 m berekend. In totaal kan in de 5 groenzones in een T= 100 situatie circa 170 m³ aan water geborgen worden.

Inhoudsberekening wadi conform afgeknotte piramide		
Wadi C groenzone		
beschrijving	eenheid	waarde
oppervlak bovenvlak	m2	180
diepte voorziening - mv	m	0,5
talud voorziening	1/	3
oppervlak grondvlak	m2	100
waterhoogte (maximaal)	m	0,4
inhoud wadi (excl. Waking)	m3	55

Inhoudsberekening wadi conform afgeknotte piramide		
Wadi D groenzone		
beschrijving	eenheid	waarde
oppervlak bovenvlak	m2	180
diepte voorziening - mv	m	0,5
talud voorziening	1/	3
oppervlak grondvlak	m2	100
waterhoogte (maximaal)	m	0,4
inhoud wadi (excl. Waking)	m3	55

Inhoudsberekening wadi conform afgeknotte piramide		
Wadi E groenzone		
beschrijving	eenheid	waarde
oppervlak bovenvlak	m2	80
diepte voorziening - mv	m	0,5
talud voorziening	1/	3
oppervlak grondvlak	m2	35
waterhoogte (maximaal)	m	0,4
inhoud wadi (excl. Waking)	m3	22

Inhoudsberekening wadi conform afgeknotte piramide		
Wadi F groenzone		
beschrijving	eenheid	waarde
oppervlak bovenvlak	m2	70
diepte voorziening - mv	m	0,5
talud voorziening	1/	3
oppervlak grondvlak	m2	30
waterhoogte (maximaal)	m	0,4
inhoud wadi (excl. Waking)	m3	19

Inhoudsberekening wadi conform afgeknotte piramide		
Wadi G groenzone		
beschrijving	eenheid	waarde
oppervlak bovenvlak	m2	75
diepte voorziening - mv	m	0,5
talud voorziening	1/	3
oppervlak grondvlak	m2	30
waterhoogte (maximaal)	m	0,4
inhoud wadi (excl. Waking)	m3	20

5.6.2 Infiltratiecapaciteit

Als bepaling van de bergingscapaciteit in een infiltratievoorziening en de uiteindelijke dimensionering van een systeem is de doorlatendheid van de bodem waarin een voorziening is gesitueerd een bepalende factor. De dynamische (netto) bergingscapaciteit van een voorziening gedurende de duur van een bui is groter dan de statische (bruto) bergingscapaciteit. De dynamische (netto) bergingscapaciteit van een voorziening kan dan ook worden afgestemd op de infiltratiecapaciteit. De grootte van de infiltratiecapaciteit is daarbij geen constante waarde in de ruimte en de tijd en is mede afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem en het natte contactoppervlak tussen voorziening en omliggende grond. Het natte contactoppervlak en de beschikbare ledigingstijd wordt daarnaast bepaald door de neerslag belasting ofwel het verloop van de bui.

Voor de bepaling van de neerslag belasting is uitgegaan van de gemiddelde compensatie per regenduur en -intensiteit zoals opgenomen in het achtergronddocument 6 Hydrologische uitgangspunten bij de Keurregels voor afvoeren van Hemelwater (paragraaf 3.2). Deze gemiddelden zijn tevens gebruikt voor het bepalen van de compensatie eis van het waterschap. In tabel VIII zijn de regenduurlijnen weergegeven zoals opgenomen in paragraaf 3.2 van de Hydrologische uitgangspunten van het waterschap.

Tabel VIII. Regenduurlijnen Waterschap de Dommel

Duur (Uren)	W-T10	W-T25	W-T50	W-T100	Gemiddelde
0,5	27	34	39	44	36
1	33	40	46	52	43
2	37	44	51	57	47
4	42	50	57	64	53
8	46	55	63	70	58
12	50	59	66	74	62
24	53	63	71	79	66

De gehanteerde regenduurlijnen worden gekenmerkt door een piekbelasting in het eerste uur. Ten opzichte van de 24 uren som valt in het eerste uur 65 % van de totale neerslagbelasting. Voor het berekenen van het natte contactoppervlak is derhalve aangenomen dat na een uur circa 43 mm in de wadi's in de beekzone geborgen wordt. Dit komt overeen met een waterhoogte in de wadi's van circa 0,28 m. De wadi's in de groenzone zullen in deze situatie geheel gevuld zijn aangezien deze een overstort hebben op de wadi's in de beekzone.

Om onzekerheden ten aanzien van de leegloop in de berekeningen mee te nemen zijn een aantal veiligheidsfactoren toegepast. De onderstaande uitgangspunten zijn aangehouden.

- Bij de bepaling van de maatgevende doorlatendheid van de bodem (rekenwaarde) is een veiligheidsfactor van 0,5 aangehouden;
- Rekenwaarde doorlatendheid bodem onverzadigde zone 0,5 m/dag;
- Bij de berekening van het natte contactoppervlak is de bodem vanwege de afstand tot de GHG niet meegenomen.
- Bij de berekening van het natte contactoppervlak van het talud is uitgegaan van een de omtrek van het bodemoppervlak, een talud van 1:3. De wanden van de wadi's in de groenzones die grenzen aan de beekzone zijn niet meegenomen in de berekening (damwand);
- Neerslag intensiteit 43 mm na 1 uur;
- Maximale waterhoogte wadi's groenzone 0,40 m;
- Maximale waterhoogte wadi's beekzone 0,28 m;
- Hoogte contactoppervlak talud wadi's groenzone bedraagt 1,25 m;
- Hoogte contactoppervlak talud wadi's beekzone bedraagt 0,88 m;
- Bij de berekening van het natte contactoppervlak van het talud is rekening gehouden dat het equivalent wandoppervlak voor de helft mee telt (factor 0,5);
- Totale omtrek bodemoppervlak wadi's groenzones, ± 155 m;
- Totale omtrek bodemoppervlak wadi's beekzone, ± 600 m;
- Totale natte contactoppervlak wadi's groenzones, 97 m^2 ($155 \text{ m} \times 1,25 \times 0,5$).
- Totale natte contactoppervlak wadi's beekzone, 264 m^2 ($600 \text{ m} \times 0,88 \times 0,5$);

Uitgaande van een situatie waarbij de wadi's in de groenzones volledig zijn gevuld (tot overstorthoogte), zal gedurende een periode van 23 uur, circa 46 m^3 geïnfiltreerd kunnen worden. Hierbij is de volgende berekening aangehouden:

- Infiltratie oppervlakte: 97 m^2
 - Bodem: niet meegenomen
 - Talud/wand (gemiddeld) 97 m^2
- Infiltratiecapaciteit: $97 \text{ m}^2 \times 0,479 \text{ m}/23 \text{ uur} = 46,46 \text{ m}^3 < \Rightarrow \pm 2 \text{ m}^3/\text{uur}$

Uitgaande van een situatie waarbij de wadi's in de beekzone volledig zijn gevuld, zal gedurende een periode van 23 uur, circa 126 m^3 geïnfiltreerd kunnen worden. Hierbij is de volgende berekening aangehouden:

- Infiltratie oppervlakte: 264 m^2
 - Bodem: niet meegenomen
 - Talud/wand (gemiddeld) 264 m^2
- Infiltratiecapaciteit: $264 \text{ m}^2 \times 0,479 \text{ m}/23 \text{ uur} = 126,46 \text{ m}^3 < \Rightarrow \pm 5,5 \text{ m}^3/\text{uur}$

5.6.3 Dynamische (netto) bergingscapaciteit

De dynamische (netto) bergingscapaciteit is de som van de statische bergingscapaciteit en de infiltratiecapaciteit. Met in acht neming van de infiltratiemogelijkheden kan in de wadi's in een 24-uursperiode circa 1.040 m^3 ($700 \text{ m}^3 + 170 \text{ m}^3 + 45 \text{ m}^3 + 125 \text{ m}^3$) hemelwater geborgen worden.

5.6.4 Waterberging in het plan (restberging)

Op basis van de bergingsmogelijkheden in de wadi's in de beekzone en de groenzones zal binnen het plangebied in principe nog circa 460 m^3 ($1.500 \text{ m}^3 - 1.040 \text{ m}^3$) geborgen moeten worden.

5.7 Lediging

Op basis van de bodemopbouw, textuur en de resultaten van het doorlatendheidsonderzoek zullen de voorzieningen aan de rand van het plan slechts deels door middel van infiltratie ledigen. Vanuit de tijdelijke bergingsvoorziening zal dan ook (hemel)water vertraagd worden afgevoerd op de beekzone en uiteindelijk de Heerenbeekloop. De vertraagde afvoer dient afgestemd te worden op de afvoernorm voor T=100 is dit 2,0 keer de maatgevende afvoer. Deze afvoer is het afgeronde gemiddelde van de drie Brabantse waterschappen, 1,0 l/s/ha. De maatgevende afvoer voor een T=100 situatie bedraagt derhalve 2,0 l/s/ha.

5.8 Calamiteit

In een situatie waarbij in een korte tijd meer regen valt dan 60 mm kan overtollig water overstorten op de beekzone en de Heerenbeekloop. Afstroming van hemelwater binnen het plan richting gebouwen en/of aangrenzende percelen dient te worden voorkomen.

5.9 Riolering

Bij nieuwbouw dient hemelwater en afvalwater gescheiden aangeleverd te worden. Als gevolg van de ontwikkeling zal het aanbod van vuilwater toe nemen.

Voor de berekening van het toekomstige aanbod en eventuele toename hierin, is voor de berekening uitgegaan van een gemiddeld verbruik van 120 liter per dag geproduceerd per IE. Per woning wordt uitgegaan van een gemiddelde woningbezetting van 2,5 bewoners. Dit betekent dat er dus $2,5 \times 120$ liter = 300 liter per dag per woning wordt geloosd. Conform het planontwerp zullen er naar verwachting in totaal 82 woningen worden gerealiseerd. Dit komt overeen met een toename van circa 24,6 m³/dag. De berekening is gebaseerd op basis van aannames en betreft derhalve een indicatie van hoeveelheden. Het nieuwe stelsel kan worden aangesloten op het gemengde stelsel van de Mijlstraat. Daar waar de nieuwe ontsluitingsweg wordt aangesloten op de Mijlstraat wordt een pomp geplaatst om het vuilwater op te pompen omdat er anders onvoldoende druk is om het vuilwater af te voeren.

De mogelijkheden en wijze van aansluiting zal in overleg met de gemeente besproken moeten worden. Tevens zal voor de aansluiting een vergunning aangevraagd moeten worden.

5.10 Watervergunning

Bij plannen waarbij sprake is van een toename in het verhard oppervlak van meer dan 10.000 m², moet bij het waterschap een vergunning worden aangevraagd. Om deze vergunning te kunnen verkrijgen en om de vergunningsvoorschriften te kunnen bepalen, is een waterhuishoudkundigplan nodig. Hierbij is overleg met het waterschap van belang. Ten aanzien van de verdere planvorming in overleg met het waterschap derhalve nog een waterhuishoudkundigplan opgesteld moeten worden. In het waterhuishoudkundigplan kan dan het watersysteem verder in detail worden uitgewerkt.

5.11 Kwaliteit

In de Nationale Pakketten Duurzaam Bouwen: Woningbouw nieuwbouw, Woningbouw beheer en Utiliteitsbouw is een tweetal maatregelen (S/U237 en S/U444) opgenomen die onder meer betrekking hebben op het verminderen van de emissie van milieubelastende stoffen naar het van daken afgevoerde hemelwater. Bij nieuwbouw wordt geadviseerd de emissies vanuit bouwmaterialen richting het oppervlaktewater zoveel mogelijk te beperken in verband met de waterkwaliteit en zoveel mogelijk gebruik te maken van producten die voorzien zijn van een keurmerk. Daarnaast dient het gebruik van onkruidbestrijdingsmiddelen zoveel mogelijk beperkt te worden en wordt geadviseerd bij voorkeur gebruik te maken van alternatieven hierin. Ook het wassen van auto's is bij afkoppeling van hemelwater niet wenselijk.

6 SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Inleiding

Econsultancy heeft van Janssen de Jong opdracht gekregen voor het opstellen van een watertoets voor een ontwikkeling aan het plangebied 'Achter Den Eijngel' te Boxtel.

De watertoets is opgesteld in het kader van een bestemmingsplanwijziging. In deze notitie is beschreven op welke wijze rekening is gehouden met de waterhuishoudkundige aspecten en het beleid van de waterbeheerders (Waterschap De Dommel en de gemeente Boxtel).

Bodemopbouw, doorlatendheid en grondwater

Op basis van locatiespecifiek (bodem)onderzoek blijkt de bodem sterk heterogeen van opbouw te zijn. De bodem bestaat daarbij overwegend uit zeer fijn matig siltig zand. In de ondergrond worden echter op wisselende diepten sterk siltige zandlagen aangetroffen. Ook komen vanaf 2,0 m -mv leemlagen voor.

De doorlatendheid van de in het veld gemeten zandlagen zijn over het algemeen geclassificeerd als matig tot vrij goed doorlatend, waarbij k-waarden van 0,1 en 1,3 m/dag zijn aangetoond. Op basis van de resultaten van het uitgevoerde geohydrologisch veldonderzoek wordt voor het dimensioneren van infiltratievoorzieningen een rekenwaarde gehanteerd van 0,5 m/dag. De Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) wordt ingeschat op $\pm 8,0$ m +NAP.

Planontwikkeling

De initiatiefnemer is voornemens de locatie te herontwikkelen. De herontwikkeling voorziet in een nieuwbouwwijk met 82 woningen. Op basis van het af te koppelen verhard oppervlak en de bergings-eis bedraagt de waterbergingsopgave voor het plangebied in totaal circa 1.500 m^3 ($25.000 \text{ m}^2 \times 0,06 \text{ m}$).

Hemelwater

In de toekomstige situatie zal het schone hemelwater (zogenaamde hemelwaterafvoer; HWA) niet direct op het vuilwater (zogenaamde droogweerafvoer; DWA) worden aangesloten maar separaat binnen de plangrenzen worden verwerkt. Gestreefd wordt om hemelwater vanuit het plan zoveel mogelijk in het plan vast te houden (te bergen) om uiteindelijk vertraagd af te voeren naar de beekzone ten zuiden van het plan.

Aan de zuidzijde van het plan op de iets hoger gelegen percelen wordt het maaiveld verlaagd en een wadi aangelegd. Hier kan een gedeelte van wateropgave vanuit het plan tijdelijk in worden opgeslagen. Het uitgangspunt is om water vanuit de wadi zoveel mogelijk te infiltreren. Daarnaast kan water vanuit de voorziening ook vertraagd worden afgevoerd met een geknepen afvoer naar het beekdal van de Heerenbeekloop. Door de wadi in deze strook landschappelijk in te passen zal deze ontwikkeling bijdragen aan een verbetering van de huidige ecologische kwaliteiten van de beekzone. Van enige afbreuk is dan ook geen sprake.

Vanwege de doorkijk en behoud van de open landschappelijk structuur zijn binnen het plan enkele groenzones voorzien. In deze groenzones kan (extra) hemelwater geborgen worden door het maaiveld te verlagen. De wadi's in deze groenzones worden eenzijdig voorzien van een damwand (stuwconstructie) met vertraagde afvoer en overstort richting de wadi's in de beekzone.

Met in acht neming van de infiltratiemogelijkheden kan in de wadi's in een 24-uursperiode circa 1.040 m^3 hemelwater geborgen worden. Dit betreft de dynamische (netto) bergingscapaciteit en omvat de som van de statische (bruto) bergingscapaciteit en de infiltratiecapaciteit.

Op basis van de bergingsmogelijkheden in de wadi's in de beekzone en de groenzones zal binnen het plangebied in principe nog circa 460 m³ (1.500 m³ - 1.040 m³) geborgen moeten worden. Dit kan op verschillende manieren bijvoorbeeld door de aanleg van Stedelijke infiltratiestroken, waterberging op straat of waterberging direct onder de wegen.

Op basis van de bodemopbouw, textuur en de resultaten van het doorlatendheidsonderzoek zullen de voorzieningen aan de rand van het plan slechts deels door middel van infiltratie ledigen. Vanuit de tijdelijke bergingsvoorziening zal dan ook (hemel)water vertraagd worden afgevoerd op de beekzone en uiteindelijk de Heerenbeekloop. De vertraagde afvoer dient afgestemd te worden op de afvoernorm voor T=100 is dit 2,0 keer de maatgevende afvoer. Deze afvoer is het afgeronde gemiddelde van de drie Brabantse waterschappen, 1,0 l/s/ha. De maatgevende afvoer voor een T=100 situatie bedraagt derhalve 2,0 l/s/ha.

In een situatie waarbij in een korte tijd meer regen valt dan 60 mm kan overtollig water overstorten op de beekzone en de Heerenbeekloop. Afstroming van hemelwater binnen het plan richting gebouwen en/of aangrenzende percelen dient te worden voorkomen.

Vuilwater

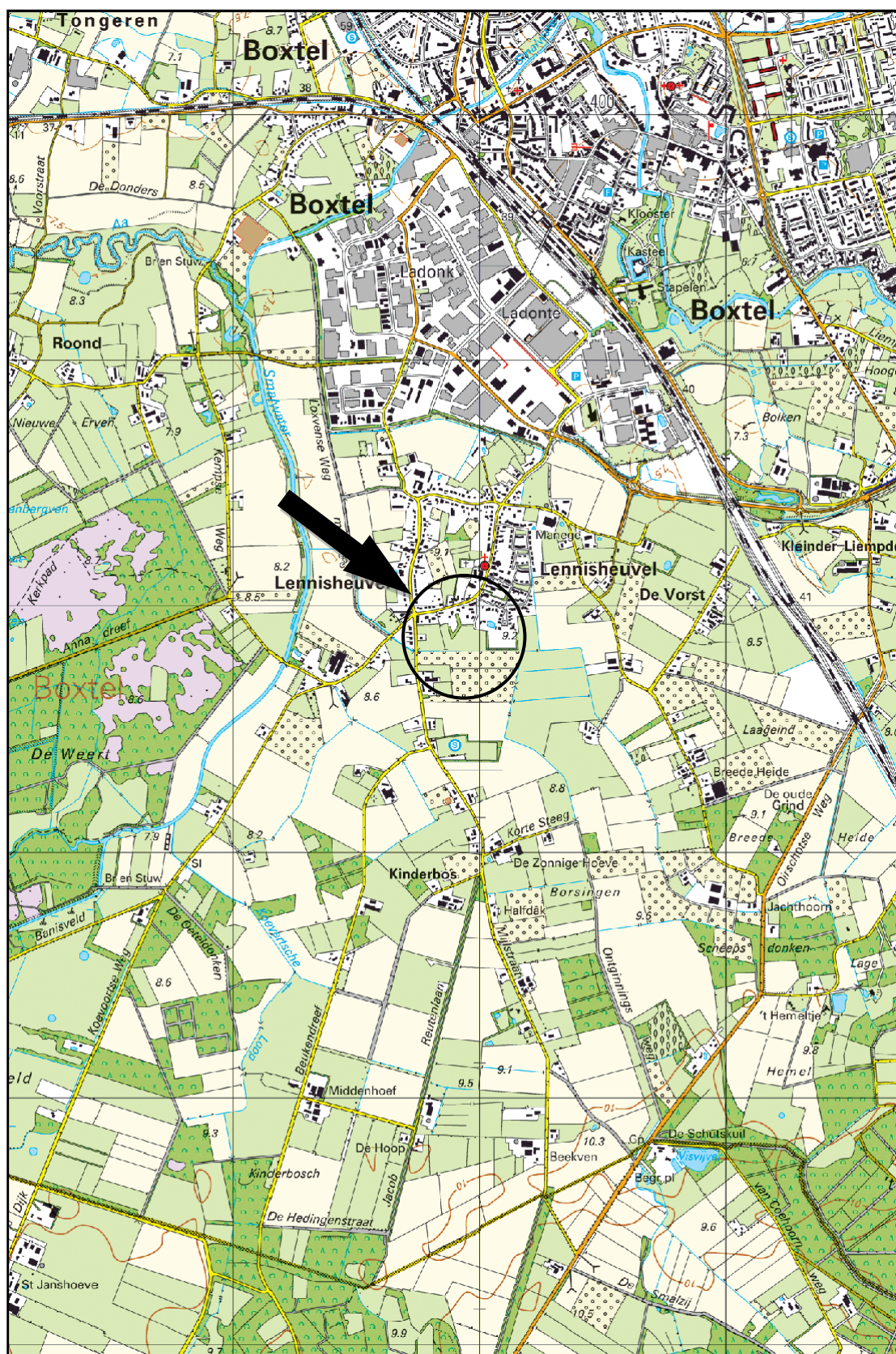
Bij nieuwbouw dient hemelwater en afvalwater gescheiden aangeleverd te worden. Als gevolg van de ontwikkeling zal het aanbod van vuilwater toe nemen. Op basis van aannames zou de toename in aanbod van vuilwater circa 24,6 m³/dag bedragen. Het vuilwater (zogenaamde droogweerafvoer; DWA) zal in de toekomstige situatie worden aangesloten op het bestaande gemengde rioleringsstelsel van de Mijlstraat.

Watervergunning

Bij plannen waarbij sprake is van een toename in het verhard oppervlak van meer dan 10.000 m², moet bij het waterschap een vergunning worden aangevraagd. Om deze vergunning te kunnen verkrijgen en om de vergunningsvoorschriften te kunnen bepalen, is een waterhuishoudkundigplan nodig. Hierbij is overleg met het waterschap van belang. Ten aanzien van de verdere planvorming in overleg met het waterschap derhalve nog een waterhuishoudkundigplan opgesteld moeten worden. In het waterhuishoudkundigplan kan dan het watersysteem verder in detail worden uitgewerkt.

Op basis van de randvoorwaarden en uitgangspunten is de ontwikkeling in zowel ruimte als tijd waterneutraal uit te voeren. Er worden dan ook vanuit het oogpunt van de waterhuishouding geen belemmering verwacht ten aanzien van de bestemmingswijziging en de uitvoering van het plan.

Bijlage 1 Topografische ligging van de locatie



Schaal 1:25.000
Deze kaart is noordgericht

Bijlage 2 Locatieschets



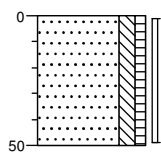
0 10 20 30 40 50 m

Titel: locatieschets huidige situatie + plan begrenzing		A4
	PROJECT:2190.002	
	SCHAAL: 1:2.000	
	GETEKEND: RBe	
		DATUM: 28-8-2017
		BIJLAGE:2

Bijlage 3 Gegevens verkennend bodemonderzoek(15091801)

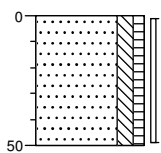


Boring: 25



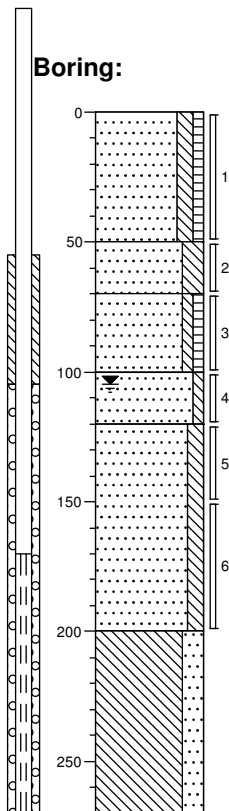
0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: 26



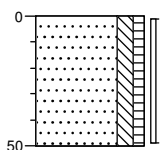
0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: 27



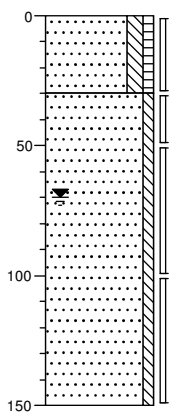
0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50
Zand, matig fijn, sterk siltig,
neutraal grijs, Edelmanboor
70
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
100
Zand, matig fijn, zwak siltig, oranje,
Edelmanboor
120
Zand, matig fijn, matig siltig, matig
leemhoudend, neutraal beige,
Zuigerboor handmatig
200
Leem, sterk zandig, neutraal beige,
Veenboor
270

Boring: 28

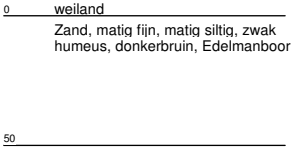
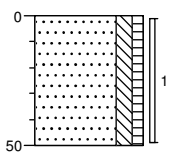


0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

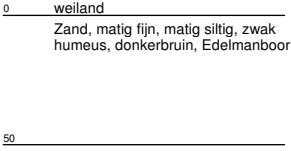
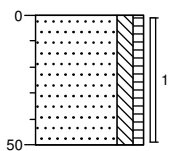
Boring: 29



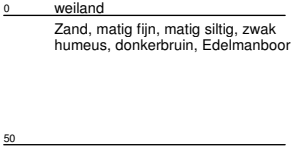
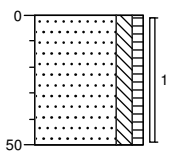
Boring: 30



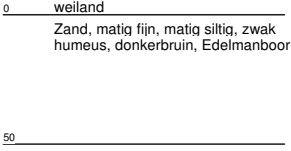
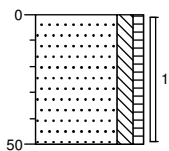
Boring: 31



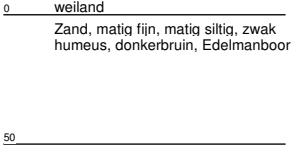
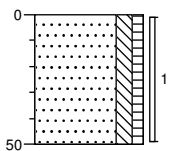
Boring: 32

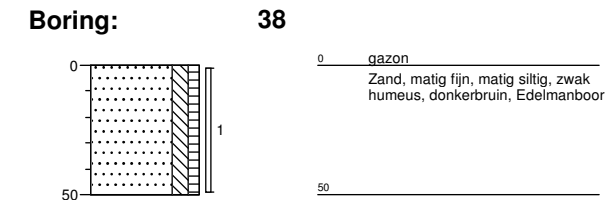
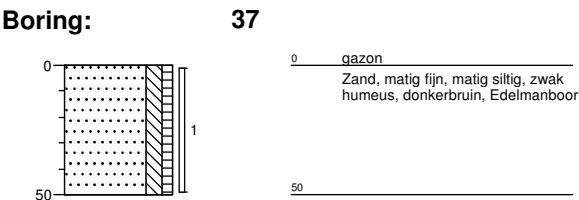
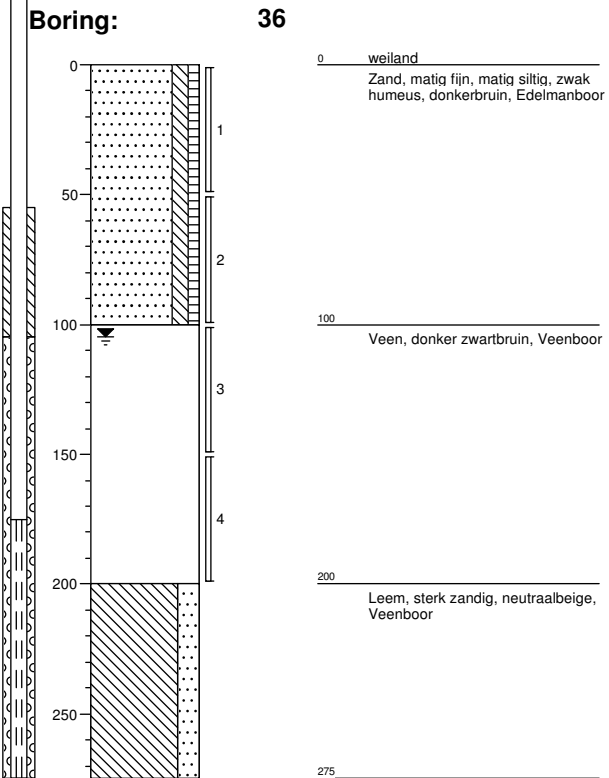
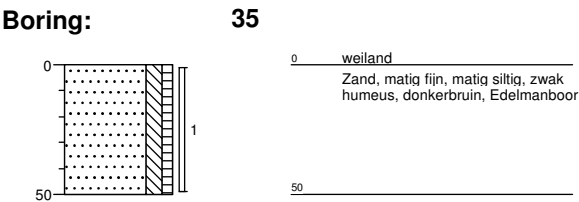


Boring: 33

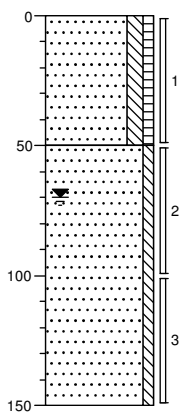


Boring: 34





Boring: 39



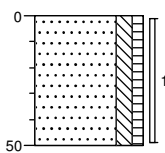
0 gazon
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor

50

Zand, matig grof, zwak siltig,
neutraalbeige, Edelmanboor

150

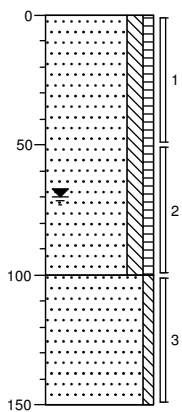
Boring: 40



0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor

50

Boring: 41



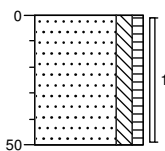
0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor

100

Zand, matig fijn, zwak siltig,
neutraalbruin, Edelmanboor

150

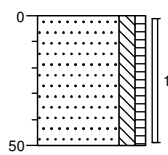
Boring: 42



0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor

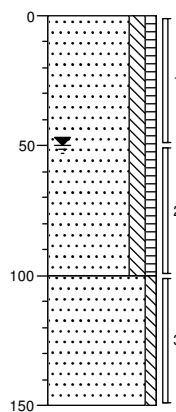
50

Boring: 43



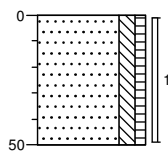
0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: 44



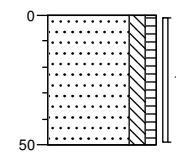
0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
100 Zand, matig fijn, zwak siltig,
neutraalbruin, Edelmanboor
150

Boring: 45



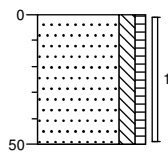
0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: 46



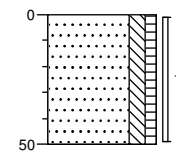
0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: 47

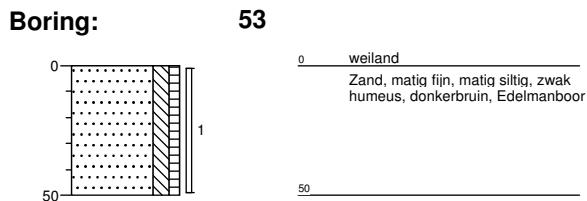
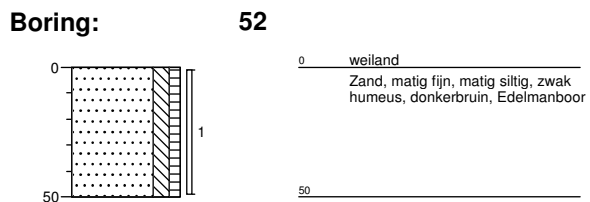
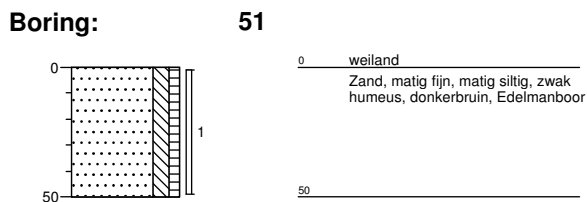
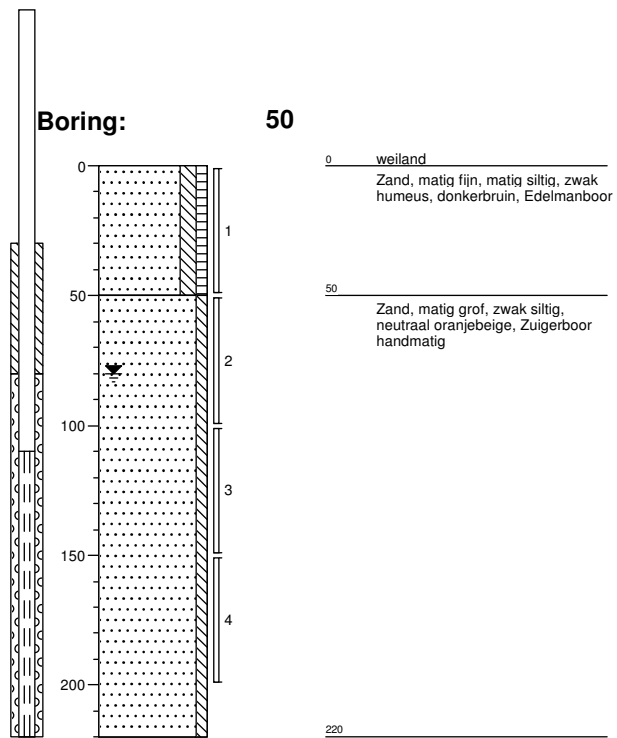
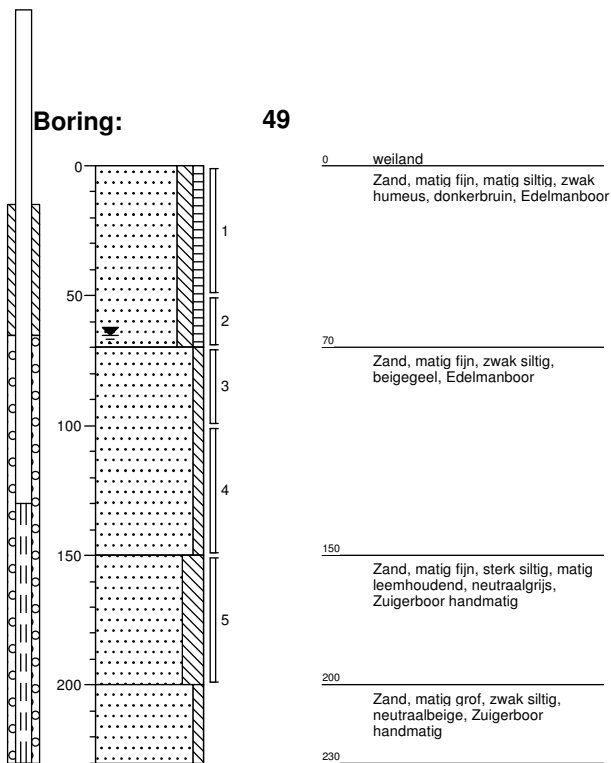


0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: 48



0 weiland
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50



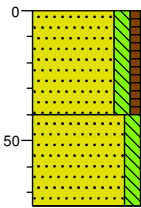
Bijlage 4 Gegevens geohydrologisch veldonderzoek



Titel: locatieschets geohydrologisch veldonderzoek		A4
	PROJECT:2190.002	
	SCHAAL: 1:2.000	DATUM: 31-8-2017
	GETEKEND: RBe	BIJLAGE:4

Boring:

01



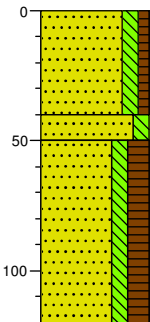
0 groenstrook
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor

40
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig
gleyhoudend, neutraalgeel,
Edelmanboor

75

Boring:

02



0 weiland
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor

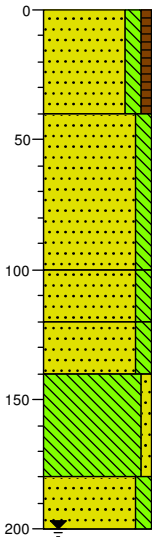
40
Zand, zeer fijn, matig siltig,
neutraalgeel, Edelmanboor

50
Zand, zeer fijn, matig siltig, sterk
humeus, matig veenhoudend,
donker zwartbruin, Edelmanboor,
gestuit leiding

120

Boring:

03



0 weiland
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor

40
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig
gleyhoudend, neutraalgeel,
Edelmanboor

100
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak
oerhoudend, witgeel, Edelmanboor

120
Zand, matig fijn, matig siltig, sterk
oerhoudend, neutraalgeel,
Edelmanboor

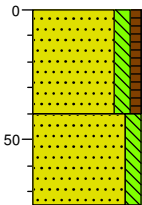
140
Leem, zwak zandig, lichtgrijs,
Edelmanboor

180
Zand, matig fijn, matig siltig,
lichtgrijs, Edelmanboor

200

Boring:

04



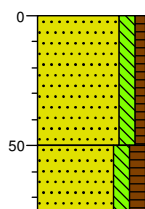
0 weiland
Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor

40
Zand, zeer fijn, matig siltig, matig
gleyhoudend, neutraalgeel,
Edelmanboor

75

Boring:

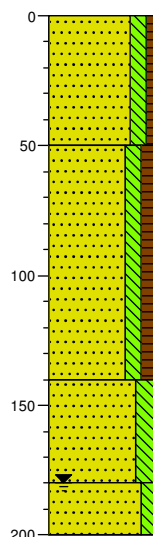
05



0	weiland
	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50	
75	Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, matig baksteenhoudend, neutraal bruinbeige, Edelmanboor

Boring:

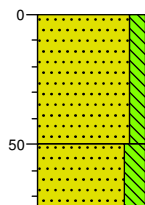
06



0	weiland
	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50	
140	Zand, zeer fijn, matig siltig, matig humeus, matig baksteenhoudend, neutraal bruinbeige, Edelmanboor, geroerd
180	
200	Zand, zeer fijn, sterk siltig, lichtgrijs, Edelmanboor

Boring:

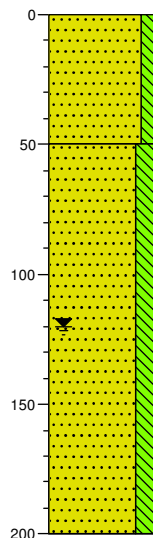
07



0	groenstrook
	Zand, zeer fijn, matig siltig, donker geelbruin, Edelmanboor
50	
75	Zand, zeer fijn, sterk siltig, donker beigegrijs, Edelmanboor

Boring:

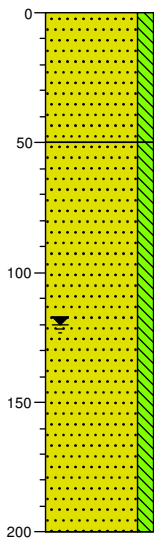
08



0	groenstrook
	Zand, zeer fijn, matig siltig, donker geelbruin, Edelmanboor
50	
200	Zand, zeer fijn, sterk siltig, donker beigegrijs, Edelmanboor

Boring:

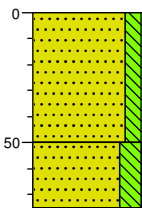
09



0	groenstrook
	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak gleyhoudend, geelbeige, Edelmanboor
50	
	Zand, matig fijn, matig siltig, neutraalgrijs, Edelmanboor
200	

Boring:

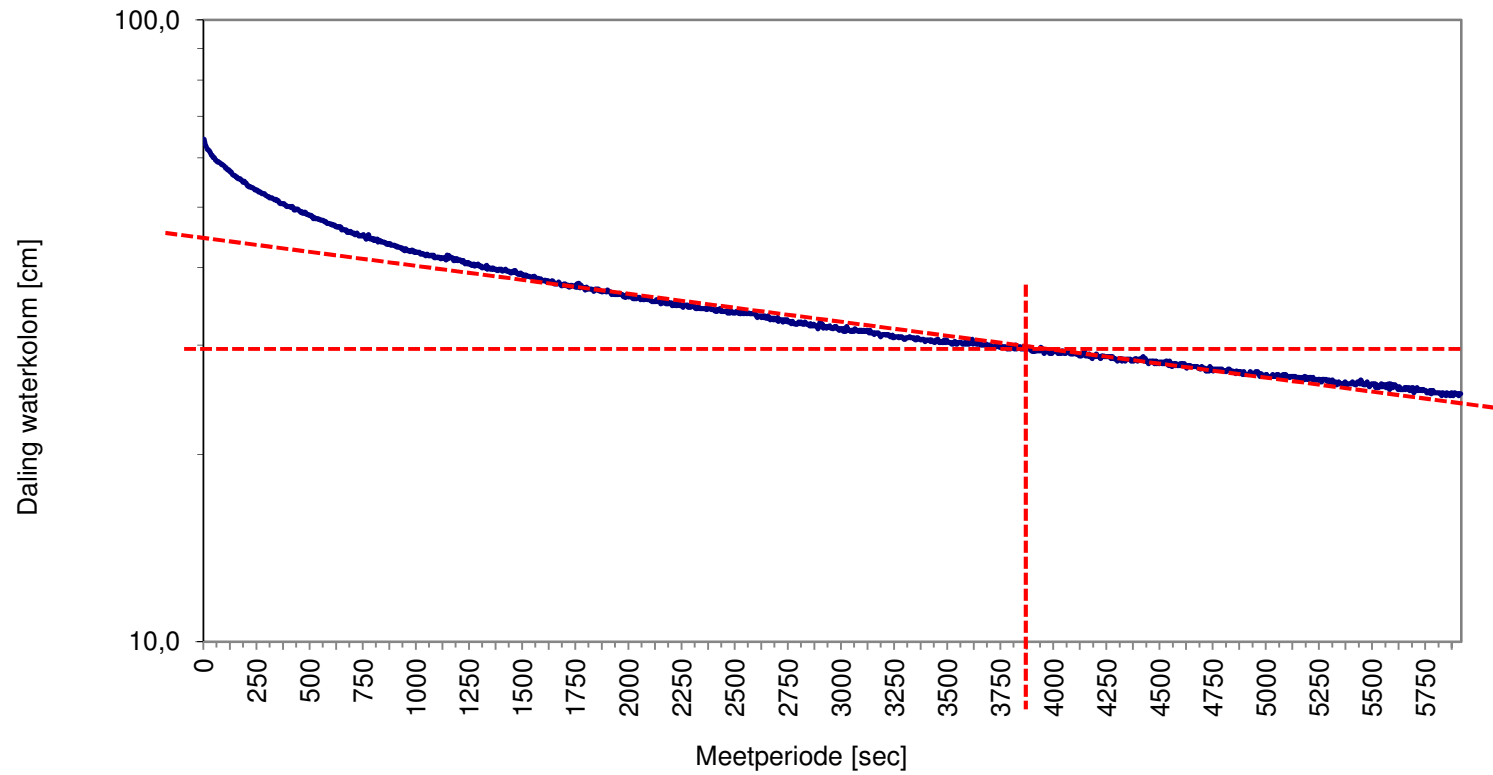
10



0	groenstrook
	Zand, zeer fijn, matig siltig, donker geelbruin, Edelmanboor
50	
	Zand, zeer fijn, sterk siltig, donker beigegrijs, Edelmanboor
75	

Bijlage 5 Berekende k-waarden

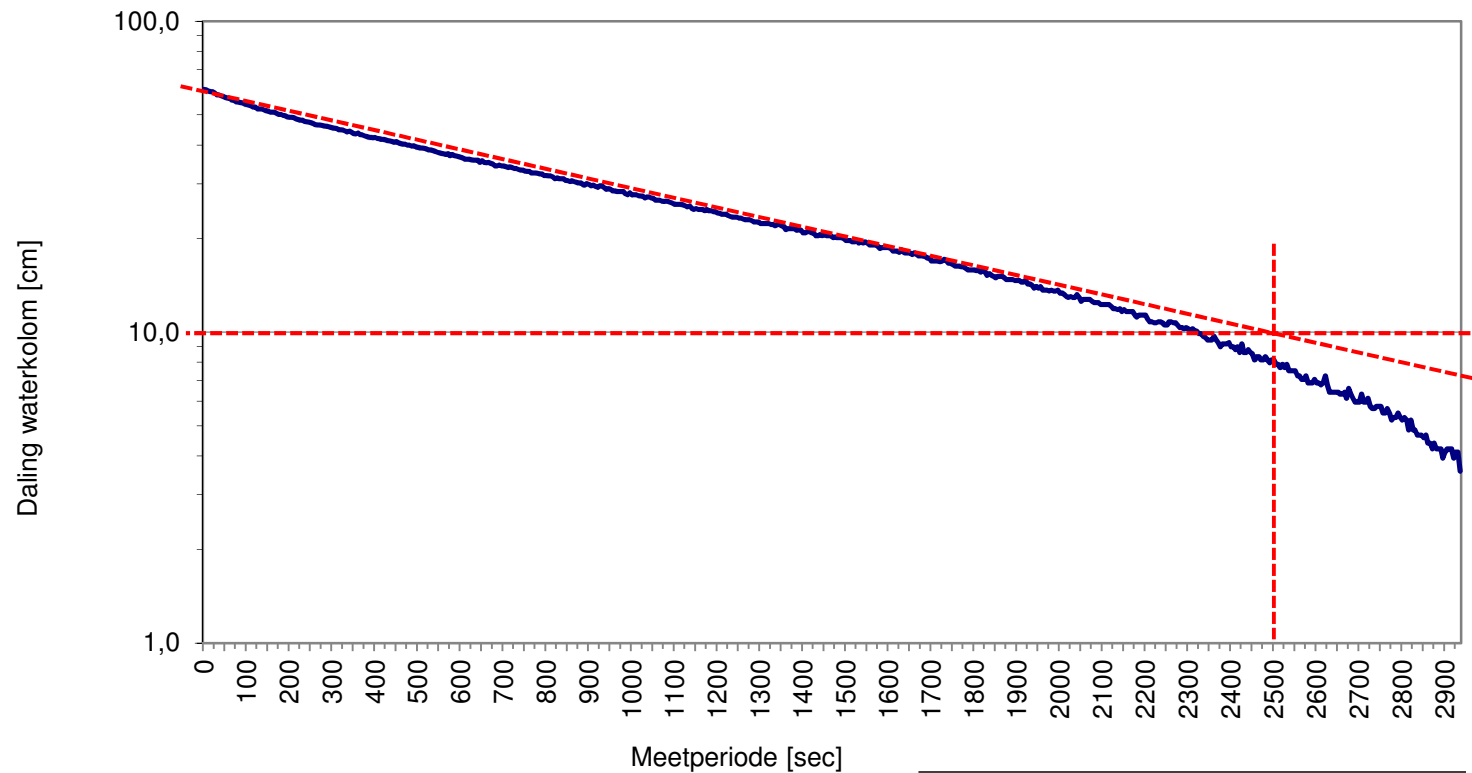
B01 meting 1 [10-75 cm -mv]



$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	3875
LOG h0 [cm]	55
LOG ht [cm]	30
r [cm]	4,5
k m/dag	0,3

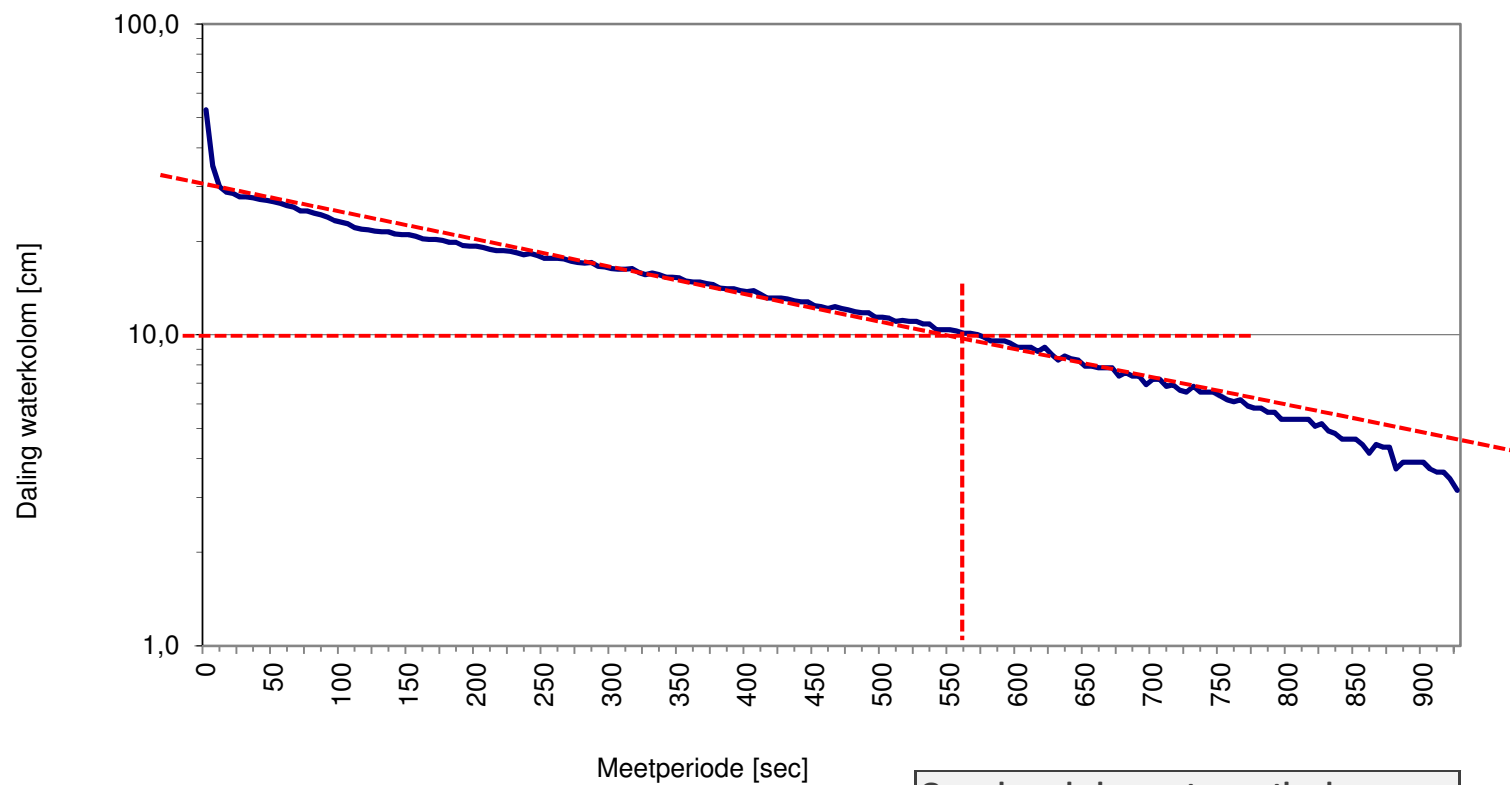
B02 meting 3 [15-75 cm -mv]



$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	2500
LOG h0 [cm]	60
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	1,3

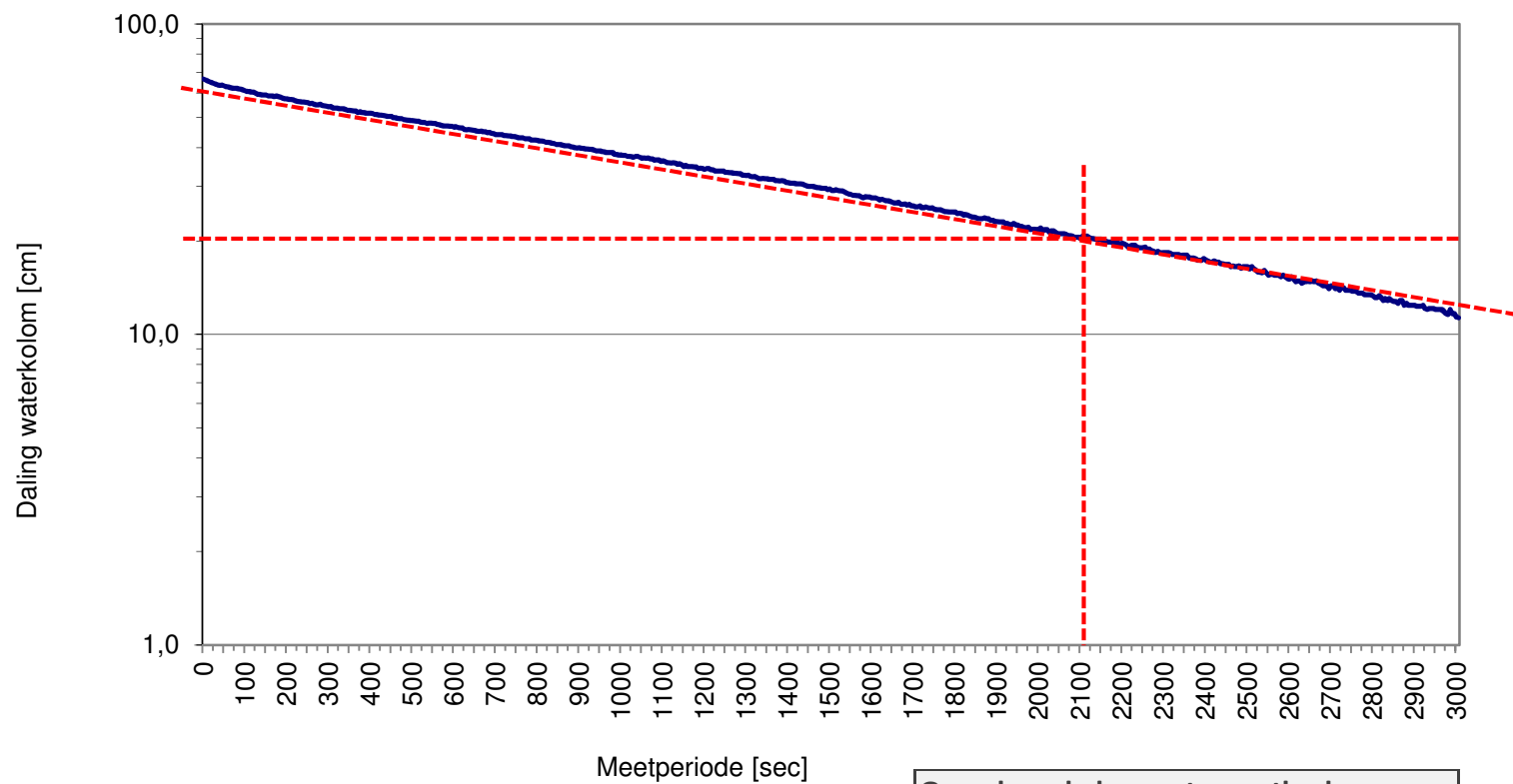
B03 meting 3 [25-75 cm -mv]



$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	550
LOG h0 [cm]	30
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	3,4

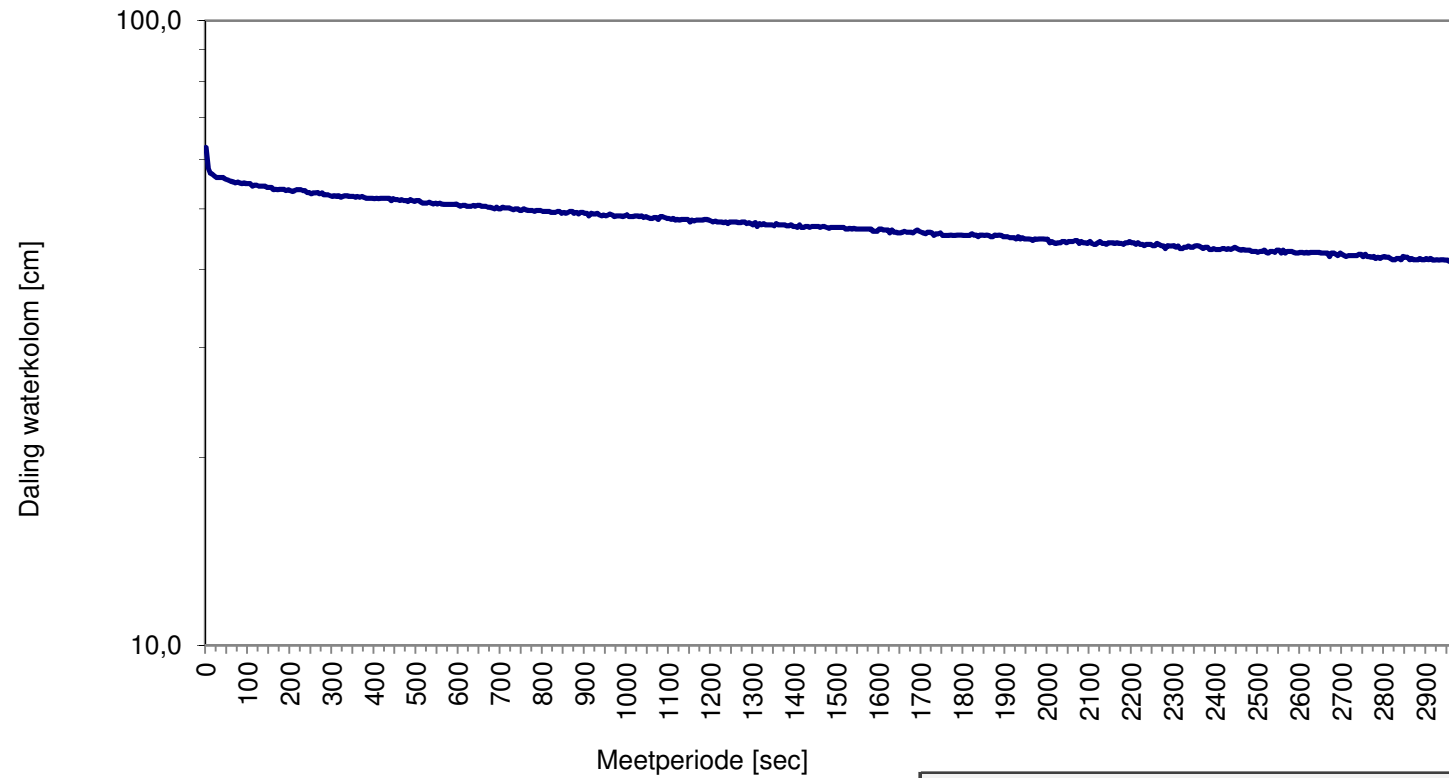
B04 meting 3 [15-75 cm -mv]



$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	2100
LOG h0 [cm]	60
LOG ht [cm]	20
r [cm]	4,5
k m/dag	1,0

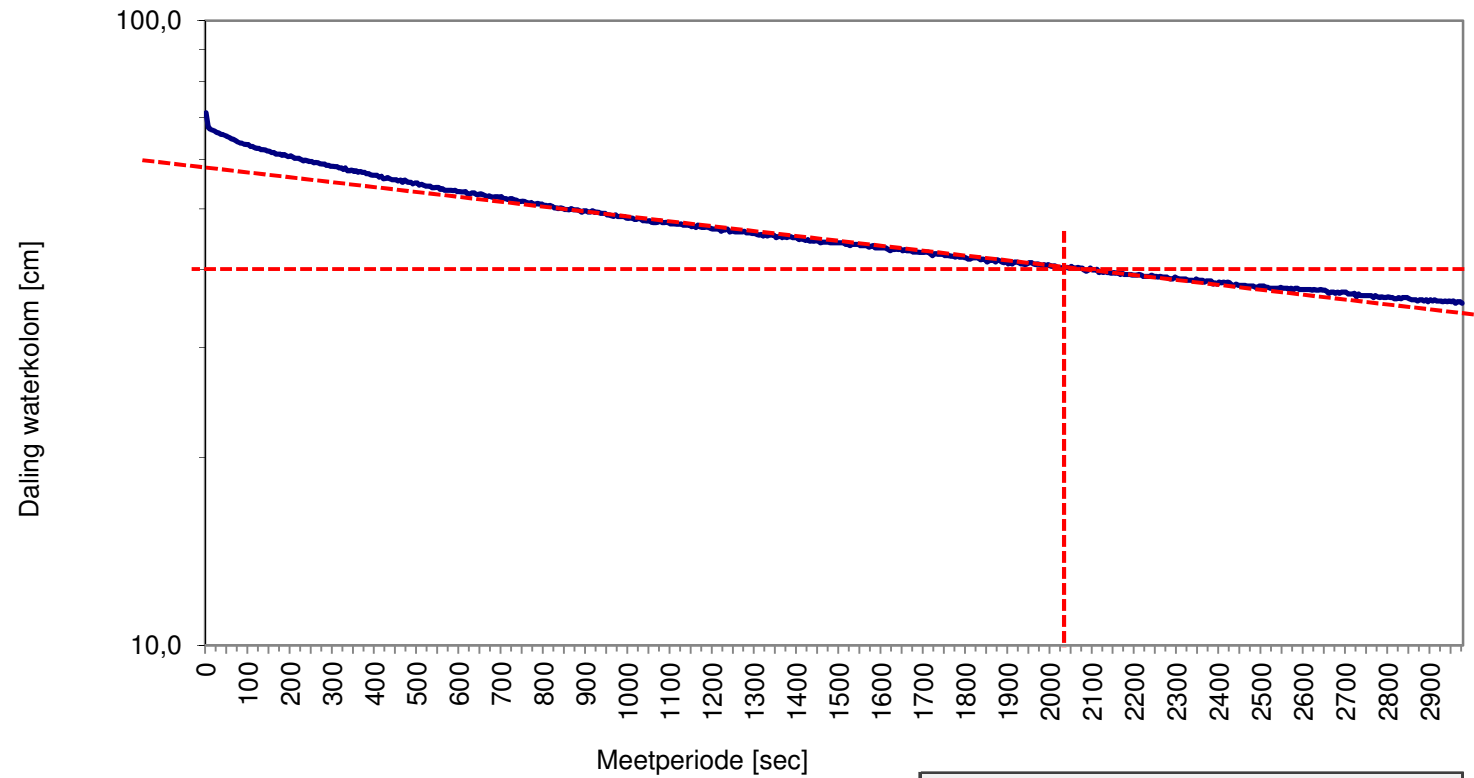
B05 meting 2 [15-75 cm -mv]



$$K_{\text{verz}} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	3000
LOG h0 [cm]	60
LOG ht [cm]	50
r [cm]	4,5
k m/dag	0,1

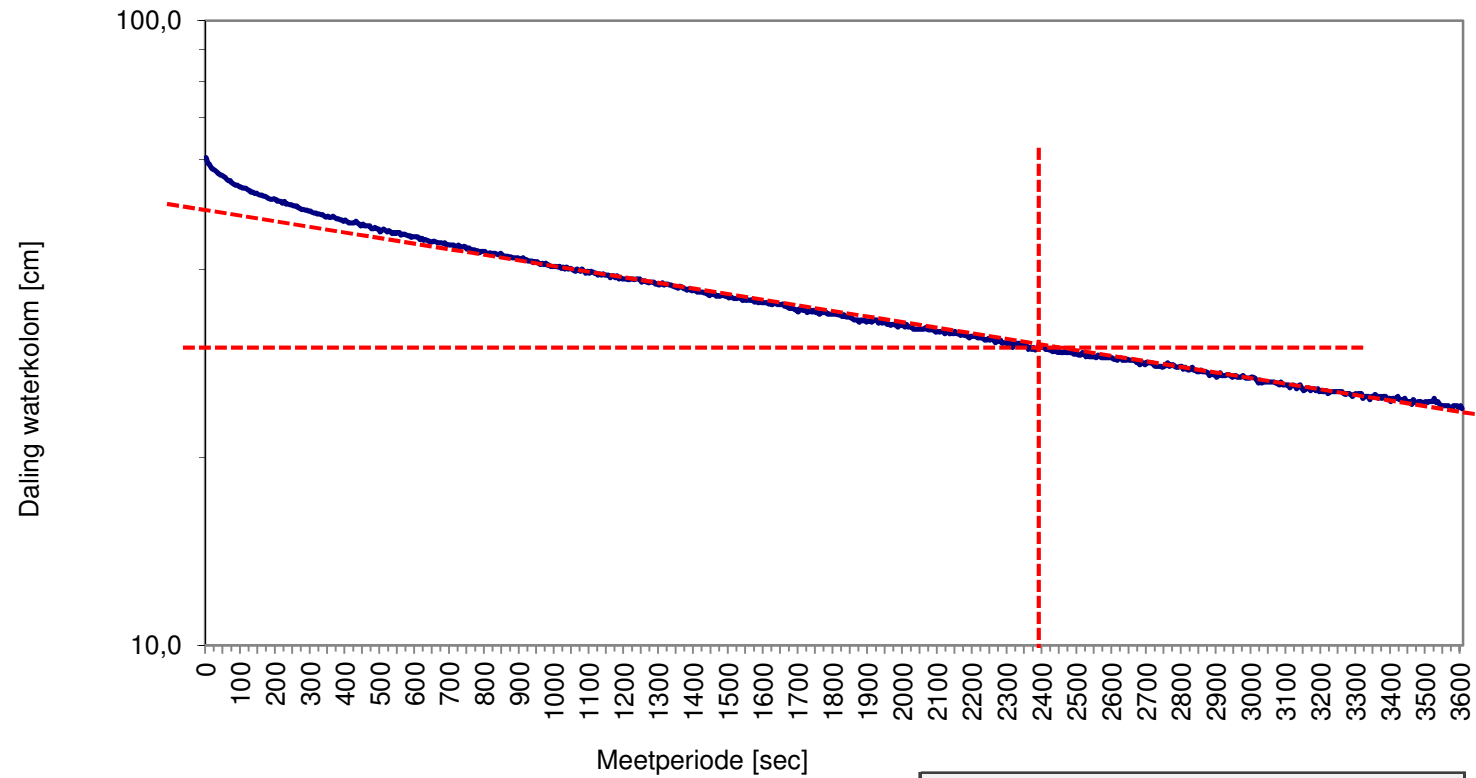
B06 meting 2 [30-100 cm -mv]



$$K_{\text{verz}} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	2050
LOG h0 [cm]	60
LOG ht [cm]	40
r [cm]	4,5
k m/dag	0,4

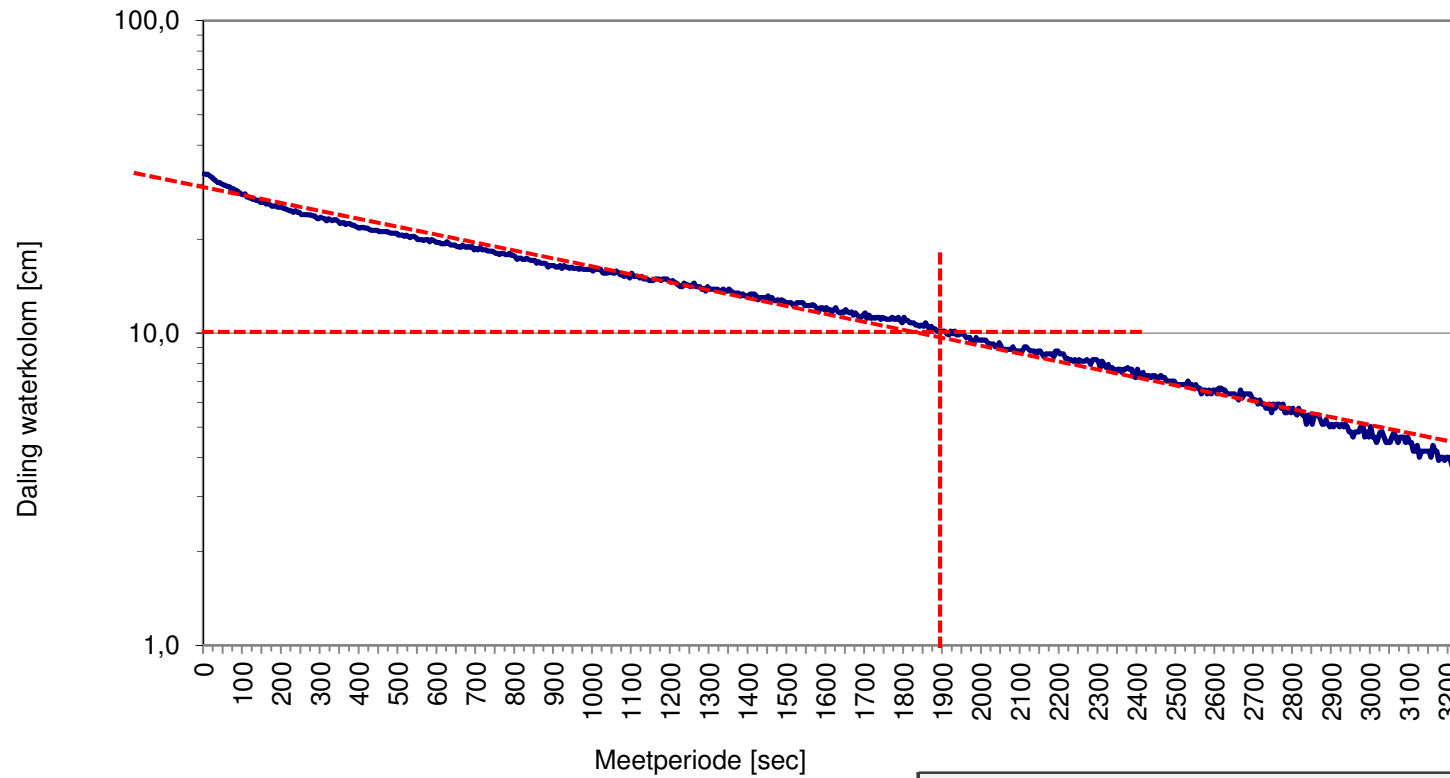
B07 meting 3 [15-75 cm -mv]



$$K_{\text{verz}} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	2400
LOG h0 [cm]	50
LOG ht [cm]	30
r [cm]	4,5
k m/dag	0,4

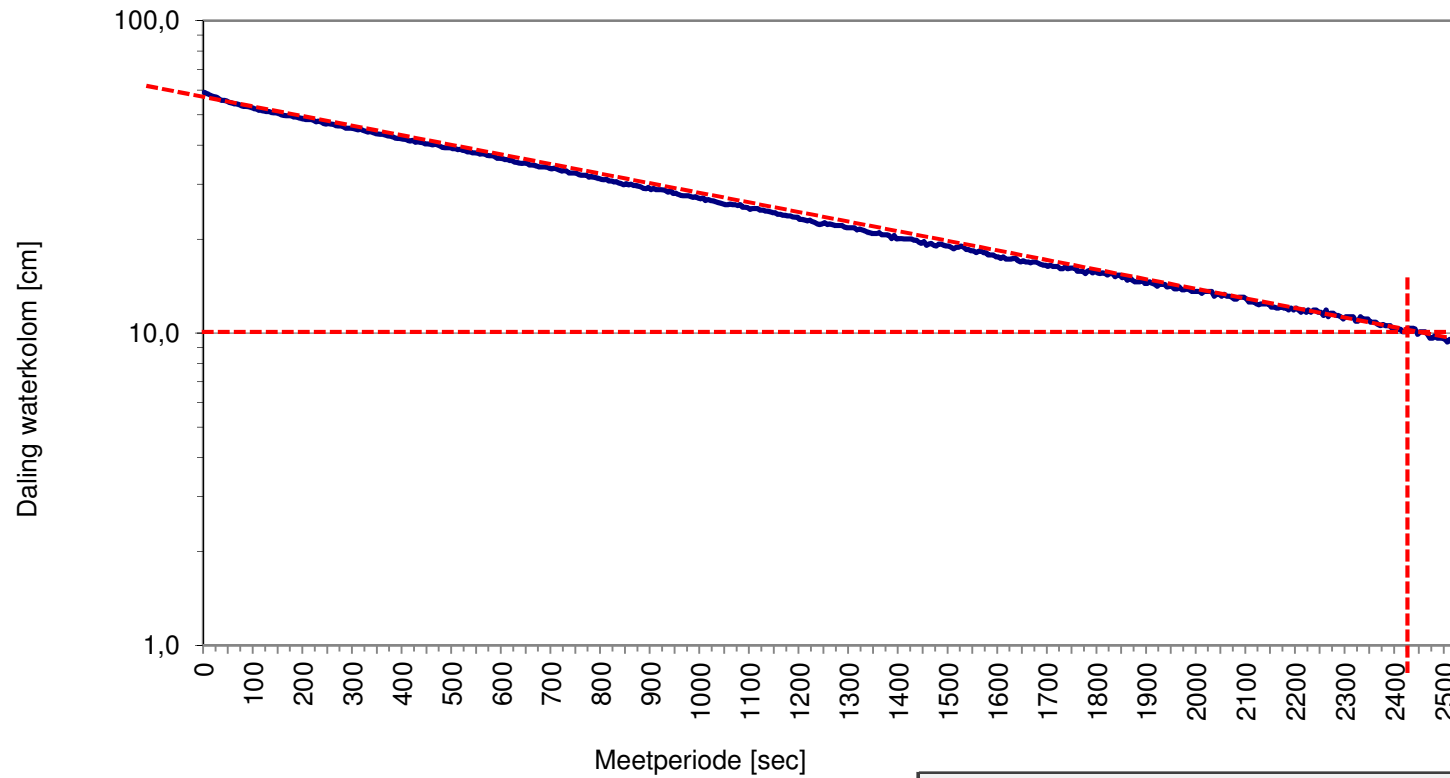
B08 meting 3 [45-75 m -mv]



$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	1900
LOG h0 [cm]	30
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	1,0

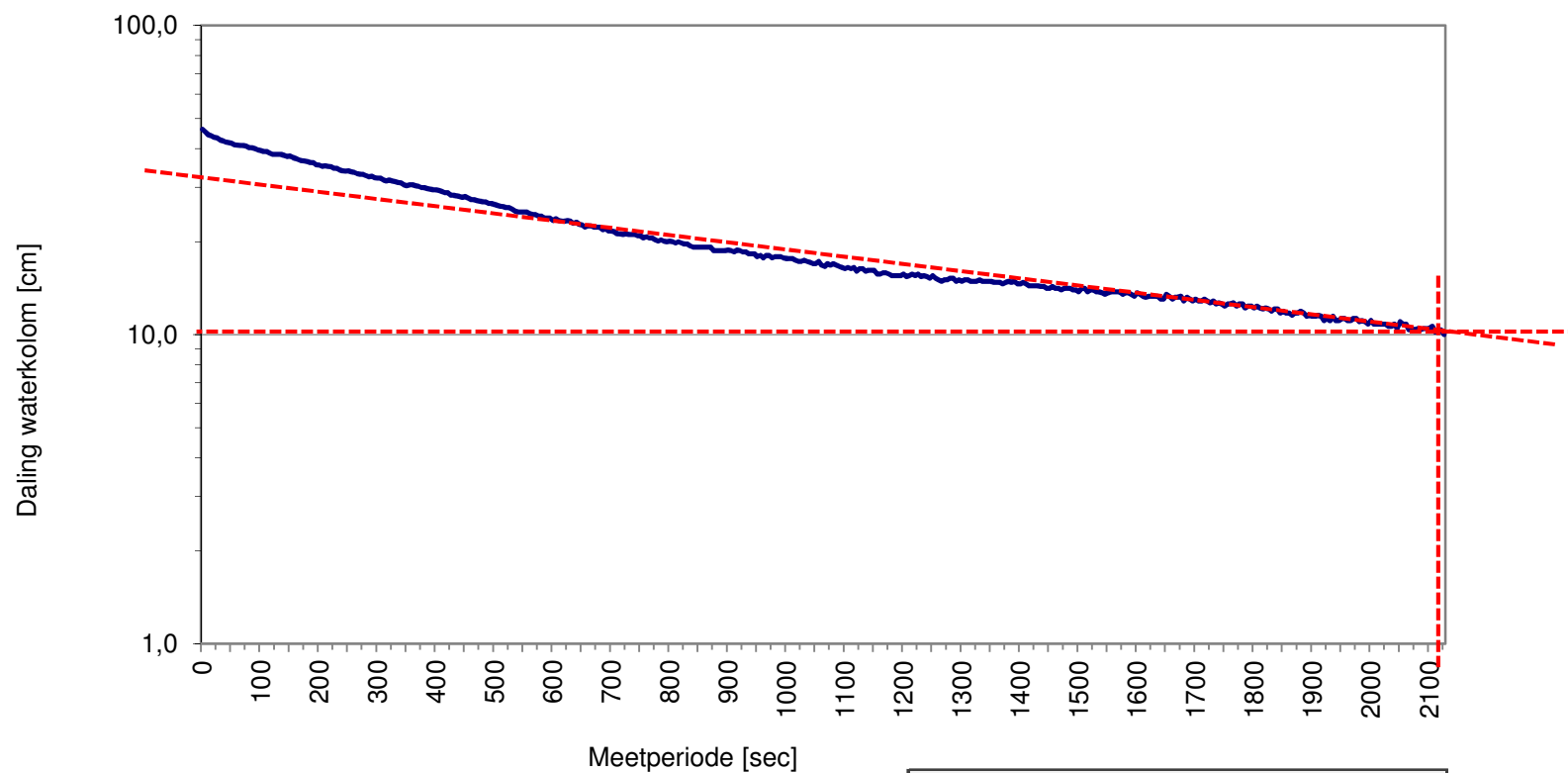
B09 meting 3 [15-75 m -mv]



$$K_{verz} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	2400
LOG h0 [cm]	60
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	1,3

B10 meting 3 [15-75 m -mv]



$$K_{\text{verz}} = 1,15r \frac{\log(h_0 + \frac{1}{2}r) - \log(h_t + \frac{1}{2}r)}{t - t_0}$$

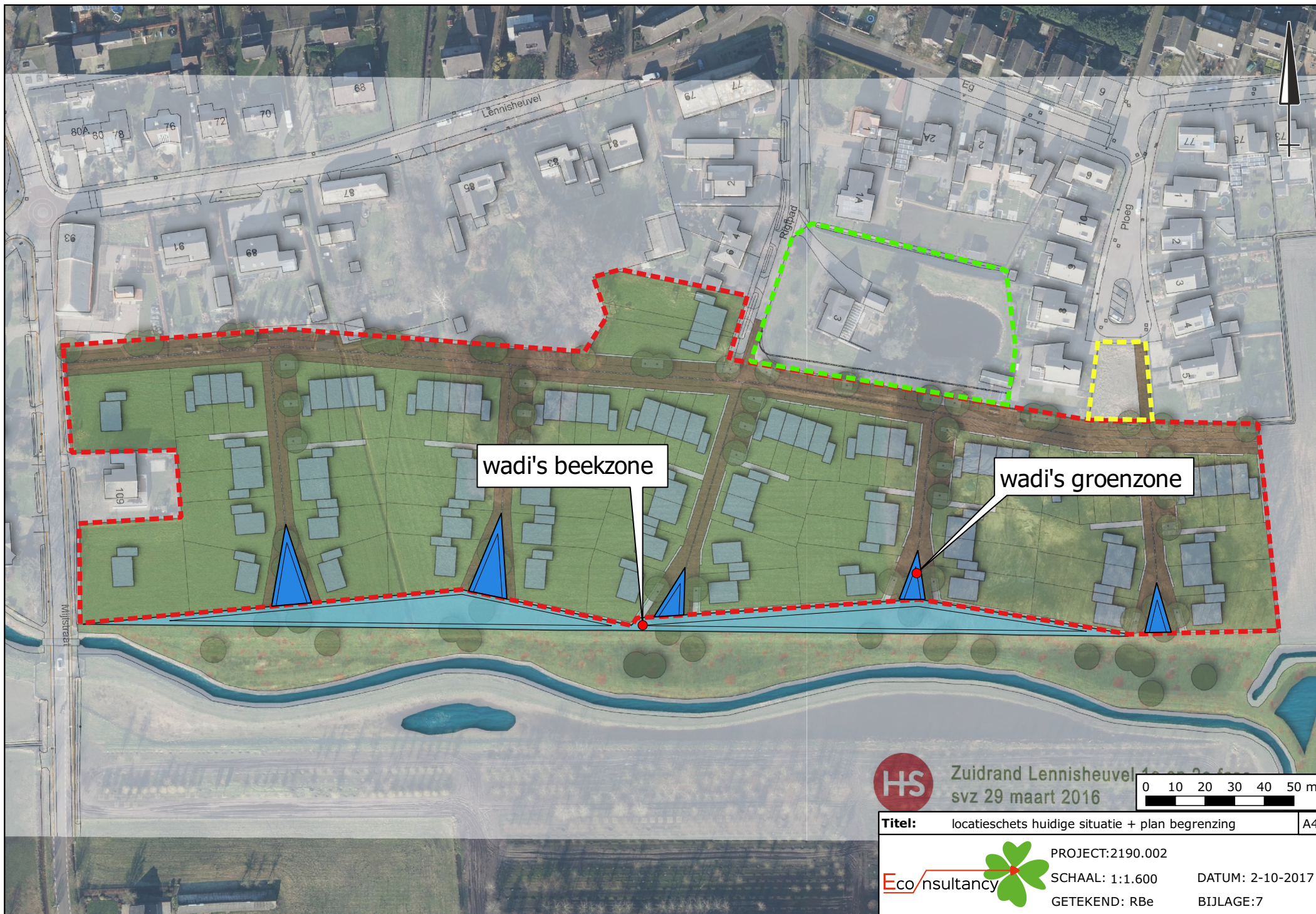
Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	2100
LOG h0 [cm]	30
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	0,9

Bijlage 6 Zuidrand Lennisheuvel 1e en 2e fase



Zuidrand Lennisheuvel 1e en 2e fase
svz 29 maart 2016

Bijlage 7 Ontwerpschets wadi's



Zuidrand Lennisheuvel
svz 29 maart 2016

0 10 20 30 40 50 m

Titel: locatieschets huidige situatie + plan begrenzing A4



PROJECT:2190.002

SCHAAL: 1:1.600

GETEKEND: RBe

DATUM: 2-10-2017

BIJLAGE:7

