



WATERTOETS

MUNSELSE HOEVE

TE BOXTEL



Water



Rapportage watertoets

Munselse Hoeve te Boxtel

Opdrachtgever	Heijmans Woningbouw Graafsebaan 65 5248 JT Rosmalen
Rapportnummer	6920.003
Versienummer	D1
Status	Eindrapportage
Datum	22 juni 2018
Vestiging	Limburg Rijksweg Noord 39 6071 KS Swalmen 0475 - 504961 swalmen@econsultancy.nl
Opsteller	T.J.M. Kuijpers, BSc
Paraaf	
Kwaliteitscontrole	ing. R. van den Berg
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	Bodemopbouw	3
2.3	Geohydrologie	3
2.4	Grondwater	3
2.5	Oppervlaktewater	4
3	GEOHYDROLOGISCH VELDONDERZOEK	5
3.1	Algemeen	5
3.2	Uitvoering	5
3.3	Methodiek in-situ doorlatendheidsproeven	5
3.4	Lokale bodemopbouw en grondwaterniveau	6
3.5	Resultaten	6
3.6	Beoordeling doorlatendheid	7
4	WATERRELEVANT BELEID	7
4.1	Waterschap de Dommel	7
4.2	Gemeente Boxtel	8
5	PLANUITWERKING	8
5.1	Randvoorwaarden en uitgangspunten	8
5.2	Verhard oppervlak	8
5.3	Ontwateringsnormen	9
5.4	Waterbergingsopgave	9
5.5	Hemelwaterafvoersysteem	9
5.6	Lediging	11
5.7	Calamiteit	11
5.8	Riolering	11
5.9	Kwaliteit	11
6	SAMENVATTING EN CONCLUSIE	12

BIJLAGEN:

1. - Topografische ligging van de locatie
2. - Locatieschets en situering boringen verkennend bodemonderzoek (6920.001)
3. - Boorprofielen verkennend bodemonderzoek (6920.001)
4. - Berekende k-waarden
5. - Uitsnede toekomstige situatie

1 INLEIDING

Econsultancy heeft van Heijmans Woningbouw opdracht gekregen voor het opstellen van een watertoets voor een ontwikkeling aan de Munselse Hoeve 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, d.d. juni 2018 (rapportnummer 6920.001) en informatie verkregen van de opdrachtgever (contactpersoon de heer Struijcken).

2 LOCATIEGEGEVENS

2.1 Huidig en toekomstig gebruik

De planlocatie ($\pm 1.540 \text{ m}^2$), maakt onderdeel uit van “De Kleine Aarde” welke is gelegen ten noorden van de kern van Boxtel. Het perceel, waar de planlocatie deel van uitmaakt, is kadastraal bekend gemeente Boxtel, sectie B, nummer 3965 (ged). Volgens de topografische kaart van Nederland bevindt het maaiveld zich op een hoogte van circa 7,3 m +NAP en zijn de coördinaten van de onderzoekslocatie $X = 151.465$, $Y = 400.710$. In figuur 1 is de begrenzing van de planlocatie weergegeven.



Figuur 1. Ligging planlocatie.

De planlocatie is momenteel in gebruik als braakliggend terrein. Tevens is op de locatie een bijenhuis aanwezig. De initiatiefnemer is voornemens om 22 appartementen te realiseren. In het kader van duurzaam waterbeheer zal het afstromend hemelwater van het toekomstig verhard oppervlak, indien mogelijk en noodzakelijk, in de bodem worden geïnfiltreerd of binnen de plangrenzen geborgen worden. De aard van eventuele toekomstige infiltratievoorzieningen is nog niet bekend.

2.2 Bodemopbouw

De originele bodem bestaat volgens de bodemkaart van Nederland, uit een hoge zwarte enkeerdgrond, 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 Bortel.

2.3 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 de Formaties van Bortel en Sterksel. Het eerste watervoerende pakket heeft een dikte van > 50 meter en wordt op circa 22 meter doorbroken door een kleilaag van circa 5 meter dik behorende tot de formatie van Bortel. Het eerste watervoerend pakket wordt aan de onderzijde begrensd door kleiafzettingen van de Formatie van Stramproy.

Tabel I. Geohydrologie

Diepte m -mv	Formatie	Typering	Bodem
0-34	Bortel	WVP	zand
34-94	Sterksel	WVP	zand
94-100	Stramproy	SDL	klei
WVP = watervoerend pakket SDL = slecht doorlatende laag			

2.4 Grondwater

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

In de omgeving van de planlocatie zijn enkele grondwaterpeilputten gelegen. Echter is het, vanwege de korte meetperiode, niet mogelijk om op basis van de beschikbare gegevens de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand nauwkeuring te bepalen.

Vanwege de beperkte meetdata is bij de gemeente Bortel (contactpersoon de heer van der Stappen) aanvullende informatie opgevraagd. Op circa 170 meter ten zuiden van de planlocatie, aan de Zonnegloed, is een grondwaterpeilput van de gemeente aanwezig (grondwaterpeilput B-Box-11, meetperiode maart 2016 - februari 2018). In tabel II zijn de gegevens van zowel de grondwaterpeilputten van TNO als van de gemeente Bortel weergegeven. De situering van de grondwaterpeilputten is opgenomen in figuur 2.

Op basis van de isohypsenkaart van de Dienst Grondwaterverkenning van TNO, stroomt het grondwater van het eerste watervoerend pakket in noordwestelijke richting.

Tabel II. Overzicht grondwaterpeilputten TNO en gemeente Boxtel

Bron	grondwaterpeilput (TNO)	windrichting t.o.v. locatie	afstand t.o.v. locatie (m)	meetperiode	GHG m +NAP
TNO	B45D1265	noordwestelijk	750	maart 2016- december 2016	6,4
TNO	B45D1264	noordelijk	515	maart 2016 – december 2016	6,0
TNO	B45D1267	zuidelijk	160	maart 2016 – december 2016	6,0
Gemeente Boxtel	B-Box 11	zuidelijk	170	maart 2016 - februari 2018	6,5



Figuur 2. Situering grondwaterpeilputten TNO en gemeente Boxtel

Op basis van de beschikbare gegevens wordt ingeschat dat de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) op $\pm 6,5$ m +NAP is gelegen. Hiermee zou de GHG zich op $\pm 0,8$ m -mv bevinden.

2.5 Oppervlaktewater

Op basis van de leggerkaart van waterschap de Dommel is in de directe omgeving van de planlocatie geen oppervlaktewater gelegen.

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 12 juni 2018. Om inzicht te verkrijgen in de bodemopbouw zijn enkele boringen van het verkennend bodemonderzoek (rapportnummer 6920.001) doorgezet tot maximaal 2,5 m -mv. Op basis van de boorprofielen, bodemopbouw en textuur zijn de te onderzoeken bodemlagen vastgesteld en zijn de in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd conform de methodiek zoals omschreven in paragraaf 3.3. Na afloop van de werkzaamheden is het grondwaterniveau in de aanwezige peilbuis gemeten.

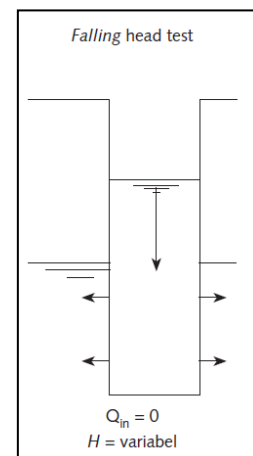
Op de locatieschets in bijlage 2 is de situering van de boringen van het verkennend bodemonderzoek (rapportnummer 6920.001) weergegeven. Van het opgeboorde materiaal is een boorbeschrijving conform de NEN 5104 gemaakt (zie bijlage 3).

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 referentieboring, 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 waterstandsval is gebruik gemaakt van een digitale drukopnemer (Diver). De doorlatendheidsmeting is een aantal malen herhaald ten einde 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

Uit locatiespecifiek onderzoek (verkennend bodemonderzoek d.d. juni 2018, rapportnummer 6920.001) blijkt de bodem voornamelijk te bestaan uit zwak tot matig siltig, zeer fijn tot matig fijn zand. De bovengrond is bovendien zwak humeus. In de ondergrond komen vanaf circa 1,30 m -mv sterk zandige leemlagen voor met een dikte van circa 20 à 30 cm. De ondergrond is bovendien vanaf 0,60 m -mv zwak tot sterk gleyhoudend. De diepere ondergrond is zwak leemhoudend.

In de peilbuis is een grondwaterstand aangetroffen op 1,21 m -mv.

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 4 bevat de grafische uitwerking en de berekening van de k-waarden.

De doorlatendheid van de aanwezige sterk zandige leemlagen is niet gemeten omdat de doorlatendheid van dergelijke lagen bij voorbaat slecht tot zeer slecht is.

Tabel III. Overzicht k-waarde per meting

refentieboring verkennend bodemonder- zoek (6920.001)	Aantal Metin- gen (*A)	Onderzochte bodemiaag (cm -mv)	Textuur	Opmerkingen	K-waarde (m/dag)	Beoordeling doorlatendheid
01	3	60-100	zeer fijn tot matig fijn, zwak siltig zand	zwak roesthoudend	2,7	goed
02	3	10-50	zeer fijn, matig siltig	tot 30 cm –mv zwak humeus	2,4	goed
03	3	10-50	matig fijn, matig siltig zand	zwak humeus	2,1	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 goed doorlatend, waarbij k-waarden tussen de 2,1 en 2,7 m/dag zijn aangetoond.

Op basis van de resultaten uit het geohydrologisch veldonderzoek wordt de bodem binnen de onderzoekslocatie, mede op basis van de textuur, geschikt geacht voor de infiltratie van hemelwater. Geadviseerd wordt om voor het dimensioneren van de infiltratievoorzieningen een rekenwaarde te hanteren van 1,2 m/dag. Als rekenwaarde geldt het gemiddelde van alle metingen vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor van 0,5.

4 WATERRELEVANT BELEID

Het plangebied is gelegen binnen het beheersgebied van waterschap de Dommel en de gemeente Boxtel.

4.1 Waterschap 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 gelijklopend.

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.

4.2 Gemeente Boxtel

Het hemelwaterbeleid van de gemeente Boxtel is opgenomen in het Verbreed Gemeentelijk Rioleringsplan (VGRP-5 2015-2019).

Voor de afvoer van verhard oppervlak naar riolering en/of oppervlaktewater hanteren het waterschap en de gemeente de volgende uitgangspunten voor nieuwe ontwikkelingen (Hydrologische uitgangspunten bij de keurregels voor afvoeren van hemelwater, Brabantse waterschappen, 2014), zie paragraaf 4.1.

5 PLANUITWERKING

5.1 Randvoorwaarden en uitgangspunten

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

- 100% afkoppeling van verhard oppervlak.
- 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 verhard oppervlak. Vooralsnog is uitgegaan van 1.150 m².
- 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 in beschouwing nemen (mag niet tot overlast leiden).
- Aanlegdiepte bergingsvoorzieningen boven de GHG.
- Groen dak als waterbuffer.
- GHG is ingeschat op 6,5 m +NAP (0,8 m -mv).
- Bouwen volgens Duurzaam Bouwen (DuBo) principe.

5.2 Verhard oppervlak

De planlocatie is in gebruik als braakliggend terrein en is voor zover bekend altijd onbebouwd geweest. De initiatiefnemer is voornemens de locatie te herontwikkelen. De herontwikkeling voorziet in de bouw van 22 appartementen.

Ten aanzien van het toekomstig verhard oppervlak wordt vooralsnog uitgegaan van een oppervlak van ± 1.150 m² (met inbegrip van bijgebouwen, erf verharding en/of bestrating). In tabel V staan de oppervlakten van de toekomstige bebouwing weergegeven. De oppervlakten zijn bij benadering en bepaald aan de hand van de situatietekening, de Kleine Aarde, daterend april 2008. In bijlage 5 is een uitsnede van de situatietekening 'de Kleine Aarde' opgenomen.

Tabel V. Gegevens toekomstig verhard oppervlak

Verhard oppervlak	Toekomstig (m ²)
Dak (met inbegrip van bijgebouwen, erfverhardingen en of bestrating)	± 1.150

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 huidige maaiveld is gemiddeld gelegen op een hoogte van circa 7,3 m +NAP. De GHG is ingeschat op 6,5 m +NAP. De ontwatering zal ten aanzien van de (bouw)peilen in de toekomstige situatie voldoende zijn. Geadviseerd wordt om de toekomstige bouwpeilen circa 20 cm hoger aan te leggen dan het naastgelegen wegpeil. Op basis van de grondwaterstanden en fluctuatie zullen inzake de ontwikkeling zowel voor, tijdens als wellicht na realisatie maatregelen genomen moeten worden.

5.4 Waterbergingsopgave

Op basis van het toekomstig af te koppelen verhard oppervlak en de bergingseis bedraagt de waterbergingsopgave voor het plangebied in totaal circa 70 m³ (1.150 m² x 0,06 m).

5.5 Hemelwaterafvoersysteem

In de toekomstige situatie zal het schone hemelwater (zogenaamde hemelwaterafvoer; HWA) niet direct op het vuilwater (zogenaamde droogweerafvoer; DWA) worden aangesloten maar separaat binnen het plangebied worden verwerkt.

Dit betekent dat bij de verdere planuitwerking water expliciet en op evenwichtige wijze in beschouwing wordt genomen en dat hemelwater op een duurzame wijze wordt verwerkt. De ontwikkeling zal daarmee hydrologisch neutraal zijn.

Op basis van het schetsontwerp en duurzaamheidsstudie, 'de Kleine Aarde Boxtel', d.d. 9 april 2018 is in de toekomstige situatie een groendak voorzien ten aanzien van de buffering van hemelwater.

Ten aanzien van een groendak kan een onderscheid worden gemaakt in extensieve- en intensieve groendaken.

Extensief groen dak

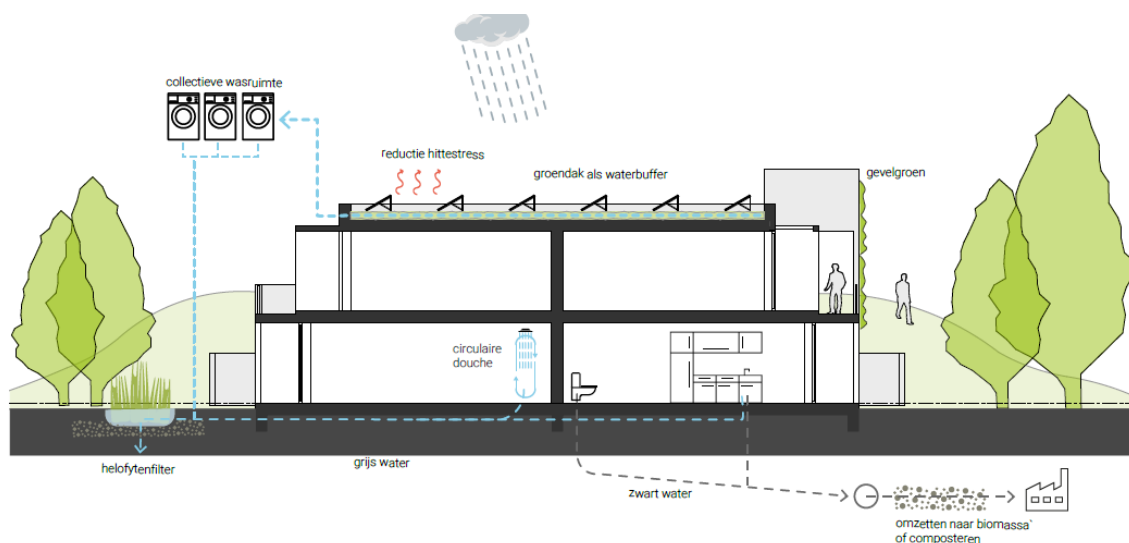
Extensieve groene daken hebben een dunne substraatlaag en een sedumbegroeiing, eventueel aangevuld met kruiden en grassen. Extensieve groene daken, ook wel sedum- of kruidendaken genoemd, worden vanwege het lage gewicht vaak toegepast. Bij een extensief groendak kan, afhankelijk van de begroeiing en helling van het dak circa 25 l/m² geborgen worden. (bron:rainproof.nl).

Intensief groen dak

Een intensief groendak, ook wel natuurdak genoemd, heeft een gevarieerdere beplanting en kan daardoor in vergelijking met extensieve groene daken, relatief meer regenwater vasthouden. Natuurdaken zijn hoger in gewicht dan sedumdaken. Bij een intensief groen dak kan, afhankelijk van vegetatie, type substraat en helling van het dak gemiddeld 55 l/m² geborgen worden (bron:rainproof.nl). Bij intensieve groene daken zijn vaak extra constructieve maatregelen vereist.

Vanwege de extra constructieve maatregelen en het onderhoud is vooralsnog aangenomen dat wordt gekozen voor een extensief groendak.

Het dakoppervlak waar het groendak is voorzien bedraagt circa 670 m². Dit komt neer op een beschikbare berging van circa 17 m³.



Figuur 3. Waterhuishouding toekomstige situatie (bron: duurzaamheidsstudie De Kleine Aarde, d.d. april 2018)

De resterende waterbergingsopgave welke elders in het plangebied geborgen dient te worden bedraagt nog 53 m³ (70 m³ - 17 m³). Om inzicht te krijgen in het ruimtebeslag die bij een (potentiële) voorziening hoort, is een alternatief uitgewerkt waarbij het hemelwater wordt geborgen middels een wadi. Vanuit het groendak kan het overtollig hemelwater worden afgevoerd naar de wadi. Wanneer een wadi wordt aangelegd met een diepte van 0,5 meter en een talud van 1 op 3 is, uitgaande van een volledige vulling, 150 m² benodigd om de volledige wateropgave te kunnen bergen. Ter plaatse van locatie is voldoende ruimte aanwezig om deze wateropgave te verwerken.

5.6 Lediging

Op basis van de bodemopbouw, textuur alsmede de resultaten van het doorlatendheidsonderzoek worden geen problemen verwacht met de lediging van het toekomstige systeem. Wel dient rekening te worden gehouden met de aanwezige leemlagen welke op circa 1,30 m -mv zijn gelegen.

5.7 Calamiteit

Het beschreven systeem is dusdanig robuust dat een situatie waarbij in een korte tijd 60 mm neerslag valt geborgen kan worden. In een korte tijd meer regen valt dan 60 mm kan tijdelijk een water-op straat situatie ontstaan. Afstroming van hemelwater richting gebouwen en/of aangrenzende percelen dient te worden voorkomen.

5.8 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 appartement wordt uitgegaan van een gemiddelde woningbezetting van 1,5 bewoners (bron: schetsontwerp en duurzaamheidsstudie De Kleine Aarde Boxtel). Dit betekent dat er dus $1,5 \times 120 \text{ liter} = 180 \text{ liter}$ per dag per woning wordt geloosd. Conform het planontwerp zullen er in totaal 22 appartementen worden gerealiseerd. Dit komt overeen met een aanbod c.q. toename van circa $4 \text{ m}^3/\text{dag}$. De berekening is gebaseerd op basis van aannames en betreft derhalve een indicatie van hoeveelheden.

Het vuilwater (zogenaamde droogweerafvoer; DWA) zal in de toekomstige situatie worden aangesloten op het bestaande rioleringsstelsel in de omgeving. 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.

5.9 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

Econsultancy heeft van Heijmans Woningbouw opdracht gekregen voor het opstellen van een watertoets voor een ontwikkeling aan de Munselse Hoeve te Boxtel.

De watertoets is opgesteld 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 planlocatie is momenteel in gebruik als braakliggend terrein. De initiatiefnemer is voornemens om 22 appartementen te realiseren. In het kader van duurzaam waterbeheer zal het afstromend hemelwater van het toekomstig verhard oppervlak, indien mogelijk en noodzakelijk, in de bodem worden geïnfiltreerd of binnen de plangrenzen geborgen worden. De aard van eventuele toekomstige infiltratievoorzieningen is nog niet bekend.

Op basis van het af te koppelen verhard oppervlak en de bergingseis bedraagt de waterbergingsopgave voor het plangebied in totaal circa 70 m^3 ($1.150 \text{ m}^2 \times 0,06 \text{ m}$).

In de toekomstige situatie zal het schone hemelwater (zogenaamde hemelwaterafvoer; HWA) niet direct op het vuilwater (zogenaamde droogweerafvoer; DWA) worden aangesloten maar separaat binnen het plangebied worden verwerkt. Dit betekent dat bij de verdere planuitwerking water expliciet en op evenwichtige wijze in beschouwing wordt genomen en dat hemelwater op een duurzame wijze wordt verwerkt. De ontwikkeling zal daarmee hydrologisch neutraal zijn.

Op basis van het schetsontwerp en duurzaamheidsstudie 'de Kleine Aarde Boxtel' d.d. 9 april 2018 is in de toekomstige situatie een groendak voorzien. Ten aanzien van een groen dak kan een onderscheid worden gemaakt in extensieve- en intensieve groendaken. Vanwege de extra constructieve maatregelen en het onderhoud is voortsnog aangenomen dat wordt gekozen voor een extensief groen dak. Bij een extensief groendak kan, afhankelijk van de begroeiing en helling van het dak circa 25 l/m^2 geborgen worden. Het toekomstig (groen)dakoppervlak bedraagt circa 670 m^2 . Dit komt neer op een beschikbare berging van circa 17 m^3 .

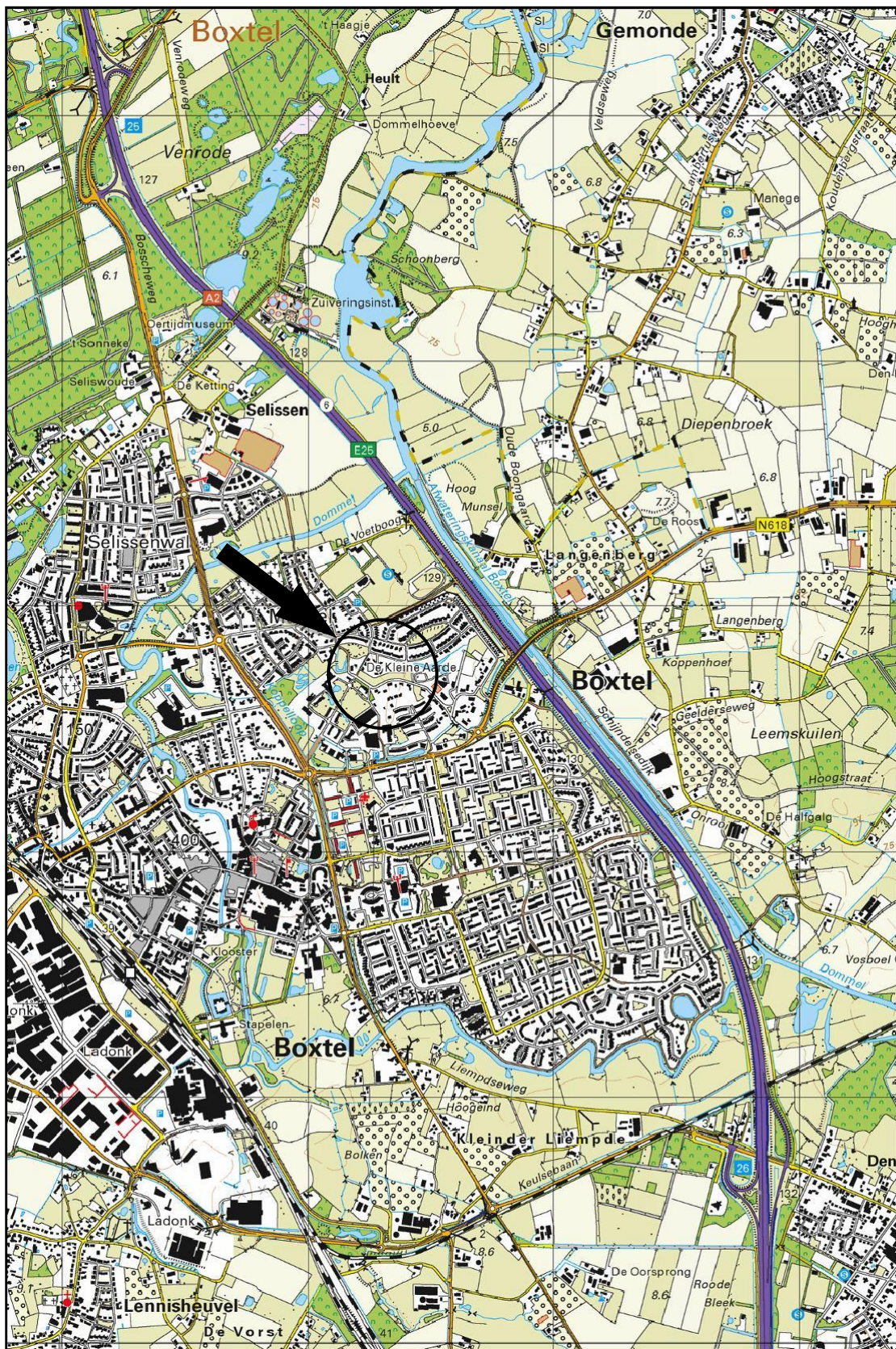
De resterende waterbergingsopgave welke elders in het plangebied geborgen dient te worden bedraagt 53 m^3 ($70 \text{ m}^3 - 17 \text{ m}^3$). Om inzicht te krijgen in het ruimtebeslag die bij een (potentiële) voorziening hoort, is een alternatief uitgewerkt waarbij het hemelwater wordt geborgen middels een wadi. Vanuit het groendak kan het overtollig hemelwater worden afgevoerd naar de wadi. Wanneer een wadi wordt aangelegd met een diepte van 0,5 meter en een talud van 1 op 3 is, uitgaande van een volledige vulling, 150 m^2 benodigd om de volledige wateropgave te kunnen bergen. Ter plaatse van locatie is voldoende ruimte aanwezig om deze wateropgave te verwerken.

Het vuilwater (zogenaamde droogweerafvoer; DWA) zal in de toekomstige situatie worden aangesloten op het bestaande rioleringsstelsel in de omgeving.

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.

Econsultancy
Swalmen, 22 juni 2018

Bijlage 1 Topografische ligging van de locatie



Schaal 1:25.000
Deze kaart is noordgericht

**Bijlage 2 Situatietekening en situering boringen verkennend
bodemonderzoek (6920.001)**



20

Munselse Hoeve

pad

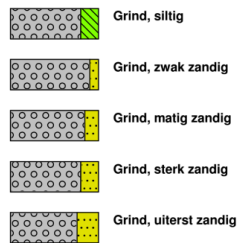
bijen
stal

Titel: locatieschets;		A3	
	PROJECT: 6920.001		
	SCHAAL: 1:250		
	GETEKEND: RNa		
		DATUM: 19-6-2018	
		BIJLAGE: 2a	

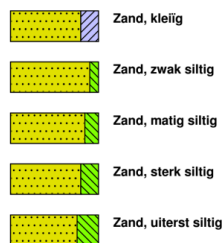
Bijlage 3 Boorprofielen verkennend bodemonderzoek (6920.001)

Legenda (conform NEN 5104)

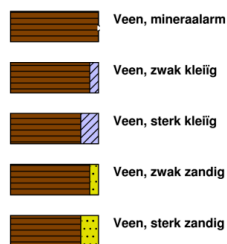
grind



zand



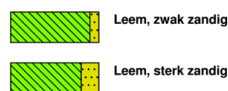
veen



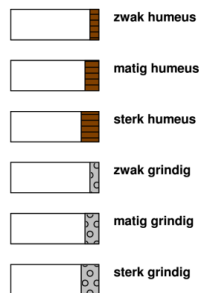
klei



leem



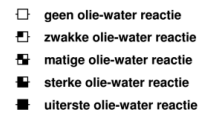
overige toevoegingen



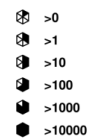
geur



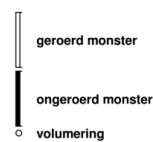
olie



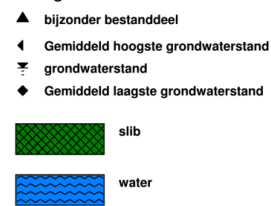
p.i.d.-waarde



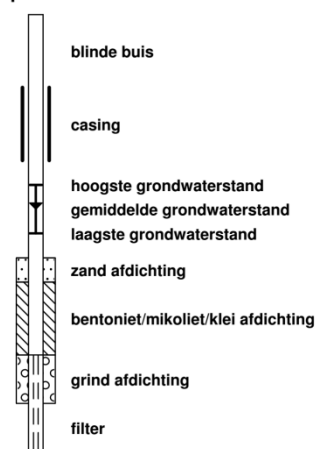
monsters



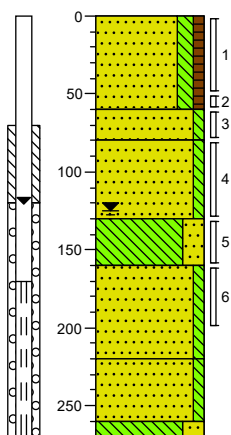
overig



peilbuis

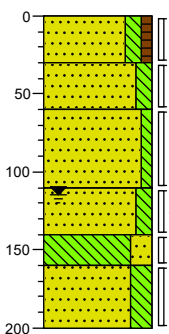


Boring: 01



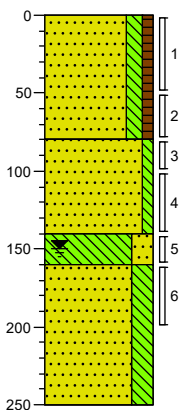
0	gras
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor, bkpb 90 cm+mv
60	
80	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, donkergeel, Edelmanboor
130	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, neutraalbeige, Edelmanboor
160	Leem, sterk zandig, lichtgrijs, Edelmanboor
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, licht grijsbeige, Edelmanboor
220	
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak leemhoudend, licht grijsbeige, Veenboor
260	
270	Leem, sterk zandig, neutraalgrijs, Veenboor

Boring: 02



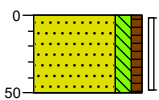
0	gras
	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor
30	
60	Zand, zeer fijn, matig siltig, licht beigebruin, Edelmanboor
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, zwak gleyhoudend, lichtbeige, Edelmanboor
110	
140	Zand, zeer fijn, matig siltig, sterk gleyhoudend, oranjegeel, Edelmanboor
160	Leem, sterk zandig, zwak gleyhoudend, grijsbeige, Edelmanboor
200	Zand, zeer fijn, sterk siltig, neutraalbeige, Edelmanboor

Boring: 03



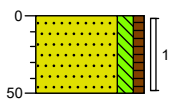
0	braak
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
80	
	Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig gleyhoudend, oranjegeel, Edelmanboor
140	
160	Leem, sterk zandig, zwak gleyhoudend, lichtgrijs, Edelmanboor
	Zand, zeer fijn, sterk siltig, grijsbeige, Edelmanboor
250	

Boring: 04



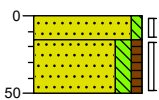
0	gras
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50	

Boring: 05



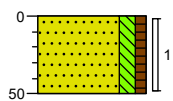
0	gras
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor
50	

Boring: 06



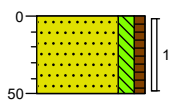
0	gras
15	Zand, matig fijn, zwak siltig, grijsbeige, Edelmanboor
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, neutraalbruin, Edelmanboor
50	

Boring: 07



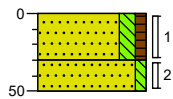
0 gras
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin, Edelmanboor
50

Boring: 08



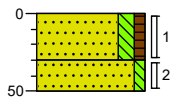
0 gras
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, neutraalbruin,
Edelmanboor
50

Boring: 09



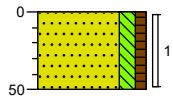
0 gras
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, neutraalbruin,
Edelmanboor
30
50 Zand, matig fijn, zwak siltig, matig
roesthoudend, geelbeige,
Edelmanboor

Boring: 10



0 gras
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, neutraalbruin,
Edelmanboor
30
50 Zand, matig fijn, zwak siltig, licht
beigebruin, Edelmanboor

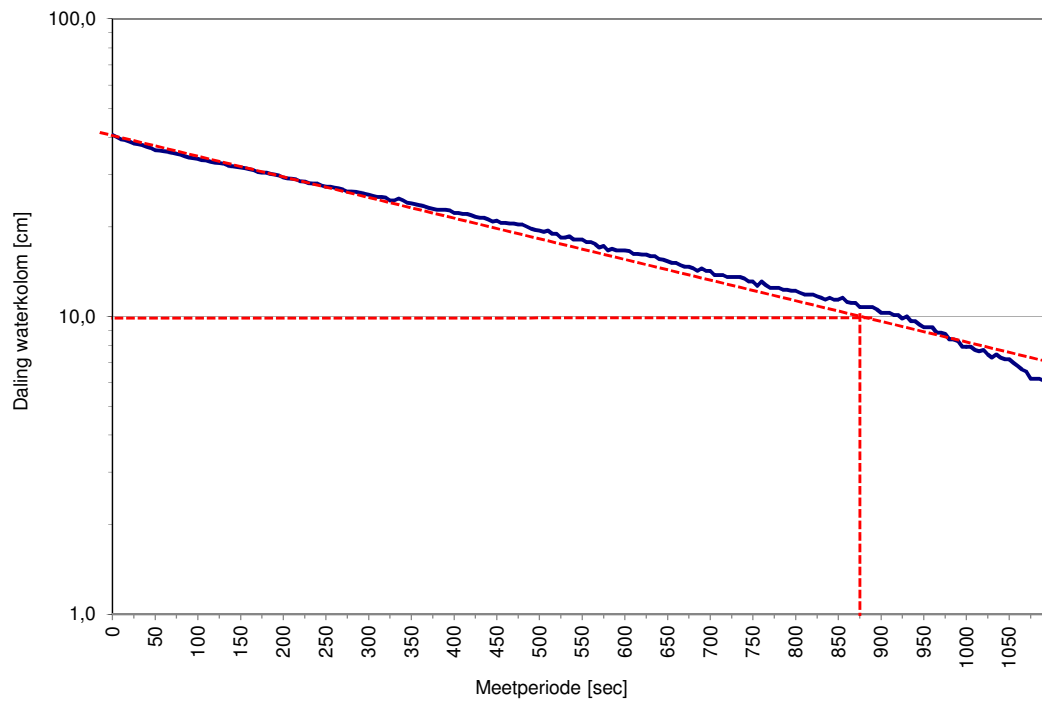
Boring: 11



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

Bijlage 4 Berekende k-waarden

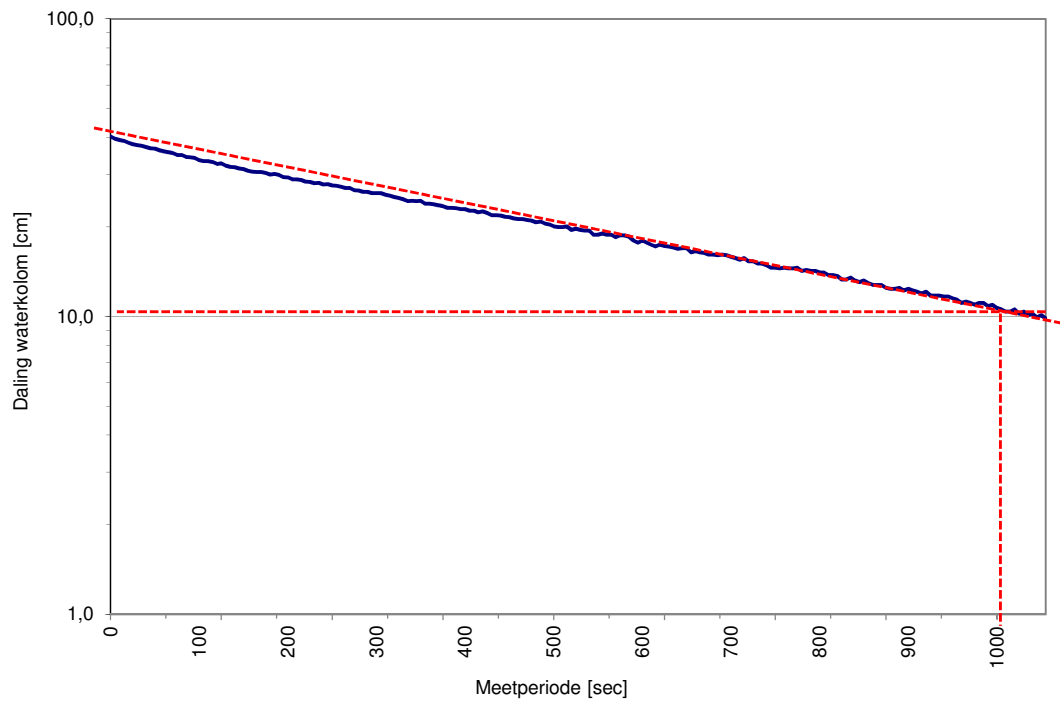
01 meting 3 [0,6-1,0 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	875
LOG h0 [cm]	40
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	2,7

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

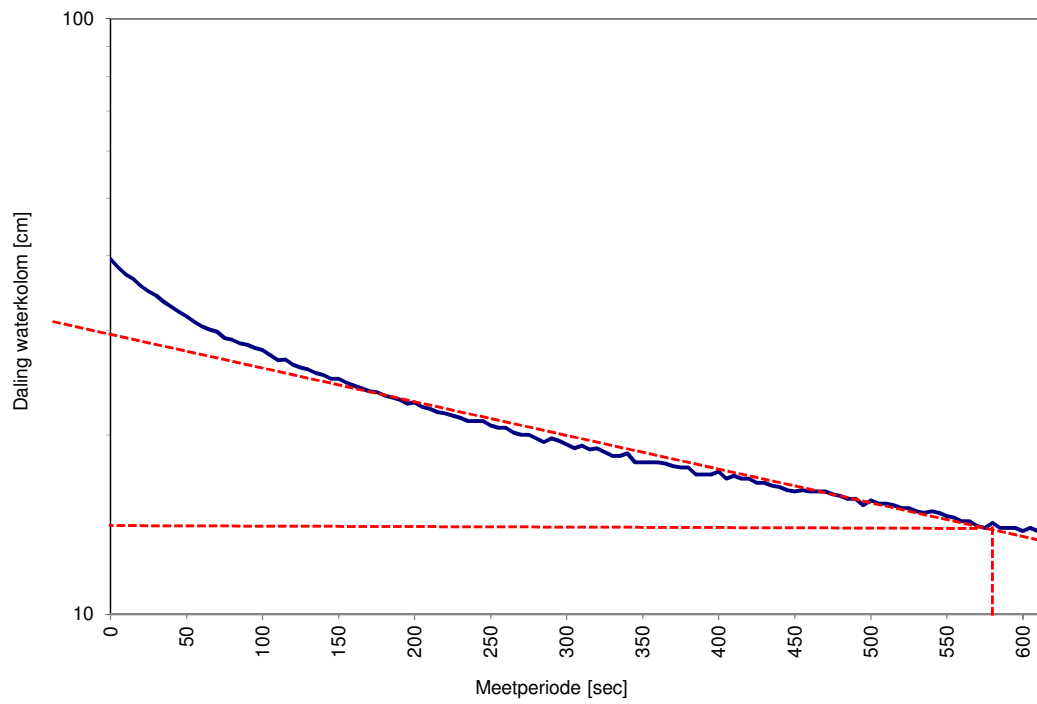
02 meting 3 [0,1-0,5 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	1000
LOG h0 [cm]	40
LOG ht [cm]	10
r [cm]	4,5
k m/dag	2,4

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

03 meting 3 [0,1-0,5 m -mv]



Omgekeerde boorgatenmethode	
Tijd [sec]	575
LOG h ₀ [cm]	30
LOG h _t [cm]	15
r [cm]	4,5
k m/dag	2,1

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

