



Tauw



Enschede, Roombekerveld waterhuishoudkundig plan

9 november 2018



Verantwoording

Titel	Enschede, Roombekerveld waterhuishoudkundig plan
Opdrachtgever	ORBIS Engineering
Projectleider	Hans Notkamp
Auteur(s)	Erwin Stamsnijder
Tweede lezer	Ronald Wentink
Uitvoering meet- en inspectiewerk	
Projectnummer	1265998
Aantal pagina's	31
Datum	9 november 2018
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
Kennispark Twente
Capitool 50
7521 PL Enschede
T +31 57 06 99 911



Inhoud

1	Inleiding	5
2	Waterhuishoudkundige situatie	6
2.1	Plangebied / occupatie	6
2.2	Maaiveldhoogte	8
2.3	Bodemopbouw	10
2.4	Doorlatendheid	10
2.5	Grondwaterstanden	11
2.6	Interpolatie grondwater- en ontwateringsdiepte	13
2.7	Oppervlaktewater	15
2.8	Drainage	15
2.9	Drinkwater	15
2.10	Riolering	16
2.11	Grondwaterbeschermingsgebied en onttrekkingen	16
2.12	Overig	16
2.13	Klimaatscenario's	17
2.14	Huidige en toekomstige knelpunten	18
3	Toekomstige waterstructuur	19
3.1	Stedenbouwkundige beschrijving	19
3.2	Toename verhard oppervlak	20
3.3	Uitgangspunten waterstructuur	21
4	Ontwerp bouw- en straatpeilen, droogweerafvoer en hemelwaterafvoer	22
4.1	Ontwerp bouw- en straatpeilen	22
4.1.1	Uitgangspunten	22
4.1.2	Ontwerp bouw- en straatpeilen	23
4.1.3	Ophoging	23
4.1.4	Ontwatering	24
4.1.5	Aandachtspunten bouw- en woonrijp maken	24
4.2	Ontwerp droogweerafvoer (DWA)	25
4.2.1	Uitgangspunten	25
4.2.2	Ontwerp	25



4.2.3	Afvalwaterhoeveelheden en buisvulling	25
4.3	Ontwerp hemelwaterafvoer (HWA)	26
4.3.1	Uitgangspunten	26
4.3.2	Ontwerp bergingsvoorzieningen	27
4.3.3	Bergingsberekening kavels 24 t/m 27	28
4.3.4	Bergingsberekening kabels 1 t/m 23	30
4.3.5	Functioneren bij extreme neerslag	33
4.4	Samenvatting ontwerp	34
Bijlage 1	Uitgangspunten waterstructuur	
Bijlage 2	Ontwerptekeningen waterhuishouding	
Bijlage 3	Situatietekening boorpunten	
Bijlage 4	Boorstaten en doorlatendheidsmetingen	

1 Inleiding

In samenwerking met ORBIS engineering heeft Tauw een waterhuishoudingplan opgesteld voor het Roombekerveld te Enschede.

De planontwikkeling voorziet in de nieuwbouw van 27 woningen. In onderstaande figuur is de ligging van het plangebied weergegeven.

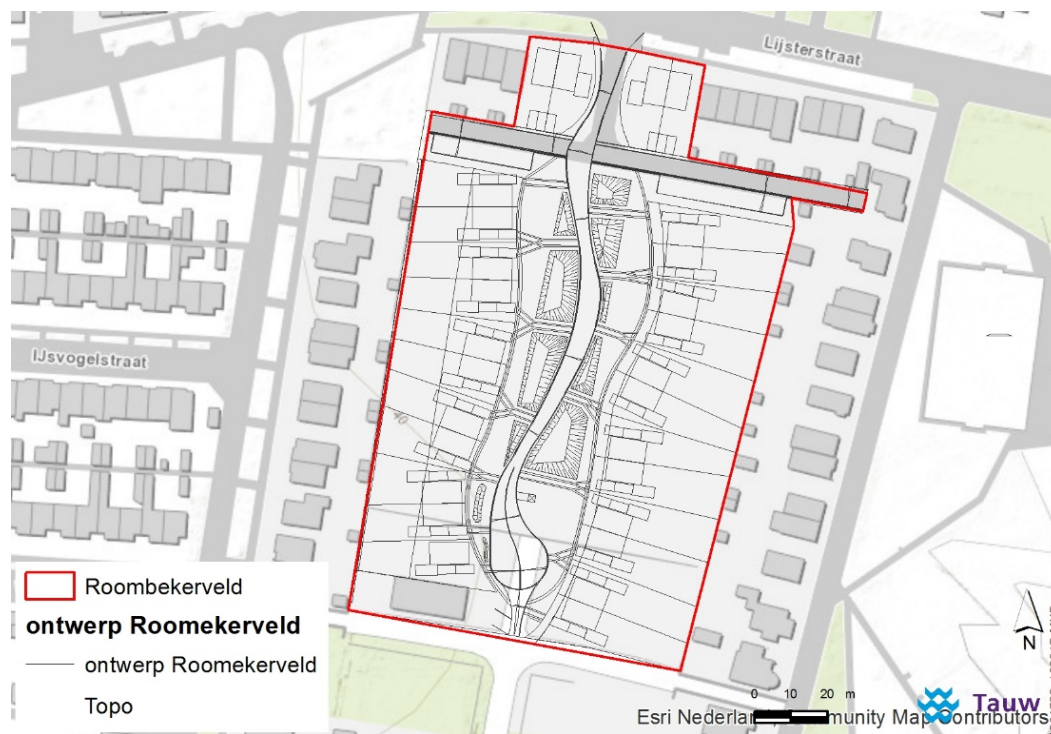


Figuur 1.1 Plangebied Roombekerveld

2 Waterhuishoudkundige situatie

2.1 Plangebied / occupatie

In onderstaande figuur is de onderzoekslocatie opgenomen, met daarin de voorgenomen inrichting.

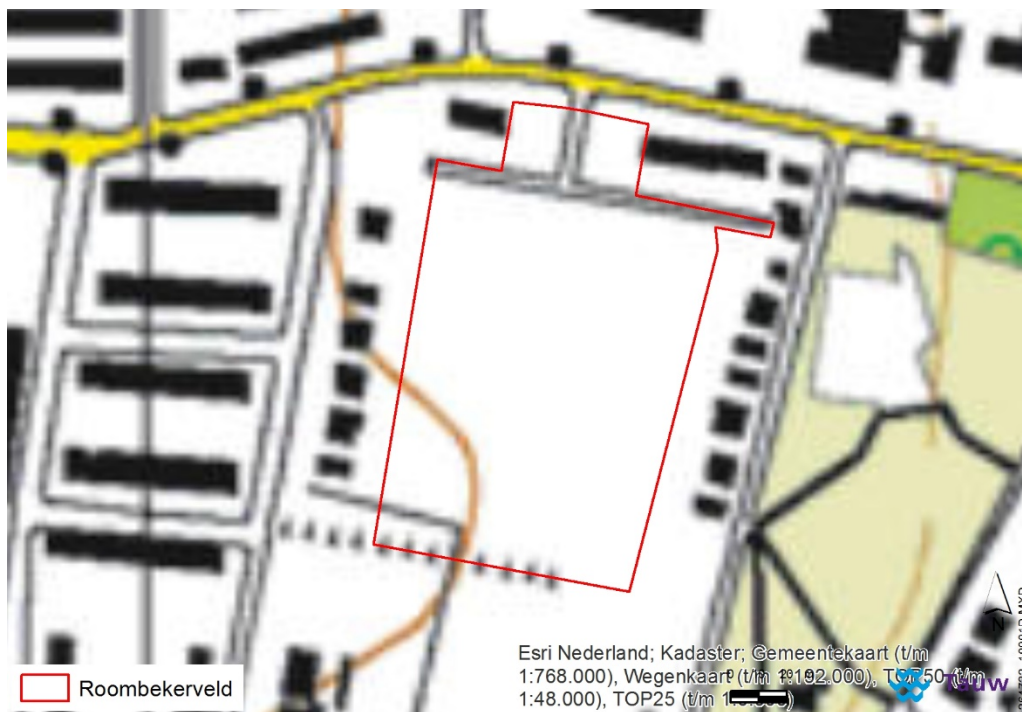


Figuur 2.1 Stedenbouwkundige invulling Roombekerveld

De locatie is momenteel braakliggend. Aanwezig is een verharding van betonstraatstenen voor de bereikbaarheid van de achterzijde bestaande woningen Lijsterstraat.



Figuur 2.2 Luchtfoto



Figuur 2.3 Topografische kaart 2010

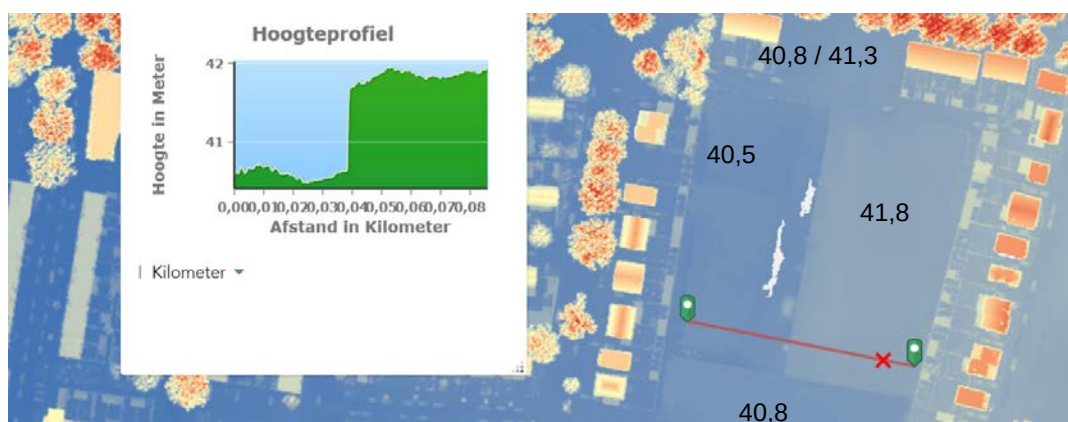
In onderstaande figuur is de situatie in 1930 opgenomen.



Figuur 2.4 Situatieschets 1930

2.2 Maaiveldhoogte

Uit het actueel hoogtebestand (AHN2) is gebleken dat de maaiveldhoogte op locatie zich bevindt tussen +40,50 en +41,80 m NAP. In onderstaande figuur is een dwarsprofiel van het hoogteverloop van het maaiveld opgenomen.



Figuur 2.5 Schematisatie van hoogteprofiel op basis van actueel hoogtebestand 2

In het midden van de locatie is een keerwand gesitueerd waardoor een maaiveldhoogteverschil van circa 1,0 à 1,2 m aanwezig is tussen oost en west.



Figuur 2.6 Situering keerwand met maaiveldhoogteverschil van circa 1 m

Naast de openbaar beschikbare gegevens is ook een hoogtemeting van de locatie bekend. In figuur 2.7 zijn de hoogtematen opgenomen. Deze metingen sluiten naadloos aan op het maaiveldverloop dat de AHN2 laat zien.



Figuur 2.7 Hoogtemeting terrein (bron: stedenbouwkundig concept)

2.3 Bodemopbouw

In tabel 2.1 is de lokale bodemopbouw opgenomen welke is gebaseerd op de door Tauw uitgevoerde grondboringen (bijlage 3 en bijlage 4) en nabijgelegen TNO boringen uit het DINOloket.

Tabel 2.1 Lokale bodemopbouw

Traject (m-mv)	Samenstelling	Formatie	Geohydrologische eenheid
0 – 2*	Zand, matig siltig, matig humeus	Boxtel	Deklaag
2 – 10**	Leem, zwak zandig	Drenthe (gieten)	Deklaag
10 – 18	Zand, matig grof, zwak grindig	Drenthe (Schaarsbergen)	1 ^{ste} watervoerend pakket
>18	Klei	Dongen	1 ^{ste} scheidende laag

* in de boringen aan de westkant vanaf 1 m-mv leem

** vanaf 4 m-mv op basis van nabijgelegen TNO boringen B34F1633 / B34F0348

Op een groot deel van het terrein is sprake van een puinhoudende laag (geen bodem) waardoor een groot deel van de boringen verplaatst moest worden.

2.4 Doorlatendheid

Voor het vaststellen van de doorlatendheid is gebruik gemaakt van een falling-head test met behulp van den datalogger. Daarbij is gemeten hoe snel een opgezette waterstand wegzakt in de (verzadigde) ondergrond. De snelheid waarmee dit gebeurt is een maat voor de doorlatendheid van de ondergrond. De resultaten van de metingen zijn opgenomen in tabel 2.2 en in bijlage 4.

Tabel 2.2 Resultaten doorlatendheidsmetingen

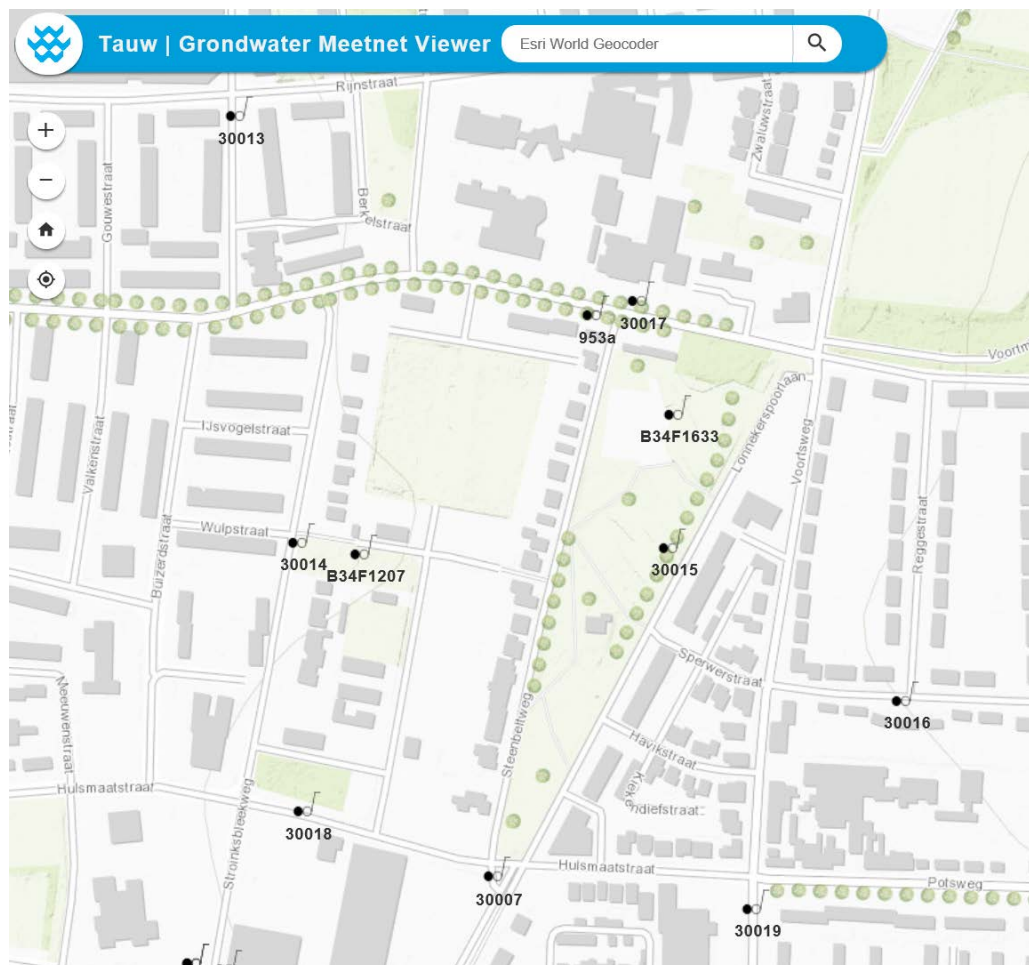
Boring nr.	Traject (m-v)m	Proef	Doorlatendheid (m/d)	Bodemopbouw
1	0,0-1,0	Falling-head test	1,9*	Fijn, zand, sterk siltig, matig humeus
2	0,0-0,9	Falling-head test	0,3	Fijn, zand, sterk siltig, matig humeus
3	0,0-0,9	Falling-head test	0,2	Fijn, zand, sterk siltig, matig humeus
4	0,0-1,0	Falling-head test	0,2	Fijn, zand, sterk siltig, matig humeus
5	0,0-1,0	Falling-head test	0,2	Fijn, zand, sterk siltig, matig humeus
6	0,0-1,0	Falling-head test	0,1	Fijn, zand, sterk siltig, matig humeus, brokken leem

* Diver is tijdens een tussentijdse peiling verstoord

Uit de resultaten blijkt dat een horizontale doorlatendheid is gemeten van circa 0,1 tot 0,3 m/d. De gemeten doorlatendheden komen goed overeen met de doorlatendheid welke op basis van de bodemopbouw verwacht kan worden. De lage doorlatendheid wordt voornamelijk veroorzaakt door de siltige en humeuze bijmenging in het zandpakket.

2.5 Grondwaterstanden

Om inzicht te krijgen in de (fluctuatie van de) grondwaterstanden is een inventarisatie uitgevoerd naar beschikbare en relevante grondwaterstandsmeetreeksen. Uit het databestand van het gemeentelijke grondwatermeetnet zijn peilbuizen geselecteerd (nabij de locatie) met meetreeksen van minimaal enkele jaren (zie figuur 2.8).



Figuur 2.8 Situering nabijgelegen peilbuizen

Op basis van deze meetreeksen zijn de volgende representatieve grondwaterstanden afgeleid:

- De representatieve hoge grondwaterstand (RHG)
- De gemiddelde grondwaterstand (GG)
- De representatieve lage grondwaterstand (RLG)

Voor een overzicht van de RHG, GG en de RLG, wordt verwezen naar tabel 2.3. en 2.4.

Opgemerkt wordt dat filterstelling van peilbuizen B34F1207 en B34F1633 zijn gesitueerd in het 1^{ste} watervoerend pakket en derhalve niet zijn gebruikt voor onderhavig onderzoek.


Tabel 2.3 Grondwaterstandgegevens m+NAP

Peilbuis	Maaiveldhoogte (m+NAP)	Filterstelling (m-mv)	Meetreeks	RHG	GG	RLG
30014	40,05	11,1-12,1*	2015-2016	38,9	38,3	37,5
30015	42,9	14,0-15,0*	2015-2016	39,4	38,8	38,0
30017	42,57	9,5-10,5*	2015-2016	40,2	39,5	38,8
30018	40,75	14,0-15,0*	2015-2016	39,1	38,2	37,5
953A	42,06	4,6-5,6	2004-2016	41,0	40,3	38,3

* Filterstelling in 1^{ste} watervoerend pakket

Tabel 2.4 Grondwaterstandgegevens m-mv

Peilbuis	Maaiveldhoogte (m+NAP)	Filterstelling (m-mv)	Meetreeks	RHG	GG	RLG	Fluctuatie (m)
30014	40,05	11,1-12,1*	2015-2016	1,15	1,75	2,55	1,4
30015	42,9	14,0-15,0*	2015-2016	3,4	4,1	4,9	1,5
30017	42,57	9,5-10,5*	2015-2016	2,37	3,07	3,77	1,4
30018	40,75	14,0-15,0*	2015-2016	1,65	2,55	3,25	1,6
953A	42,06	4,6-5,6	2004-2016	1,06	1,76	3,76	2,7

* Filterstelling in 1^{ste} watervoerend pakket

De grondwaterstand in de boringen (indicatief) is aan de westzijde gemeten op circa 1,2 m-mv en aan de oostzijde op circa 2,0 m-mv.

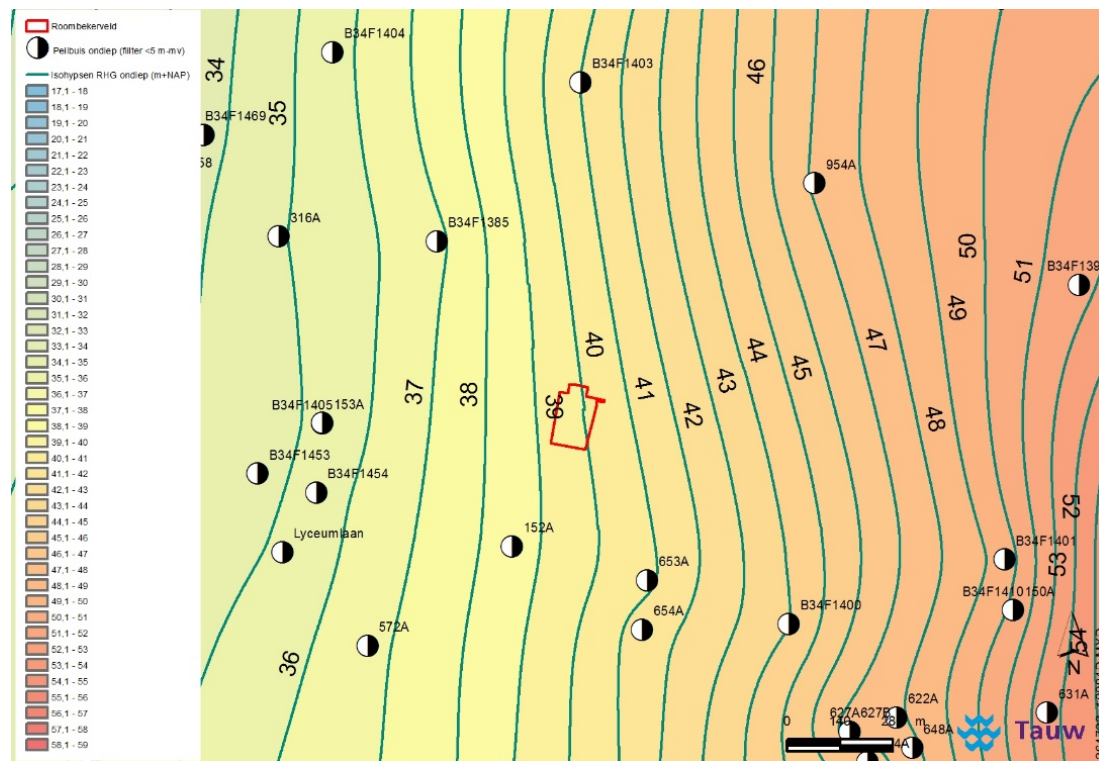
Op basis van de bekende grondwaterstanden worden de volgende grondwaterstanden (Representatieve Hoge, Gemiddelde en Lage Grondwaterstand) representatief geacht:

Tabel 2.5 Grondwaterstand in deklaag

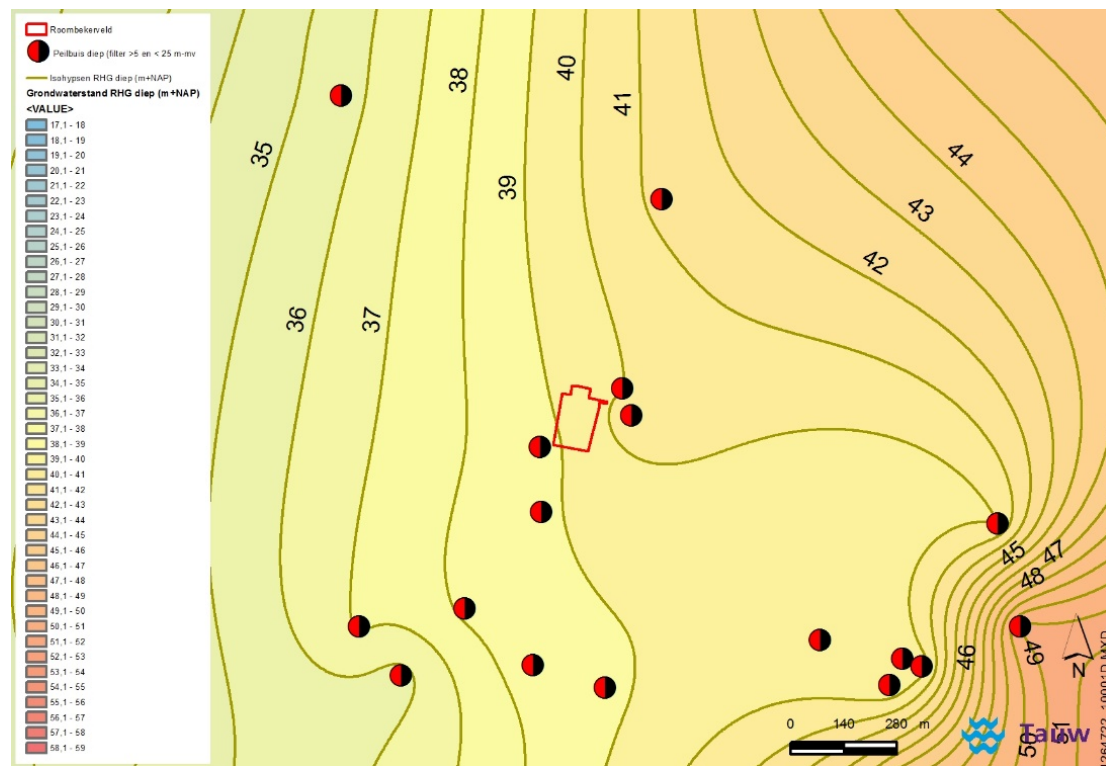
Maaiveldhoogte	RHG	GG	RLG
(m NAP)	(m NAP)	(m NAP)	(m NAP)
40,5 / 41,8	39,5	38,8	37,5

2.6 Interpolatie grondwater- en ontwateringsdiepte

Op basis van de beschikbare grondwaterstanden in de omgeving van de onderzoekslocatie (dino-loket en grondwatermeetnet gemeente Enschede) heeft een interpolatie (kriging) plaatsgevonden van de gemiddeld hoogste grondwaterstand. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen ondiep gesitueerde peilbuizen (filter tot 5,0 m-mv) en peilbuizen met diep gesitueerde filters (> 5,0 m-mv). Het resultaat van de interpolatie is opgenomen in onderstaande figuren.



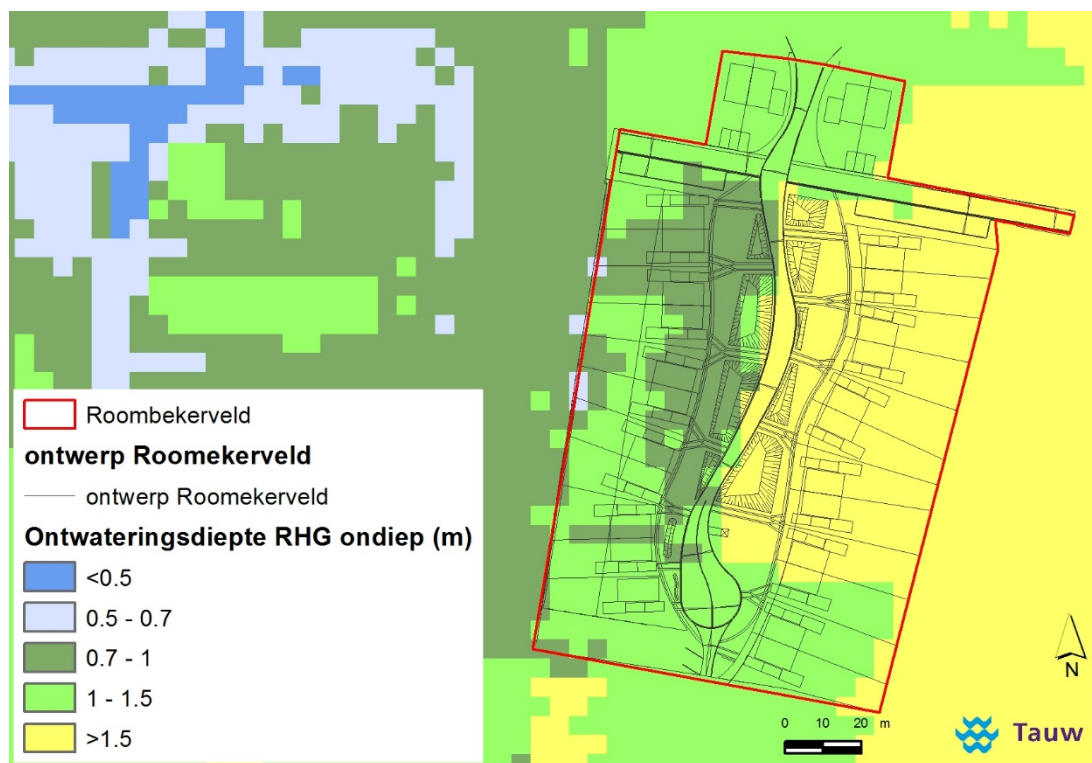
Figuur 2.9 geïnterpoleerde RHG ondiep grondwater (m NAP)



Figuur 2.10 geïnterpoleerde RHG diep grondwater (m NAP)

Uit de geïnterpoleerde RHG isohypsen is gebleken dat zowel in het ondiepe als diepe grondwater sprake is van een gemiddelde RHG van 39,50+ NAP. Dit komt exact overeen met de representatief geachte grondwaterstanden in tabel 2.5.

Op basis van de grondwaterkaarten heeft een analyse plaatsgevonden van de huidige ontwateringsdiepte op basis van de RHG van het ondiep grondwater minus de maaiveldhoogte (AHN2 in m+NAP).



Figuur 2.11 Ontwateringsdiepte RHG van de huidige situatie (m)

Op basis van de ontwateringskaart is gebleken dat in de westzijde van plangebied momenteel sprake is van de minste ontwatering (0,7-1,0 m). Aan de oostzijde voldoet de ontwatering in de huidige situatie (>1,0-1,5 m) ruimschoots aan de vereiste ontwateringsdiepte van de gemeente Enschede (TOR2017).

2.7 Oppervlaktewater

In de directe nabijheid van de locatie is geen oppervlaktewater gesitueerd. De Roombeek is het dichtstbijzijnde oppervlaktewater en is gesitueerd op circa 250 m ten westen van het plangebied.

2.8 Drainage

Uit de drainagetekening van gemeente Enschede is gebleken dat op de planlocatie geen informatie bekend is over eventueel aanwezige drainage. Nabij de locatie is bekend dat ter plaatse van de Kievitstraat (400 m ten westen planlocatie) een drainage aanwezig is (waarvan de staat van onderhoud en werking onbekend zijn).

2.9 Drinkwater

De huidige bebouwing in de omgeving van het plangebied is aangesloten op het drinkwaternet.

2.10 Riolering

Centraal door het plangebied is een gescheiden (HWA en DWA) vrijval riolering gesitueerd. Uit overige ontwikkelingen in het gebied is gebleken dat neerslag oppervlakkig bovengronds naar wadi's of andere verlagingen in het maaiveld wordt afgevoerd, alwaar het in de bodem infiltreert.



Figuur 2.12 Foto rioolput

2.11 Grondwaterbeschermingsgebied en onttrekkingen

De locatie ligt niet binnen een grondwaterwin-, grondwaterbeschermingsgebied dan wel een zogenaamd kwetsbaar gebied. De grens van voormalig grondwaterbeschermingsgebied Weerselo is op circa 500 m ten noordwesten van de locatie gesitueerd. Op 250 m ten zuidoosten van de locatie is een grondwateronttrekking van de Grolsch gesitueerd en op 500 m ten zuidwesten van de locatie heeft een pompproef plaatsgevonden (periode 2016-2018) ten aanzien van het onderzoek naar mogelijke oplossingen voor de grondwateroverlast.

2.12 Overig

Uit informatie van bewoners is gebleken dat de woningen aan de westkant van het plangebied (circa zeven jaar geleden gebouwd) in het verleden wateroverlast hebben ervaren in de tuinen. Op basis hiervan is destijds door de aannemer grondverbetering toegepast. In het plangebied is bekend dat na hevige of langdurige regenval plasvorming op het maaiveld voorkomt welke ook langdurig blijft staan.

2.13 Klimaatscenario's

Overstromingsrisico's

Uit de risicokaarten (www.klimaat-effectatlas.nl) is gebleken dat het plangebied niet is gesitueerd in een overstromingsgevoelig gebied (huidig en situatie 2050).

Wateroverlast op straat

Uit de water op straat kaart van Witteveen en Bos (zie figuur 2.13) is gebleken dat slechts op een zeer klein deel van het plangebied (aan de noordzijde) wateroverlast op straat plaatsvindt (10 à 20 cm) na extreme buien (T=100).



Figuur 2.13 Water op straat na een extreme bui (m)

De grootste accumulatie van water vindt echter plaats ten westen van het plangebied aan de Fazantstraat.

Hittestress

Uit de klimaateffectatlas (www.klimaateffectatlas.nl) is gebleken dat als maat voor hittestress in de huidige situatie gedurende 1 dag sprake is van tropische nachten (> 20 graden). In het toekomstscenario zal dit mogelijk verschuiven richting 1 week.

Droogtestress

Uit de droogtestress kaart is gebleken dat het plangebied niet is gesitueerd in een gebied met een kans op droogtestress (huidige en toekomstige situatie).

2.14 Huidige en toekomstige knelpunten

Overstromingsrisico's

Aangezien zowel in de huidige als in de toekomstige situatie geen sprake is van risico's op overstroming vormt dit geen aandachtspunt voor de herinrichting van het gebied.

Grondwateroverlast

Binnen het plangebied is geen sprake van (te) hoge grondwaterstanden en of een geringe ontwateringsdiepte (worst-case 0,7 m). Wel is gebleken dat de beperkte doorlatendheid van de ondergrond en de aanwezigheid van leem in de ondergrond in de praktijk bij infiltratie plaatselijk kan zorgen voor (langdurig) accumulerend water in de grond op relatief beperkte diepte (0,0-1,0 m -mv). Hier zal met de herinrichting rekening gehouden worden.

Wateroverlast op straat

In de huidige situatie is binnen het plangebied een beperkt knelpunt gesignaleerd voor wateroverlast op straat aan de noordzijde van het plangebied. Ten westen van het plangebied is echter wel sprake van aanzienlijke wateroverlast op straat. In geval van heftige buien (T=100) zou in een toekomstige verharde situatie accumulatie van water op kunnen treden binnen het plangebied, en een versterking van de wateroverlast op lager gelegen delen (nabij Fazantstraat). Hier zal met de herinrichting rekening gehouden worden.

Daarnaast is gebleken dat na hevige of langdurige buien als gevolg van de slechte doorlatendheid van de bodem, sprake is van langdurige plasvorming op onverharde delen van het plangebied. Hier zal met de herinrichting rekening gehouden worden.

Hittestress

In de huidige situatie is geen sprake van hittestress. De herontwikkeling biedt wel een mogelijkheid om de hittestress situatie verder te verbeteren.

Droogtestress

Aangezien zowel in de huidige als in de toekomstige situatie geen sprake is van risico's op droogtestress vormt dit geen aandachtspunt voor de herinrichting van het gebied.

3 Toekomstige waterstructuur

3.1 Stedenbouwkundige beschrijving

De totale oppervlakte van het plangebied is circa 14.400 m². Het plan voorziet in een capaciteit van 27 woningen. Dit betreft vrijstaande en 2-ondereenkap woningen. In figuur 3.1 is een impressie van het meest recente stedenbouwkundig plan (verkaveling, woningen, groen en water en bestrating) weergegeven.



Figuur 3.1 Schetsontwerp 01-05-2018

3.2 Toename verhard oppervlak

Op basis van de ontwerptekeningen van de huidige en nieuwe situatie heeft een berekening plaatsgevonden van het onverhard en verhard oppervlak. Opgemerkt wordt dat in het meest recente ontwerp kleine aanpassingen zijn gedaan, maar dit geen noemenswaardige verschillen oplevert voor de berekening van het verhard oppervlak.



Figuur 3.2 Situatie bestaand (boven) en ontwerp Roombekerveld (onder)

Op basis hiervan is het onverhard en verhard oppervlak zoals weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Overzicht verhard en onverhard oppervlak

	Huidig	Toekomstig	Vershil
Groen openbaar	13420	3050	-10370
Verharding openbaar	780	2160	+1380
Kavels: (totaal 8.990 m ²)			
• Bebouwd (27 woningen x 85 m ²)	0	2300	+2300
• Verhard*	0	3990	+3990
• Groen**	0	2700	+2700
<u>Verhard oppervlak</u>	<u>780</u>	<u>8450</u>	<u>+7670</u>
<u>Onverhard oppervlak</u>	<u>14200</u>	<u>5750</u>	<u>-7670</u>
Totaal	14200	14200	0

* Verhard oppervlak op kavels, 70% netto oppervlak- dakoppervlak

** Groen op kavels, 30% netto oppervlak

In de nieuwe situatie neemt het verhard oppervlak dus flink toe ten gunste van groen.

3.3 Uitgangspunten waterstructuur

Een volledige weergave van de uitgangspunten ten aanzien van de waterstructuur zijn opgenomen in bijlage 1. Hieronder is een samenvatting opgenomen van de belangrijkste uitgangspunten afkomstig uit de TOR 2017 van gemeente Enschede en de landelijke leidraad riolering.

- Daar waar het kan is het regenwater afgekoppeld van het gemengde riool
- De beleving van groene en blauwe kwaliteit wordt versterkt door water zichtbaar te maken
- De buitenruimte wordt zoveel mogelijk benut voor het opvangen van extreme neerslag.
- De (financiële) lasten zijn beheersbaar
- Bewoners en ondernemers van Enschede gaan bewuster met water om en zijn meer betrokken bij de watervoorzieningen in de stad
- De waterpartners zorgen samen voor een goede waterkwaliteit en –kwantiteit
- Hemelwater en afvalwater worden gescheiden aangeboden
- Voor hemelwater geldt de trits: 'vasthouden-bergen-afvoeren'
- Bij ontwikkeling van nieuwe bebouwing geldt een bergingseis van 40 mm op eigen terrein
- Bij herontwikkeling geldt een bergingseis van 20 mm op eigen terrein
- Voor de afvoer vanuit voorzieningen geldt een maximum norm van 2,4 l/s/ha



- De gewenste ontwateringseis is afhankelijk van het grondgebruik en is opgenomen in onderstaande tabel (afkomstig uit de TOR):

Tabel 3.2 Gewenste ontwateringseis

Grondgebruik Ontwatering	Ontwatering (m ten opzichte van gemiddeld hoogste grondwaterstand)
Erfontsluitingswegen	0,5
Bouwwerken met kruipruimten	0,7*
Groen	0,5

* Het vloerpeil dient minimaal 0,20 m boven straatpeil (kruin van de weg ten opzichte van toegang ter plaatse) aangelegd te worden, waarbij maaiveldpeilen en vloerpeilen op elkaar worden afgestemd

4 Ontwerp bouw- en straatpeilen, droogweerafvoer en hemelwaterafvoer

4.1 Ontwerp bouw- en straatpeilen

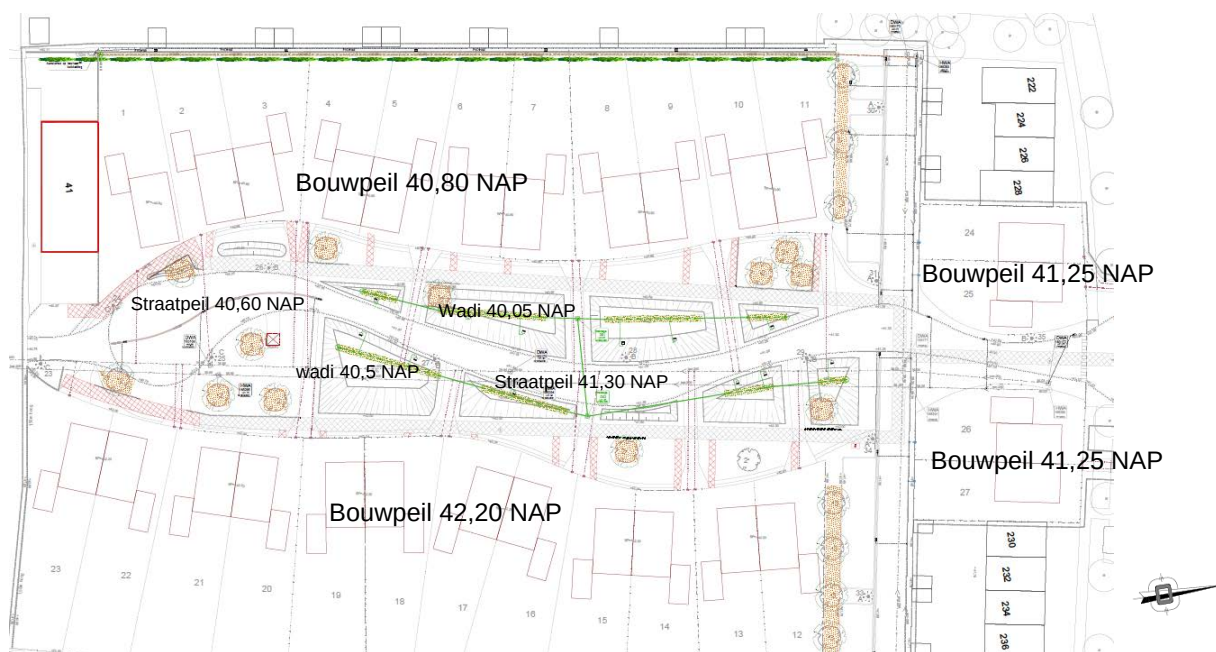
4.1.1 Uitgangspunten

Voor het bepalen van de bouw- en straatpeilen alsmede de maatregelen voor de ontwateringsdiepte worden de volgende specifieke uitgangspunten gehanteerd. Deze zijn ontleend aan de TOR (Toetsingskader Openbare Ruimte) van de gemeente Enschede:

- Ophoging van het terrein met maximaal 0,5 m is toegestaan om waterbezwaar naar de omgeving te voorkomen. Bij het ontwerp wordt zoveel als mogelijk aangesloten op de maaiveldhoogten van de aangrenzende openbare ruimte alsmede bouwpeilen van omliggende bebouwing
- Om ongewenste effecten van hoge grondwaterstanden te voorkomen, worden voor de ontwateringsdiepte de waarden conform tabel 3.2 aangehouden
- Indien de ontwateringsdiepte niet wordt gehaald dient één of een combinatie van de volgende maatregelen toegepast te worden:
 - Ophoging maaiveld
 - Doorbreken eventueel aanwezige slecht doorlatende lagen
 - Verbetering ontwatering (drainage, oppervlaktewater)
 - Kruipruimteloos bouwen

4.1.2 Ontwerp bouw- en straatpeilen

Op basis van de uitgangspunten is een ontwerp gemaakt van de voorgestelde bouw- en straatpeilen.



Figuur 4.1 Ontwerp straat- en bouwpeilen in m NAP

Bij het ontwerp zijn de huidige terreinhoogten van de onder- en bovengrondse infrastructuur als vertrekpunt genomen voor het ontwerp. Het bouwpeil van de gebouwen is minimaal 20 cm hoger ontworpen dan de aangrenzende infrastructuur. De wadi's / greppels zijn verlaagd ingepast in het terrein. Het hemelwater loopt over de berm in de wadi's aan de oostzijde. Het water op de rijbaan wordt op één oor gelegd met een natuurlijke afwatering in de westelijke wadi's en greppels. Alleen in het zuidelijk deel van de nieuwe straat en het noordelijk deel van de bestaande weg (aan de achterzijde van de woningen aan de Lijsterstraat) is dat niet mogelijk en is een afwatering middels reguliere hemelwaterkolken voorzien.

4.1.3 Ophoging

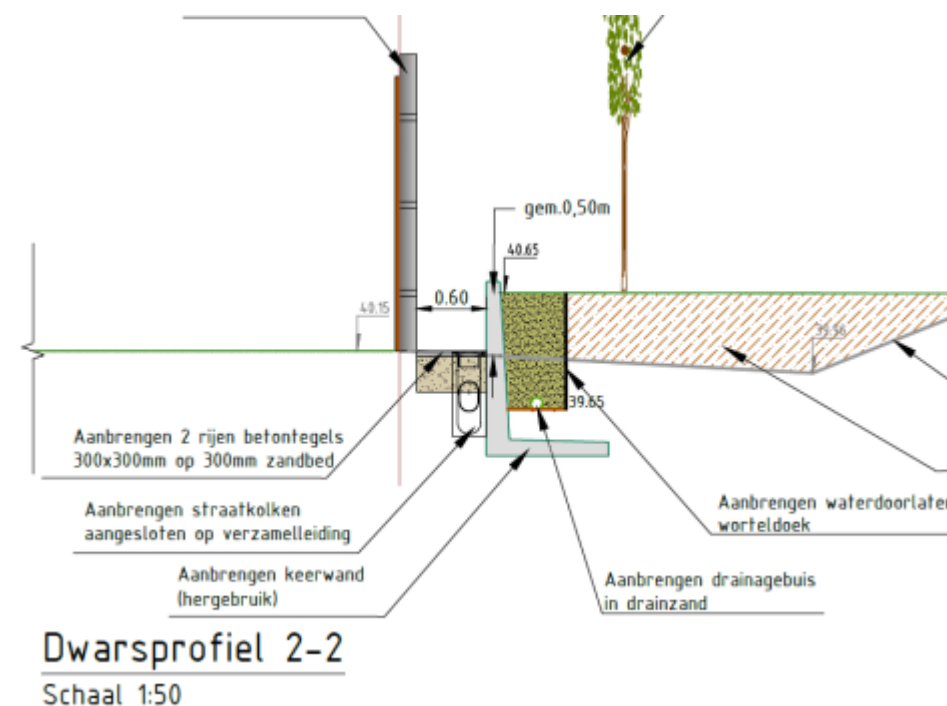
Met de voorgenomen indeling is ten opzichte van de bestaande maaiveldhoogte plaatselijk een zeer beperkte ophoging / verlaging noodzakelijk. De wadi's worden dieper aangelegd dan de huidige maaiveldhoogte.

4.1.4 Ontwatering

Op basis van de nieuwe straat- en bouwpeilen (ontwerp 04-07-2018) wordt ruimschoots voldaan aan de noodzakelijke ontwateringsdiepte:

- Oost vloerpeil 42,20 m NAP, RHG 39,70 m NAP -> ontwatering 2,5 m
- Noord vloerpeil 41,25 m NAP, RHG 39,70 m NAP -> ontwatering 1,4 m
- West vloerpeil 40,80 m NAP, RHG 39,50 m NAP -> ontwatering 1,1 m
- Ontsluitingsweg 40,60 m NAP, RHG 39,60 m NAP -> ontwatering 1,0 m

Ten aanzien van de tuinen aan de westzijde van het plangebied is voorzien in de toepassing van een keerwand (40,65 m NAP), waardoor een groot maaiveldhoogteverschil ontstaat met de zuidelijker gesitueerde woningen (maaiveldhoogte (40,1 à 40,2 m NAP). Zekerheidshalve is voor de ontwatering van de tuinen voorzien in een drainage op het niveau (39,65 m NAP). Ook is in het gangpad voorzien in een oppervlakkige afvoer van hemelwater met behulp van straatkolken.



Zodoende wordt eventuele grondwateroverlast en/of extra afvoer van hemelwater naar de lager gesitueerde kavels voorkomen.

4.1.5 Aandachtspunten bouw- en woonrijp maken

Gebleken is dat als gevolg van de huidige grondslag langdurig plasvorming kan ontstaan op het maaiveld. Bij het bouw- en woonrijp maken van de locatie kan dit effect als gevolg van verslapping (dichtrijden) van de bodem worden versterkt waardoor wateroverlast in tuinen kan ontstaan. In dat kader wordt geadviseerd om grondverbetering van de toplaag in de tuinen toe te passen (doorspitten na bouwfase).

4.2 Ontwerp droogweerafvoer (DWA)

4.2.1 Uitgangspunten

Voor het ontwerp van het DWA-rioleringssysteem worden de volgende specifieke uitgangspunten gehanteerd. Deze zijn ontleend aan de TOR van de gemeente Enschede. Afwijkingen of aanvullingen daarop zijn als zodanig aangegeven.

- Het bestaande riool blijft ongewijzigd gehandhaafd
- Met het oog op de reinigings- en inspectiemogelijkheden is de minimale diameter van de (kunststof) leidingen Ø250 mm
- Het bodemverhang is de eerste twee rioolstrengen (circa 100 m) minimaal 3 o/oo, bij voorkeur 5 o/oo. Daarna minimaal 2 o/oo, bij voorkeur 1: D[mm] (dus bij rond 300 mm buis een verhang van 1:300)
- Maximale afstand tussen de inspectieputten bedraagt 60 m
- Minimale dekking op de kruin van de buis van 1,0 m
- Bij sprongen in hoogte, diameterveranderingen of bij richtingsveranderingen een inspectieput toepassen (aanvulling op de TOR)
- Ligging leidingen, putten en andere stelselonderdelen in de openbare ruimte, bereikbaar voor onderhoud (aanvulling op de TOR)
- Maximale buisvulling onder normale afstromingscondities van 75 % (aanvulling op de TOR)
- Een minimale schuifspanning van 1 à 1,5 N/m² (aanvulling op de TOR)

4.2.2 Ontwerp

Het ontwerp van de droogweerafvoer is opgenomen in bijlage 2. Gezien het aanwezige gemeentelijke stelsel beperkt zich dit tot:

- Aanleg individuele huisaansluitingen vanaf erfgrens (ontstoppingsput met keerklep) tot bestaande gemengde riool van PVC Ø 125 mm, kleur grijs
- Maken inlaat op het vuilwaterriool door het boren van een gat en het aanbrengen van een knevelinlaat t.b.v. PVC Ø 125 mm

4.2.3 Afvalwaterhoeveelheden en buisvulling

Uitgangspunt is dat bij het dimensioneren van het aanwezige gemeentelijk stelsel rekening is gehouden met het toekomstig aansluiten van de nieuwe woningen.

4.3 Ontwerp hemelwaterafvoer (HWA)

4.3.1 Uitgangspunten

Het plangebied kenmerkt zich door twee verschillende situaties.

Bestaande woningen Lijsterstraat met nieuwe kavels 24 t/m 27.

In de bestaande situatie is achter de woningen Lijsterstraat huisnrs. 222 t/m 244 een ontsluitingsweg aanwezig. Deze weg maakt de woningen aan de achterzijde bereikbaar. Ook kan hier worden geparkeerd. De verharding en ook de daken van deze bestaande woningen zijn aangesloten op het gemeentelijke hemelwaterriool. Afvoer van het hemelwater op de verharding via kolken. In de nieuwe situatie zijn de woningen op de nieuwe kavels 24 t/m 27 ingepast (zie bijlage 2). Voor deze nieuwe woningen en óók de verharding achter de bestaande en nieuwe woningen wordt een nieuw hemelwatersysteem aangebracht.

Voor het ontwerp van het hemelwatersysteem (bergingsvoorzieningen) worden hier de volgende specifieke uitgangspunten gehanteerd.

- Het hemelwater van de nieuwe kavels verzamelen in een ondergrondse berging onder de verharding
- Het hemelwater op de ontsluitingsweg achter de woningen aan de Lijsterbesstraat wordt oppervlakkig (weg op één oor en oppervlakkige goten) via kolken afgevoerd naar de nieuwe berging
- Hemelwater op bestaande kavels Lijsterstraat huisnrs. 222 t/m 244 blijft ongewijzigd aangesloten op gemeentelijke hemelwaterriool
- Gezien de kans op (langdurig) accumulerend water in de ondergrond bij infiltratie (zonder afvoer) heeft het systeem een bergende en vertragende hemelwaterafvoerfunctie

Nieuwe kavels 1 t/m 23.

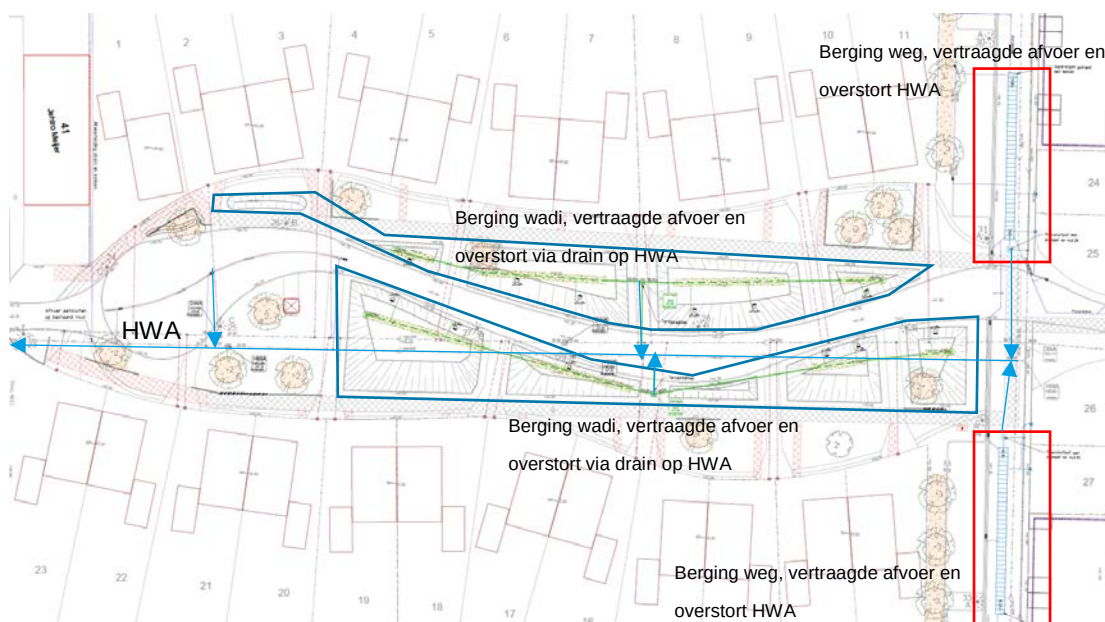
Betreft een nieuwe bergingsvoorzieningen voor de kavels 1 t/m 23 en de tussenliggende openbare ruimte. Voor het ontwerp van het hemelwatersysteem (bergingsvoorzieningen via een Wadi) worden hier de volgende specifieke uitgangspunten gehanteerd.

- Het hemelwater zal zoveel als mogelijk oppervlakkig afstromen naar de bergingsvoorzieningen
- Bij de wegen en woningen direct grenzend aan bergingsvoorzieningen zal het wegprofiel in de openbare ruimte op één oor worden gelegd, waardoor het hemelwater zonder voorzieningen af kan stromen naar de wadi
- Alle verharde oppervlakken voeren zonder verlies of vertraging af op de greppels en bergingsvoorzieningen
- De greppels en wadi's worden met elkaar verbonden door een verbindingsgoot. Bij voorkeur is dit een oppervlakkige goot. Indien noodzakelijk, bijvoorbeeld voor het verhang of in verband met passage door voetgangers of voertuigen, kan ook voor een verdiepte (lijn)goot worden gekozen

- Voor de wadi's worden de uitgangspunten aangehouden zoals die vermeld zijn in de TOR van de gemeente Enschede. Daarbij gaat het om onder meer:
 - a. Onder de wadi wordt een drain toegepast met een diameter van minimaal 120 mm
 - b. Het bovengrondse deel van de wadi kan via een slokop overstorten naar de drain onder de wadi
 - c. De waterdiepte in de wadi is maximaal 0,30 meter
 - d. Het minimale talud van de wadi bedraagt 1:3
- De minimale bodembreedte van de wadi is 0,50 meter in verband met het beheer en onderhoud
- Gezien de kans op (langdurig) accumulerend water in de ondergrond bij infiltratie (zonder afvoer) heeft het systeem een bergende en vertragende hemelwaterafvoerfunctie

4.3.2 Ontwerp bergingsvoorzieningen

Het ontwerp van de hemelwaterafvoer is weergegeven in onderstaande figuur 4.2. en in bijlage 2.



Figuur 4.2 Ontwerp hemelwaterafvoer

Achter de bestaande woningen Lijsterstraat en nieuwe kavels 24 t/m 27 wordt het hemelwater opgevangen in een bergingsvoorziening onder de weg. Overwogen is om de capaciteit van de wadi's in kavels 1 t/m 23 te vergroten en deze te gebruiken als berging, echter bleek dat qua verhang en capaciteit niet mogelijk. Aangezien infiltratie (zonder drainage) niet wenselijk is wordt de berging onder de weg slechts gebruikt als berging met een geknepen/vertraagde afvoer richting de bestaande hemelwaterafvoer. Daarnaast is een noodoverstortvoorziening aanwezig met rechtstreekse afvoer op de bestaande hemelwaterafvoer.

Bij de kabels 1 t/m 23 wateren de verharde oppervlakken rechtstreeks op de wadi's af, danwel indirect via greppels. Het maaiveld is hierbij zo ontworpen dat onder vrij verval oppervlakkige afstroming plaats kan vinden naar de wadi's. Gezien het maaiveldhoogteverloop aan de zuidzijde van het plangebied kon niet onder vrij verval worden aangesloten op de wadi's en is ervoor gekozen een relatief klein deel van de ontsluitingsweg direct aan te sluiten op het hemelwaterriool.

De wadi's worden uitgevoerd volgens de TOR 2017. In overleg met de gemeente Enschede en in afwijking van de TOR is plaatselijk sprake van een maximale waterhoogte van 0,5 m en is ook de diepte van de wadi en/of drainkoffer afwijkend gezien het enorme maaiveldhoogteverloop. Na benutting van de berging in de wadi's gaan de slokopkolken (40,45 m NAP west en 41,25 m NAP oost) in werking met een rechtstreekse afvoer op de grindkoffer onder de wadi. De grindkoffers onder de wadi's zijn onderling verbonden met elkaar en kunnen onder vrij verval met behulp van drainage (diepte 39,55 m NAP respectievelijk 40,00 m NAP) en hemelwaterafvoeren overstorten op de hemelwaterafvoerleiding (separate aansluiting van de oost- en westzijde van de wadi's met terugslagklep). De wadi's aan de oostzijde staan in verbinding met elkaar met behulp van een goot zodat bij volledige verzadiging van één wadi de berging in de andere wadi's benut kan worden.

4.3.3 Bergingsberekening kavels 24 t/m 27

Op basis het nieuwe ontwerp en de door ORBIS Engineering met gemeente Enschede afgestemde bergingseis (20 mm) is de bergingsopgave voor dit gebied berekend.

Tabel 4.1 Overzicht verhard en onverhard oppervlak kavels 24 t/m 27

	Huidig	Toekomstig	Vershil
Groen openbaar	1420	420	-1000
Verharding openbaar	780	780	0
Kavels:			
- Bebouwd (4 woningen x 85 m ²)	0	340	+340
- Verhard*	0	360	+360
- Groen**	0	300	+300
<u>Verhard oppervlak</u>	<u>780</u>	<u>1480</u>	<u>+700</u>
<u>Onverhard oppervlak</u>	<u>1420</u>	<u>720</u>	<u>-700</u>
Totaal	2200	2200	0

* Verhard oppervlak op kavels, 70 % netto oppervlak- dakoppervlak

** Groen op kavels, 30 % netto oppervlak

*Tabel 4.2 Overzicht bergingsopgave kavels 24 t/m 27*

	Toekomstig	Eenheid
<u>Verhard oppervlak</u>	1480	m ²
<i>Te realiseren berging</i>		
Bergingseis: 20 mm.	30	m ³
Totaal te realiseren berging	30	m ³

Voorgesteld wordt om een ondergrondse berging te maken van kratten.



Voorbeeld de Q-Bic van WAVIN. Materiaal: PP, kleur blauw

Afm. lengte x breedte x hoogte: 1200 mm x 600 mm x 600 mm

Netto inhoud: 410 liter

Totaal benodigd: 74 elementen in twee delen van elk 37 kratten.

Achter de woningen Lijsterstraat 222 t/m 228 en nieuwe kavels 24 en 25 worden de kratten aangebracht met de bodem op 39,6 m NAP (net boven RHG), waarbij via een knijpconstructie op de bodem van de voorziening een vertraagde afvoer (2,4 l/s/ha) plaatsvindt naar het hemelwaterriool. Overwogen is deze geknepen afvoer te realiseren naar de westelijke wadi echter bleek dit qua hoogte niet mogelijk. Via een overstortput met drempel op 40,2 m NAP wordt eveneens een noodoverstortleiding aangebracht naar het bestaande hemelwaterriool.

Achter de woningen Lijsterstraat 230 t/m 238 en nieuwe kavels 26 en 27 worden de kratten aangebracht met de bodem op 40,25 m NAP, waarbij via een knijpconstructie op de bodem van de voorziening een vertraagde afvoer een geknepen afvoer (2,4 l/s/ha) plaatsvindt naar het hemelwaterriool. Overwogen is deze geknepen afvoer te realiseren naar de oostelijke wadi echter bleek dit qua hoogte niet mogelijk. Via een overstortput met drempel op 40,95 m NAP wordt een noodoverstortleiding aangebracht naar het bestaande hemelwaterriool.

De totale inhoud van de kratten voor kavels 24 t/m 27 bedraagt 30 m³ en voldoet daarmee aan de bergingseis van 20 mm.



4.3.4 Bergingsberekening kabels 1 t/m 23

Op basis het nieuwe ontwerp en de door ORBIS Engineering met gemeente Enschede afgestemde bergingseis (20 mm) is de bergingsopgave voor dit gebied berekend.

Tabel 4.3 Overzicht verhard en onverhard oppervlak kavels 1 t/m 23

	Huidig	Toekomstig	Vershil
Groen openbaar	12000	2630	-9370
Verharding openbaar	0	1380	+1380
Kavels: (totaal 7.990 m2)			
- Bebouwd (23 woningen)	0	1960	+1960
- Verhard*	0	3630	+3630
- Groen**	0	2400	+2400
<u>Verhard oppervlak</u>	<u>0</u>	<u>6970</u>	<u>+6970</u>
<u>Onverhard oppervlak</u>	<u>12000</u>	<u>5030</u>	<u>-6970</u>
Totaal	12000	12000	0

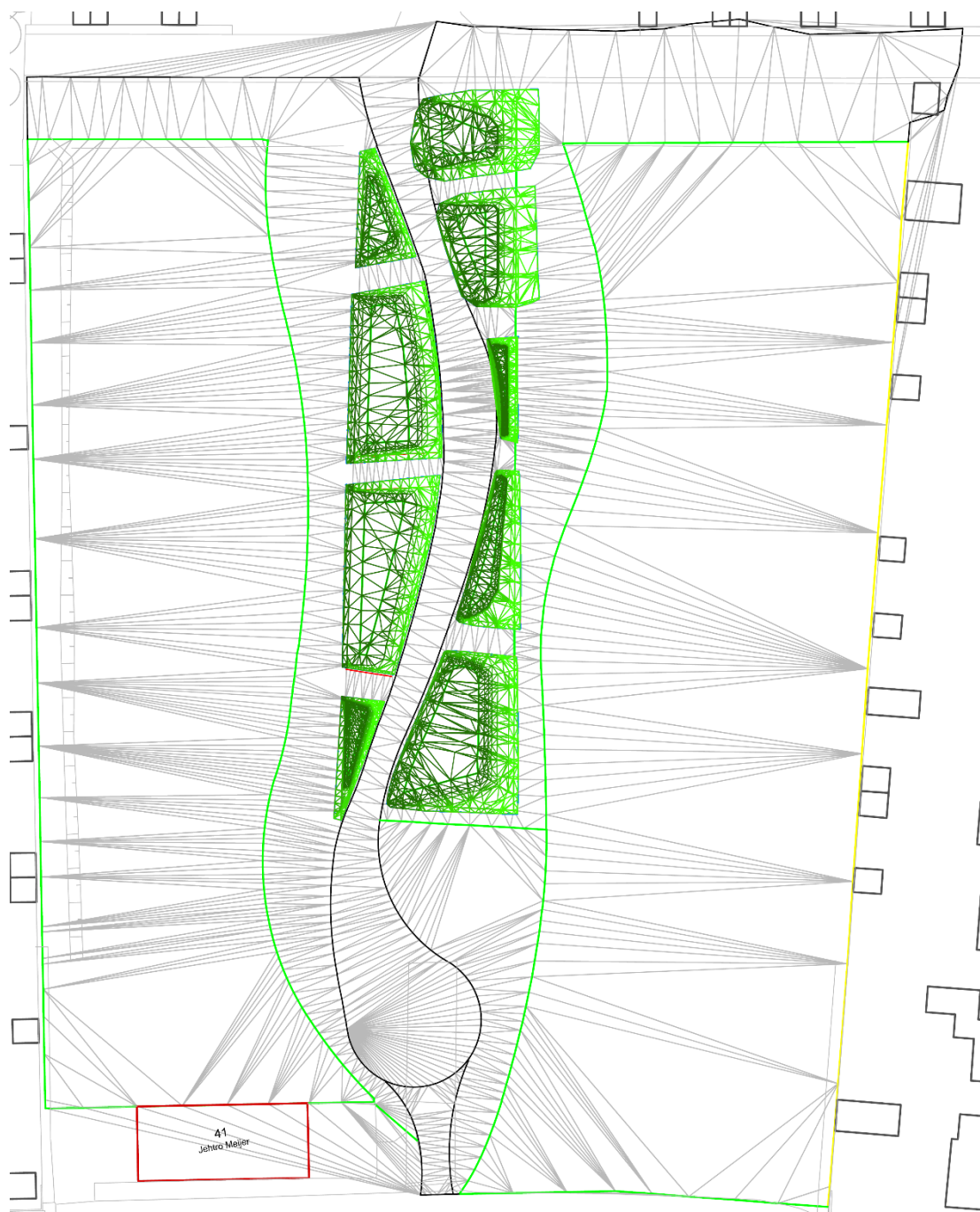
* Verhard oppervlak op kavels, 70 % netto oppervlak- dakoppervlak

** Groen op kavels, 30 % netto oppervlak

Tabel 4.4 Overzicht bergingsopgave kavels 1 t/m 23

	Toekomstig	Eenheid
<u>Verhard oppervlak</u>	<u>6970</u>	m ²
<i>Te realiseren berging</i>		
Bergingseis: 20 mm.	139	m ³
Totaal te realiseren berging	139	m ³

Om de inhoud te bepalen van de geplande wadi's heeft ORBIS engineering een berekening uitgevoerd gebruik makend van een 3D-model. Op de volgende pagina's zijn de resultaten van deze berekening weergegeven, waarbij de inhoud van de wadi is berekend tot aan het niveau van de slok-op.



Figuur 4.3 3D-model berging



Resultaat berekening van de inhoud (Fill) tot aan slokopniveau volgens het 3D-model:

Cut/Fill Report

Generated: 2018-09-21 10:29:35

By user: o.kazachkov

Drawing:

P:\2171081 TSV Enschede BRM WRM Roombekerveld\2. EMVI UAV-GC en ONTWERP\2.6 Berekeningen\Nieuw model\P:\2171081 TSV Enschede BRM WRM Roombekerveld\2. EMVI UAV-GC en ONTWERP\2.6 Berekeningen\Nieuw model\2171081-3D volume wadi's.dwg

Volume Summary							
Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
volume1	full	1.000	1.000	60.45	17.81	3.06	14.75<Cut>
volume2	full	1.000	1.000	207.26	30.26	36.01	5.75<Fill>
volume3	full	1.000	1.000	199.91	30.11	31.15	1.04<Fill>
volume4	full	1.000	1.000	43.56	7.18	0.98	6.21<Cut>
volume5	full	1.000	1.000	140.39	36.46	14.23	22.23<Cut>
volume6	full	1.000	1.000	139.64	42.36	14.78	27.58<Cut>
volume7	full	1.000	1.000	33.61	6.22	0.28	5.94<Cut>
volume8	full	1.000	1.000	95.88	24.45	5.99	18.46<Cut>
volume9	full	1.000	1.000	230.64	53.69	41.38	12.31<Cut>

Totals				
	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
Total	1151.34	248.55	147.86	100.68<Cut>

* Value adjusted by cut or fill factor other than 1.0

Figuur 4.4 Rapport volumeberekening 3D-model berging

De totale inhoud van de wadi's voor kavels 1 t/m 23 tot aan niveau van de slokop is 147 m³ en voldoet daarmee aan de bergingseis van 20 mm.

4.3.5 Functioneren bij extreme neerslag

Het bovenstaande ontwerp gaat uit van een hoeveelheid neerslag van 20 mm die geborgen kan worden. Deze hoeveelheid neerslag komt overeen met een bui die eenmaal per twee jaar voorkomt. Als het harder regent, dan vindt via de slokop's en/of overstortput van de kratten een overstort plaats naar het hemelwaterriool.

Om na te gaan wat er bij extreme neerslag kan gebeuren, is een situatie beschouwd waarbij er een bui valt waarbij geen afvoer plaatsvindt naar het hemelwaterriool, dus alles moet in het gebied geborgen worden. Met een 3D model is de maximale berging in het maaiveld gemodelleerd met als uitgangspunt dat het water niet op de kavels komt (maximaal waterpeil dus 40,60 m NAP). In dit geval kan het water dus maximaal tot 20 cm onder het vloerpeil komen te staan bij de woningen aan de westzijde. In onderstaande figuur is de situatie bij een waterpeil van 40,6 m NAP weergegeven.



Figuur 4.4 Situatie bij waterpeil 40.60+ NAP

In deze situatie kan er in totaal 574 m³ geborgen worden. Met een verhard oppervlak van 8.450 m² (inclusief overtollige afvoer noordelijke kavels) zal een bui tot 68 mm neerslag in 1 uur tijd geborgen kunnen worden (dit is meer dan bij T=100 optreedt). Bij meer neerslag zal het waterpeil stijgen totdat het niveau van 40,7 m NAP wordt bereikt.

Omdat het gebied iets afloopt richting het zuidwesten, zal het hemelwater bij zeer extreme buien ook die richting op gaan stromen. Vanaf een niveau van 40,7 m NAP zal het hemelwater vanuit het gebied weglopen naar het zuidelijk gelegen terrein. Om in dat geval wateroverlast te voorkomen kan overwogen worden om sleuwendeksel plaatsen op de putrand van het bestaande hemelwaterriool (185295 kan afgewerkt worden op 40,65 m NAP).



Met andere woorden: tot een bui van ruim 70 mm wordt kan het hemelwater in het gebied worden geborgen zonder schade aan woningen, daarna loopt het meerdere weg via het zuidwesten naar buiten het plangebied.

4.4 Samenvatting ontwerp

Een overzicht van het ontwerp is opgenomen in bijlage 2.



Bijlage 1 Uitgangspunten waterstructuur

Beleid gemeente Enschede

Het beleid van de gemeente Enschede ten aanzien van water is opgenomen in het gemeentelijk rioleringsplan 2016-2020 en de Watervisie Enschede 2013 – 2025.

Het gemeentelijke rioleringsplan richt zich op de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater, de inzameling en de verwerking van hemelwater en het voorkomen of beperken van nadelige gevolgen van de grondwaterstand. Het gaat hier om de afstemming tussen initiatieven, maatregelen en activiteiten aan het riool en aan de (inrichting van de) buitenruimte.

De watervisie geeft aan alle (ruimtelijke) projecten de volgende opdracht mee:

1. Daar waar het kan is het regenwater afgekoppeld van het gemengde riool
2. De beleving van groene en blauwe kwaliteit versterken door water zichtbaar te maken
3. Buitenruimte wordt zoveel mogelijk benut voor het opvangen van extreme neerslag
4. Lasten beheersbaar
5. Bewoners en ondernemers van Enschede gaan bewuster met water om en zijn meer betrokken bij de watervoorzieningen in de stad
6. De waterpartners zorgen samen voor een goede waterkwaliteit en –kwantiteit

Beleid Waterschap Vechtstromen

Het beleid van de Waterschap Vechtstromen (en Rijn-oost waterschappen) is op hoofdlijnen genomen in de nota Water Raakt. Hierin is aangegeven dat het een maatschappelijk belang is dat water in stedelijk gebied op orde is en blijft, dat inwoners het water kunnen beleven en ervan kunnen genieten, en dat er nu en in de toekomst droge voeten behouden worden. De stedelijke wateropgaven zijn opgaven waarvoor niet één partij de sleutel in handen heeft. De waterschappen hebben hier een rol in, maar doen dit in nauwe samenspraak met gemeenten, corporaties, belangengroepen, private partijen en inwoners. Waar mogelijk worden wateropgaven gekoppeld aan plannen en projecten van andere partijen in de stad. Samenwerken is een voorwaarde om ambities te realiseren.

Ten aanzien van de klimaatverandering wil het Waterschap in het stedelijk watersysteem rekening houden met meer extreme buien en langere periodes van droogte en hitte. Dit heeft zowel effect op de waterkwantiteit als de waterkwaliteit van het stedelijk water. Een belangrijke maatregel betreft het afwisselen van bebouwde gebieden met groenblauwe zones.



Regenwater wordt door het waterschap vanuit het alom bekende principe 'vasthouden-bergen-afvoeren' benadert. Infiltratie van water in de bodem zorgt voor aanvulling van het grondwater ter plekke en langzaam afvoeren naar het regionale watersysteem. Samen met gemeenten wil het waterschap de zogenaamde 'verstening' van tuinen tegengaan door gerichte communicatie.

Het waterschap wil gezamenlijk met de gemeente het stedelijk water meer zichtbaar maken en zo bijdragen aan de ruimtelijke kwaliteit van de openbare ruimte én aan de bewustwording en/of beleving van inwoners. Bij het zichtbaar maken van water is vroegtijdige betrokkenheid van het waterschap cruciaal voor succes.

Hemelwater en wateropgave

Uitgangspunt in het beleid van zowel gemeente als waterschap is het voorkomen van wateroverlast, ook bij hevige buien. In het gemeentelijk rioleringsplan (GRP) is als beleidsuitgangspunt vastgelegd dat in bestaand stedelijk gebied hemelwater zo min mogelijk wordt afgevoerd via de riolering en in het buitengebied hemelwater niet wordt afgevoerd via de riolering. Bij een toename van verhard oppervlak komt meer hemelwater versneld tot afvoer, hierop is het oppervlaktewatersysteem niet berekend. Het extra afstromend hemelwater moet op eigen terrein worden verwerkt. Indien dit aantoonbaar niet op doelmatige wijze mogelijk is, mag het hemelwater vertraagd worden afgevoerd naar een aanwezige greppel, oppervlaktewater of ander afwateringssysteem in de nabije omgeving. Hiervoor is het nodig het hemelwater tijdelijk op eigen terrein te bergen, zodat het vertraagd kan worden afgevoerd naar voorzieningen in de openbare ruimte. De tijdelijke bergingsopgave bedraagt in het bestaand stedelijk gebied tenminste 20 millimeter, oftewel 20 liter per vierkante meter verhard oppervlak. In het buitengebied en bij uitbreiding van bebouwd oppervlak in bestaand stedelijk gebied bedraagt de tijdelijke bergingsopgave tenminste 40 millimeter, oftewel 40 liter per vierkante meter verhard oppervlak. Om een goede en doelmatige afvoer naar voorzieningen in de openbare ruimte te kunnen garanderen hanteert het waterschap Vechtstromen een maximum norm van 2,4 liter per seconde per hectare. Alleen wanneer het redelijkerwijs niet mogelijk is om op eigen terrein op doelmatige wijze hemelwater te bergen kan dit (deels) in de openbare ruimte worden gerealiseerd. Vervuiling van hemelwater dient zoveel mogelijk voorkomen te worden door geen uitlogende bouwmaterialen te gebruiken.

Het hemelwater binnen het plangebied wordt zoveel mogelijk zichtbaar en oppervlakkig afgevoerd. Oppervlakkige afvoer heeft de voorkeur boven afvoer door buizen, vanwege het grotere risico op ongewenst lozingsgedrag en foutieve aansluitingen van buizen. Binnen het plangebied wordt geen hemelwater aangesloten op het vuilwaterriool.

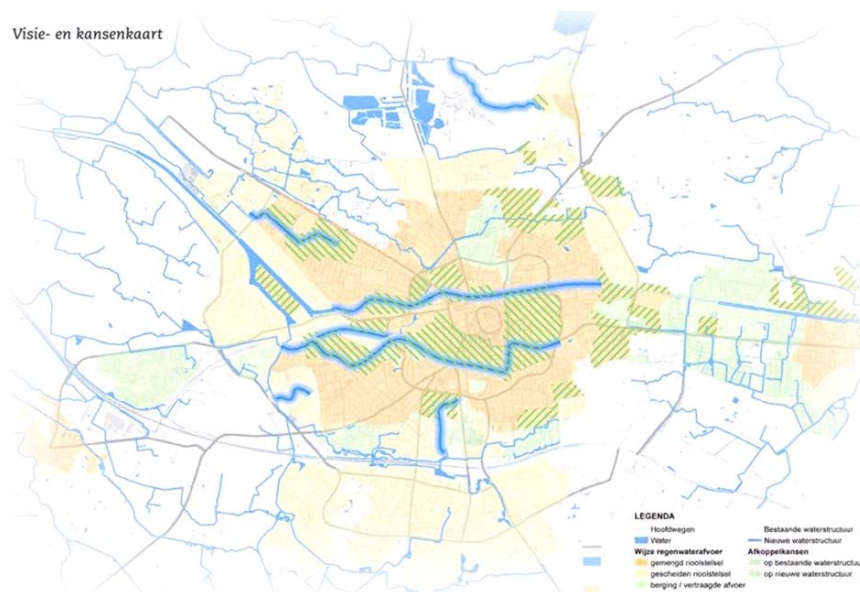
Afvalwater

Uitgangspunt in het gemeentelijk beleid voor de waterhuishouding is dat het ontstaan van afvalwater wordt beperkt. In nieuwe situaties (nieuwbouw, herontwikkeling) wordt uitgegaan van een volledig gescheiden systeem wat betekent dat het hemelwater in een eigen afvoerstelsel volledig gescheiden van het afvalwater (huishoudwater en eventueel bedrijfsafvalwater) wordt verwerkt. Het afvalwater van het plangebied wordt waar mogelijk onder vrij verval afgevoerd om de inzet van technische middelen (stuwen, pompgemalen, en dergelijke) te voorkomen. De gemeente zorgt er voor dat het afvalwater vanaf de perceelsgrens wordt getransporteerd naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie van het waterschap Vechtstromen.

Oppervlaktewater

Uitgangspunt in het gemeentelijk beleid voor de waterhuishouding bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen is dat bestaand oppervlaktewater (sloten en vijvers) gehandhaafd blijft. Bij de herinrichting van het oppervlaktewatersysteem zijn de benodigde afvoercapaciteit, de streefbeeld en de kwaliteitsdoelstellingen van het waterschap Vechtstromen en de gemeente Enschede leidend. Het oppervlaktewater wordt liefst op fraaie wijze geïntegreerd in het stedenbouwkundig plan, zodanig dat het water beleefd kan worden en goed te beheren is. Eventueel nieuw oppervlaktewater mag geen permanente verlaging van de grondwaterstand veroorzaken, tenzij dit oppervlaktewater mede als doel heeft grondwateroverlast in bestaand stedelijk gebied te beperken. De aanleghoogte van nieuw oppervlaktewater dient zodanig te zijn dat de overstromingskans vanuit oppervlaktewater beperkt wordt tot eens per 100 jaar ($T=100$). Bij ontwikkelingen nabij watergangen geeft het waterschap Vechtstromen een aanleghoogte advies.

Daarnaast moet worden aangesloten bij het tracé van de aan te leggen stadsbeken zoals opgenomen in de watervisie (2013-2025) die is opgesteld in door gemeente, waterschap, woningbouwcorporaties en onderzoeksinstellingen.





Grondwater en ontwatering

In de Waterwet is vastgelegd dat perceeleeigenaren zelf verantwoordelijk zijn voor het grondwater/de grondwaterregulering op hun perceel. De ontwatering van een perceel is afhankelijk van het gebruik van de grond. Onder ontwatering wordt verstaan: het verschil tussen het peil van de weg of van de bebouwing en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG). Om ongewenste effecten van hoge grondwaterstanden te voorkomen wordt geadviseerd de in onderstaande tabel genoemde ontwateringshoogtes aan te houden.

Grondgebruik Ontwatering (m – GHG)

Primaire wegen	0,7
Secundaire wegen en erfontsluitingswegen	0,5
Bouwwerken met kruipruimten	0,7
Bouwwerken zonder kruipruimten	0,5
Groen	0,5

De gemeente zorgt in voorkomende gevallen in de openbare ruimte voor passende en doelmatige maatregelen indien er in een gebied sprake is van structureel nadelige gevolgen door de grondwaterstand (risicogestuurd beheer) en de te treffen maatregelen niet tot de zorg van de provincie of het waterschap behoren.

Vanuit het waterschap is de ambitie om grondwaterneutraal te bouwen: de hoeveelheid grondwater die uit het plangebied wordt afgevoerd mag niet groter zijn dan in de huidige situatie. Grondwaterneutraal wordt gerealiseerd door toekomstige straat- en bouwpeilen af te stemmen op de huidige grondwaterstanden. Een mogelijke maatregel is het ophogen van het maaiveld zodat de gewenste ontwateringdiepte samenvalt met de gemiddeld hoogste grondwaterstand. Deze maatregel heeft als voordeel dat daarmee de mogelijkheden om in drogere periodes water in de bodem op te slaan, toeneemt. Bij de ophoging van het terrein dient de natuurlijke helling van het gebied zoveel mogelijk te worden gevolgd zonder dat hierbij lokale lage punten worden gecreëerd met wateroverlast tot gevolg.

Afwatering

De nieuwe straatpeilen van het plangebied dienen dusdanig ontworpen te worden zodat er wordt aangesloten op de plaatselijke structuren (bebouwing, infrastructuur, enzovoorts). Voorkomen moet worden dat het hemelwater vanaf het plangebied afstroomt richting de bestaande tuinen van de omliggende lager gelegen woningen en hierdoor wateroverlast ontstaat.

Om op perceelsniveau te kunnen voorkomen dat afstromend regenwater problemen veroorzaakt gelden de volgende advieswaarden voor peilhoogtes:

- Het vloerpeil minimaal 0,20 m boven straatpeil (kruin van de weg ten opzichte van toegang ter plaatse)
- Het perceel vlak of richting de weg af laten lopen
- De maaiveldpeilen en vloerpeilen van de verschillende percelen op elkaar afstemmen



Waterkwaliteit. schoon houden wat schoon is

De inrichting van het plangebied moet zo worden gekozen dat vervuiling van schoon water wordt voorkomen en waar mogelijk wordt verbeterd. Waardevol en/of schoon water mag dus niet belast worden met (schadelijke) verontreinigingen. Hierbij kan gedacht worden aan het schoon houden van het grondwater door hemelwater gecontroleerd via een daarvoor ontworpen bodempassage te leiden.

Vervuiling van het afstromende hemelwater is niet te verwachten. Het water uit het plangebied wordt geloosd op een bergingsvoorziening met een overstortvoorziening op het bestaande oppervlaktewater. De bergingsvoorzieningen worden zo ingericht dat deze ook een filterende werking heeft waardoor ook geen negatieve effecten op de oppervlaktewaterkwaliteit zijn te verwachten.



Tauw

Kenmerk

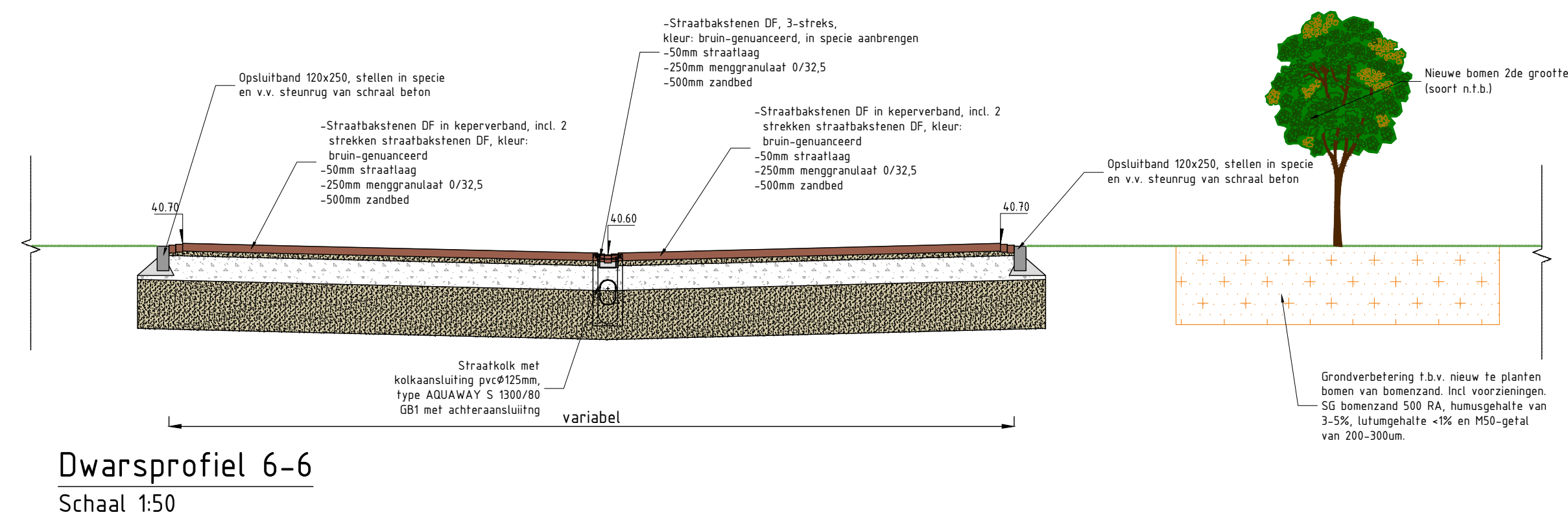
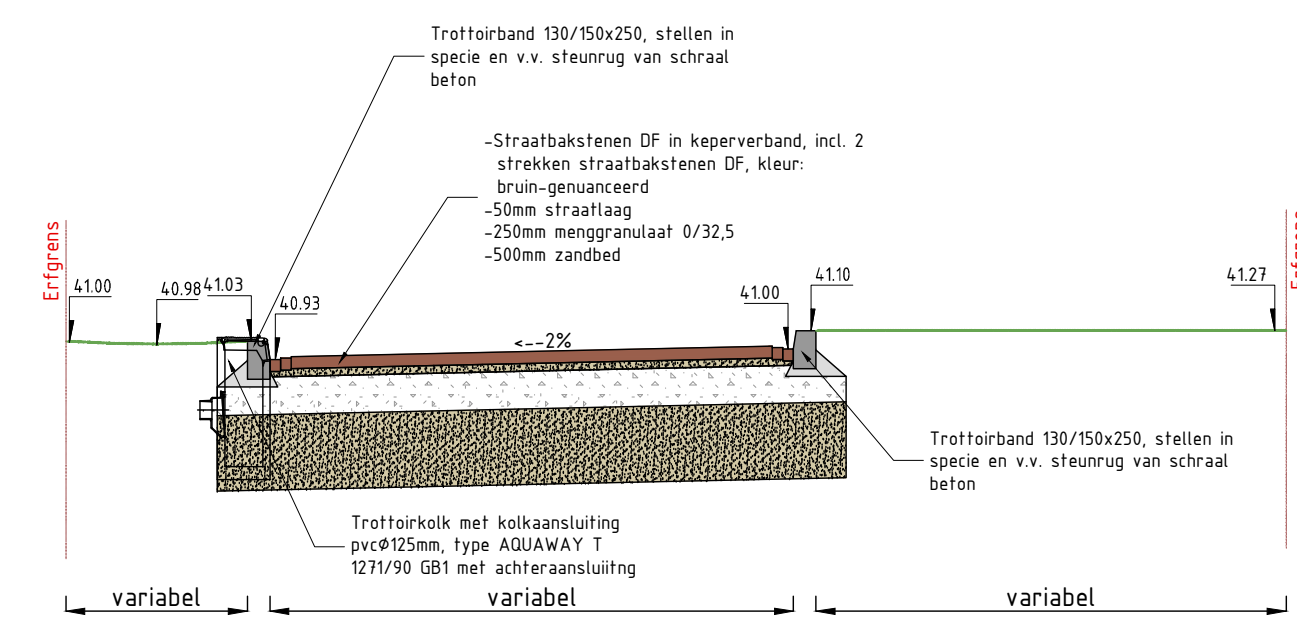
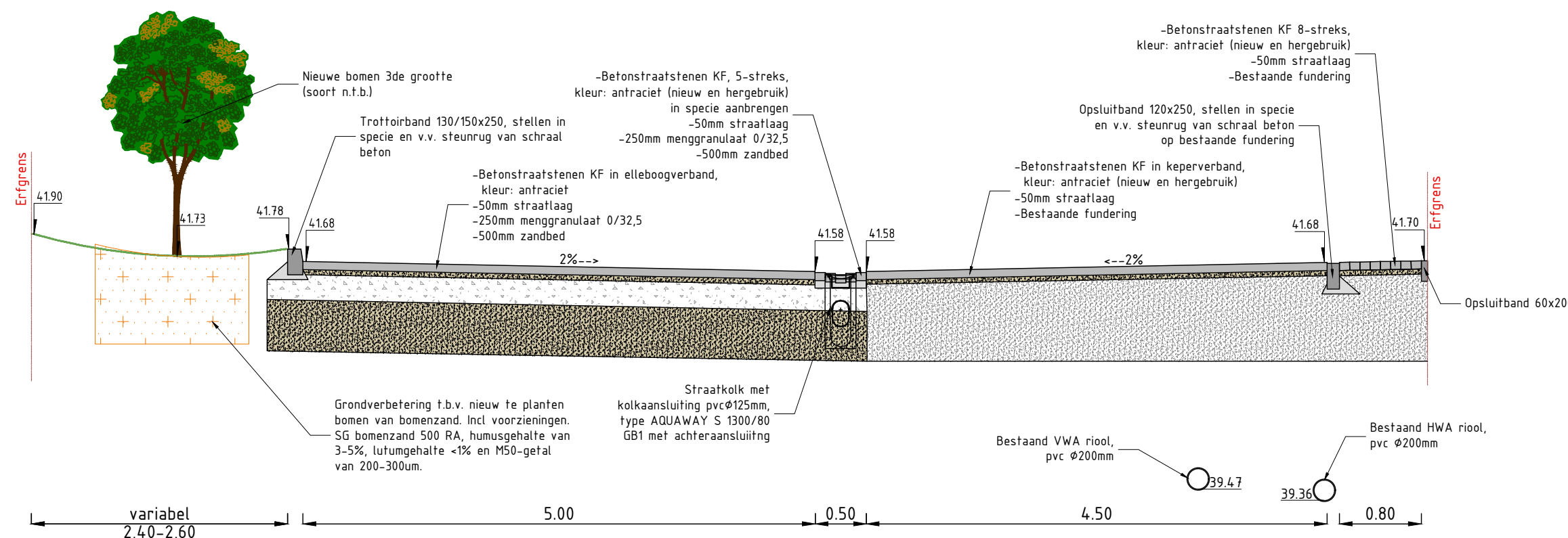
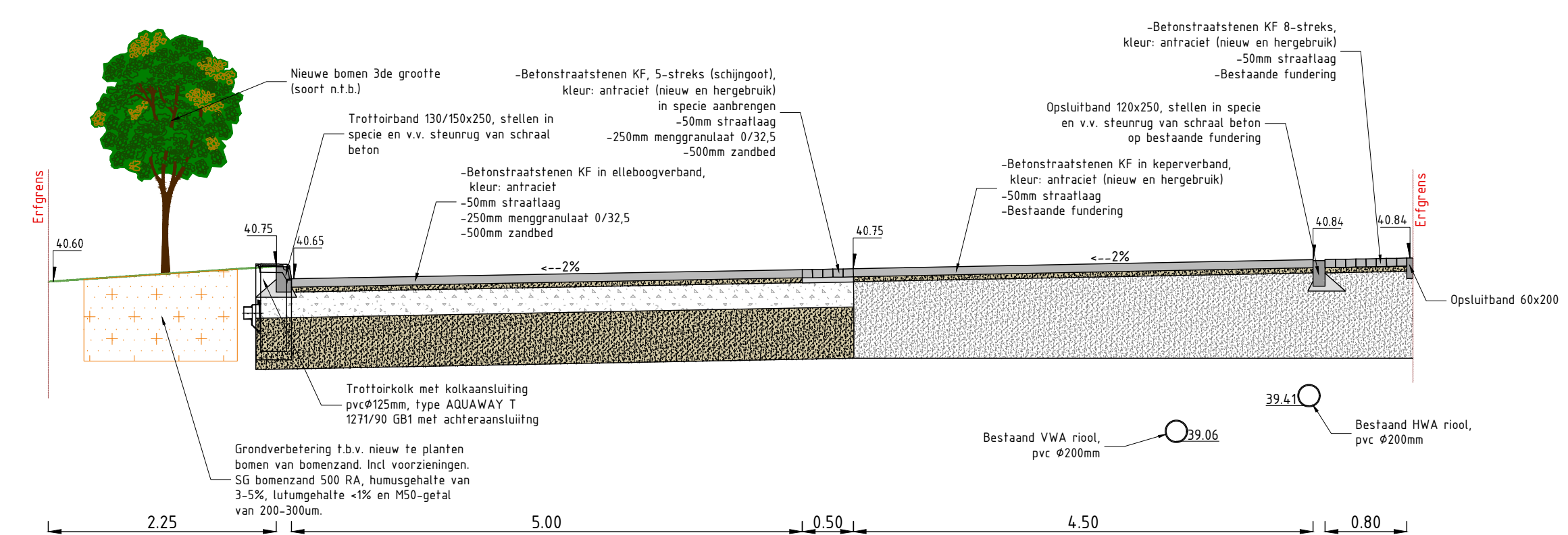
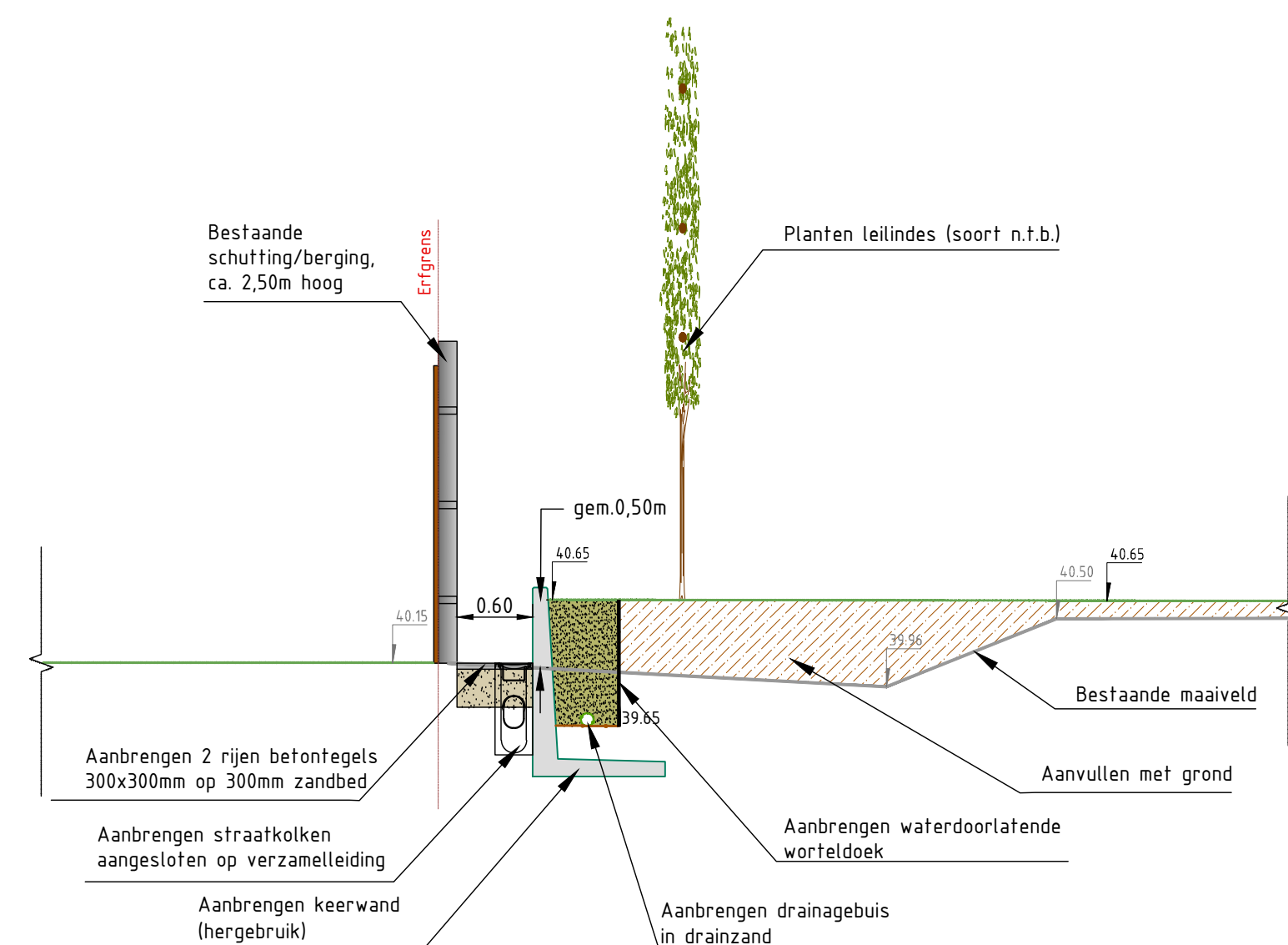
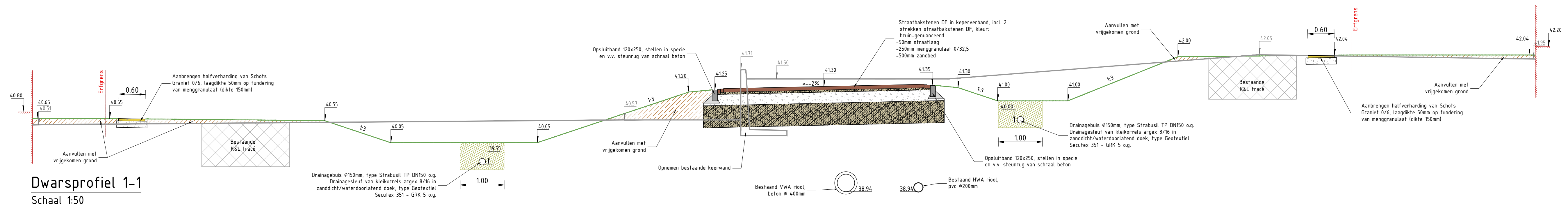
R001-1265998STE-V01-srb-NL

Bijlage 2

Ontwerptekeningen waterhuishouding







Alle hoogte maten t.o.v. NAP(in meters) en lengtematen in meters tenzij anders is aangegeven

DEFINITIEF

Project:	Roombekerveld		
Onderdeel:	Dwarsprofielen		
Opdrachtgever:	Ter Steege vastgoed BV		
datum:	formaat:	projectnummer:	befandsnaam:
06-04-2018	A1	2171081	2171081-50 Nieuwe situatie.dwg
schaal:	tekeningnr.		bl.adnr.
1:50	56		1/1
c	26-10-2018	OK	CdV b.o.k. drainagebuizen toegevoegd
b	13-04-2018	OK	CdV diverse wijzigingen
a	06-04-2008	OK	CdV eerste uitgave
wijz. datum	getek.	gecon.	omschrijving



Waterpeil op 40.60+ NAP
Volume 396m3

Wadi 5
Volume 72m3

Wadi 4
Volume 25m3

Wadi 3
Volume 5m3

Wadi 2
Volume 39m3

Wadi 1
Volume 37m3



Bijlage 3

Situatietekening boorpunten



- Boring
- ⊗ Boring gestaakt
- Meetpunt
- Klic83095
- Gebouwen



Opdrachtgever ORBIS Engineering	Schaal 1 : 500	Status Definitief
Project Geohydrologisch onderzoek Roombekerveld	Formaat A3 297x420	Projectnummer 1250100
Onderdeel	Dat. 3.5.2017 17:18	Tekeningnummer P00003
	Getek. TEGSIS	
	Gec. STE	

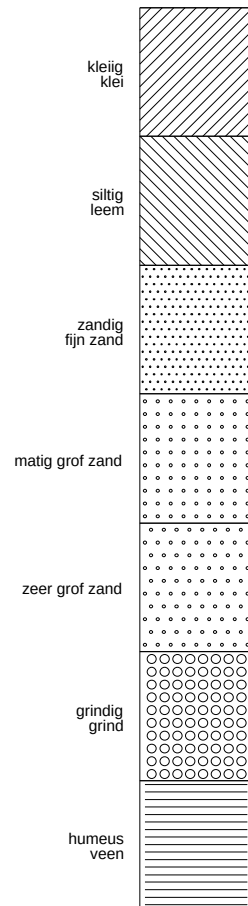


Bijlage 4

Boorstaten en doorlatendheidsmetingen

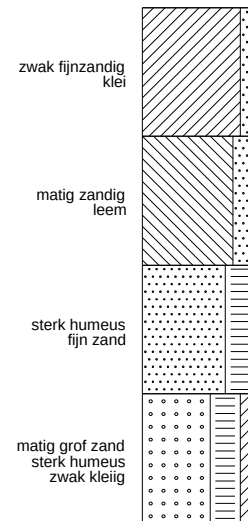
Legenda boorprofielen

1 01-01-2013

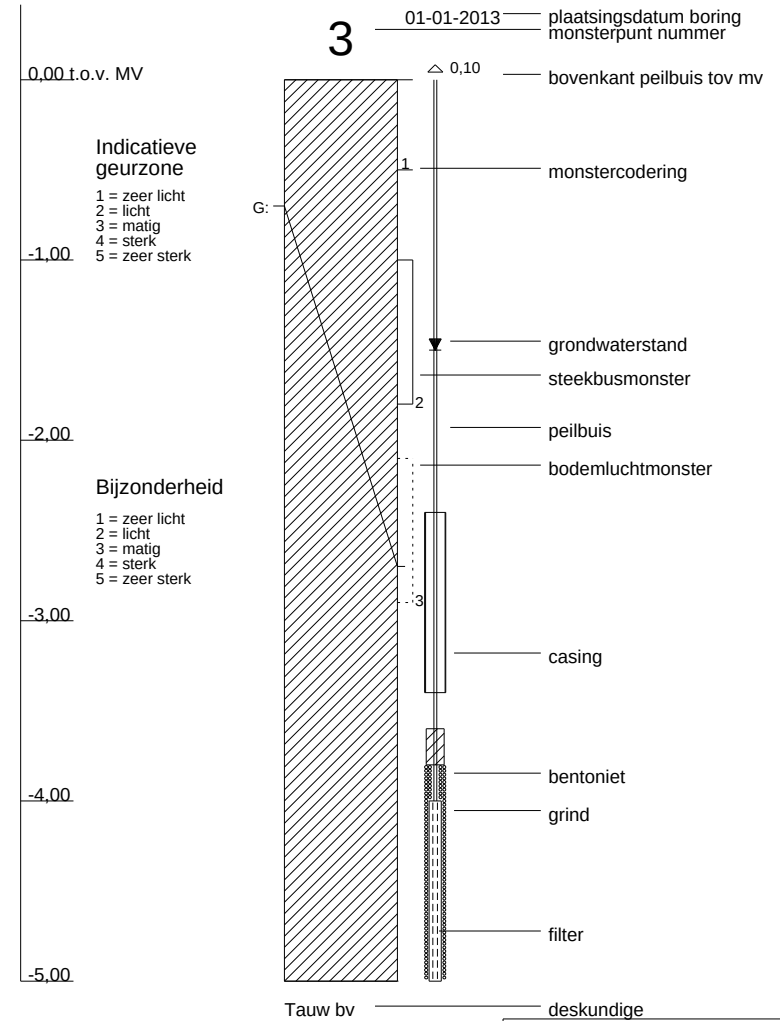


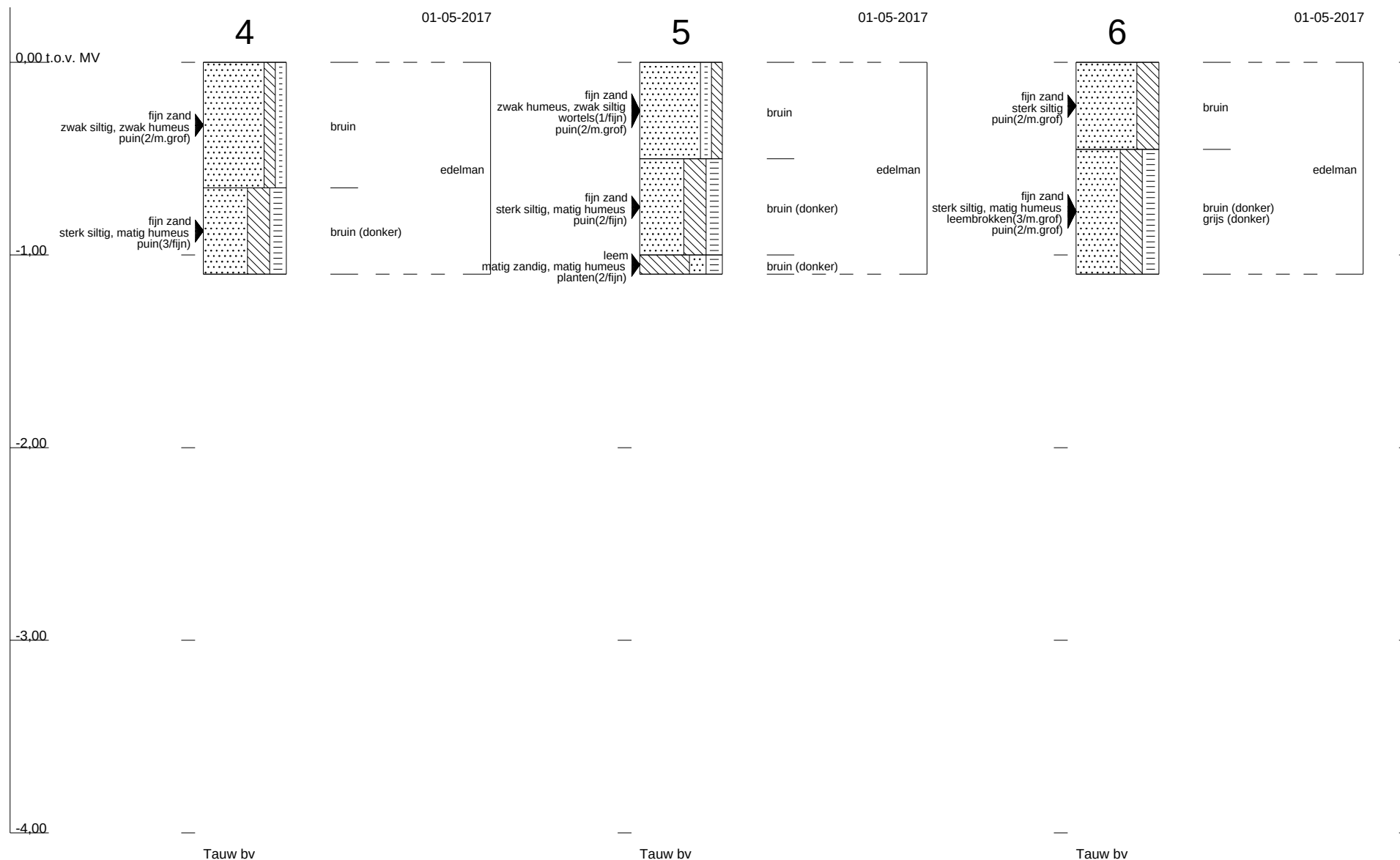
Tauw bv

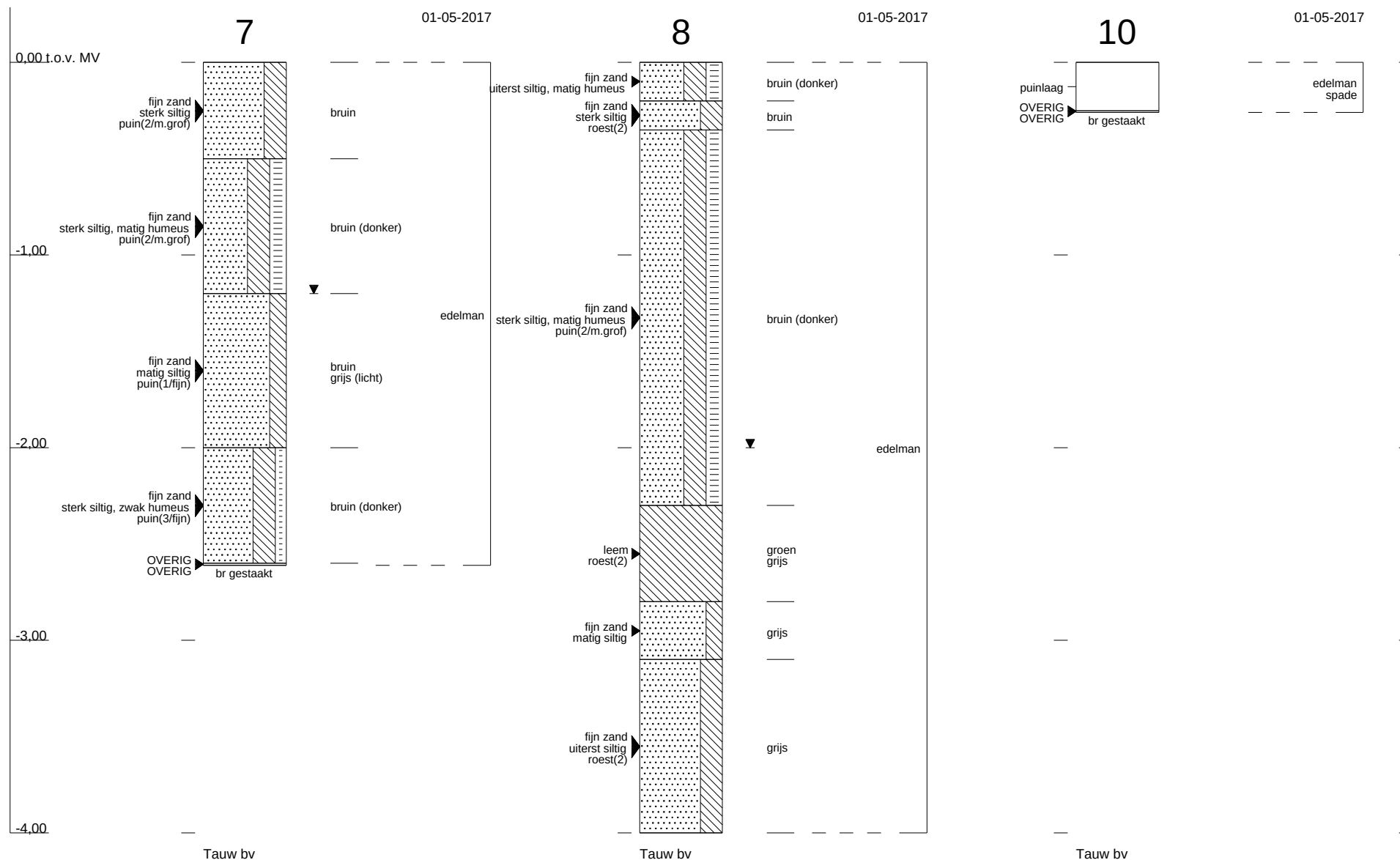
2 01-01-2013

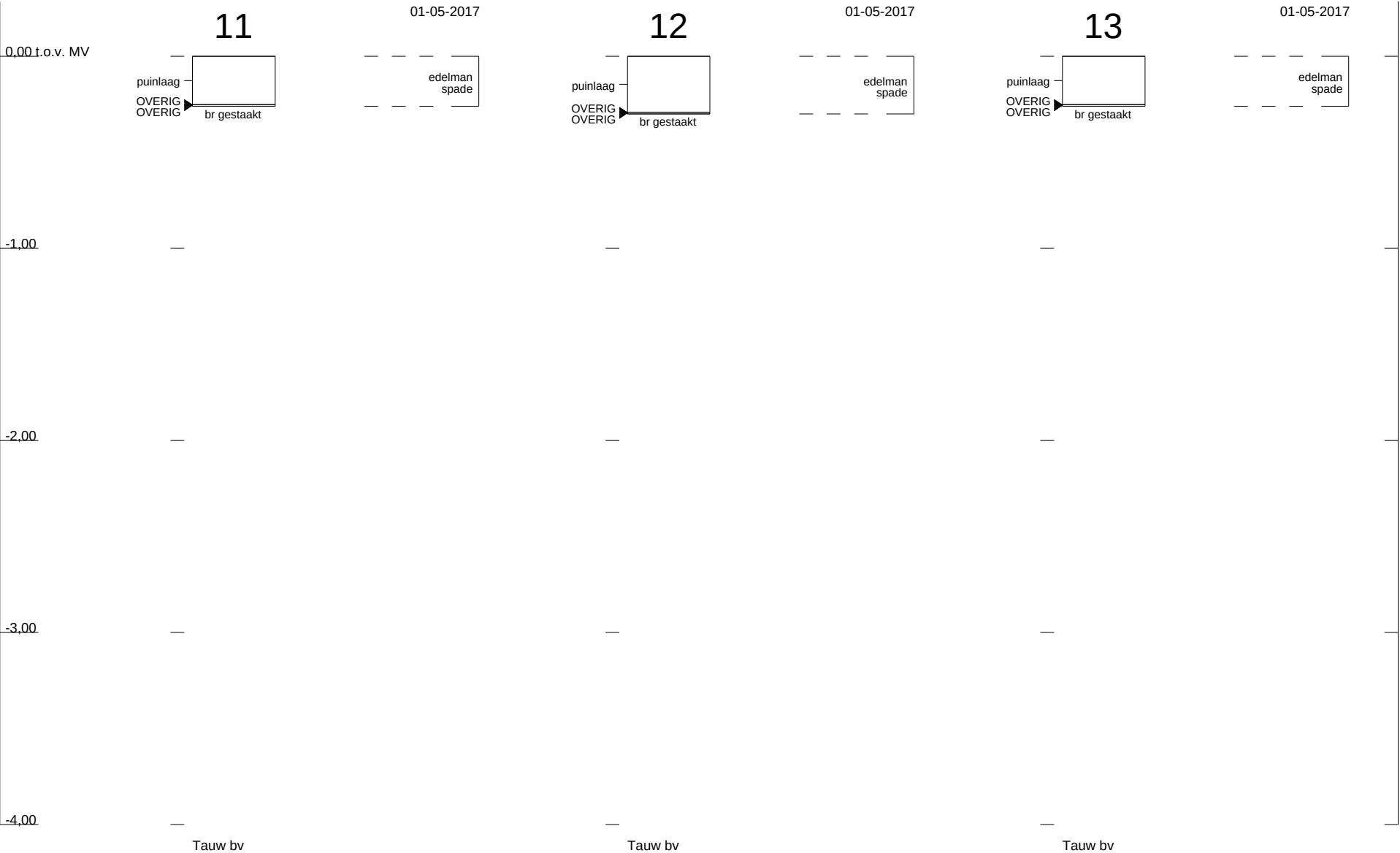


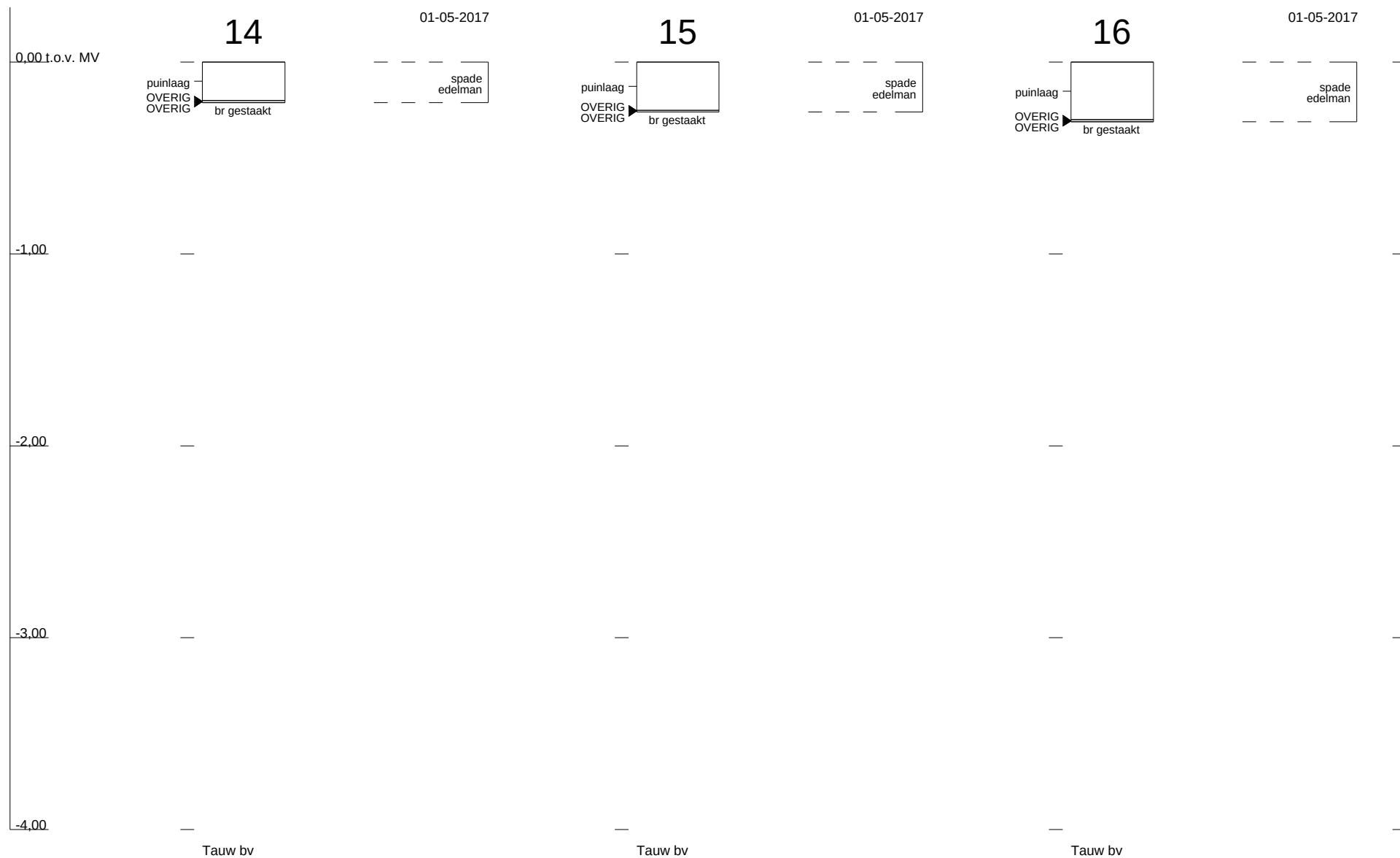
Tauw bv













Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

Administratieve gegevens

project	<=	Roombekerveld Enschede
projectnummer	<=	1250100
boorpunt	<=	1
meetdatum	<=	1-5-2017
waarnemer	<=	Jeroen Bandes

Input basisparameters

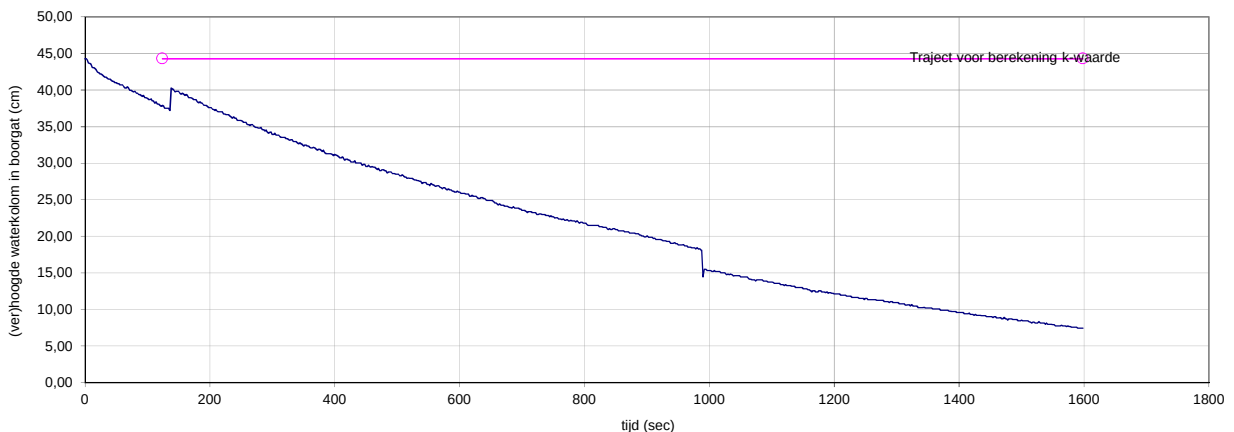
begintijd	<=	9:29:44	toelichting
eindtijd	<=	9:56:18	
bovenkant peilbuis / trechter	<=	30	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte diver	<=	100	cm-mv
straal van het boorgat	<=	3,8	cm
filtertraject	<=	0,0-1,0	cm-mv
L (m)	<=	130	lengte peilbuis (cm)

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	Luchtkolom	mv tot waterkolom	Waterkolom h(t) (cm)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k) vanaf start	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	m/d	%
0	86	56	44	46,17	-	34%
124	92	62	38	39,82	2,0	29%
248	94	64	36	37,78	1,3	28%
372	98	68	32	33,69	1,4	24%
496	101	71	29	30,48	1,4	22%
620	104	74	26	27,51	1,4	20%
744	107	77	23	24,59	1,4	17%
868	109	79	21	22,55	1,4	16%
992	114	84	16	17,42	1,6	12%
1116	117	87	13	15,32	1,6	10%
1240	118	88	12	13,45	1,6	9%
1364	120	90	10	11,99	1,6	8%
1488	121	91	9	10,53	1,6	7%
1612	123	93	7	9,37	1,6	6%

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \left(\frac{\log(h'_0 + 0,5 \times rw) - \log(h'_t + 0,5 \times rw)}{t - t'_0} \right)$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	39,82	toelichting
t' (s)	<=	1474	hoogte waterkolom + straal/2 bij berekening vanaf 124 seconden
h'(t)+rw/2	<=	7,47	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

124 seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **1,9** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolerings, februari 2011

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

Administratieve gegevens

project	<=	Roombekerveld Enschede
projectnummer	<=	1250100
boorpunt	<=	2
meetdatum	<=	1-5-2017
waarnemer	<=	Jeroen Bandes

Input basisparameters

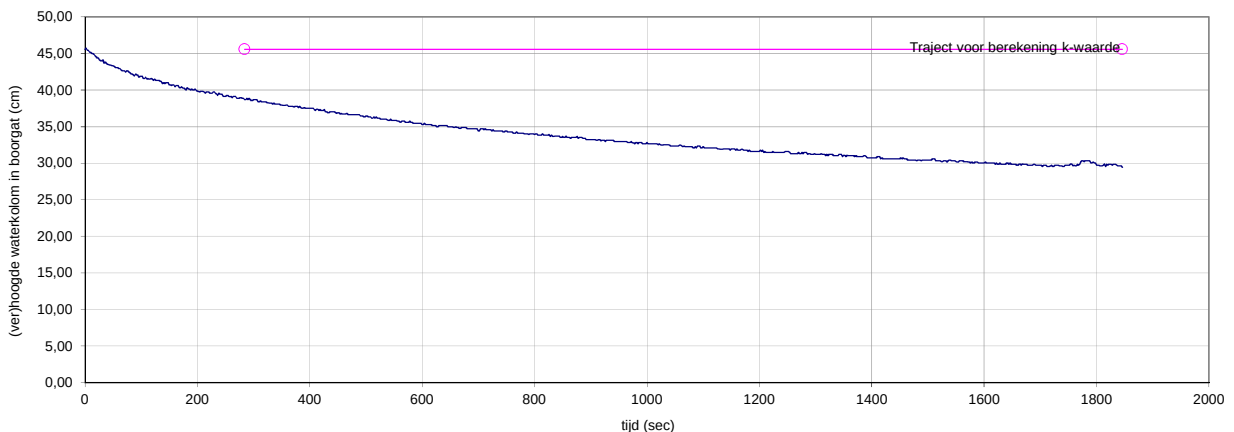
begintijd	<=	10:32:42	toelichting
eindtijd	<=	11:03:26	
bovenkant peilbuis / trechter	<=	42	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte diver	<=	83	cm-mv
straal van het boorgat	<=	3,8	cm
filtertraject	<=	0,0-0,9	cm-mv
L (m)	<=	125	lengte peilbuis (cm)

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	Luchtkolom	mv tot waterkolom	Waterkolom h(t) (cm)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k) vanaf start	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	m/d	%
0	79	37	46	47,46	-	36%
142	84	42	41	42,79	1,2	33%
284	86	44	39	40,58	0,9	31%
426	88	46	37	39,23	0,7	30%
568	89	47	36	37,66	0,7	29%
710	90	48	35	36,49	0,6	28%
852	91	49	34	35,44	0,6	27%
994	92	50	33	34,57	0,5	26%
1136	93	51	32	33,87	0,5	26%
1278	94	52	31	33,23	0,5	25%
1420	94	52	31	32,53	0,4	25%
1562	95	53	30	32,23	0,4	24%
1704	95	53	30	31,48	0,4	24%
1846	96	54	29	31,36	0,4	24%

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \left(\frac{\log(h'_0 + 0,5 \times rw) - \log(h'_t + 0,5 \times rw)}{t - t'_0} \right)$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	40,58	toelichting
t' (s)	<=	1562	hoogte waterkolom + straal/2 bij berekening vanaf 284 seconden
h'(t)+rw/2	<=	29,46	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

284 seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **0,3** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolerings, februari 2011

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

Administratieve gegevens

project	<=	Roombekerveld Enschede
projectnummer	<=	1250100
boorpunt	<=	3
meetdatum	<=	1-5-2017
waarnemer	<=	Jeroen Bandes

Input basisparameters

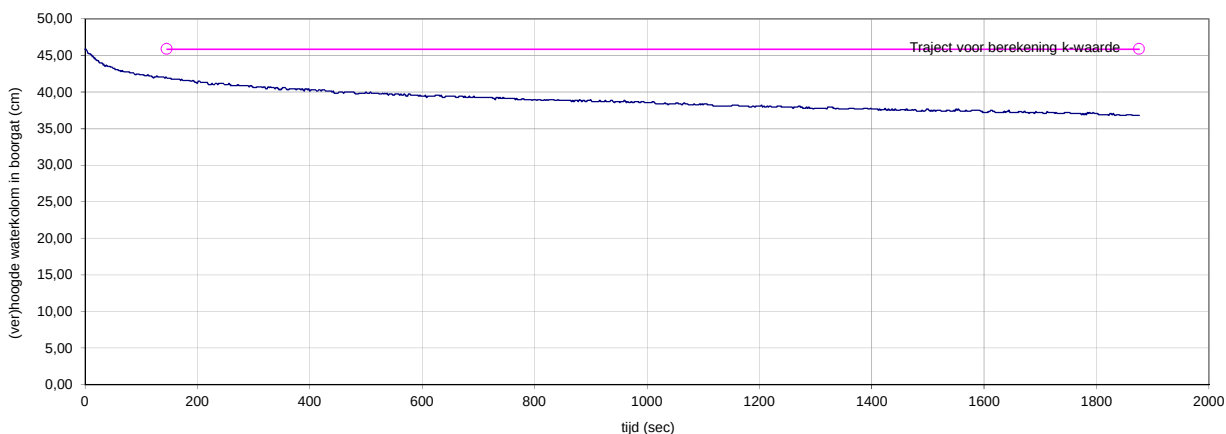
begintijd	<=	11:09:12	toelichting
eindtijd	<=	11:40:26	
bovenkant peilbuis / trechter	<=	42	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte diver	<=	95	cm-mv
straal van het boorgat	<=	3,8	cm
filtertraject	<=	0,0-0,9	cm-mv
L (m)	<=	137	lengte peilbuis (cm)

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	Luchtkolom	mv tot waterkolom	Waterkolom h(t) (cm)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k) vanaf start	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	m/d	%
0	91	49	46	47,75	-	33%
146	95	53	42	43,78	1,0	31%
292	96	54	41	42,62	0,6	30%
438	97	55	40	42,03	0,5	29%
584	97	55	40	41,45	0,4	29%
730	98	56	39	40,87	0,3	28%
876	98	56	39	40,75	0,3	28%
1022	99	57	38	40,28	0,3	28%
1168	99	57	38	39,99	0,2	28%
1314	99	57	38	39,70	0,2	28%
1460	99	57	38	39,41	0,2	27%
1606	100	58	37	39,12	0,2	27%
1752	100	58	37	39,12	0,2	27%
1898	100	58	37	38,71	0,2	27%

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \left(\frac{\log(h'_0 + 0,5 \times rw) - \log(h'_t + 0,5 \times rw)}{t - t'_0} \right)$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	43,78	toelichting
t' (s)	<=	1730	hoogte waterkolom + straal/2 bij berekening vanaf 146 seconden
h'(t)+rw/2	<=	36,81	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

146 seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **0,2** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolerings, februari 2011

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

Administratieve gegevens

project	<=	Roombekerveld Enschede
projectnummer	<=	1250100
boorpunt	<=	4
meetdatum	<=	1-5-2017
waarnemer	<=	Jeroen Bandes

Input basisparameters

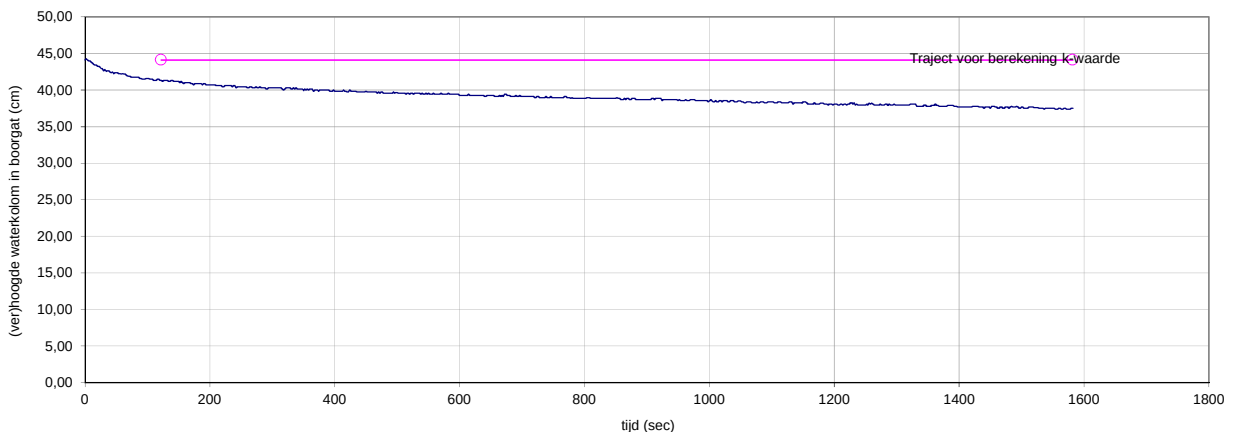
begintijd	<=	11:48:06	toelichting
eindtijd	<=	12:14:26	
bovenkant peilbuis / trechter	<=	42	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte diver	<=	99	cm-mv
straal van het boorgat	<=	3,8	cm
filtertraject	<=	0,0-1,0	cm-mv
L (m)	<=	141	lengte peilbuis (cm)

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	Luchtkolom	mv tot waterkolom	Waterkolom h(t) (cm)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k) vanaf start	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	m/d	%
0	97	55	44	46,00	-	31%
122	100	58	41	43,20	0,8	29%
244	101	59	40	42,33	0,6	29%
366	101	59	40	41,74	0,4	28%
488	101	59	40	41,45	0,3	28%
610	102	60	39	41,16	0,3	28%
732	102	60	39	40,87	0,3	28%
854	102	60	39	40,75	0,2	28%
976	102	60	39	40,58	0,2	27%
1098	103	61	38	40,28	0,2	27%
1220	103	61	38	39,87	0,2	27%
1342	103	61	38	39,70	0,2	27%
1464	103	61	38	39,41	0,2	27%
1586	103	61	38	39,41	0,2	27%

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \left(\frac{\log(h'_0 + 0,5 \times rw) - \log(h'_t + 0,5 \times rw)}{t - t'_0} \right)$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	43,20	toelichting
t' (s)	<=	1460	hoogte waterkolom + straal/2 bij berekening vanaf 122 seconden
h'(t)+rw/2	<=	37,51	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

122 seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **0,2** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolerings, februari 2011

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

Administratieve gegevens

project	<=	Roombekerveld Enschede
projectnummer	<=	1250100
boorpunt	<=	5
meetdatum	<=	1-5-2017
waarnemer	<=	Jeroen Bandes

Input basisparameters

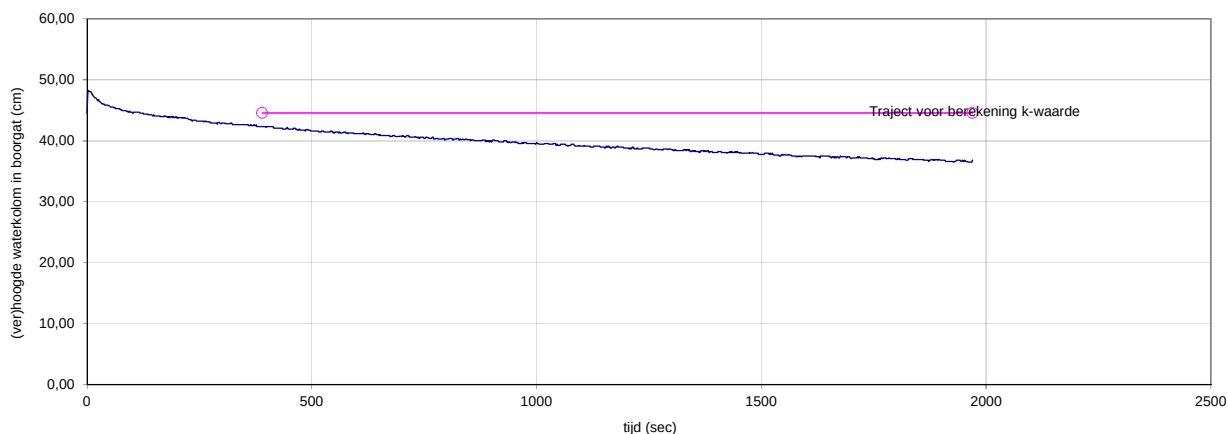
begintijd	<=	12:26:44	toelichting
eindtijd	<=	12:59:32	
bovenkant peilbuis / trechter	<=	42	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte diver	<=	99	cm-mv
straal van het boorgat	<=	3,8	cm
filtertraject	<=	0,0-1,0	cm-mv
L (m)	<=	141	lengte peilbuis (cm)

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	Luchtkolom	mv tot waterkolom	Waterkolom h(t) (cm)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k) vanaf start	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	m/d	%
0	96	54	45	46,47	-	32%
152	97	55	44	46,00	0,1	31%
304	98	56	43	44,83	0,2	30%
456	99	57	42	43,84	0,2	30%
608	100	58	41	43,08	0,2	29%
760	101	59	40	42,38	0,2	29%
912	101	59	40	41,92	0,2	28%
1064	102	60	39	41,33	0,2	28%
1216	102	60	39	40,75	0,2	28%
1368	103	61	38	40,28	0,2	27%
1520	103	61	38	39,87	0,2	27%
1672	104	62	37	39,12	0,2	26%
1824	104	62	37	38,71	0,2	26%
1976	104	62	37	38,71	0,2	26%

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \left(\frac{\log(h'_0 + 0,5 \times rw) - \log(h'_t + 0,5 \times rw)}{t - t'_0} \right)$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	44,25	toelichting
t' (s)	<=	1580	hoogte waterkolom + straal/2 bij berekening vanaf 390 seconden
h'(t)+rw/2	<=	36,81	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

390 seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **0,2** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolerings, februari 2011

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

Administratieve gegevens

project	<=	Roombekerveld Enschede
projectnummer	<=	1250100
boorpunt	<=	6
meetdatum	<=	1-5-2017
waarnemer	<=	Jeroen Bandes

Input basisparameters

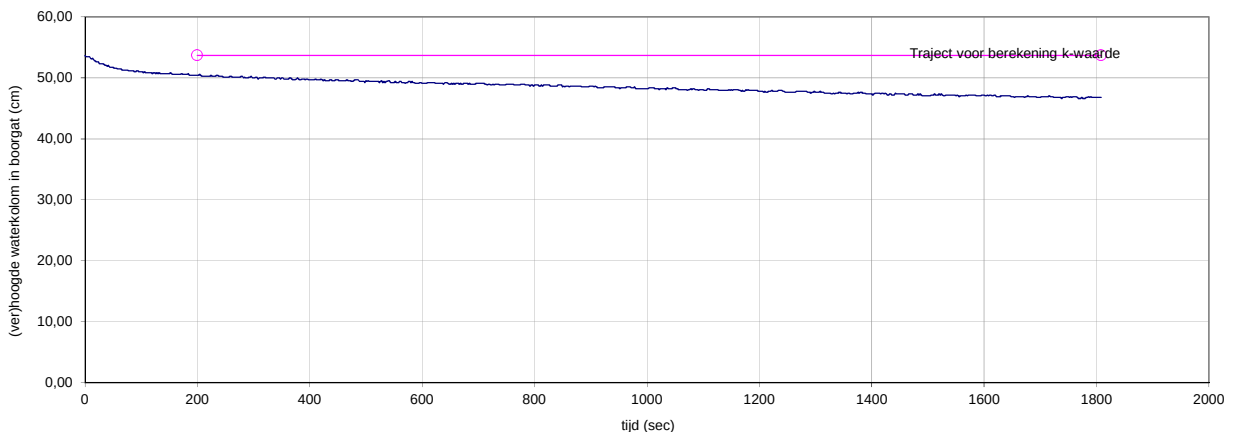
begintijd	<=	13:23:16	toelichting
eindtijd	<=	13:53:20	
bovenkant peilbuis / trechter	<=	42	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte diver	<=	96	cm-mv
straal van het boorgat	<=	3,8	cm
filtertraject	<=	0,0-1,0	cm-mv
L (m)	<=	138	lengte peilbuis (cm)

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	Luchtkolom	mv tot waterkolom	Waterkolom h(t) (cm)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k) vanaf start	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	m/d	%
0	84	42	54	55,57	-	39%
140	87	45	51	52,59	0,6	37%
280	88	46	50	52,18	0,4	36%
420	88	46	50	51,72	0,3	36%
560	89	47	49	51,31	0,2	36%
700	89	47	49	51,02	0,2	36%
840	89	47	49	50,55	0,2	35%
980	90	48	48	50,14	0,2	35%
1120	90	48	48	49,97	0,2	35%
1260	90	48	48	49,56	0,1	35%
1400	91	49	47	49,27	0,1	34%
1540	91	49	47	49,09	0,1	34%
1680	91	49	47	48,80	0,1	34%
1820	91	49	47	48,68	0,1	34%

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \left(\frac{\log(h'_0 + 0,5 \times rw) - \log(h'_t + 0,5 \times rw)}{t - t'_0} \right)$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	52,30	toelichting
t' (s)	<=	1608	hoogte waterkolom + straal/2 bij berekening vanaf 200 seconden
h'(t)+rw/2	<=	46,78	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

200 seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **0,1** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolerings, februari 2011