

Verbunnterrein te Tilburg

Waterhuishoudings- en rioleringsplan

Definitief

BPF Bouwinvest

Grontmij Nederland B.V.
Eindhoven, 14 oktober 2014

Verantwoording

Titel : Verbuntterrein te Tilburg
Subtitel : Waterhuishoudings- en rioleringsplan
Projectnummer : 324433
Referentienummer : GM-0144344
Revisie : D02
Datum : 14 oktober 2014

Auteur(s) : ing. S. (Sander) Kossen MSc

E-mail adres : sander.kossen@grontmij.nl

Gecontroleerd door : ir. J.B.M. van Acker

Paraaf gecontroleerd :



Goedgekeurd door : E. van Ineveld

Paraaf goedgekeurd :



Contact : Grontmij Nederland B.V.
Zernikestraat 17
5612 HZ Eindhoven
Postbus 1265
5602 BG Eindhoven
T +31 88 811 55 10
F +31 40 244 37 97
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Aanleiding	5
1.2	Doel en resultaat	6
2	Kader waterhuishouding en riolering	7
2.1	Beleidsuitgangspunten	7
2.1.1	Algemeen	7
2.1.2	Waterschap De Dommel	7
2.1.3	Gemeente Tilburg	8
2.1.4	Beschermde gebieden	10
2.2	Huidige waterhuishoudkundige situatie	10
2.2.1	Maaiveldverloop	10
2.2.2	Ondiepe, lokale bodemopbouw	11
2.2.3	Diepe, regionale bodemopbouw	12
2.2.4	Grondwaterstanden	12
2.2.5	Waterdoorlatendheid bodem	17
2.2.6	Oppervlaktewater	17
2.2.7	Riolering	18
2.3	Ontwerptechnische uitgangspunten	18
2.3.1	Bergingsopgave	18
2.3.2	Ontwerp grondwaterstand	18
2.3.3	Infiltratie en leegloop	19
2.3.4	Drooglegging	19
2.3.5	Riolering	19
2.3.6	Wadi's	20
2.3.7	Grondbalans	20
2.4	Principekeuze waterhuishouding	20
3	Uitwerking waterhuishouding en riolering	23
3.1	Ontwatering, drooglegging en afwerkpeilen	23
3.2	Hemelwaterstructuur	25
3.3	Wadi's	27
3.3.1	Berging	27
3.3.2	Extreme neerslag	28
3.3.3	Leegloop	28
3.4	Hemelwaterriolering	29
3.5	Vuilwater systeem	31
4	Overige zaken	33
4.1	Invloed op bestaande en nieuwe bomen	33
4.1.1	Ophoging maaiveld versus bomen	33
4.1.2	Wadi's versus bomen	33
4.2	Fasering ontwikkeling	34
4.3	Beheer en onderhoud	34
4.3.1	Riolering	34
4.3.2	Wadi	34
4.3.3	Monitoring	35

4.4	Globale grondbalans	35
4.5	Watervergunning.....	36

Bijlage 1: Situering boringen en peilbuizen

Bijlage 2: Boorprofielen

Bijlage 3: Resultaten infiltratiemetingen

Bijlage 4: Voormalig en toekomstig verhard oppervlak

Bijlage 5: Omvang bui T=100+10%

Bijlage 6: Tekening afwerkpeilen, hemelwater en vuilwater systeem

Bijlage 7: Globale grondbalans

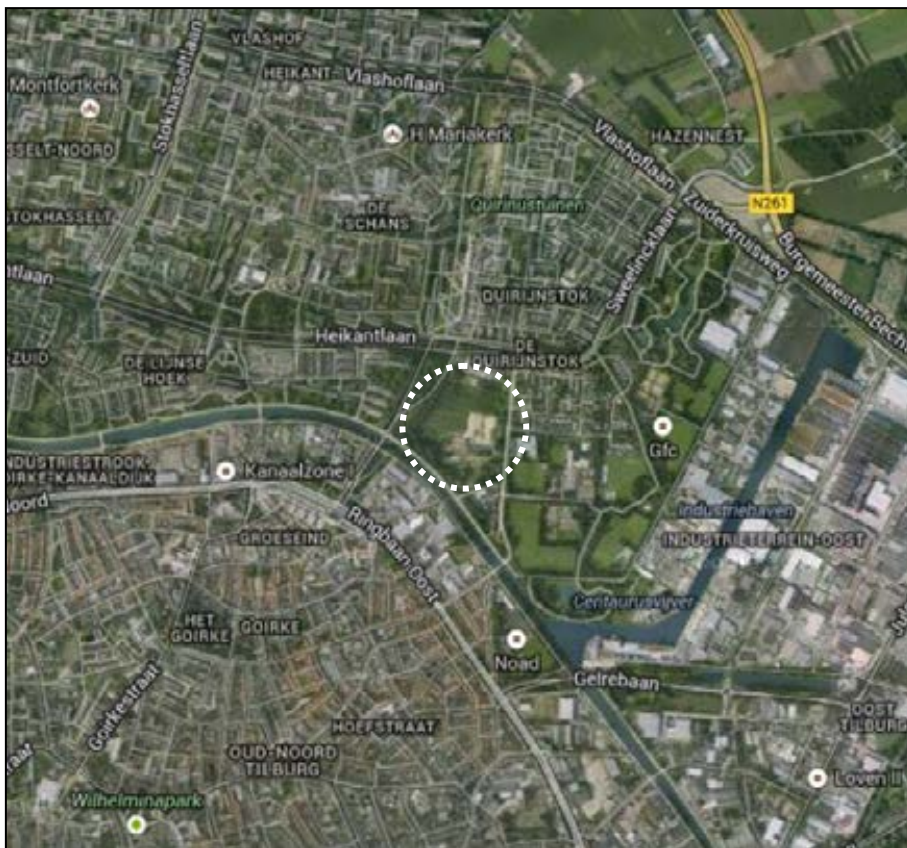
1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het kader van het te realiseren woongebied Verbunt-terrein te Tilburg heeft Grontmij in opdracht van BPF Bouwinvest uit Amsterdam dit waterhuishoudings- en rioleringsplan opgesteld. Het plangebied is gelegen aan de noordzijde van het centrum van Tilburg en is circa 8,5 ha groot. In figuur 1.1 is de ligging en in figuur 1.2 is het stedenbouwkundig plan van het plangebied opgenomen.

Het plangebied is een voormalig bedrijventerrein dat momenteel braakliggend is; de opstallen zijn inmiddels gesloopt. De westelijke begrenzing wordt gevormd door de Quirijnstoklaan. Aan de noordzijde vormt een bedrijventerrein de grens, gelegen aan de Sweelincklaan. De oostelijke grens betreft de Jac. van Vollenhovenstraat. Tenslotte wordt de zuidgrens gevormd door het Hoekse Pad en het pad naast het Wilhelminakanaal, de Lovensekanaaldijk.

De basis voor dit waterhuishoudings- en rioleringsplan vormt de 'Waterparagraaf woongebied Verbunt-terrein te Tilburg' (Grontmij, 23 augustus 2013), het aanvullend geohydrologisch veldonderzoek (Het Veldwerkbureau, juni 2014) en de diverse afstemmingsmomenten met BPF Bouwinvest, Rijkswaterstaat, waterschap De Dommel en gemeente Tilburg.



Figuur 1.1: Ligging Verbunt-terrein (bron luchtfoto: Google Map)



Figuur 1.2: Stedenbouwkundig plan woongebied Verbunt-terrein (Inbo, augustus 2013)

1.2 Doel en resultaat

Het waterhuishoudings- en rioleringsplan vormt de technische basis voor de uitwerking van de waterhuishouding en riolering in het later op te stellen bestek voor het bouwrijp- en woonrijp maken. Daarnaast dient het plan als toetsingsdocument voor de gemeente Tilburg en waterschap De Dommel.

Het plan heeft betrekking op:

- hemelwater systeem;
- vuilwater systeem;
- grondwater systeem;
- ontwatering (en ophoging).

2 Kader waterhuishouding en riolering

Het kader is gebaseerd op de waterparagraaf, het aanvullend geohydrologisch veldonderzoek (Het Veldwerkbureau, juni 2014), Structuurvisie Water en Riolering (gemeente Tilburg, oktober 2009), Ontwerprichtlijnen Openbare Ruimte, Gemeente Tilburg, de afstemmingsmomenten met BPF Bouwinvest, Rijkswaterstaat, waterschap De Dommel en de gemeente Tilburg en het stedenbouwkundig plan (Inbo, augustus 2013).

2.1 Beleidsuitgangspunten

2.1.1 Algemeen

Relevante beleidsstukken op het gebied van water zijn de Europese Kaderrichtlijn Water, Nationaal Waterplan 2009-2015, Nationaal Bestuursakkoord Water Actueel, Provinciaal Waterplan Noord-Brabant 2010-2015 'Waar water werkt en leeft', Waterbeheerplan 2010-2015 'Krachtig water' van het waterschap en de Structuurvisie Water en Riolering 2009-2015 van de gemeente Tilburg. De belangrijkste gezamenlijke punten uit deze beleidstukken zijn dat water een belangrijk sturend element is in de ruimtelijke ordening en dat de verdroging en wateroverlast bestreden dienen te worden. In de volgende paragrafen zijn de voor het plangebied relevante beleidsuitgangspunten nader toegelicht.

2.1.2 Waterschap De Dommel

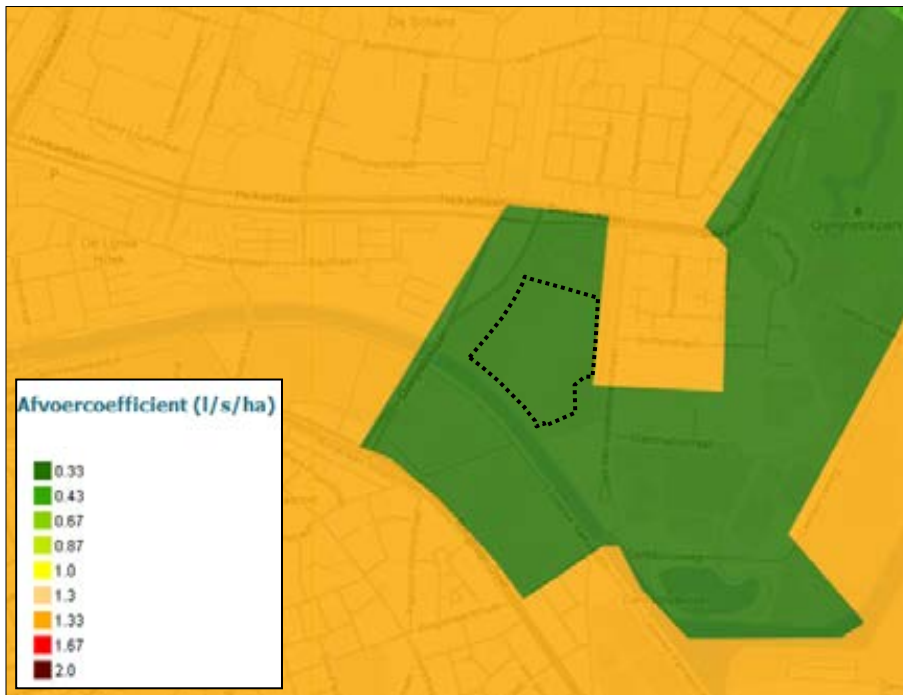
Hemelwaterbeleid

Bij ruimtelijke ontwikkelingen, waaronder ver- en nieuwbouwplannen, hanteert waterschap De Dommel een aantal beleidsuitgangsprincipes ten aanzien van het duurzaam omgaan met water, die van belang zijn als vertrekpunt van het overleg tussen initiatiefnemer en waterbeheerder. Deze uitgangsprincipes zijn opgenomen in de beleidsnotitie 'Ontwikkelen met duurzaam water-oogmerk' (waterschap De Dommel en waterschap Aa en Maas, juli 2006, bestuurlijk vastgesteld 14 november 2007).

In hoofdlijnen betekent dit dat het bestaande grondwater- en oppervlaktewaterregime intact dient te blijven, oftewel er dient hydrologisch neutraal gebouwd te worden. Hemelwater dat valt ter plaatse van daken en verhardingen mag niet versneld worden afgevoerd naar het regionale afwateringsstelsel. Voor de verwerking van hemelwater dienen de afwegingsstappen hergebruik-vasthouden-bergen-afvoeren als uitgangspunt te worden gehanteerd. De afvoer mag niet meer bedragen dan de afvoer in de oorspronkelijke situatie. Hiervoor hanteert het waterschap een bergingsnorm en een maximale toegestane landbouwkundige afvoer.

Voor uitbreidingsplannen hanteert het waterschap de bergingsnorm dat een bui met een herhalingstijd van 1 keer in de 10 jaar + 10% binnen het plangebied geborgen dient te worden. Daarbij dient de berging boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand te liggen en dient deze binnen maximaal 48 uur leeg te lopen. Tevens dient aangegeven te worden wat de verwachte gevolgen zijn van een bui met een herhalingstijd van 1 keer in de 100 jaar + 10%.

Voor het bepalen van de benodigde berging dient de HNO-tool en de afvoercoëfficiënt (landbouwkundige afvoer) van het waterschap gehanteerd te worden. Volgens de afvoercoëfficiëntenkaart van het waterschap kent het plangebied een afvoercoëfficiënt (figuur 2.1) van 0,33 l/s/ha. Deze waarde geldt bij een T=10 + 10%. Bij een T=100 + 10% geldt een twee maal zo grote afvoer.



Figuur 2.1: Maximale toegestane landbouwkundige afvoer in l/s/ha (bron: waterschap De Dommel)

Ten aanzien van de waterkwaliteit geldt de voorkeursvolgorde schoon houden, scheiden en tenslotte zuiveren. Afvoer van schoon water naar het gemengd stelsel wordt in principe niet meer toegestaan. Vuilwater en hemelwater dienen gescheiden te worden aangeboden bij de kavelgrens. Verder dienen bij inrichting, bouwen en beheer zo min mogelijk vervuilende stoffen te worden toegevoegd aan de bodem en het grond- en oppervlaktewatersysteem. Conform de waterkwaliteitsstrits dienen in alle gevallen de mogelijkheden voor bronmaatregelen (schoonhouden) te worden onderzocht.

Keurbeleid

Binnen de keur wordt onderscheid gemaakt tussen vergunningsplichtige en meldingsplichtige handelingen die binnen de algemene regels van het waterschap vallen.

Bij de voorgenomen ontwikkeling valt naar verwachting de volgende handeling onder de vergunningplicht. Bij de verdere detaillering van de plannen wordt dit nader in beeld gebracht:

- toename aan verhard oppervlak:
binnen het gebied neemt het verhard oppervlak als gevolg van de woonkavels en ontsluitingswegen toe.

De volgende handeling valt naar verwachting onder de meldingsplicht:

- onttrekkingen van grondwater die nodig zijn voor het drooghouden van een bouwput ten behoeve van bouwkundige of civieltechnische werken, die groter zijn dan 50.000 m³/maand, die groter zijn dan 200.000 m³ in totaal en die langer duren dan 6 maanden. Dit geldt niet voor saneringen:
of dit van toepassing is dient later in een bemalingsadvies te worden bepaald.
- aanleg van drainage:
mogelijk wordt drainage toegepast in verband met de schijngrondwaterspiegels.

2.1.3 Gemeente Tilburg

Het waterbeleid van de gemeente Tilburg is opgenomen in de Structuurvisie Water en Riolering Tilburg (SWR) 2009-2015. Het beleid sluit aan op het beleid van het waterschap en de provincie.

Doelstellingen van het beleid zijn:

- streven naar een duurzaam watersysteem;
- optimalisatie van de waterketen;
- vergroten van de beleevings-, ecologische, economische en recreatieve waarde van water;
- afstemming met andere beleidsvelden.

In afstemming tussen de gemeente Tilburg en waterschap De Dommel is vastgesteld dat de ontwikkeling een inbreidingsplan betreft en dat daarom de beleidsregels van de gemeente gehanteerd dienen te worden. Hierna zijn de belangrijkste regels benoemd, deels gebaseerd op de Structuurvisie Water en Riolering Tilburg en de Ontwerprichtlijnen Openbare Ruimte, Gemeente Tilburg:

- wanneer in de nabijheid van het plangebied een zogenaamde 'blauwe ader' had gelegen, was het realiseren van waterberging binnen het plangebied waarschijnlijk niet nodig geweest. Echter wanneer en in welke vorm de noordelijke 'blauwe ader' van de gemeente Tilburg wordt gerealiseerd is nog niet bekend. Dus daarom is waterberging binnen het plangebied noodzakelijk;
- omdat het een inbreidingsplan betreft, geldt de volgende bergingsnorm voor het, van verhard oppervlak, afstromend hemelwater:
 - 40 mm voor het toekomstige afwaterend verhard oppervlak minus het voormalig verhard oppervlak;
 - 10 mm voor het verhard oppervlak dat overeenkomt met de voormalige verharding;
- wanneer er meer hemelwater tot afstroming komt dan de bergingsnorm behelst, mag dit worden afgevoerd richting de bestaande hemelwaterriolering buiten het plangebied. Uitgangspunt daarbij is dat de bestaande omgeving geen overlast mag ondervinden van deze afvoer. Ook mag, wanneer nodig, een deel van het verhard oppervlak direct op de bestaande hemelwaterriolering in de Jac. van Vollenhovenstraat afwateren, die op haar beurt afwaterert naar de Centaurusvijver. Wel dient dit verhard oppervlak in de berekening van de berging binnen het plangebied te worden meegenomen. Daarnaast mag dit afvoerend oppervlak niet groter zijn dan het voormalige verhard oppervlak binnen het plangebied en mag de bestaande omgeving hiervan geen overlast ondervinden;
- omdat op dit moment niet aangetoond kan worden of de omgeving overlast ondervindt van de hiervoor genoemde afvoer, is met de gemeente afgesproken dat al het water binnen het gebied verwekt wordt, zonder dat er overlast optreedt bij de kavels en woningen;
- voorkomen dient te worden dat tijdens extreme neerslag (zoals de bui T=100+10%) wateroverlast ontstaat bij de kavels en woningen. Hiervoor dienen:
 - de grenzen van de kavels, grenzend aan het openbaar gebied, minimaal 0,05 m hoger te liggen dan het hoogste punt van de rijbaan. Dit betreft de zogenaamde T-hoogte;
 - de vloerpeilen van de woningen circa 0,2 m hoger gelegd te worden dan het hoogste punt van de rijbaan;
- het heeft de voorkeur om opstaande banden toe te passen, zodat het hemelwater niet direct de trottoirs en kavels opstroomt;
- voorkomen dient te worden dat het gebied in een zogenaamde 'kom' komt te liggen. Hiervoor dient er richting de omgeving een afwatering mogelijk te zijn die lager ligt dan de laagste vloerpeilen;
- voor het verhard oppervlak binnen de woonkavels (daken en terreinverharding) is op basis van ervaringcijfers rekening gehouden met een verhardingspercentage van 60%. De kavels met rijtjeswoningen hebben mogelijk een groter verhardingspercentage. Echter bij de twee-onder-een kappers en de vrijstaande woningen zal het verhardingspercentage dat afstroomt naar openbaar gebied (veel) kleiner zijn dan 60%. Gemiddeld is het reëel om van 60% verharding per kavel uit te gaan;
- voor de hemelwaterafvoer vanaf elementenverharding mag een reductiefactor worden toegepast van 0,8. Ofwel 80% van de verharding watert (direct) af richting de bergingsvoorzieningen. Echter deze factor is vooralsnog niet meegenomen;
- het heeft de voorkeur om het, van het verhard oppervlak, afstromende hemelwater bovengronds te verwerken. Hiermee is het systeem zichtbaar en beter te onderhouden. Tevens kan het systeem hiermee een positieve bijdrage leveren aan de ruimtelijke kwaliteit van het gebied;

- een bui met een herhalingstijd van één keer per 2 jaar ($T=2$), ofwel de standaardbui 08 uit de Leidraad Riolering, verwerken zonder het ontstaan van water op straat en een acceptabele interactie tussen watersysteem en waterketen. Bij bui 08 dient minimaal een waking van 0,3 m aanwezig te zijn in de hemelwaterriolering;
- aandachtspunt is het toepassen van bomen in een bergingsvoorziening. Zowel bij de keuze van de boomsoort in verband met het vochtigere klimaat als de locatie van een aantal toe te passen bomen in verband met de werking van de voorziening;
- bij het toepassen van een zogenaamde wadi mag het talud minimaal 1:3 zijn. De diepte mag variëren tussen 0,3 en 0,8 m, mits de bodem boven de GHG ligt;
- tijdens de berging van de 40 mm mag een wadi tot 0,3 m minus het maaiveld vol staan met water;
- om overlast van grondwater te voorkomen de volgende ontwateringsnormen hanteren (ontwatering = verschil tussen ontwerpgrondwaterstand en maaiveld):
 - woonbebouwing met kruipruimte: 0,7 m ten opzichte van onderkant vloer;
 - woonbebouwing met water- en vochtichte vloer: 0,3 m ten opzichte van onderkant vloer;
 - secundaire wegen: 0,7 m tot het hoogste punt in het dwarsprofiel;
 - groenstroken en parkeren: 0,5 m tot maaiveld;
 - droge bergingsvoorzieningen: 0,1 tot 0,2 m tot de bodem;
 - ondergrondse infiltratievoorzieningen: 0,0 m tot de bodem/binnen onderkant buis;
- voor de ontwerpgrondwaterstand dient 0,2 m bij de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) opgeteld te worden;
- een permanente verlaging van de grondwaterstand is niet toegestaan. Dus ook niet om te kunnen voldoen aan de ontwateringsnormen;
- voor het aansluitpunt van de vuilwaterafvoer ofwel droogweerafvoer (DWA) vanuit het plangebied op de bestaande gemengde riolering gaat de voorkeur uit naar put PP021 in de Jac. van Vollenhovenstraat. De binnenkant onderkant buis (b.o.b.) ligt ter hoogte van deze put op NAP +10,73 m (wel dient de leiding \varnothing 300 mm tussen put PP021 en N1627 opnieuw gelegd te worden in verband met tegenschot en verkeerde diepte);
- de vuilwaterafvoer dient onder vrijerval plaats te vinden. Wanneer de afvoer vanuit het plangebied uiteindelijk lager uitkomt dan de bestaande riolering is het toepassen van een gemaal een mogelijkheid.

In paragraaf 2.3 komen de overige technische ontwerpuitgangspunten voor de bergings- en afvoervoorzieningen aan bod.

2.1.4 *Beschermde gebieden*

Volgens de Verordening Water Noord-Brabant 2009 ligt het plangebied niet binnen een attentie- en/of beschermingszone ten behoeve van de Groene Hoofdstructuur (GHS). Ook ligt het gebied volgens de Provinciale Milieu Verordening Noord-Brabant 2010 niet binnen een grondwaterbeschermingsgebied ten behoeve van een drinkwaterwinning.

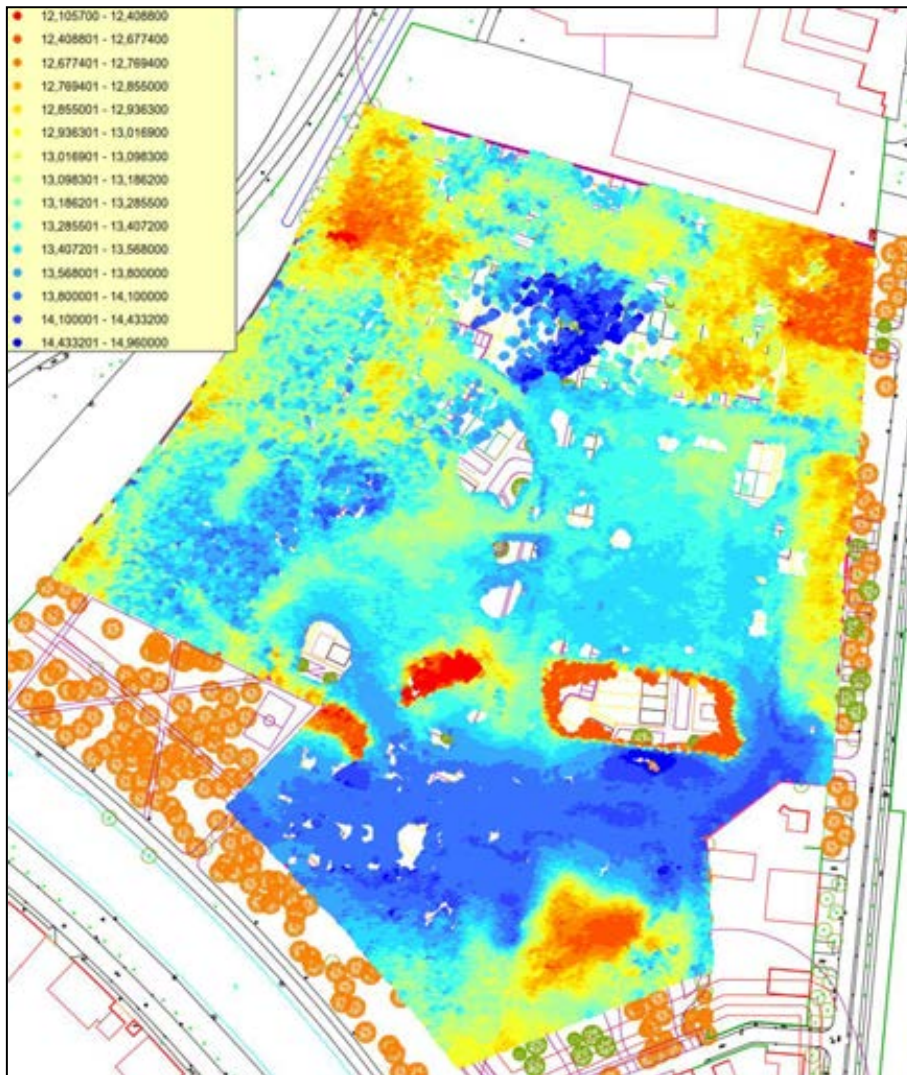
2.2 **Huidige waterhuishoudkundige situatie**

2.2.1 *Maaiveldverloop*

In figuur 2.2 is het bestaande maaiveldverloop weergegeven, gebaseerd op het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN 1). Het maaiveld varieert tussen minimaal circa NAP +12,1 m en maximaal NAP+14,4 m. Grotendeels ligt het maaiveld rond de NAP +13,0-13,2 m.

Aandachtspunt is dat de AHN circa 0,2 m kan afwijken van de werkelijke situatie en dat opgaande elementen, als bomen en gebouwen, er niet altijd uit zijn gefilterd. Daarnaast kan de AHN gedateerd zijn vanwege aanpassingen in het maaiveld. Het wordt aanbevolen het maaiveldpeil, vooraf het opstellen van het bestek, in te meten, zodat de grondbalans nauwkeuriger in kaart gebracht kan worden.

Afgaand op de beschikbare putdekselhoogtes blijkt de Jac. van Vollenhovenstraat licht af te lopen van NAP +13,05 m in het zuiden tot NAP +12,95 m in het noorden.



Figuur 2.2: Maaiveldverloop (bron: AHN 1)

2.2.2 Ondiepe, lokale bodemopbouw

Voor het verkrijgen van een meer gedetailleerd inzicht in de profielopbouw van de bodem (dikte en samenstelling van de bodemlagen, waterdoorlatendheid, ontwateringsdiepte) is geo-hydrologisch veldonderzoek uitgevoerd. In oktober 2012 is door de terreingroep van Grontmij Nederland B.V. onderzoek uitgevoerd en in juni 2014 is door Het Veldwerkbureau een aanvullend onderzoek uitgevoerd. Het aanvullend onderzoek is uitgevoerd op basis van de door de gemeente Tilburg gehanteerde programma's van eisen voor 'bodemkundig/hydrologisch onderzoek ten behoeven van bouwrijp maken' en 'PvE Bodemkundig/hydrologisch onderzoek gericht op infiltratie'.

Binnen de onderzoeken zijn de volgende opnamen verricht:

- dertien boringen tot 2,5 m –mv;
- negen boringen tot circa 2,0 m –mv;
- negen boringen tot 4,0 m –mv, waarvan vijf afgewerkt met een peilbuis.

De bij de boringen vrijkomende grond is beoordeeld op bodemkundige eigenschappen, zoals de textuur (leem-/lutumgehalte en zandgrofheid), het organische stofgehalte en de waterdoorlatendheid van de te onderscheiden bodemlagen.

In tabel 2.1 is de bodemopbouw schematisch weergegeven. In bijlage 1 is de situering van de boringen en de peilbuizen weergegeven. In bijlage 2 zijn de boorprofielen opgenomen.

Tabel 2.1: Gemiddelde bodemopbouw

Diepte (m-mv)	Beschrijving
0 tot 0,9	Zand, matig tot zeer fijn, zwak lemig, humusarm tot matig humeus, bovenin wortelhoudend en resten/sporen puin/baksteen (teelaardelaag). Over het algemeen is deze laag in het midden dikker (tot circa 1,5 – mv) en in de noord- en zuidrand dunner (tot circa 0,5 m –mv).
0,9 tot 1,8	Zand, matig tot zeer fijn, zwak lemig, matig roesthoudend (inspoelingslaag).
1,8 tot 2,8	Leem, matig roesthoudend, tot zand, sterk tot zeer sterk lemig, zeer fijn, matig roesthoudend. Bij circa een derde van de boringen begint deze laag op circa 1,4 m –mv en bij een andere derde begint deze laag dieper dan 2,0 m –mv.
2,8 tot 4,0 (verken- de bodemdiepte)	Zand, matig fijn, zwak lemig, zwak tot matig humeus.

2.2.3 Diepe, regionale bodemopbouw

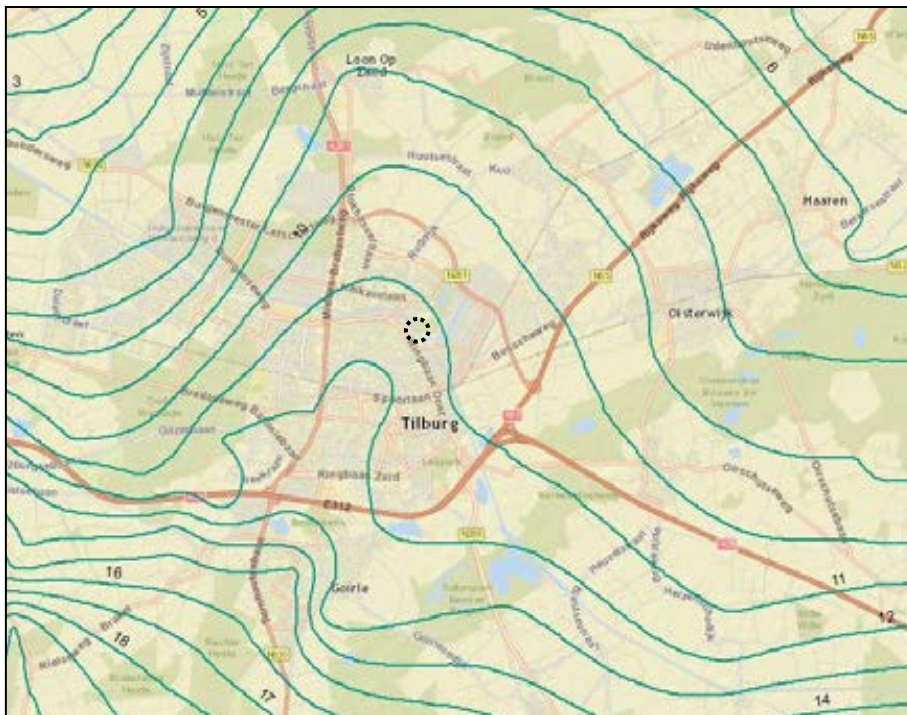
Met behulp van boring B50F0289, afkomstig uit het TNO-boorarchief (REGIS), is de diepe, regionale bodemopbouw in tabel 2.2 beschreven. Deze boring is uitgevoerd in de zuidoost hoek van het plangebied.

Tabel 2.2: Diepe/regionale bodemopbouw (bron: TNO boorarchief)

Diepte (m –mv)	Lithostratigrafie	Geohydrologische schematisatie	Lithologie
0 tot 4	formatie van Boxtel	deklaag, freatisch grondwater	zand: geel, sterk sitlig
4 tot 5	formatie van Boxtel	deklaag, freatisch grondwater	veen: -
5 tot 7,5	formatie van Boxtel	deklaag, freatisch grondwater	zand: kleur onbekend, humeus
7,5 tot 15	formatie van Boxtel	deklaag, freatisch grondwater	zand: bruin tot grijs, zwak tot matig siltig
15 tot 27,5	formatie van Sterksel	eerste watervoerend pakket	zand, grof, grindig

2.2.4 Grondwaterstanden

Afgaand op de isohypsen uit REGIS van het eerste watervoerend pakket d.d. 28 april 1995 (zie figuur 2.3) blijkt het eerste watervoerende pakket in noordoostelijke richting af te stromen. Ter hoogte van het plangebied ligt de stijghoogte tussen circa NAP +11,0 en +11,3 m. Gezien de datum gaat het hierbij om de hogere stijghoogtes (tijdens de nattere perioden). Voor zover bekend staat het gebied in de huidige situatie hydrologisch gezien niet onder invloed van het zuidwestelijk gelegen Wilhelminakanaal.



Figuur 2.3: REGIS isohypsen eerste watervoerend pakket d.d. 28 april 1995

Voor het verkrijgen van een nauwkeurig inzicht in de lokale grondwaterstanden is binnen het geohydrologisch veldonderzoek een schatting gemaakt van de GHG en GLG op basis van hydromorfe kenmerken (ondermeer oxidatie-/roest- en reductieverschijnselen). In tabel 2.3 is de geschatte GHG en GLG weergegeven.

Bij de bepaling aan de hand van de hydromorfe kenmerken wordt opgemerkt dat dergelijke kenmerken ook fossiel aanwezig kunnen zijn. De grondwaterstanden kunnen in de loop van de tijd zijn veranderd door bijvoorbeeld aanpassing van de afwatering en/of onttrekkingen.

Op basis van de schattingen blijkt de GHG grotendeels tussen NAP +11,5 en +12,0 m te liggen en de GLG grotendeels tussen NAP +10,7 en +10,9 m.

Tabel 2.3: Geschatte GHG en GLG

Nr. boring	Maaiveld o.b.v. AHN (NAP +m)	GHG		GLG	
		(m -mv)	(NAP +m)	(m -mv)	(NAP +m)
<i>Veldonderzoek oktober 2012</i>					
i01	13,6	1,6	12,0	2,6	11,0
i02	13,0	1,0	12,0	2,0	11,0
i03	12,9	1,7	11,2	2,7	10,2
i04	13,0	1,5	11,5	3,0	10,0
<i>Veldonderzoek juni 2014</i>					
01	13,1	0,8	12,3	2,2	10,9
02i	12,9	0,6	12,3	geen waarde (gw)	gw
03	12,58*	1,25	11,33	2,3	10,28
04i	12,9	0,8	12,1	2,2	10,7
05	13,1	1,2	11,9	2,35	10,75
06	13,3	1,6	11,7	gw	gw
07i	12,8	0,9	11,9	1,8	11,1
08	12,95*	1,2	11,75	2,7	10,25
09	13,0	1,1	11,9	2,0	11,0
10i	13,2*	1,8	11,4	3,0	10,2
11	13,2	1,3	11,9	gw	gw
12i	13,7	1,7	12,0	gw	gw
13	13,7	gw	gw	gw	gw
14i	13,08*	1,85	11,23	2,3	10,78
15i	13,2	1,6	11,6	gw	gw
16	13,6	2,1	11,5	gw	gw
17i	12,89*	0,65	12,24	2,6	10,29
18	12,9	0,9	12,0	2,2	10,7

* Maaiveld ingemeten

De geschatte GHG laat diepere uitschieters zien richting NAP +11,2 m en ondiepere uitschieters richting NAP +12,3 m. De relatief grote marge in de geschatte GHG's is vermoedelijk het gevolg van de matig tot slecht waterdoorlatende bodemlagen, die de infiltratie (wegzakking) van hemelwater richting het freatisch grondwater belemmerd. Als gevolg hiervan kunnen zogenaamde schijngrondspiegels optreden die hoger liggen dan de werkelijke GHG.

Ter hoogte van de binnen het veldonderzoek geplaatste peilbuizen is de grondwaterstand afgelezen. In tabel 2.4 zijn het maaiveld en de afgelezen grondwaterstanden per peilbuis ten opzichte van maaiveld en NAP weergegeven. Gezien de datum van het aflezen in juni 2014 geven de waarden een beeld van de gemiddelde grondwaterstanden.

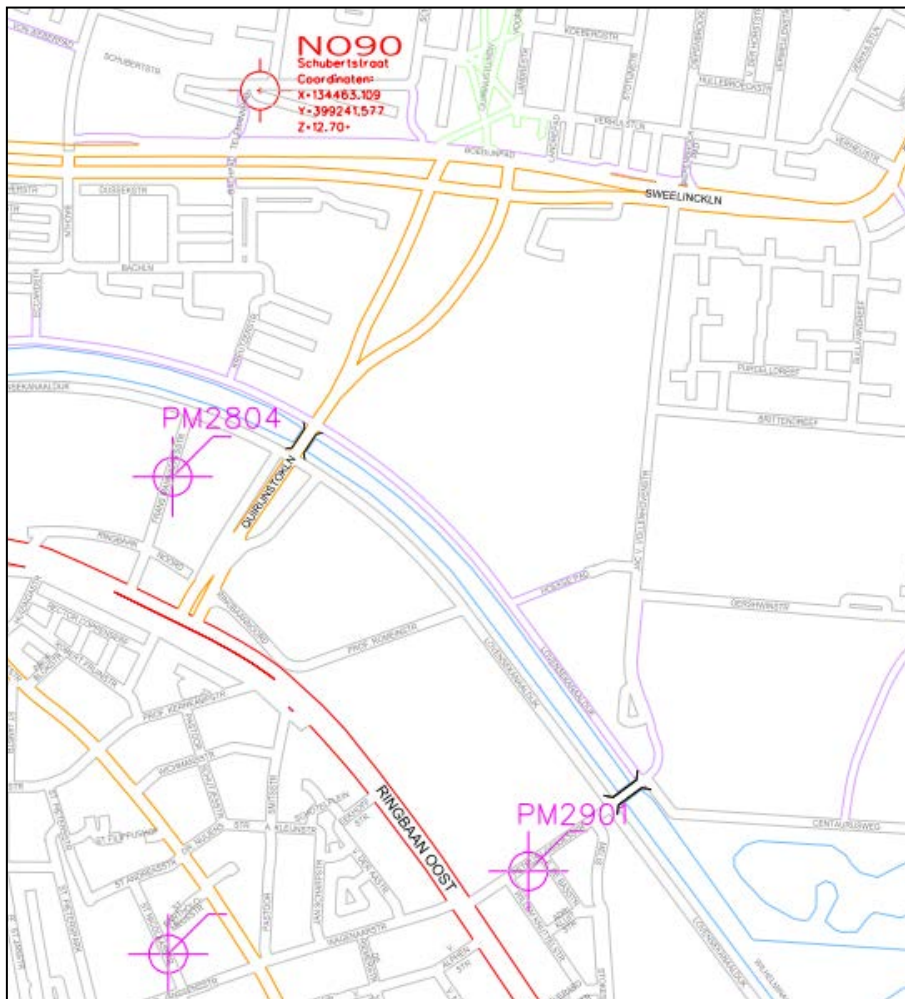
Tabel 2.4: Gemeten grondwaterstanden veldonderzoek

Peilbuisnummer	Maaiveld o.b.v. inmeting		Datum aflezen	Grondwaterstanden	
	(NAP +m)			grondwaterstand (m-mv)	(NAP +m)
03	12,58		04-06-2014	1,53	11,05
08	12,95		03-06-2014	1,86	11,09
10i	13,2		03-06-2014	1,98	11,22
14i	13,08		04-06-2014	1,91	11,17
17i	12,89		04-06-2014	1,57	11,32

Rondom het plangebied zijn drie betrouwbare peilbuizen aanwezig van het grondwatermeetnet van de gemeente Tilburg (zie figuur 2.4). De filters staan in het freatisch grondwater/eerste watervoerende pakket. Met behulp van de DAWACO-applicatie is de GHG en GLG per peilbuis bepaald, die zijn opgenomen in tabel 2.5. Deze GHGs liggen gemiddeld 0,1-0,2 m lager dan de geschatte GHG's in het veld.

Tabel 2.5: GHG en GLG peilbuizen grondwatermeet gemeente Tilburg

Peilbuisnummer	Maaiveld (NAP +m)	Aflezingsperiode	GHG (NAP +m)	GLG (NAP +m)
NO90	12,7	29-2-2008 – 23-3-2012	11,77	10,89
PM2804	-	25-2-2008 – 8-11-2013	11,66	10,8
PM2901	-	25-2-2008 – 8-11-2013	11,72	10,87

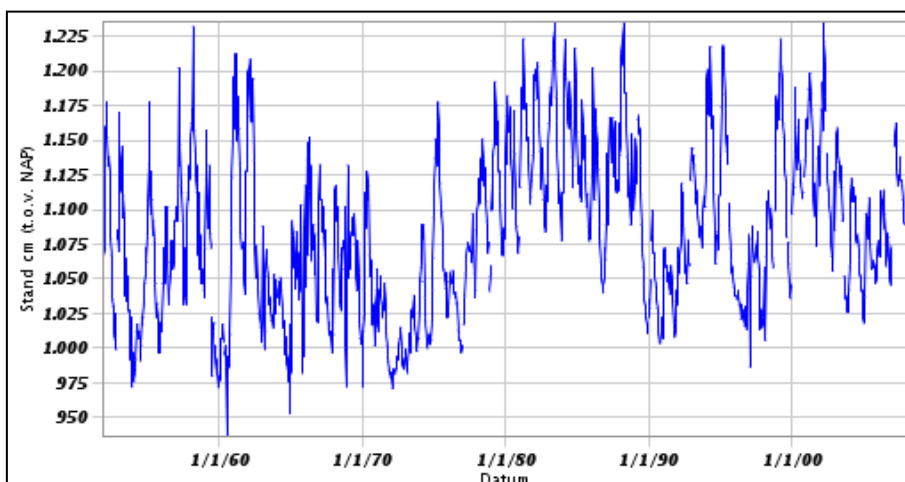
**Figuur 2.4: Ligging peilbuizen grondwatermeetnet gemeente Tilburg**

Binnen het plangebied zijn geen langdurig afgelezen peilbuizen uit het TNO-boorarchief (REGIS) aanwezig. De dichtstbijzijnde peilbuis is gelegen op circa 1.000 m ten zuidwesten van het gebied (zie figuur 2.5). Het meettraject van deze peilbuis ligt in het freatisch grondwater/eerste watervoerende pakket.



Figuur 2.5: Ligging TNO-peilbuis B50F0156

In figuur 2.6 is het stijghoogteverloop in peilbuis B50F0156 weergegeven. Daaruit blijkt de GHG, ter hoogte van de peilbuis, op circa NAP +12,2 m te liggen. Afgaand op de isohypsen van het eerste watervoerend pakket (zie figuur 2.3) loopt de grondwaterstand vanaf peilbuis B50F0156 tot aan het plangebied circa 0,5 m af. Afgaand op dit verval en de GHG bij de peilbuis lijkt de GHG binnen het plangebied op circa NAP +11,7 m te liggen. Dit komt overeen met de GHG's bij de peilbuizen uit het grondwatermeetnet van de gemeente Tilburg.



Figuur 2.6: Stijghoogteverloop TNO-peilbuis B50F0156

Het aan het plangebied grenzende Wilhelminakanaal wordt de komende tijd door Rijkswaterstaat opgevaardeerd. Uit het Geohydrologisch onderzoek Wilhelminakanaal fase 1,5 (Oranjerwoud, 10 april 2009) is gebleken dat de infiltratie vanuit het kanaal, ter hoogte van het plangebied, toeneemt. Dit komt doordat de weerstand van de bodem omlaag gaat, vanwege het verdiepen van de bodem. Daarbij is wel opgemerkt dat dit een tijdelijk effect betreft. Doordat er sprake is van een infiltratiesituatie, zal na verloop van tijd weer een sliblaag op de bodem van het kanaal ontstaan, waardoor de infiltratie weer afneemt. Dit zal waarschijnlijk wel meerdere jaren duren.

Binnen het Geohydrologisch onderzoek is bepaald dat de grondwaterstand ter hoogte van het plangebied tijdens een GHG-situatie (zie figuur 2.7) tussen de 0,125 m in het noordoosten en 0,25 m in het zuidwesten omhoog komt. Tijdens een GLG-situatie (zie figuur 2.8) ligt de stijging tussen de 0,625 m in het noordoosten en 1,0 m in het zuidwesten.



Figuur 2.7: Verhoging grondwaterstand – GHG (bron Geohydrologisch onderzoek Wilhelminakanaal)



Figuur 2.8: Verhoging grondwaterstand – GLG (bron Geohydrologisch onderzoek Wilhelminakanaal)

Conclusie grondwaterstand

Op basis van de hiervoor opgenomen beschikbare gegevens wordt de GHG voor het totale gebied aan de voorzichtige kant ingeschat op NAP +12,0 m (gemiddeld circa 1,2 m –mv). De GLG wordt geschat op NAP +10,9 m. De voorzichtige inschatting is legitiem gezien de afwezigheid van langdurig afgelezen peilbuizen binnen het plangebied en het voorkomen van schijngrondwaterspiegels.

Uit het Geohydrologisch onderzoek Wilhelminakanaal blijkt dat de grondwaterstand, vanwege het verdiepen van de kanaalbodem, tijdelijk omhoog komt. Echter omdat niet bekend is hoe lang tijdelijk is, wordt de bepaalde verhoging opgeteld bij de GHG en GLG. Hiermee komt de GHG uit tussen NAP +12,125 m in het noordoosten en NAP +12,25 m in het zuidwesten. De GLG komt uit tussen op NAP +11,525 m in het noordoosten en NAP +11,9 m in het zuidwesten.

2.2.5 Waterdoorlatendheid bodem

Tijdens de geohydrologische veldonderzoeken zijn binnen het plangebied in totaal 12 doorlatendheidsmetingen (omgekeerde boorgatmethode) verricht. Met de metingen is de verticale waterdoorlatendheid (ks-waarde) van de bodem gemeten. De resultaten zijn in bijlage 3 opgenomen en samengevat in tabel 2.6.

Naast de metingen is op basis van expert judgement de doorlatendheid in de verschillende bodemlagen geschat. Deze zijn in tabel 2.7 weergegeven.

Tabel 2.6: Resultaten doorlatendheidsmetingen

Boringnummer	Infiltratietraject (m-mv)	Ks-waarde (m/dag)	Classificatie ¹
<i>Veldonderzoek oktober 2012</i>			
i01	0,1 – 1,15	0,2	Matig doorlatend
i02	0,5 – 1,0	0,7	Vrij goed doorlatend
i03	0,4 – 1,05	1,8	Goed doorlatend
i04	1,15 – 1,65	0,2	Matig doorlatend
<i>Veldonderzoek juni 2014</i>			
02i	0,5 - 2,0	0,4	Matig doorlatend
04i	0,5 - 2,0	0,3	Matig doorlatend
07i	0,5 - 2,0	0,3	Matig doorlatend
10i	0,5 - 2,0	0,3	Matig doorlatend
12i	0,5 - 2,0	0,2	Matig doorlatend
14i	0,5 - 2,0	0,6	Matig doorlatend
15i	0,5 - 2,0	0,1	Matig tot slecht doorlatend
17i	0,5 - 2,0	0,4	Matig doorlatend

¹ Classificatie gebaseerd op het cultuurtechnisch vademecum, Elsevier 2000

Tabel 2.7 Geschatte doorlatendheid van de bodem

Diepte (m-mv)	Ks-waarde (m/dag)	Classificatie*
0 tot 0,9	0,5 – 1,5	Matig tot goed doorlatend
0,9 tot 1,8	0,1 – 1,5	Slecht tot goed doorlatend
1,8 tot 2,8	0,03 – 0,5	Slecht tot vrij goed doorlatend
2,8 tot 4,0 (verkende bodemdiepte)	1,0 – 5,0	Goed doorlatend

* Classificatie gebaseerd op het cultuurtechnisch vademecum, Elsevier 2000

De resultaten van de doorlatendheidsmetingen wijken iets af van de geschatte doorlatendheden over het bodemtraject 0,5 tot 2,0 m –mv. Gezien de ondergrond bestaat uit lemig zand tot leem, wordt de gemeten doorlatendheden als basis genomen. Deze ligt gemiddeld rond de 0,3 m/d.

Bij boring i03 is de gemeten doorlatendheid veel groter dan bij de andere metingen en de geschatte doorlatendheid. Vermoedelijk ligt de oorzaak voor de gemeten hoge doorlatendheid in de verstoring van de bodemlaag, bijvoorbeeld losse grond of holle ruimtes. Er wordt vanuit gegaan dat deze waarde niet representatief is voor het plangebied.

2.2.6 Oppervlaktewater

Binnen en direct rondom het plangebied is geen oppervlaktewater aanwezig, met uitzondering van het Wilhelminakanaal dat aan de zuidzijde van het gebied ligt. Op 500 m ten zuidoosten van het gebied is de Centaurusvijver gelegen, die met behulp van een vijzelgemaal in verbinding staat met het kanaal.

Het beheer en onderhoud van het Wilhelminakanaal valt onder de verantwoordelijkheid van Rijkswaterstaat. Ter hoogte van het plangebied heeft het kanaal een waterpeil van NAP +12,55 m (schommelingen 0,1 m naar boven en naar beneden). Uit gegevens van de gemeente blijkt het peil tijdens extreme situaties tijdelijk te kunnen stijgen tot NAP +12,8 m.

Voor werkzaamheden binnen het kanaal is toestemming en/of een vergunning nodig van Rijkswaterstaat. Dit geldt onder andere wanneer een (nieuwe) hemelwateruitlaat wordt gerealiseerd op het kanaal. Waterschap De Dommel heeft een overeenkomst met Rijkswaterstaat, waarin afspraken zijn vastgelegd over de hoeveelheid water die het waterschap maximaal mag afvoeren op het kanaal.

2.2.7 Riolering

De dichtstbijzijnde riolering ligt in de Sweelincklaan en de Jac. van Vollenhovenstraat. In de Sweelincklaan en het noordelijk deel van de Jac. van Vollenhovenstraat ligt een gemengd rioolstelsel. Dit betekent dat het hemelwater, dat afstroomt van de wegen, daken en andere terreinverhardingen, gezamenlijk met het vuilwater, van de woningen, wordt afgevoerd naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie.

In het zuidelijk deel van de Jac. van Vollenhovenstraat, vanaf de Brittdreef, ligt een gescheiden rioolstelsel. Zowel de vuilwaterafvoer als de hemelwaterafvoer van dit stelsel wateren richting het zuiden af. De hemelwaterafvoer komt uiteindelijk uit in de Centaurusvijver. Vanuit de vijver wordt overtollig water via een vjzjelgemaal afgepompt naar het kanaal.

Aan de zuidwestzijde van het plangebied is een bestaande uitstroomconstructie aanwezig op het Wilhelminakanaal. De voormalige bebouwing en terreinverharding binnen het Verbuntterrein waterde (deels) via deze constructie af op het kanaal. Deze constructie was vergund door Rijkswaterstaat. Mogelijk waterde het gebied (ook deels) af op de bestaande gemengde riolering of hemelwaterriolering ten oosten van het gebied. Hiervan is geen vergunning bekend.

2.3 Ontwerptechnische uitgangspunten

2.3.1 Bergingsopgave

Op basis van het toekomstige verhard oppervlak, het voormalige verhard oppervlak en de bergingsnorm voor inbreidingsplannen is de benodigde hemelwaterberging voor het plangebied Verbunt-terrein bepaald op 1.230 m³ (zie tabel 2.9). In bijlage 4 is het toekomstige en voormalige verhard oppervlak nader uiteengezet. Bij de uitdetaillering van het ontwerp tot bestek is het nodig de hoeveelheden te controleren en wanneer nodig bij te stellen.

Tabel 2.8: Verhard oppervlak en benodigde waterberging

	Oppervlak (m ²)	Bergingseis (mm)	Benodigde berging (m ³)
Nieuw verhard oppervlak (toekomstig minus voormalig verhard oppervlak)*	24.760	40	990
Voormalig verhard oppervlak	24.130	10	240
Totaal	48.890	n.v.t.	1.230

*Verhardingspercentage uitgeefbaar gebied is 60%, conform afspraak gemeente en waterschap.

Om wateroverlast bij extreme neerslag in kaart te brengen en te voorkomen wordt veelal gekeken naar de bui T=100+10%. Afgaand op deze bui en het totale afwaterende verhard oppervlak komt in totaal circa 3.390 m³ tot afstroming (zie bijlage 5). Deze hoeveelheid water dient binnen de bergingsvoorzieningen, wegprofielen en groenzones verwerkt te worden, zonder dat het water de kavels op- en de woningen instroomt.

2.3.2 Ontwerp grondwaterstand

De wisseling in de grondwaterstanden wordt uitgedrukt met behulp van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Daarbij wordt de GHG vaak als maatgevende grondwaterstand gehanteerd voor de toetsing en uitwerking van het ruimtelijke en waterhuishoudkundige ontwerp. Zoals eerder aangegeven hanteert de gemeente Tilburg het uitgangspunt dat voor de ontwerpgrondwaterstand 0,2 m bij de GHG opgeteld dient te worden.

Door 0,2 m op te tellen bij de in paragraaf 2.2.4 bepaalde GHG komt de ontwerpgrondwaterstand uit tussen NAP +12,325 m in het noordoosten tot NAP +12,45 m in het zuidwesten. Gemiddeld ligt de ontwerpgrondwaterstand 0,8 m minus het huidige maaiveld.

2.3.3 Infiltratie en leegloop

Voor de infiltratie van hemelwater hanteert de gemeente Tilburg een minimaal benodigde doorlatendheid van 1,0 meter per dag (m/d). Afgaand op de bepaalde gemiddelde waterdoorlatendheid van 0,3 m/d, de bodemopbouw en de grondwaterfluctuatie wordt de bodem matig geschikt geacht voor de infiltratie van hemelwater.

De ondiepe leemlagen op een diepte vanaf 1,4 m –mv kunnen deels de oorzaak zijn van de matige waterdoorlatendheid. Ze vormen in ieder geval een barrière voor de infiltratie van hemelwater richting de diepere grondwaterpakketten. Opmerking daarbij is dat de leemlagen niet gebiedsdekkend zijn; ze worden afgewisseld met sterk tot zeer sterk lemig zand.

Naast de infiltratiecapaciteit hanteert de gemeente een leeglooptijd van een bergingsvoorziening van maximaal 24 uur.

2.3.4 Drooglegging

Omdat er geen aansluiting (meer) wordt gemaakt op het Wilhelminakanaal is de benodigde drooglegging ten opzichte van het waterpeil in het kanaal niet (meer) van toepassing.

2.3.5 Riolering

Op basis van de Ontwerprichtlijnen Openbare Ruimte, Gemeente Tilburg, zijn de ontwerp-technische uitgangspunten uiteengezet. De uitgangspunten voor de uitwerking en dimensionering van de hemelwaterafvoer-riolering (HWA) staan in tabel 2.9. Voor de vuilwaterafvoer-riolering ofwel droogweerafvoer (DWA) wordt uitgegaan van de uitgangspunten in tabel 2.10.

Tabel 2.7: Ontwerpnormen HWA

Afvoercapaciteit: Leidraad Riolering, module C2100	Bui 08 (T=2) maximale waterstand minimaal 0,3 m onder putdeksel en hydraulisch verhang <= maaiveldverloop, geen water op straat
Riool:	
Vorm	rond
Minimale buisdiameter	300 mm
Minimale dekking op buiten-bovenkant buis	1,1-1,2 m
Buismateriaal	beton
Buisverhang	de eerste 100 m 1:500. Hierna tenminste 1:1000.
Maximale strenglengte	70 m
Minimale afstand tussen kruisende buizen	0,2 m
Put:	
Minimale afmeting controleput	800 x 800 mm met stroomprofiel

Tabel 2.8: Ontwerpnormen DWA

Afvoercapaciteit: Leidraad Riolering, module C2100	Maximale vulling gescheiden stelsel is 50 % bij Q_{max}
Vuilwater gebruik (piek)	12 l/inwoner/uur, gedurende 10 uur
Woningbezetting	3,0 inwoners/woning
Riool:	
Vorm	rond
Minimale buisdiameter	250 mm
Minimale dekking op buiten-bovenkant buis	1,1-1,2 m
Buismateriaal	PVC tot Ø400 mm en beton vanaf Ø400 mm
Buisverhang	de eerste minimaal 100 m 1:300. Hierna tenminste 1:300 bij Ø250-315 mm en 1:500 bij Ø400 mm. Voorverhang van overige diameters zie Ontwerprichtlijnen Openbare Ruimte.
Maximale strenglengte	70 m
Minimale afstand tussen kruisende buizen	0,2 m
Put:	
Minimale afmeting controleput	800 x 800 mm met stroomprofiel

2.3.6 Wadi's

Om de werking van de wadi te garanderen, dient deze als volgt te worden opgebouwd:

- de toplaag tot circa 0,2 m minus de toekomstige bodem geschikt maken voor de groei van gras en de infiltratie van hemelwater. Dit kan bereikt worden door de vrijkomende teelaarde te mengen met drainagezand in de verhouding twee delen teelaarde en drie delen drainagezand. Het M50-cijfer van het drainagezand dient zoveel mogelijk overeen te komen met het M50-cijfer van de vrijkomende teelaarde;
- onder de toekomstige toplaag een drainagesleuf aanleggen van 0,5 m breed en minimaal 0,6 m diep. De sleuf bestaat uit drainagezand (conform de standaard RAW-2005) met daarin een drainagebuis (PE) Ø 90-100 mm. Inspoeling van gronddeeltjes en beschadiging door wortels dient voorkomen te worden met behulp van het toepassen van een geotextiel rondom de sleuf. Ten behoeve van het onderhoud wordt de drainage voorzien van doorspuitputten;
- voorkomen dient te worden dat de grasmat in de wadi's niet tot ontwikkeling komt, de wadi's modderig worden en niet meer infiltreren. De ervaring leert dat, om dit te voorkomen, de wadi's minimaal 20 mm berging dienen te hebben voor het totale toekomstige afwaterende verhard oppervlak en ze daarnaast binnen maximaal 24-48 uur leeg dienen te lopen. Binnen de 20 mm berging valt het grootste deel van de jaarlijkse neerslaggebeurtenissen/buien;
- talud minimaal 1:3, diepte 0,3-0,8 m en bodembreedte minimaal 1,0 m in verband met machinaal maaibeheer;
- de wadi's kunnen worden voorzien van zogenaamde slokop's, ofwel instroomputten. Wanneer de waterstand in de wadi's stijgt tot aan de hoogte van de putten, kan hemelwater via de putten afstromen naar de drainage onder de wadi. Hiermee kan een stukje extra berging en infiltratie worden gerealiseerd.

2.3.7 Grondbalans

De uitgangspunten zijn:

- het streven is een gesloten grondbalans;
- wanneer het bestaande maaiveld binnen de plangrens, met uitzondering van de groenzones aan de zuidwestzijde van het gebied (zie figuur 2.2), op één hoogte wordt gebracht (dus afgraven hogere delen en opvullen lagere delen) komt de gemiddelde maaiveldhoogte uit op NAP +13,1 m. Dit is op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) in Autocad bepaald. Zoals eerder aangegeven wordt aanbevolen het maaiveldpeil, vooraf het opstellen van het bestek, in te meten, zodat de grondbalans nauwkeuriger in kaart gebracht kan worden;
- bij de aanleg van de wegconstructie, rioolsleuf, wadi's en bouwkuipen komt grond vrij of is minder grond nodig (voor ophoging). De volgende afmetingen worden gehanteerd:
 - constructie openbare weg en trottoir, inclusief bestrating: diepte 0,7 m en oppervlak circa 16.000 m². In het trottoir komen de K&L te liggen; daarom bij trottoirs uitgegaan van 0,7 m;
 - rioolsleuf: diepte 1,2 m, bodembreedte 2,0 m (vanwege HWA en DWA), talud 1:1 en lengte circa 1.800 m (ingemeten op stedenbouwkundig plan). Uitgangspunt is dat de rioolsleuf wordt aangevuld met aan te voeren zand (voor zandbed);
 - constructie parkeren openbaar en verharding en parkeren uitgeefbaar, inclusief bestrating: diepte 0,4 m en oppervlak circa 9.100 m²;
 - wadi's: voor oppervlak, talud en diepte zie paragraaf 3.2.2;
 - bouwkuip woningen/bebouwing, exclusief vrije kavels: diepte 0,7 m en oppervlak van circa 14.000 m². De bouwkuipen voor de vrije kavels wordt niet door de ontwikkelaar gerealiseerd. Voor het oppervlak aan bouwkuipen is uitgegaan van een bebouwingsdiepte van 10 m, de kavelbreedte (zie stedenbouwkundig plan) en 233 kavels, exclusief de vrije kavels.

2.4 Principekeuze waterhuishouding

Conform de uitgangspunten vindt de hemelwaterbehandeling gescheiden plaats van de vuilwaterafvoer.

Hergebruik van hemelwater dat op de gebouwen valt is mogelijk. Gedacht kan worden aan het gebruik van hemelwater voor sanitaire voorzieningen of als poets-/waswater. In de huidige plannen is het hergebruik van hemelwater echter niet opgenomen;

Het toepassen van groene daken is een mogelijk. Met een groen dak vertraagt en vermindert de totale hemelwaterafvoer. Echter gezien het woonprogramma maken dergelijke daken vooralsnog geen onderdeel uit van het waterhuishoudings- en rioleringsplan;

Afgaand op de huidige bodem- en watersituatie blijkt het plangebied matig geschikt te zijn voor de infiltratie van hemelwater. Daarbij vormen de aanwezige leemlagen op een diepte van circa 1,4 m –mv een aandachtspunt. Vanwege deze leemlagen kan het infiltrerende hemelwater mogelijk niet snel genoeg wegzakken met schijngrondwaterspiegels tot gevolg.

Het hemelwater dat afstroomt van de particuliere en openbare verhardingen wordt binnen het openbaar gebied geborgen en zoveel mogelijk geïnfiltreerd. Gezien de matige geschiktheid voor infiltratie en de aanwezigheid van de leemlagen heeft het niet de voorkeur om het hemelwater binnen de woonkavels te verwerken.

Voor een voldoende snelle leegloop van de toekomstige bergingsvoorzieningen is het toepassen van een vertraagde afvoer, ofwel landbouwkundige afvoer, nodig. Met deze afvoer wordt het onvoldoende snel infiltrerende hemelwater langzaam afgevoerd buiten het plangebied.

Gezien het gaat om een woongebied met relatief luwe wegen, kan het afstromende hemelwater als schoon worden beschouwd. Hiermee is het niet nodig het hemelwater te zuiveren.

Afgaand op de matige geschiktheid voor infiltratie en de ruimtelijke inrichting van het gebied is gekozen voor het toepassen van wadi's voor de berging van hemelwater. Hieraan liggen de volgende argumenten ten grondslag:

- met de wadiconstructie kan optimaal worden ingespeeld op de bodemopbouw:
 - tijdens langdurige neerslag draagt de constructie bij aan het aftoppen van schijngrondwaterspiegels;
 - tijdens de droge zomerperioden draagt de constructie optimaal bij aan de infiltratie van hemelwater;
- wadi's kunnen goed worden geïntegreerd in de groen- en speelstructuur.

Gezien de te handhaven groenstructuren aan de randen van het plangebied is er binnen het plangebied weinig ruimte voor decentrale groenzones, als bermen naast de weg. Daarom de keuze om de wadi's in de nieuwe centraal gelegen groenzone op te nemen, die deels in de bestaande groenstructuur ligt.

Afgaand op onderstaande is voor het transport van het hemelwater, richting de wadi's, gekozen voor een hemelwaterriolering en niet voor bovengrondse afvoer.

Voor de bovengrondse afvoer van hemelwater wordt meestal een maximale afvoerlengte van 150 m aangehouden en een minimaal verhang van 4 promille in het lengteprofiel van de wegen. Met de aanwezige weglengtes van circa 100-200 m voldoet niet het totale gebied aan de maximale afvoerlengte.

Met het benodigde minimale verhang van 4 promille en de afvoerlengtes van circa 100-200 m komt het verval in de wegen uit op circa 0,6 m. Afgaand op de benodigde afwerkpeilen (zie paragraaf 3.1) betekent dit dat de benodigde ophoging kan oplopen tot circa 1,2 m. Hiermee is veel aanvoer van grond nodig (zie hoofdstuk 4), dat vanuit het streven naar een gesloten grondbalans niet wenselijk is.

Daarnaast komt het gebied ten opzichte van de Jac. van Vollenhovenstraat erg hoog te liggen (circa 1,3 m hoger). Dat is vanuit de ruimtelijke inrichting ook geen wenselijke situatie.

Tijdens extreme neerslag (groter dan de bui 08) is de kans groot dat de hemelwaterriolering de aanvoer van water niet kan verwerken en er water op maaiveld ontstaat. Daarom is gekozen om de wegen met 1 promille richting de wadi's af te laten lopen. Hiermee kan het water altijd afstromen richting de wadi's, waar de ruimte ligt voor de berging van het hemelwater. Met het verhang van 1 promille komt het gebied minder hoog te liggen dan bij een verhang van 4 promille, dat gunstiger is voor de grondbalans (zie hoofdstuk 4) en de ruimtelijke inrichting.

3 Uitwerking waterhuishouding en riolering

De uitwerking van de waterhuishouding en riolering is gebaseerd op het kader waterhuishouding en riolering uit hoofdstuk 2. In de uitwerking wordt ingegaan op de ontwatering, drooglegging en afwerkpeilen, het hemelwater systeem, het vuilwater systeem.

3.1 Ontwatering, drooglegging en afwerkpeilen

Hierna zijn de minimale afwerkpeilen bepaald op basis van de ontwateringsnormen:

- wegen en onderzijde bebouwingsvloer (woningen met kruipruimte): NAP +13,025 m in het noordoosten tot NAP +13,15 m in het zuidwesten;
- groenstroken en parkeren: NAP +12,825 m in het noordoosten tot NAP +12,95 m in het zuidwesten;
- wadibodem: NAP +12,425/+12,525 m in het noordoosten tot NAP +12,55/+12,65 m in het zuidwesten.

Om de vuilwaterafvoer onder vrijverval aan te kunnen sluiten op de bestaande riolering in de Jac. van Vollenhovenstraat is het noodzakelijk om het wegpeil in het westen en zuiden van het gebied op NAP +13,7 m neer te leggen en in het midden van het gebied rond de NAP +13,55-13,6 m.

De hoogtes van het gebied richting het noorden en oosten laten aflopen, zodat deze één op één overeenkomen met de hoogtes van de omgeving, is niet mogelijk. Voor het behalen van afdoende berging, binnen de beschikbare ruimte, is het namelijk van belang dat de bodem en insteek van de wadi's allemaal op dezelfde hoogte komen te liggen. De insteek van de wadi's lager leggen richting het noorden betekent dat een minder grote peilstijging beschikbaar is in de wadi's. Dus minder berging. Een mogelijkheid is de wadi's verder te verdiepen met maximaal 0,2 m, gezien het minimale afwerkpeil van de wadibodem. Echter dan worden de wadi's richting het zuidwesten erg diep. Dit is vanuit de ruimtelijke inrichting niet wenselijk. Daarnaast is de berging, die met het verdiepen wordt gerealiseerd, circa één derde kleiner dan de berging die weg gaat. Dit komt omdat het bodemoppervlak van de wadi's kleiner is dan het oppervlak van de waterspiegel bij een (maximale) peilstijging. Dus wanneer de insteek van de wadi's richting het noorden worden verlaagd, dient ook het oppervlak van de wadi's vergroot te worden om afdoende berging te realiseren. Deze ruimte is niet beschikbaar (zie paragraaf 3.3).

Vanaf het midden van het gebied, waar de wadi's komen te liggen, krijgen de wegen een verhang van 1 promille richting de randen van het gebied. Dit is conform de uitgangspunten uit hoofdstuk 2. Afgaand op de lengte van de wegen van 100-200 m gaan de wegen op hoofdlijnen oplopen van NAP 13,55 m, ter hoogte van de wadi's, naar NAP +13,7 m, ter hoogte van de randen van het gebied. Dit betekent een gemiddeld afwerkpeil van NAP +13,63 m.

Het vloerpeil van de woningen komt circa 0,2 m hoger te liggen dan het wegpeil, in verband met de afwatering. Dat maakt dat de vloerpeilen aflopen van NAP +13,9 m aan de randen van het gebied tot NAP +13,8 m ter hoogte van de wadi's.

Aandachtspunt is de aansluiting van het plangebied op de omgeving. Hierna is aangegeven op welke wijze de aansluiting plaatsvindt.

Noordzijde:

- het terreinoppervlak van de bestaande bedrijven en de Sweelincklaan ligt op circa NAP +13,0-13,2 m. Het hoogteverschil tussen het plangebied (NAP +13,55-13,7 m) en aangrenzende bedrijventerrein wordt binnen de groenzone, gelegen binnen het plangebied, opgevangen. Alleen ter hoogte van de parkeerplaatsen en het trottoir rondom de wadi is het lastiger het hoogteverschil op te lossen en is het toepassen van een keerwand waarschijnlijk noodzakelijk;
- de kavels, parkeerplaatsen en het trottoir wateren richting het zuiden af. Hemelwater dat mogelijk toch richting het noorden afstroomt, wordt afgevangen in de groenzone. Ter hoogte van de parkeerplaatsen en trottoir wordt een opstaande band toegepast, die voorkomt dat water afstroomt richting het aangrenzende bedrijventerrein;
- het trottoir krijgt in het noorden een hoogte van NAP +13,7 m, zodat bij het overlopen van de wadi's geen water richting het bedrijventerrein gaat afstromen;

Oostzijde:

- de Jac. van Vollenhovenstraat ligt op circa NAP +13,0 m. Het voorstel is om de ontsluitingswegen aan de oostzijde van het plangebied, in de eerste 30-40 m vanaf de Jac. van Vollenhovenstraat, 0,7 m op te laten lopen van NAP +13,0 m naar NAP +13,7 m. Dit betekent een verhang van 2 centimeter per meter;
- met het relatief snel laten oplopen van de wegen, wordt het oppervlak dat richting het oosten gaat afwateren beperkt. Daarnaast zal dit oppervlak in eerste instantie via de hemelwaterriolering afwateren naar een wadi in het oosten van het gebied. Pas bij extreme neerslag (1 keer per 2/5 jaar) stroomt er hemelwater via het wegoppervlak richting de Jac. Van Vollenhovenstraat af;
- vanaf het hoogste punt (NAP +13,7 m) lopen de ontsluitingswegen richting de centrale wadi-zone af (NAP +13,55). Hiermee watert het grootste deel van het gebied niet richting de Jac. van Vollenhovenstraat af. Ook tijdens het overlopen van de centrale wadi's gebeurt dat niet.

Zuidzijde:

- richting het Wilhelminakanaal loopt het maaiveld op tot circa NAP +14,0 m. Het eventuele kleine hoogteverschil tussen het plangebied en de kanaalzone wordt opgelost in de groenzone. Het Hoeksepad heeft een hoogte van circa NAP +13,0 m. Het hoogteverschil tussen het plangebied en dit pad wordt opgelost in de (achter)tuinen van de kavels van circa 30 m diep plus een openbare groenstrook van circa 10 m breed;
- de voorzijde van de kavels, waar de hoofdgebouwen staan, wateren richting het noorden af. Hemelwater dat mogelijk toch richting het zuiden afstroomt, wordt afgevangen in de tuin en openbare groenstrook.

Westzijde:

- tussen het plangebied en de hogere gelegen Quirijnstoklaan (NAP +15,0-20,0 m is een lager gelegen groenzone aanwezig van circa NAP +13,0-13,4 m). Het hoogteverschil tussen het plangebied (NAP +13,7 m) en deze zone wordt binnen de zone opgelost;
- gezien de centrale wadizone richting het zuidwesten doorloopt is het voorstel om het maaiveld tussen de wadizone en de eerder genoemde lager gelegen groenzone op NAP +12,6 m te leggen. Hiermee kan overtollig hemelwater zich, bij het overlopen van de wadi's, verspreiden in de lager gelegen groenzone.

Het hoogteverschil tussen de wegpeilen en vloerpeilen kan in het dwarsprofiel worden opgelost met het toepassen van opstaande banden (0,1 m hoog), de aanwezigheid van langsparkeren, trottoirs en groenzones tussen de wegen en kavels (verval van circa 0,1 m) en de drempel van een woning van circa 0,03-0,05 m.

Op basis van de minimale peilen, het benodigde verhang in de wegen, de bestaande maaiveldhoogtes van het plangebied en de omgeving zijn de peilen van het openbaar gebied en de zogenaamde T-hoogtes van de kavels nader uitgewerkt en opgenomen in bijlage 6.

Bij de bepaling van de minimale afwerkpeilen is uitgegaan van gebouwen met kruipruimte. Wel wordt aanbevolen om te bouwen zonder kruipruimte, gezien de aanwezigheid van de leemlagen. Op deze lagen kan, tijdens langdurige neerslag, water stagneren met een schijngrondwaterspiegel tot gevolg, die mogelijk ondieper ligt dan de ontwerpgrondwaterstand. Hierdoor kan een kruipruimte mogelijk deels vol lopen met water, dat het gebruik van deze ruimte beperkt. Voor de woning geeft dit verder geen probleem, mits de vloer die aan de kruipruimte grenst conform het Bouwbesluit, voorkomt dat vocht in de woning doordringt.

Voor de wegconstructie en de rioolsleuf is het van belang dat ze niet in een 'kuip' komen te liggen, die is omsloten door slecht waterdoorlatende grond (leem). Wanneer dit het geval is, verzamelt (hemel)water zich in de constructie en sleuf, met mogelijk instabiliteit van de wegconstructie tot gevolg. Gezien de dikte en de diepte van de leemlagen komt de wegconstructie niet in een 'kuip' te liggen, waarmee overtollig (hemel)water verticaal en/of horizontaal kan afstromen.

De rioolsleuf komt mogelijk wel deels in een leemlaag te liggen. Waar dit het geval is dient de leemlaag onder de sleuf tot aan de aanwezige zandlaag verbeterd te worden.

Na ophoging van de kavels is de afstand tussen het maaiveld en de aanwezige leemlagen meer dan 2,0 m. Hiermee is in de bodem voldoende ruimte beschikbaar voor het verwerken van het hemelwater dat op de kavels in de grond trekt. Wel is het nodig dat de grond, waarmee de kavels worden opgehoogd, minimaal een waterdoorlatendheid krijgt van 0,5-1,0 m/d. Hiervoor is het mogelijk nodig een grondverbetering toe te passen.

Een groot deel van het hemelwater, dat binnen het gebied valt, stroomt af naar de wadi's. De infiltratie in de bodem en de drainagesleuf van de wadi's, inclusief vertraagde afvoer, zorgen dat de bodem ter hoogte van de wadi's niet te veel/lang verzadigd raakt/is met hemelwater. Aanvullend daarop wordt geadviseerd om de bodem onder de drainagesleuf te verbeteren, tot minimaal een waterdoorlatendheid van 1,0 m/d en tot de zandlaag onder de leemlaag. Hiermee wordt de kans op de verzadiging van de bodem verder gereduceerd. Het hemelwater kan namelijk sneller in de bodem infiltreren, omdat de geschatte waterdoorlatendheid van de bodem onder de leemlaag 1 tot 5 m/d is.

De onderzijde van de leemlaag ligt gemiddeld circa 2,5 m onder de wadibodem en circa 1,7 m onder de onderzijde van de drainagesleuf.

3.2 Hemelwaterstructuur

In afstemming met het Stedenbouwkundige plan woongebied Verbunt-terrein (Inbo, augustus 2013) is de hemelwaterstructuur van het plangebied uitgewerkt. Ook is de ligging van de wadi's afgestemd op de bestaande bomen (zie hoofdstuk 4). Voor de afstemming met de bomen heeft de gemeente Tilburg een wenselijke vorm voor de zuidelijke wadi aangeleverd, die in het plan is verwerkt. In figuur 3.1 is het principe van de structuur weergegeven en de structuur is aansluitend toegelicht. In bijlage 6 is de hemelwaterstructuur op tekening opgenomen.



Figuur 3.1: Principe hemelwaterstructuur (ondergrond: Stedenbouwkundig plan d.d. augustus 2013)

Toelichting opbouw hemelwaterstructuur:

- het hemelwater wordt verzameld in een hemelwaterriolering, die afwatert richting de wadi's, gelegen in de nieuwe centrale groenzone. Binnen de wadi's vindt de verspreiding, berging, infiltratie en vertraagde afvoer van het hemelwater plaats. De losliggende wadi's worden met behulp van de hemelwaterriolering met elkaar verbonden;
- de vertraagde afvoer is naast de infiltratie nodig om de wadi's voldoende snel leeg te laten lopen. Deze afvoer wordt aangesloten op de bestaande hemelwaterriolering in de Jac. van Vollenhovenstraat, waarmee een aansluiting op het kanaal niet nodig is;
- wanneer er meer hemelwater tot afstroming komt dan de bergingsnorm behelst, mag dit overlopen richting de bestaande hemelwaterriolering in de Jac. van Vollenhovenstraat. Echter omdat op dit moment niet aangetoond kan worden of de omgeving daar overlast van gaat ondervinden, is met de gemeente afgesproken dat al het water binnen het gebied verwerkt wordt. Daarbij geldt dat binnen het plangebied geen wateroverlast mag optreden bij de kavels en woningen;
- de oostelijke strook van het gebied kan gezien de benodigde ophoging binnen het gebied en de lagere ligging van de Jac. van Vollenhovenstraat niet afwateren richting de centrale wadi's. De afwatering van de hemelwaterriolering binnen dit gebied vindt richting het oosten plaats, waar ook ruimte gecreëerd is voor een wadi. Ook dit systeem, bestaande uit de wadi en hemelwaterriolering, krijgt een vertraagde afvoer op de bestaande hemelwaterriolering in de Jac. van Vollenhovenstraat.
Ongeveer de eerste 30-40 m vanaf de Jac. van Vollenhovenstraat gaat richting het oosten afwateren. Binnen deze rand komt het afvoerend verhard oppervlak uit op circa 3.600 m². Het verhard oppervlak bestaat uit een kaveloppervlak van circa 3.830 m² maal 60% verharding en een weg- en trottoiroppervlak van circa 1.300 m²;

- tijdens extreme en langdurige neerslag kunnen de wadi's de aanvoer van hemelwater mogelijk niet verwerken, waardoor deze op maaiveld overstromen. Het plangebied wordt zo ingericht dat er tijdens de bui T=100 + 10% geen overlast ontstaat bij de woningen. Maatregelen hiervoor zijn het toepassen van opstaande trottoirbanden, het vloerpeil 0,2 m hoger leggen dan het wegpeil en inzetten lagere groenzone oostzijde plangebied;
- tijdens extreem intensieve neerslag (groter dan de bui08) is de kans groot dat de hemelwaterriolering de aanvoer van water niet kan verwerken en er water op maaiveld ontstaat. Zoals eerder aangegeven worden de wegen hiervoor onder een verhang van 1 promille richting de wadi's gelegd. Hiermee kan het water altijd afstromen richting de wadi's, waar de ruimte ligt voor de opvang van het hemelwater. Daarnaast heeft het de voorkeur om opstaande trottoirbanden toe te passen;
- de wegen, grenzend aan de wadi's en/of groenzone, (deels) niet voorzien van opstaande banden. Hiermee kan het hemelwater, tijdens (extreme) neerslag, bovengronds afwateren in de wadi's en de groenzones;
- de hemelwaterriolering komt dieper te liggen dan de wadibodem, waarmee het toepassen van uitstroomputten noodzakelijk is. Wanneer het niet wenselijk is dat de riolen na neerslag vol met water blijven staan is een aansluiting op de bestaande hemelwaterriolering noodzakelijk. Afhankelijk van de hoogteligging van de riolering is een pomp nodig om de riolering leeg te pompen. De gemeente heeft aangegeven dat de riolering vol mag blijven staan met water. Dus is het toepassen van een pomp niet nodig.

3.3 Wadi's

3.3.1 Berging

In tabel 3.1 is de benodigde berging bepaald voor de centraal gelegen wadi's en de wadi aan de oostzijde van het gebied. De basis hiervoor is de bepaalde berging in paragraaf 2.3.1.

Tabel 3.1: Benodigde waterberging wadi's

Wadi	Afwaterend verhard oppervlak (m ²)		Benodigde berging (m ³)
	Voormalig	Nieuw	
Centraal	22.353	22.937	1.140
Oostzijde	1.777	1.823	90
Totaal	24.130	24.760	1.230

*Bergingsnorm 10 mm voor voormalig en 40 mm voor nieuw verhard oppervlak

Afgaand op het stedenbouwkundig plan, dat in bijlage 6 als ondergrond is opgenomen, is de beschikbare berging in de wadi's bepaald (zie tabel 3.2). Daarbij is uitgegaan van een minimaal talud van 1:3 en een diepte van 0,8 m. Met uitzondering van de zuidelijke wadi hebben de wadi's aan één zijde een flauwer talud dan 1:3 gekregen, zodat een betere inpassing in het ruimtelijk ontwerp mogelijk is. Met deze flauwere taluds is minder berging beschikbaar, dat is verwerkt in tabel 3.2.

Tabel 3.2: Beschikbare waterberging wadi's

Wadi	Totaal	Oppervlak wadi (m ²)		Beschikbare berging (m ³)
		Niveau wading 0,3 m	Bodem	
Centraal	3.570	2.875	1.850	1.180
Oostzijde	480	335	160	124
Totaal	4.200	3.565	2.585	1.304

Bij het bepalen van de beschikbare berging is geen rekening gehouden met de infiltratie in de bodem, gezien de waterdoorlatendheid van de bodem matig is. Bij de leegloop van de wadi is de infiltratie wel meegenomen.

Bij de centrale wadi's ligt de bodem op NAP +12,75 en de insteek op NAP +13,55 m. Hiermee ligt de wadibodem 0,35 m boven de ontwerpgrondwaterstand en voldoet de bodem aan het minimale afwerkpeil.

Voor de oostelijke wadi is het voorstel om de insteek op NAP +13,3 m te leggen. Dit betekent dat de groenzone tussen de Jac. van Vollenhovenstraat (NAP +13,0 m) en de insteek van de wadi met 10 centimeter per meter gaat oplopen, dat een talud van 1:10 betekent. De wadi-bodem komt daarmee op NAP +12,5 m te liggen. Dat ook voldoet aan het minimale afwerkpeil van de wadibodem.

Conform het uitgangspunt van de gemeente is tijdens de berging (conform bergingsnorm) een waking aangehouden van 0,3 m. Dit betekent een beschikbare peilstijging van 0,5 m. Conclusie is dat de beschikbare waterberging in de wadi's afdoende is om de benodigde berging te kunnen verwerken.

3.3.2 *Extreme neerslag*

Bij extreme en langdurige neerslag, zoals de bui T=100 + 10%, kunnen de wadi's mogelijk gaan overlopen.

Bij de bui T=100 + 10% stroomt richting de oostelijke wadi circa 250 m³ hemelwater af. Bij volledige vulling is in de wadi ruimte voor 256 m³ water. Dit betekent dat de wadi tijdens een T=100 + 10% niet overloopt en er daarmee geen water afstroomt naar de Jac. van Vollenhovenstraat. Bij buien groter dan de T=100 + 10% kan er wel water gaan afstromen. Echter gezien dit een zeer extreme situatie is en de Jac. van Vollenhovenstraat richting het noorden afloopt, is de kans nihil dat het water richting gebouwen gaat stromen.

Bij de bui T=100 + 10% stroomt richting de centrale wadi's circa 3.140 m³ hemelwater af. Bij volledige vulling is in de wadi's ruimte voor 2.168 m³ water. Dit betekent dat de wadi's tijdens extreme en langdurige neerslag kunnen gaan overlopen. Wanneer dit gebeurt, stroomt het water op het oppervlak van de groenzones en wegen. Wanneer het water op deze oppervlakken stijgt tot NAP +13,7 m zal het water via de wegen ook richting de Jac. van Vollenhovenstraat afstromen. Omdat de minimale T-hoogte binnen het gebied op NAP +13,75 m komt te liggen, stroomt het water nooit de kavels op. Daarbij ligt het minimale vloerpeil nog eens 0,05 m hoger dan de minimale T-hoogte.

Het overstromende oppervlak bestaat uit de wadi's, de aangrenzende groenzones en circa de helft van de wegen. Dit betreft een oppervlak van circa 14.500 m². Afgaand op de afwerkpeilen en maximale waterstand in de wadi is tijdens de stijging tot NAP +13,7 m gemiddeld een laag van 0,1 m aanwezig op het genoemde oppervlak, dat nog eens een extra berging betekent van 1.450 m³. Hiermee kan de T=100 + 10% dus ruimschoots binnen het gebied worden verwerkt, zonder dat het water de kavels opstroomt en de gebouwen instroomt.

Naast de groenzones, grenzend aan de wadi's, kan het water ook nog afstromen richting de lager gelegen groenzone tussen het plangebied en de Quirijnstoklaan. Hiermee is binnen het plangebied ruimte voor buien groter dan een T=100 + 10%.

3.3.3 *Leegloop*

Afgaand op de waterdoorlatendheid van de bovengrond van circa 0,3 m/d lopen de wadi's onvoldoende snel leeg. In de praktijk is de leegloop wel sneller omdat de bodem van de wadi wordt verbeterd en wordt voorzien van een drainagesleuf met ruimte voor water. Echter wanneer deze bodem en sleuf verzadigd zijn met water loopt de waterdoorlatendheid weer terug naar de 0,3 m/d.

Zoals eerder aangegeven is het advies om de bodem onder de drainagesleuf te verbeteren, tot minimaal een waterdoorlatendheid van 1,0 m/d en tot de onderzijde van de aanwezige leemlaag. De bodem onder de leemlaag heeft een waterdoorlatendheid van 1 tot 5 m/d is. Voor een voldoende snelle leegloop is het verbeteren van de bodem onder de drainagesleuf noodzakelijk.

Afgaand op een waterdoorlatendheid van 1,0 m/d en het infiltratieoppervlak van de centrale wadi's infiltreert er per uur circa 113 m³ hemelwater in de bodem. Het infiltratieoppervlak bestaat uit de wadibodem en gemiddeld de helft van het waditalud. Afgaand op de infiltratie lopen de wadi's na berging (conform bergingsnorm 1.180 m³) binnen circa 10 uur leeg. Dit voldoet ruimschoots aan de maximale leeglooptijd van 24 uur.

Bij de oostelijke wadi infiltreert er per uur circa $13,0 \text{ m}^3$ hemelwater in de bodem. Afgaand hierop loopt deze wadi ook binnen circa 10 uur leeg.

Met de vertraagde afvoer van $0,33 \text{ l/s/ha}$ wordt de leegloop van de wadi's iets versneld. Ook kan met de vertraagde afvoer de leegloop van de hemelwaterriolering plaatsvinden, zodat ook in de riolering nog ruimte is voor berging. De leegloop is alleen mogelijk wanneer de bestaande riolering in de Jac. van Vollenhovenstraat lager ligt dan de hemelwaterriolering binnen het plangebied. Vanwege het waterpeil in de Centaurusvijver blijft een deel van de riolering vol staan met water. Circa drie vierde van de riolering ligt boven het waterpeil en dus beschikbaar als berging. De vertraagde afvoer kan plaatsvinden met behulp van een kleine opening, die in de overstortput van de hemelwaterriolering wordt aangebracht (zie paragraaf 3.4).

De vertraagde afvoer van de wadi's bovengronds en de drainage ondergronds kan plaatsvinden via de hemelwaterriolering. Om te voorkomen dat er grondwater wordt afgevoerd worden in de drainage van de wadi's drempels toegepast op het niveau van de ontwerpgrondwaterstand.

Om de afvoer voldoende te kunnen knijpen dient de opening een diameter te krijgen van 30 mm (zie tabel 3.3). Echter het toepassen van een dergelijke diameter is extreem gevoelig voor verstopping. Daarom het voorstel om de leiding een diameter van 300 mm te geven en deze te voorzien van een wervelventiel, die de afvoer knijpt. De minimale afvoer voor een wervelventiel is circa $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$ ($=18 \text{ m}^3/\text{h}$). Dit is dus te groot, echter gezien de situatie de enige oplossing.

Tabel 3.3: Diameter verbinding ten behoeve van vertraagde afvoer

Onderdeel	Waarde	Eenheid
Minimaal waterpeil (=bodemhoogte wadi)	12,75	NAP +m
Maximaal waterpeil (=noodoverloop)	13,55	NAP +m
Landbouwkundige afvoer	0,33	l/s/ha
Afwaterende oppervlak	4,89	ha
Totale toegestane landbouwkundige afvoer	0,0016	m^3/s
Diameter opening op basis van toegestane landbouwkundige afvoer	ca. 30	mm

3.4 Hemelwaterriolering

De hemelwaterriolering bestaat uit twee afzonderlijke systemen, waarvan het ontwerp in bijlage 6 op tekening is opgenomen.

Het eerste en grootste systeem betreft de riolering, die afwatert op de vier centrale wadi's. De verbinding tussen het riool en de wadi's bestaat uit uit-/instroomputten.

Het tweede systeem betreft de riolering in het oosten van het gebied, die afwatert richting de oostelijke wadi. Deze riolering krijgt twee aansluitingen (uit-/instroomputten) op de wadi.

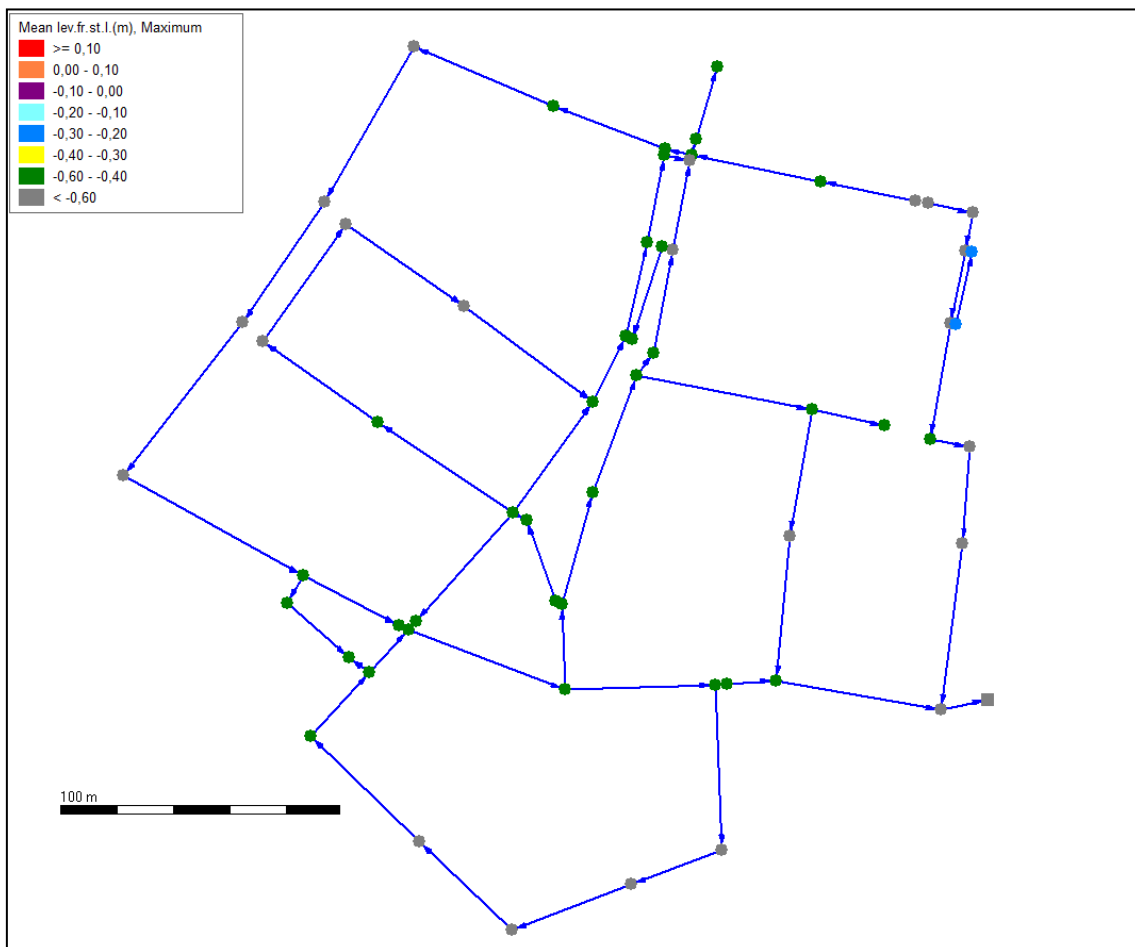
Voor de vertraagde afvoer en leegloop is het tweede systeem aangesloten op het eerste en grootste systeem. Op deze verbinding zit een terugslagklep, die zorgt dat het water niet vanuit het eerste systeem in het tweede systeem kan stromen. Deze stroomrichting is namelijk niet acceptabel omdat de insteek van de wadi in het tweede systeem lager ligt dan de insteek van de wadi's in het eerste systeem.

De totale hemelwaterriolering kan leeglopen in de bestaande riolering in de Jac. van Vollenhovenstraat met behulp van een leiding $\text{Ø} 300 \text{ mm}$ met wervelventiel (=geknepen afvoer). Voor de berekening van de opening zie paragraaf 3.3.3. Conform de uitgangspunten is er geen (nood)overloop aangebracht. Er is dus alleen een geknepen afvoer aanwezig, waardoor de riolering en wadi's binnen het gebied volledig gevuld kunnen raken en zelfs kunnen overstromen op maaiveld.

Om het totale systeem leeg te kunnen laten lopen in de bestaande hemelwaterriolering dient de uitlegger bij put PP003 opnieuw gelegd te worden. Deze uitlegger ligt namelijk te hoog. Tussen de $0,54$ en $0,72 \text{ m}$ hoger dan de hoogte van het riool in de Jac. van Vollenhovenstraat.

De bestaande hemelwaterriolering in de Jac van Vollenhovenstraat loost onder vrij verval af op de Centaurusvijver, dat een waterpeil heeft van NAP +11,9 m. In de berekening van het Verbuntterrein is daarom gerekend met een aanvulling van de hemelwaterriolering gelijk aan het waterpeil van de vijver.

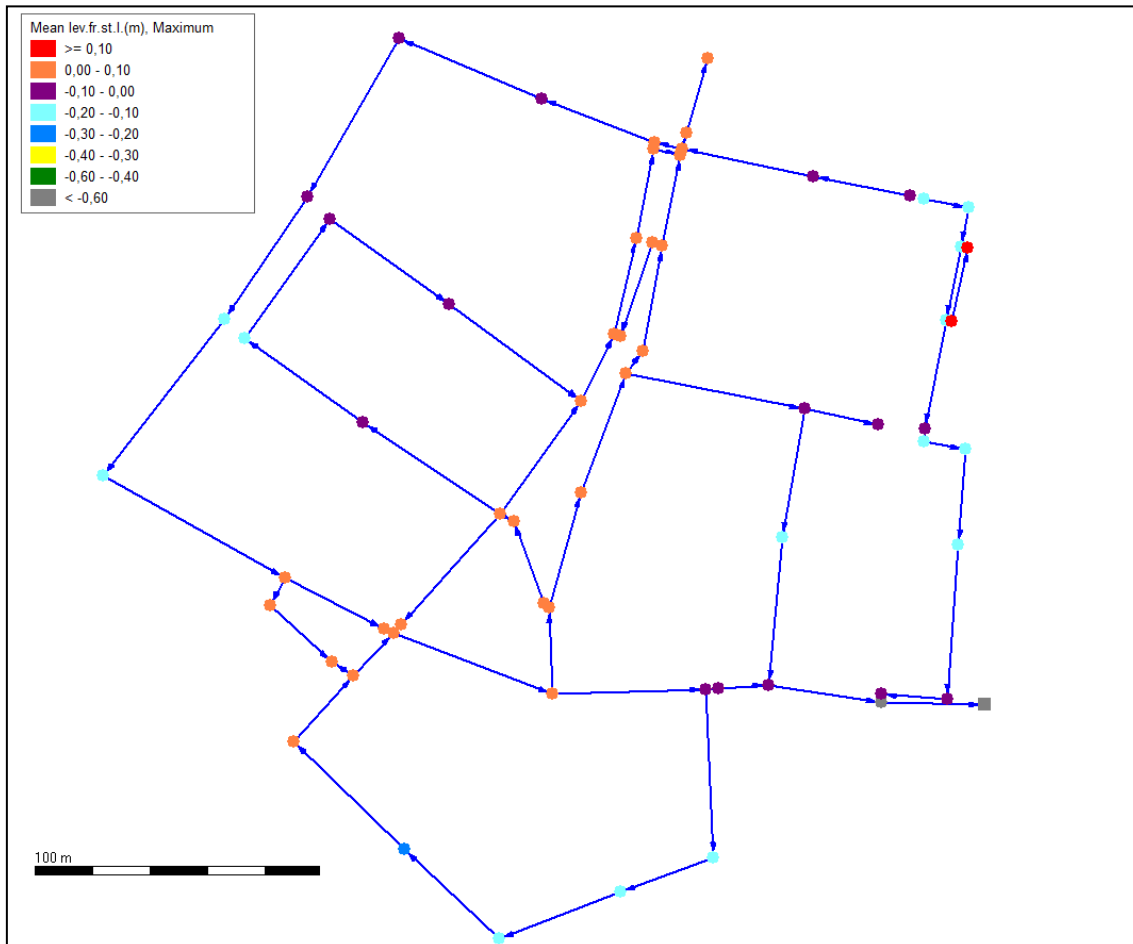
Voor het toetsen van de afvoercapaciteit is gebruik gemaakt van de standaardbui 08 met een piekbelastingintensiteit van 110 l/s/ha. In figuur 3.2 zijn de berekeningsresultaten voor de nieuwe hemelwaterriolering weergegeven door middel van waking. Waking is het hoogteverschil tussen het maaiveld en de maximaal berekende waterstand in de putten. Een negatieve waarde betekent, dat het water onder het maaiveld blijft. Bij de berekening is uitgegaan van een leegstelsel. De infiltratiecapaciteit in de wadi's is niet in de berekening meegenomen. Het bodemoppervlak van de wadi's wel. In het plangebied is bij een piekbelasting van 110 l/s/ha geen water op straat berekend (zie figuur 3.2); de waking blijft overal kleiner dan het uitgangspunt van 0,3 m en voldoet daarmee aan de gestelde eis. Ook vindt er tijdens deze bui geen overstort plaats richting de riolering in de Jac. van Vollenhovenstraat.



Figuur 3.2: Berekeningsresultaten hemelwaterriolering standaardbui 08

Aanvullend op de berekening met standaard bui 8 is er een berekening met standaard bui 10 + 10% gemaakt om de gevoeligheid van de knelpunten in het systeem te toetsen. In figuur 3.3 zijn de resultaten van de berekening met standaard bui 10 + 10% weergegeven. Bij bui 10 + 10% wordt alleen water op straat berekend ter hoogte van leidingen rondom de wadi's. Dit is te zien aan de rode en oranje bolletjes, waarbij het water tot boven het maaiveld stijgt en de wadi's dus volledig vol staan. Uit de berekening blijkt dat het water langer dan 1,5 uur op straat blijft staan.

Echter in de berekening van de riolering is alleen het bodemoppervlak van de wadi's meegenomen, terwijl ook in de flauwe taluds relatief veel berging zit. Bij volledige vulling van de wadi's is binnen de oostelijke wadi circa 250 m³ berging beschikbaar en binnen de centrale wadi's circa 2.168 m³. Dit volume is ruim voldoende om de bui T=10 + 10% te kunnen bergen. De totale omvang van de bui T=10 + 10% is circa 40 mm, waarmee richting de oostelijke wadi circa 145 m³ afstroomt en richting de centrale wadi's circa 1.810 m³. Dus wanneer er al water op straat optreedt, kan dit direct oppervlakkig afstromen richting de wadi's. Wanneer na aanleg blijkt dat het water toch te lang op maaiveld blijft staan, kan ervoor worden gekozen op de geknepen afvoer (het wervelventiel) richting de bestaande riolering in de Jac. van Vollenhovenstraat (tijdelijk) te vergroten.



Figuur 3.3: Berekeningsresultaten hemelwaterriolering standaardbui 10 + 10%

3.5 Vuilwater systeem

Binnen het plangebied komt een vrijerval vuilwaterriolering te liggen welke conform de voorkeur van de gemeente wordt aangesloten op put PP021 in de Jac. van Vollenhovenstraat. De leiding Ø300 mm tussen put PP021 en N1627 dient opnieuw gelegd te worden om een goede afstroming mogelijk te maken. De leiding ligt in de huidige situatie namelijk met tegenschot en niet op de juiste hoogte.

Op basis van de uitgangspunten en het aantal woningen van in totaal circa 257 stuks komt de piek in het DWA-riool uit op 9.250 l/uur, ofwel 9,25 m³/uur. Bij deze afvoer en het toepassen van een buis Ø250 mm is de maximale vullingsgraad in de buis van de droogweerafvoer bepaald op circa 36%. Dit ligt ruim onder de norm van maximaal 50%. De minimale DWA-berging is bepaald op 92,5 m³. Hierbij is uitgegaan van een dag productie gelijk aan 10 keer het uur gemiddelde. In het DWA-stelsel is circa 133 m³ berging aanwezig en voldoet dus aan de gestelde eis. Bij de berekening van de berging zijn de putten meegenomen.

Afgaand op de uitgangspunten komt de vuilwaterriolering ter hoogte van put PP021 uit op een diepte van NAP +10,8 m. Hiermee is een aansluiting op de bestaande put onder vrijval mogelijk. In bijlage 6 is het vuilwater systeem op tekening opgenomen.

4 Overige zaken

Tot slot is ingegaan op de invloed op de bestaande en nieuwe bomen, de fasering van de ontwikkeling, het beheer en onderhoud, de globale grondbalans en de watervergunning.

4.1 Invloed op bestaande en nieuwe bomen

4.1.1 Ophoging maaiveld versus bomen

Op de nieuwe bomen heeft de ophoging van het maaiveld, logischerwijs, geen invloed; deze bomen worden namelijk aangebracht na de ophoging.

Hierna is ingegaan op de invloed van de ophoging op de bestaande bomen (zie ook bijlage 6):

- bomenrij (esdoorn en plataan) in de noordwesthoek: gezien de afstand tussen de bomen en de nieuwe weg van circa 2,5 m en de ophoging van de weg met circa 0,5 m lijkt er afdoende ruimte te zijn om de bomen te behouden.
De weg komt op NAP +13,7 m te liggen en het bestaande maaiveld (volgens de AHN) ligt op circa NAP +13,2 m;
- bomen (beuk, eik, paardenkastanje, linde, esdoorn, es, berk, etc.) in de oostrand: een groot deel van deze bomen kan behouden blijven. Dit geldt in ieder geval voor de bomen die in de toekomstige, openbare groenzones komen te staan. De groenzones hebben een bestaande hoogte van circa NAP +13,0 tot +13,5 m. Deze hoogtevariatie kan in de toekomst gehandhaafd blijven en er is voldoende ruimte om de groenzones vanaf de bomen richting de kavels en wegen op te laten lopen. De wegen en kavels hebben een hoogte van circa NAP +13,3 tot +13,7 m. Voor de inpassing van de oostelijke wadi wordt verwezen naar paragraaf 4.1.2.
Ook op de kavels lijken de bestaande bomen, buiten de gesitueerde gebouwen, gehandhaafd te kunnen blijven. Het maaiveld ter hoogte van deze bomen ligt steeds 0,2-0,5 m of meer hoger dan het omliggende maaiveld. En dat maaiveld wordt tussen de 0,3 en 0,7 m opgehoogd. Waarmee de ophoging ter hoogte van de bomen niet hoger uitkomt dan circa 0,2-0,3 m;
- bomen (eik, esdoorn, els, es, populier, etc.) in het zuiden: in de toekomstige, openbare groenzones kunnen de bomen behouden blijven, gezien het maaiveld daar geen ophoging behoeft. Wel komt een deel van de bomen te vervallen vanwege het benodigde oppervlak aan wadi's (zie paragraaf 4.1.2).
Ook op de kavels lijken de bestaande bomen, buiten de gesitueerde gebouwen, gehandhaafd te kunnen blijven. In het zuiden van het gebied ligt het maaiveld namelijk zo hoog dat een ophoging niet noodzakelijk is. Waar het maaiveld lager ligt dan NAP +13,5 m ligt het maaiveld rondom de bomen steeds 0,2-0,5 m of meer hoger. Gezien het toekomstige maaiveld tussen NAP +13,55 en +13,7 m komt te liggen, is er ter hoogte van de bomen
- nauwelijks tot geen ophoging nodig.

4.1.2 Wadi's versus bomen

Ter hoogte van de meest zuidoostelijke wadi zijn bestaande bomen aanwezig, die verwijderd dienen te worden. De wadi is zo vormgegeven dat zoveel mogelijk bomen gespaard blijven. Daarbij is gebruikt gemaakt van de gewenste vorm die de gemeente Tilburg heeft aangeleverd.

Ter hoogte van de wadi aan de oostzijde van het gebied zijn ook bestaande bomen aanwezig. Echter hier is de wadi om de bomen heen gelegd en is het niet nodig bomen te verwijderen

Ter hoogte van de centrale wadi's zijn nieuwe bomen gesitueerd. Echter het oppervlak dat is aangewezen voor de wadi's dient in totaal met 0,8 m verlaagd te worden. Mogelijk is er toch ruimte voor bomen, omdat één zijde van de wadi's is voorzien van een flauwer talud dan 1:3. Het advies is om de bomen toe te passen op het taluddeel dat 0,5 m hoger ligt dan de wadi-bodem. Dit deel van het talud blijft meestal droog.

4.2 Fasering ontwikkeling

De ontwikkeling van het plangebied vindt waarschijnlijk in fasen plaats. Om knelpunten met water te voorkomen dienen de volgende onderdelen van de waterhuishouding en riolering vanaf de eerste fase gerealiseerd te worden:

- de aansluiting van de vertraagde afvoer van de wadi's (leiding) op de bestaande hemelwaterriolering in de Jac. van Vollenhovenstraat;
- de aansluiting van de vuilwaterriolering op de bestaande gemengde riolering in de Jac. van Vollenhovenstraat;
- de waterberging/de wadi's:
 - de voorkeur gaat uit om vanaf het begin alle wadi's te realiseren, zodat er direct (ruim) voldoende berging is en de grasmat van de wadi's zich goed kan ontwikkelen. Dit bevordert de werking van de wadi's;
 - minimaal dient per fase per 100 m² verharding circa 7 m³ aan berging/wadi's gerealiseerd te worden, conform de uitgangspunten en uitwerking van dit waterhuishoudings- en rioleringsplan;
 - bij de realisatie van de berging/wadi('s) rekening houden met dat het oostelijk deel van het gebied niet richting de centrale wadi's afwatert. Voor dit deel van het gebied dient de oostelijke wadi gerealiseerd te worden;
 - na aanleg van een wadi(constructie) deze afzetten. Vanwege de ligging van de wadi's is het afzetten daarvan relatief eenvoudig. Hiermee wordt voorkomen dat de bodem van de wadi wordt dichtgereden door (bouw)verkeer en dat de wadi wordt gebruikt als stortplaats. Beide hebben een sterk nadelige invloed op de werking van de wadi;
- de hemelwaterriolering binnen de te ontwikkelingen fase aanleggen tot aan de te realiseren wadi('s), conform de uitgangspunten en uitwerking van dit waterhuishoudings- en rioleringsplan;
- de vuilwaterriolering binnen de te ontwikkelingen fase aanleggen tot aan de aansluiting op de bestaande riolering, conform de uitgangspunten en uitwerking van dit waterhuishoudings- en rioleringsplan.

4.3 Beheer en onderhoud

4.3.1 Riolering

De riolering voor de vuilwaterafvoer ofwel droogweerafvoer (DWA) en de riolering voor de hemelwaterafvoer (HWA) kunnen onderhouden worden volgens de in de gemeente geldende voorschriften. De materialisatie en de nadere technische uitwerking van de riolering dient tijdens de bestekfase conform de Ontwerprichtlijnen Openbare Ruimte en Kwaliteitshandboek van de gemeente Tilburg uitgewerkt te worden.

4.3.2 Wadi

Maaien

De maaifrequentie kan variëren tussen de 2 en 6 keer in het groeiseizoen, afhankelijk van de wensen van de gemeente Tilburg. Bij een lage maaifrequentie is het van belang om het maaisel af te voeren om te voorkomen dat er een viltige graszode met een lage infiltratiecapaciteit ontstaat.

Omdat het maaien vanuit de wadibodem plaatsvindt, is het nodig om het maaien gedurende droge perioden uit te voeren. Dit ter voorkoming van het dichtrijden van de wadibodem. De droge perioden omvatten meestal de maanden mei tot en met september/oktober.

Onderhoud top laag

De viltige laag met behulp van verticuteren verwijderen ten behoeve van de groei van de grasmat en de waterdoorlatendheid van de top laag.

In de loop van de tijd wordt de top laag vetter door de aanwezige bodemprocessen. Met behulp van bezanden en prikrollen wordt voorkomen dat de waterdoorlatendheid van de top laag onvoldoende wordt.

Vervanging top laag

De levensduur van de top laag hangt ondermeer af van de kwaliteit van het geïnfiltreerde hemelwater. Voordat verontreinigingen doorslaan naar het grondwater dient de top laag te worden vervangen. De verwachting is dat onder normale omstandigheden vervanging niet binnen 20 jaar noodzakelijk is.

4.3.3 Monitoring

Aanbevolen wordt het eerste jaar na aanleg regelmatig de werking van het systeem te controleren en dit daarna in minder intensieve mate door te zetten. Bij de monitoring dienen de volgende aspecten te worden betrokken:

- staat van de wadi's:
 - ligging maaiveld;
 - aanplant en gras;
 - optreden verdrassing/natte plekken;
 - aanwezigheid zwerfvuil;
 - milieuhygiënische kwaliteit top laag;
 - staat en gebreken aan de drainage;
- ledigingstijd wadi, in verband met ontwikkeling grasmat;
- frequentie overlopen/overstromen van de wadi's.

Conform het Kwaliteitshandboek van de gemeente Tilburg vindt de oplevering van het gebied richting de gemeente één jaar na realisatie plaats. Hierover dienen tussen de initiatiefnemer en de gemeente nadere afspraken te worden gemaakt, mede in samenhang met de fasering van de ontwikkeling.

mede
in samenhang met de
fasering van de gehele
ontwikkeling!

4.4 Globale grondbalans

Afgaand op de uitgangspunten en de afwerkpeilen op hoofdlijnen is het gemiddelde afgravingsniveau van de verschillende onderdelen/constructies binnen het gebied bepaald:

- openbare weg en trottoir: NAP +12,93 m;
- riolsleuf: NAP +11,73 m. Bovenzijde betreft onderzijde constructie weg;
- parkeren openbaar en verharding en parkeren uitgeefbaar: NAP +13,23 m;
- wadi: NAP +12,75 m. De insteek ligt op wegpeil van NAP +13,55 m;
- drainagesleuf: NAP +11,95 m. Bovenzijde gemiddeld op NAP +12,75 m;
- bouwkuip woningen/bebouwing, exclusief vrije kavels: NAP +12,93 m.

Globale grondbalans (zie ook bijlage 7):

- vrijkomend zand voor aanvulling: circa 13.580 m³. Afgaand op de boringen lijkt er weinig tot geen leem vrij te komen. De leemlagen beginnen vanaf circa 1,4-1,8 m minus huidig maaiveldpeil. De riolsleuven liggen op circa 1,9 m minus nieuw wegpeil, dat circa 0,45 m hoger ligt dan het bestaand gemiddeld maaiveldpeil. Hiermee ligt de onderzijde van de riolsleuf op circa 1,45 m minus huidig maaiveldpeil;

- benodigd zand voor aanvulling: circa 16.850 m³. Dus ruim 3.000 m³ meer dan vrijkomt. Om de aanvoer van zand voor ophoging te voorkomen kunnen de vrije kavels circa 0,3 m lager worden afgewerkt dan het uiteindelijke gemiddelde afwerkpeil van NAP +13,63 m. Met de grond die vrijkomt bij het graven van de bouwkuipen kan het maaiveld weer worden aangevuld tot de NAP +13,63 m;
- aanvoer zand voor zandbed: circa 15.000 m³; aanvoer puingranulaat: circa 6.300 m³; aanvoer drainagezand: circa 500 m³.

Aanbevolen wordt de grondbalans tijdens het opstellen van het bestek nauwkeuriger te bepalen op basis van een hoogtemeting van het plangebied.

4.5 Watervergunning

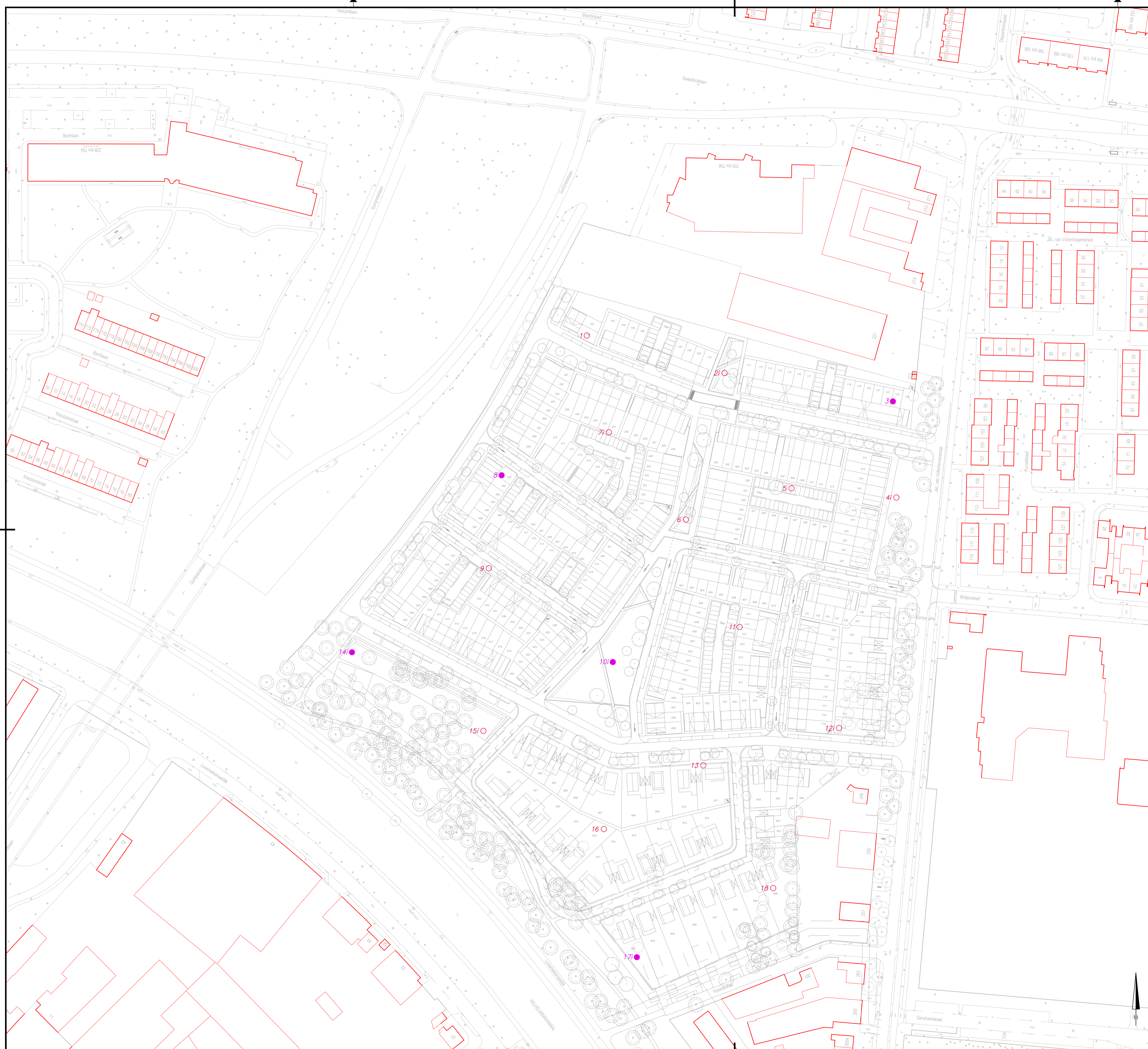
Op basis van het waterhuishoudings- en rioleringsplan kan de aanvraag watervergunning worden uitgewerkt en ingediend. Afhankelijk van de reactie van het waterschap en de gemeente is het nodig bepaalde onderdelen van het plan tot besteksniveau uit te werken en op te nemen op een tekening.

Voor de aanleg van de DWA- en HWA-riolering is het mogelijk nodig om bronbemaling toe te passen, voor het drooghouden van de sleuf. Om de omvang en meldings- of vergunningsplicht van de bemaling te bepalen, dient er een bemalingsadvies te worden opgesteld.

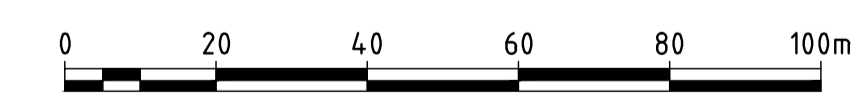
Vanwege de gefaseerde ontwikkeling is het mogelijk nodig om meerdere en/of tijdelijke vergunningen aan te vragen, die later worden vervangen door een definitieve vergunning.

Bijlage 1

Situering boringen en peilbuizen



- 13 O BORING 2.50m -MV
- 8 ● BORING 5.00m -MV AFGEWERKT MET PEILBUIS (VAN PEILBUIS OOK Z WAARDE METEN)
- 12 I ● INFILTRATIE / DOORLATENDHEIDSMETING TRAJECT 0.50-2.0m -MV PER BORING GHG, GLG + WATERDOORLATENDHEID PER BODEMTYPE INSCHATTEN



Grontmij Nederland B.V.
 Zernikestraat 17
 5612 HZ Eindhoven
 Postbus 1265
 5600 BG Eindhoven
 T +31 40 265 12 11
 www.grontmij.nl

DEFINITIEF

Opdrachtgever
BPF Bouwinvest
 Project
Verbunterrein te Tilburg
 Onderdeel
Situering boringen en peilbuizen

Tekeningnummer	Rev.	Bestandsnaam	Formaat	Schaal	Bld	Aantal
324433.EHV.316.T01		324433.ehv.316.T01	A1	1:1000	1	1
Kantoor	Projectnummer	Besteknummer	Datum van uitgave	Get.	Gez.	Acc.
EINDHOVEN	324433		19-09-2014	NR.		

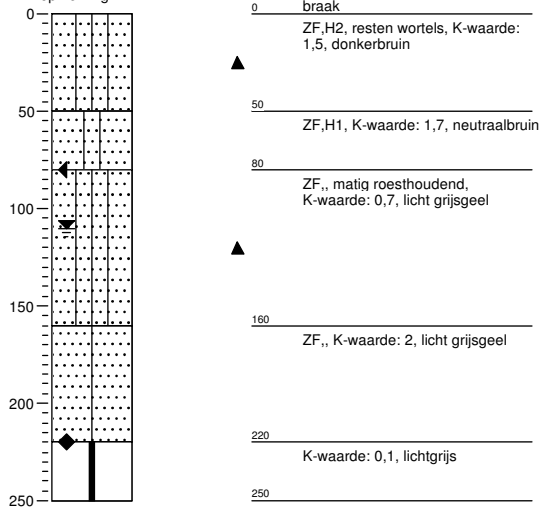
Grontmij www.grontmij.nl
 © Grontmij Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden

Bijlage 2

Boorprofielen

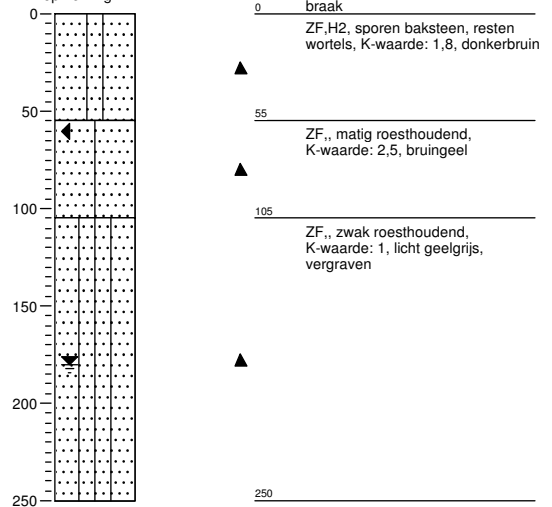
Boring 01

boormeester datum
03-06-2014
x-coördinaat 134701,73
y-coördinaat 399031,98
opmerking



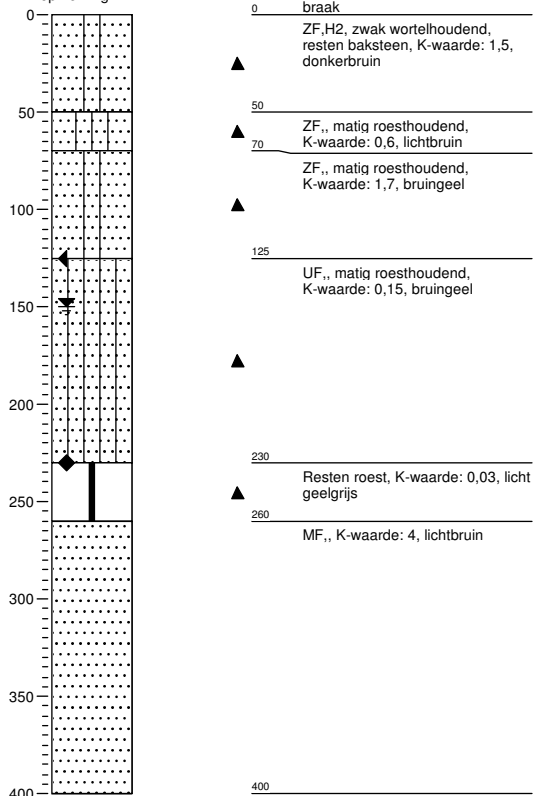
Boring 02i

boormeester datum
04-06-2014
x-coördinaat 134766,21
y-coördinaat 399007,93
opmerking



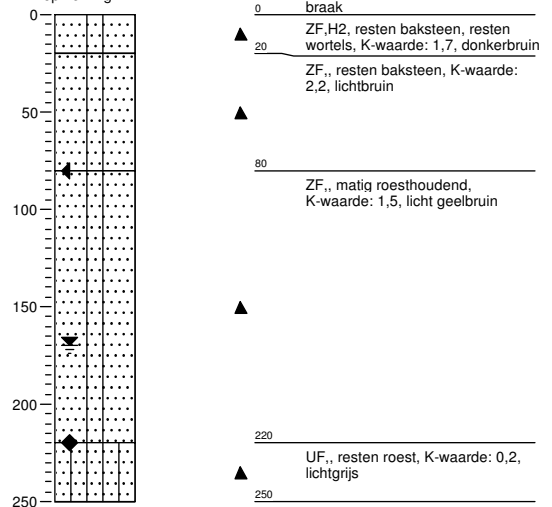
Boring 03

boormeester datum
04-06-2014
x-coördinaat 134860,63
y-coördinaat 398986,02
opmerking



Boring 04i

boormeester datum
04-06-2014
x-coördinaat 134858,03
y-coördinaat 398934,89
opmerking

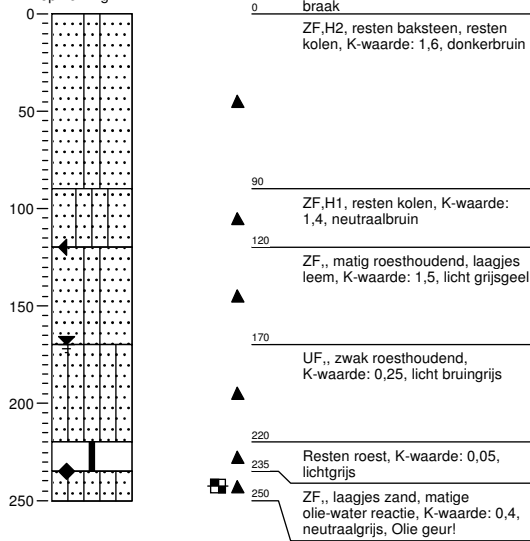


Projectnummer: 324433
Projectnaam: verbuntterrein tilburg
Projectleider: S. Kossen
Opdrachtgever: bouw invest

Schaal (A4): 1: 40
Pagina: 1 van 7

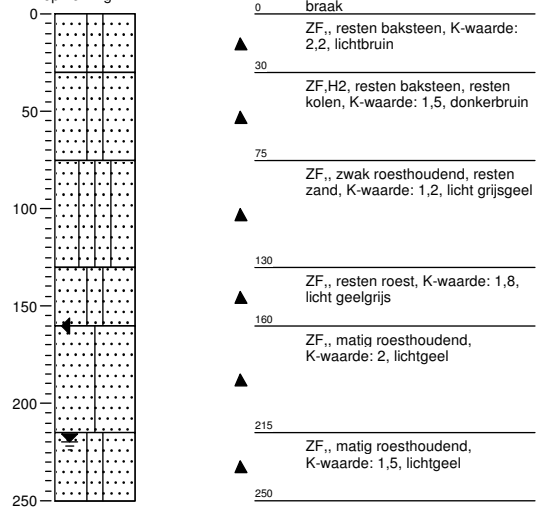
Boring 05

boormeester datum
 Toine van Meer 04-06-2014
 x-coördinaat 134807,26
 y-coördinaat 398935,58
 opmerking



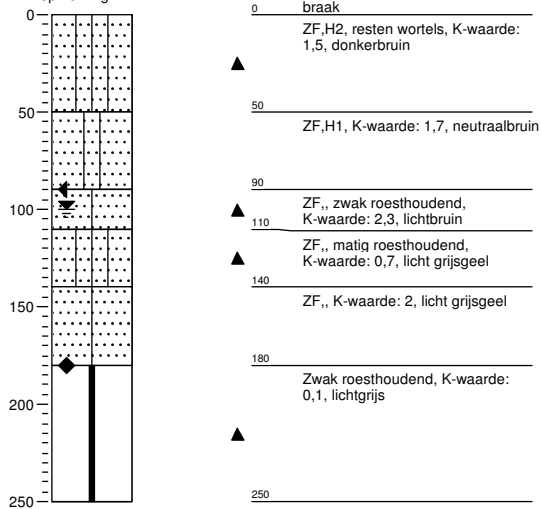
Boring 06

boormeester datum
 Toine van Meer 04-06-2014
 x-coördinaat 134750,73
 y-coördinaat 398926,52
 opmerking



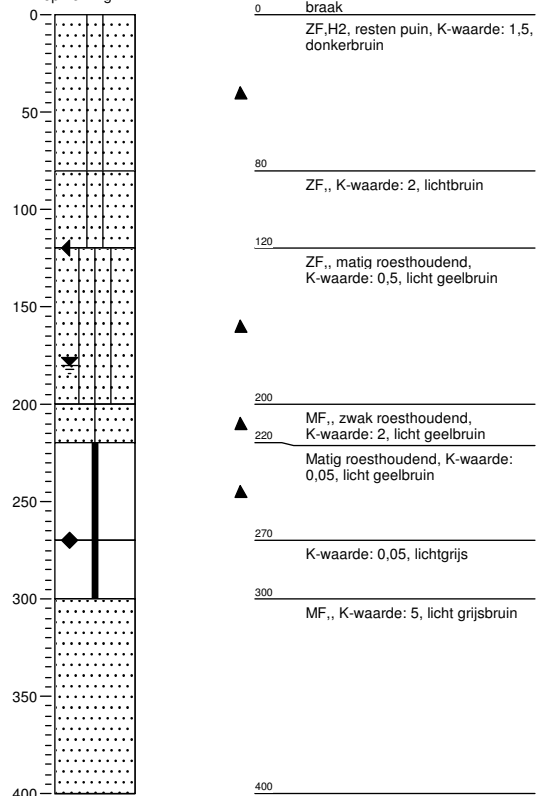
Boring 07i

boormeester datum
 Toine van Meer 03-06-2014
 x-coördinaat 134707,63
 y-coördinaat 398975,87
 opmerking



Boring 08

boormeester datum
 Toine van Meer 03-06-2014
 x-coördinaat 134650,26
 y-coördinaat 398953,76
 opmerking

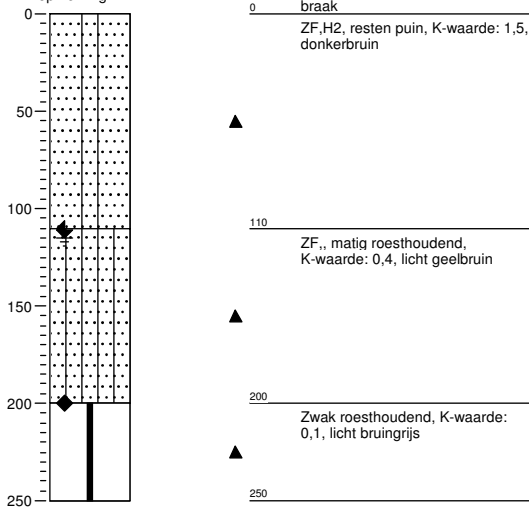


Projectnummer: 324433
 Projectnaam: verbuntterrein tilburg
 Projectleider: S. Kossen
 Opdrachtgever: bouw invest

Schaal (A4): 1: 40
 Pagina: 2 van 7

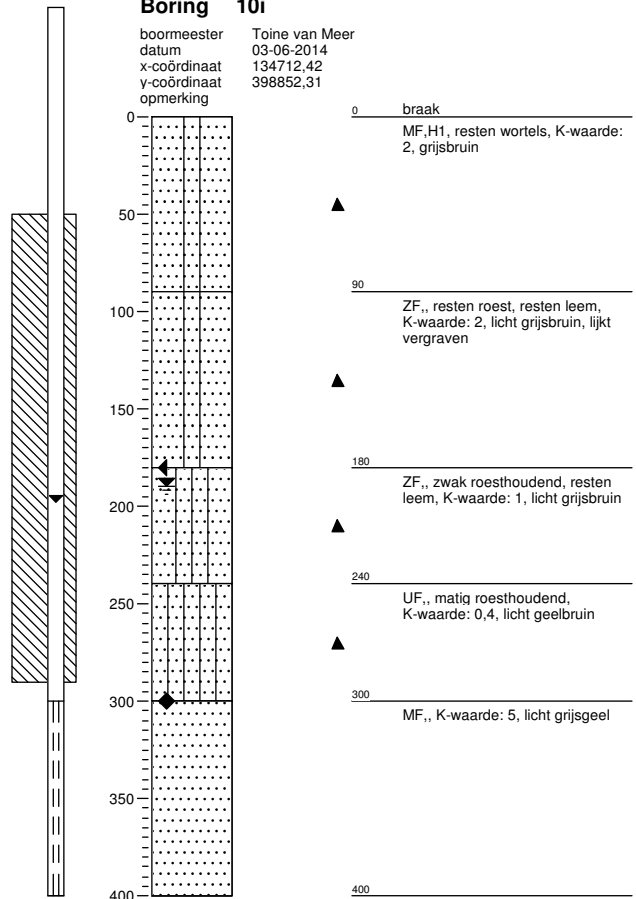
Boring 09

boormeester datum
03-06-2014
x-coördinaat
134642,98
y-coördinaat
398901,31



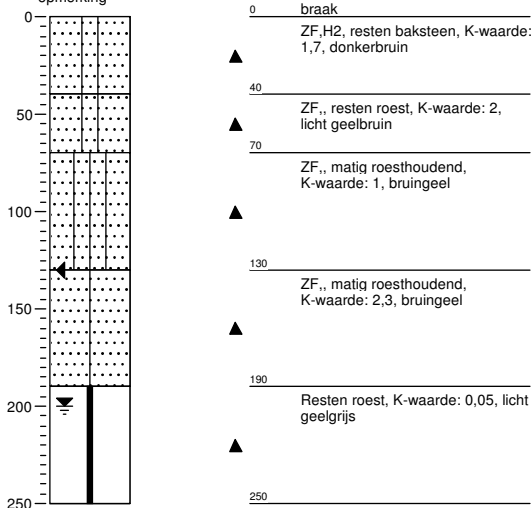
Boring 10i

boormeester datum
03-06-2014
x-coördinaat
134712,42
y-coördinaat
398852,31



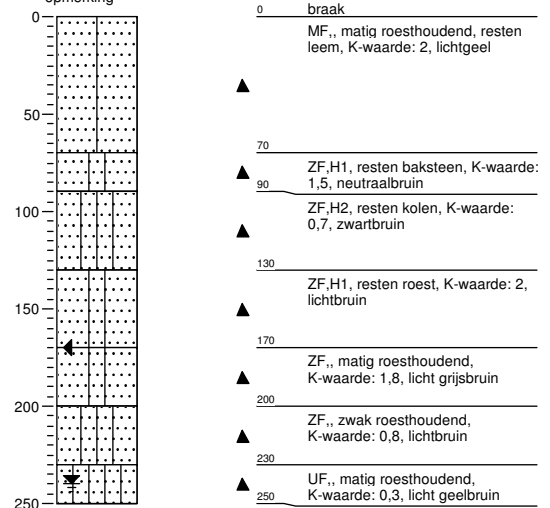
Boring 11

boormeester datum
04-06-2014
x-coördinaat
134785,49
y-coördinaat
398859,57



Boring 12i

boormeester datum
03-06-2014
x-coördinaat
134828,29
y-coördinaat
398807,78



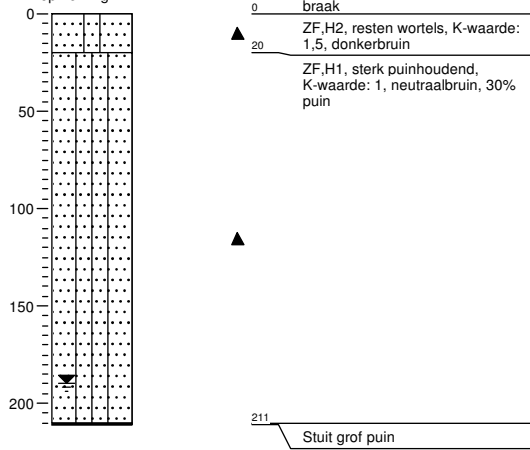
Projectnummer: 324433
Projectnaam: verbuntterrein tilburg
Projectleider: S. Kossen
Opdrachtgever: bouw invest

Schaal (A4): 1: 40
Pagina: 3 van 7

Boring 13

boormeester datum
x-coördinaat y-coördinaat opmerking

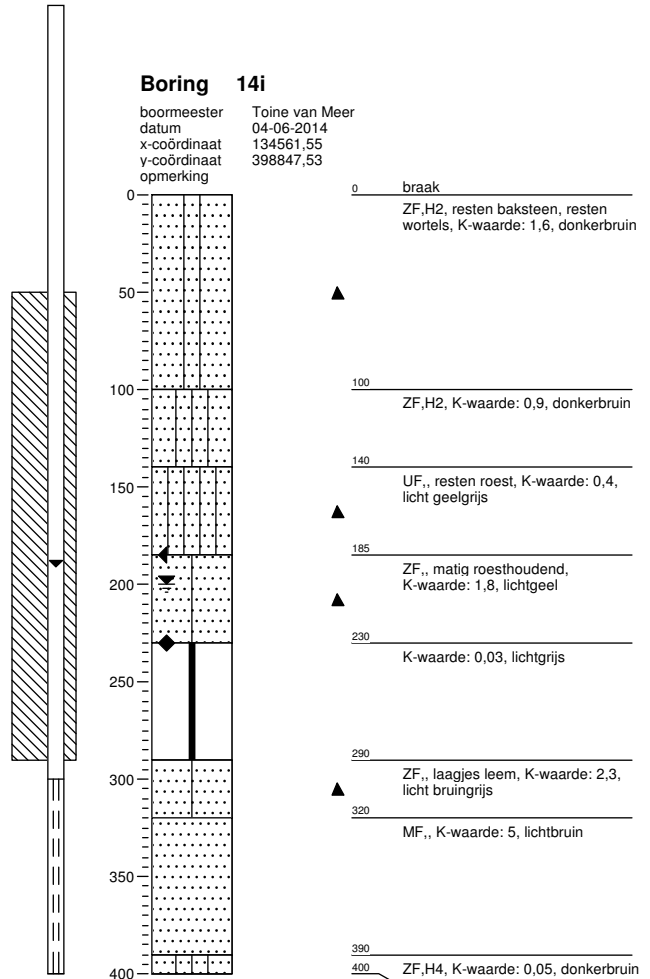
Toine van Meer
03-06-2014
134760,87
398800,36



Boring 14i

boormeester datum
x-coördinaat y-coördinaat opmerking

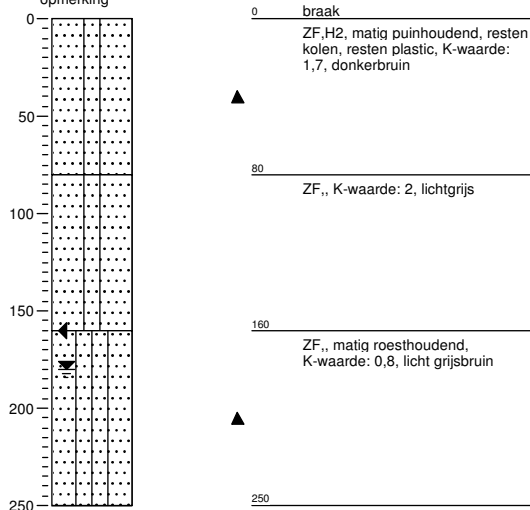
Toine van Meer
04-06-2014
134561,55
398847,53



Boring 15i

boormeester datum
x-coördinaat y-coördinaat opmerking

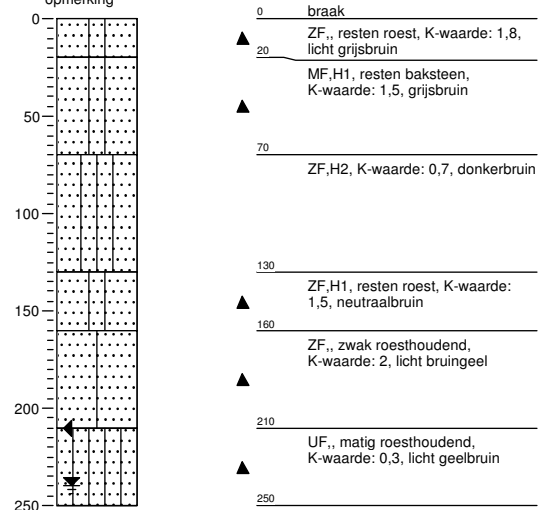
Toine van Meer
04-06-2014
134645,93
398801,93



Boring 16

boormeester datum
x-coördinaat y-coördinaat opmerking

Toine van Meer
03-06-2014
134698,07
398756,59

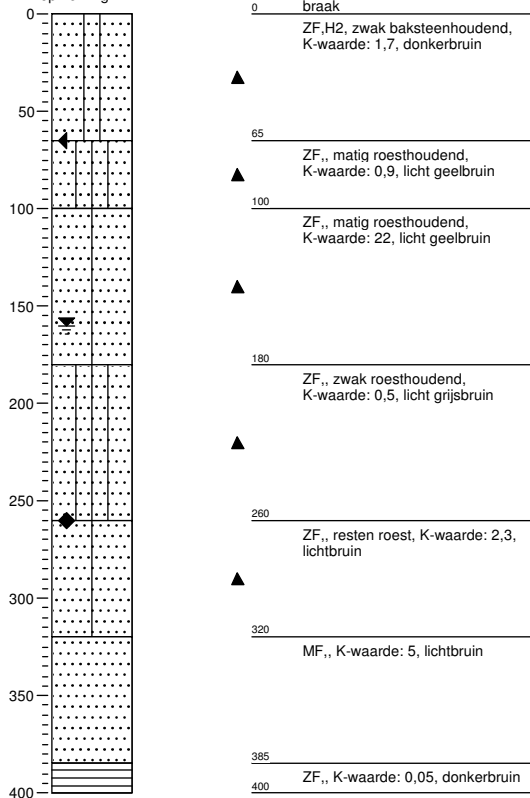


Projectnummer: 324433
Projectnaam: verbuntterrein tilburg
Projectleider: S. Kossen
Opdrachtgever: bouw invest

Schaal (A4): 1: 40
Pagina: 4 van 7

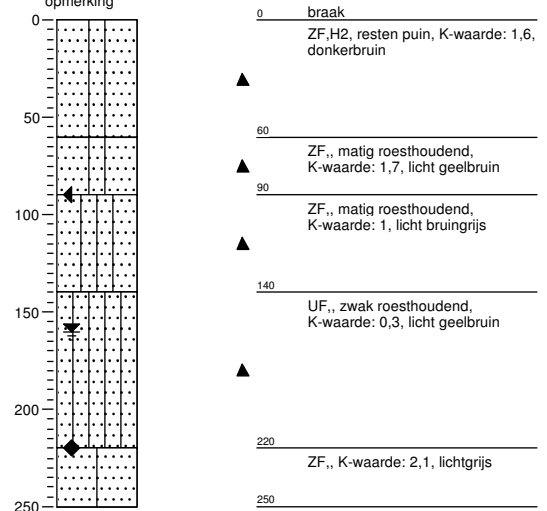
Boring 17i

boormeester Toine van Meer
datum 04-06-2014
x-coördinaat 134716,42
y-coördinaat 398677,73
opmerking



Boring 18

boormeester Toine van Meer
datum 04-06-2014
x-coördinaat 134786,44
y-coördinaat 398720,53
opmerking



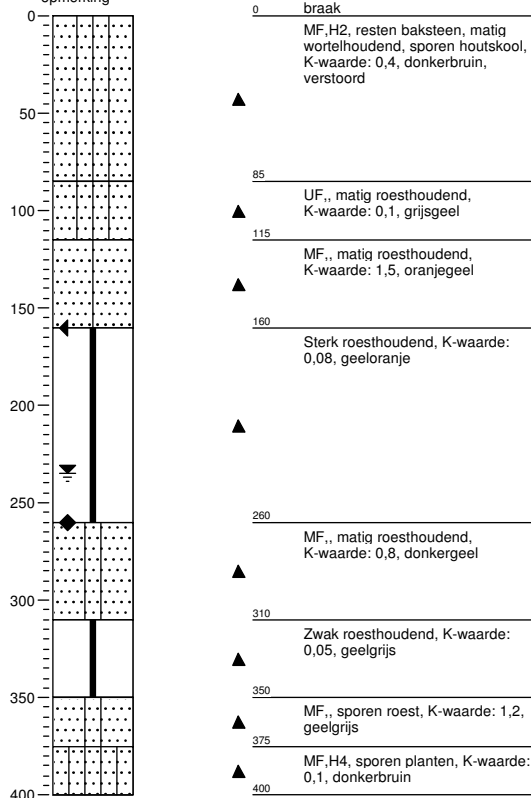
Projectnummer: 324433
Projectnaam: verbuntterrein tilburg
Projectleider: S. Kossen
Opdrachtgever: bouw invest

Schaal (A4): 1: 40
Pagina: 5 van 7

Boring i01

boormeester
datum
x-coördinaat
y-coördinaat
opmerking

Hans de Peijper
09-10-2012
134734,41
398711,68

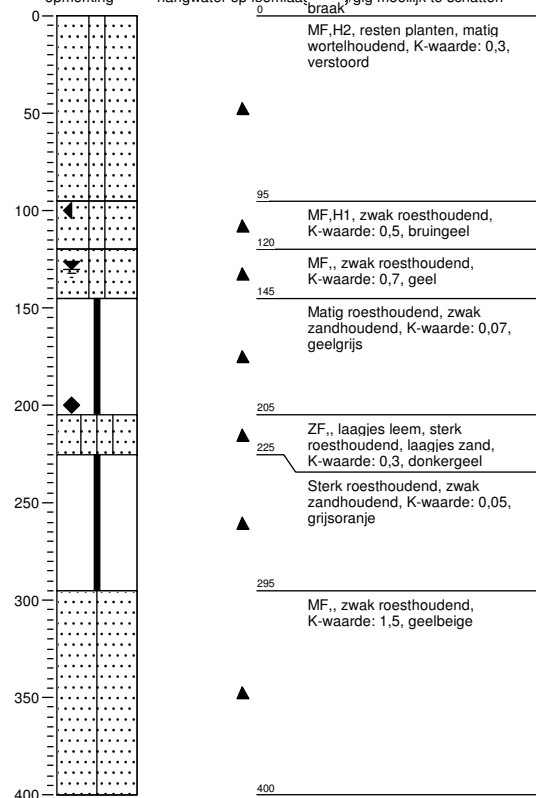


Boring i02

boormeester
datum
x-coördinaat
y-coördinaat
opmerking

Hans de Peijper
09-10-2012
134614,22
398885,76

hangwater op leemlaag? nhj/glg moeilijk te schatten



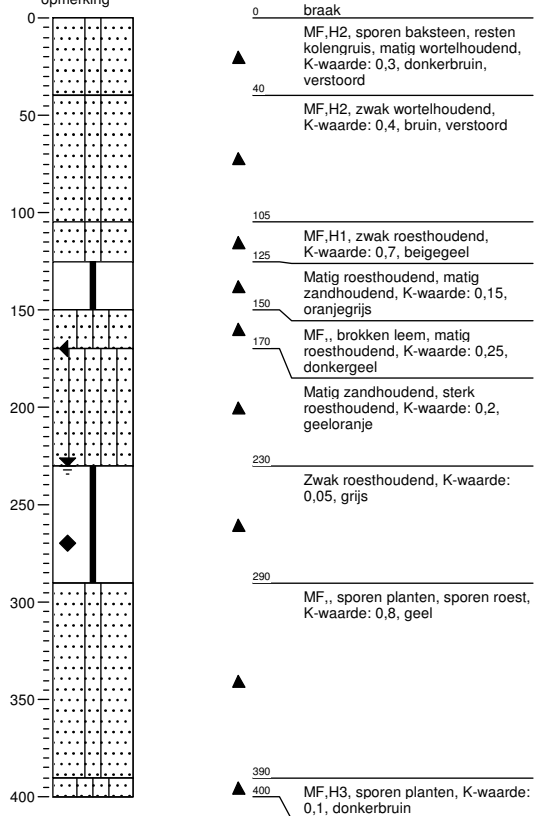
Projectnummer: 324433
Projectnaam: verbuntterrein tilburg
Projectleider: S. Kossen
Opdrachtgever: bouw invest

Schaal (A4): 1: 40
Pagina: 6 van 7

Boring i03

boormeester
datum
x-coördinaat
y-coördinaat
opmerking

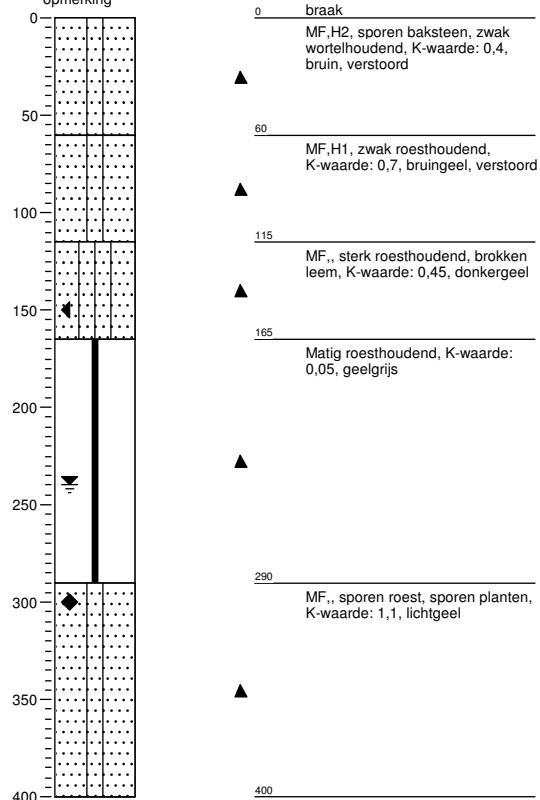
Hans de Peijper
09-10-2012
134726,63
398976,92



Boring i04

boormeester
datum
x-coördinaat
y-coördinaat
opmerking

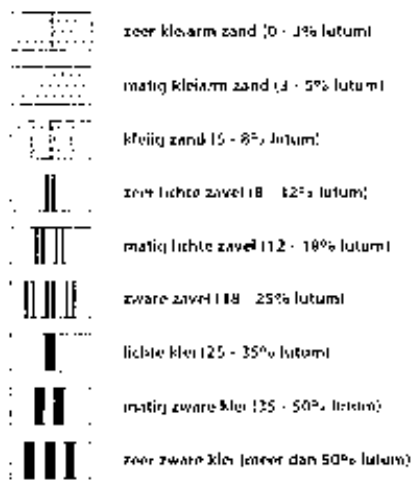
Hans de Peijper
09-10-2012
134829,64
398938,87



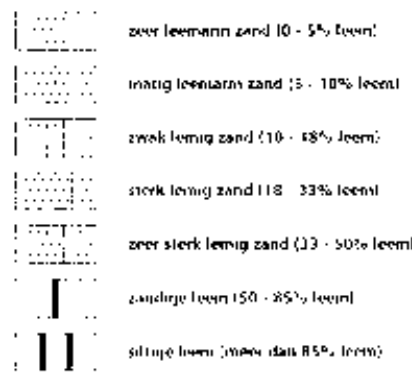
Legenda

Minerale sedimenten

Indeling naar indeling naar de A.T. van de bodemwaterstand (BWS).



Indeling naar indeling naar de A.T. van de bodemwaterstand (BWS).



geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

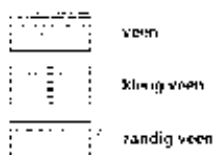
monsters

- generaal monster
- ongeheel monster

overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

Veen

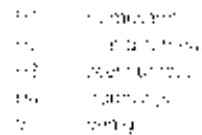


Aanduidingen (gebruikt in combinatie met bovenstaande indeling)

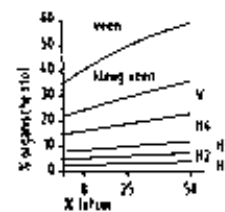
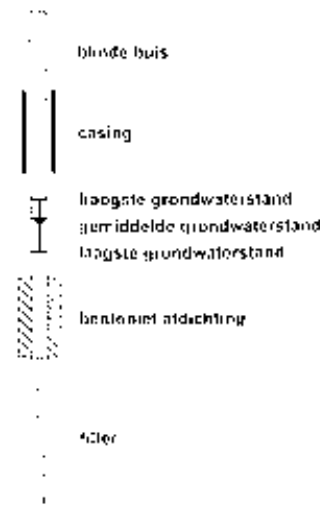
Indeling naar indeling naar de A.T. van de bodemwaterstand (BWS).



Indeling naar indeling naar de A.T. van de bodemwaterstand (BWS).



peilbuis



Bijlage 3

Resultaten infiltratiemetingen

document: 324433
 datum: 09-okt-12
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: Bi01
 D: 115 cm
 D': 120 cm
 R: 5 cm

Ks= 0,9 cm/uur
 0,2 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)								
	1	0	0	73,5	49	1,690196		
	2	1	60	74,4	48,1	1,682145	2,777596	
	3	2	120	74,9	47,6	1,677607	1,565653	
	4	3	180	75,5	47	1,672098	1,900638	
	5	4	240	76,1	46,4	1,666518	1,925058	
	6	5	300	76,6	45,9	1,661813	1,623327	
	7	6	360	77,1	45,4	1,657056	1,641107	
	8	7	420	77,5	45	1,653213	1,325952	
	9	8	480	77,9	44,6	1,649335	1,337791	
	10	9	540	78,2	44,3	1,646404	1,011241	1,530129
serie 2)								
	1	0	0	78,5	44	1,643453		
	2	1	60	79	43,5	1,638489	1,71238	
	3	2	120	79,4	43,1	1,634477	1,384135	
	4	3	180	79,8	42,7	1,630428	1,397041	
	5	4	240	80,1	42,4	1,627366	1,056396	
	6	5	300	80,5	42	1,623249	1,420215	
	7	6	360	80,8	41,7	1,620136	1,074066	
	8	7	420	81,2	41,3	1,61595	1,444171	
	9	8	480	81,5	41	1,612784	1,092337	
	10	9	540	81,7	40,8	1,61066	0,732674	1,312818
serie 3)								
	1	0	0	81,9	40,6	1,608526		
	2	1	60	82,2	40,3	1,605305	1,111241	
	3	2	120	82,4	40,1	1,603144	0,745432	
	4	3	180	82,6	39,9	1,600973	0,74916	
	5	4	240	82,9	39,6	1,597695	1,13081	
	6	5	300	83,2	39,3	1,594393	1,139409	
	7	6	360	83,4	39,1	1,592177	0,764449	
	8	7	420	83,6	38,9	1,58995	0,768369	
	9	8	480	83,9	38,6	1,586587	1,159992	
	10	9	540	84,1	38,4	1,584331	0,778348	0,910439

document: 324433
 datum: 09-okt-12
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: Bi02
 D: 100 cm
 D': 120 cm
 R: 5 cm

Ks= 2,8 cm/uur
 0,7 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)	1	0	0	73	49,5	1,694605		
	2	1	60	85,1	37,4	1,572872	41,99809	
	3	2	120	86,5	36	1,556303	5,71634	
	4	3	180	87,2	35,3	1,547775	2,942089	
	5	4	240	88	34,5	1,537819	3,434686	
	6	5	300	88,8	33,7	1,52763	3,515272	
	7	6	360	89,4	33,1	1,519828	2,691658	
	8	7	420	90,1	32,4	1,510545	3,202629	
	9	8	480	90,8	31,7	1,501059	3,272583	
	10	9	540	91,4	31,1	1,49276	2,863111	3,13652
serie 2)	1	0	0	73	49,5	1,694605		
	2	1	60	80,8	41,7	1,620136	25,69185	
	3	2	120	84,4	38,1	1,580925	13,52782	
	4	3	180	85,7	36,8	1,565848	5,201619	
	5	4	240	86,4	36,1	1,557507	2,877513	
	6	5	300	87,3	35,2	1,546543	3,782766	
	7	6	360	87,7	34,8	1,541579	1,71238	
	8	7	420	88,2	34,3	1,535294	2,168368	
	9	8	480	88,6	33,9	1,5302	1,757576	
	10	9	540	89	33,5	1,525045	1,778437	2,554504
serie 3)	1	0	0	71	51,5	1,711807		
	2	1	60	76,9	45,6	1,658965	18,23062	
	3	2	120	81,6	40,9	1,611723	16,29833	
	4	3	180	83,7	38,8	1,588832	7,897596	
	5	4	240	84,9	37,6	1,575188	4,707139	
	6	5	300	85,9	36,6	1,563481	4,038832	
	7	6	360	86,4	36,1	1,557507	2,06099	
	8	7	420	86,9	35,6	1,55145	2,089735	
	9	8	480	87,6	34,9	1,542825	2,975477	
	10	9	540	88	34,5	1,537819	1,727185	2,791259

document: 324433
 datum: 09-okt-12
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: Bi03
 D: 105 cm
 D': 110 cm
 R: 5 cm

Ks= 7,6 cm/uur
 1,8 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)								
	1	0	0	40		1,860338		
	2	1	60	48,3		1,807535	18,21703	
	3	2	120	53,9		1,767898	13,67491	
	4	3	180	58,5		1,732394	12,24883	
	5	4	240	62,3		1,700704	10,93306	
	6	5	300	65,4		1,673021	9,550569	
	7	6	360	68,1		1,647383	8,845088	
	8	7	420	71,1		1,617	10,48201	
	9	8	480	73,3		1,593286	8,181425	
	10	9	540	75,2		1,571709	7,444146	9,625888
serie 2)								
	1	0	0	44		1,835691		
	2	1	60	49,7		1,79796	13,01717	
	3	2	120	53,9		1,767898	10,3714	
	4	3	180	57,9		1,737193	10,59322	
	5	4	240	61		1,711807	8,757968	
	6	5	300	63,7		1,68842	8,068655	
	7	6	360	66,4		1,663701	8,528019	
	8	7	420	68,7		1,641474	7,668251	
	9	8	480	70,9		1,619093	7,721369	
	10	9	540	72,5		1,60206	5,876502	8,451547
serie 3)								
	1	0	0	45	67,5	1,829304		
	2	1	60	50	62,5	1,79588	11,5312	
	3	2	120	54,1	58,4	1,766413	10,16617	
	4	3	180	57,4	55,1	1,741152	8,715131	
	5	4	240	60,5	52	1,716003	8,676148	
	6	5	300	63,2	49,3	1,692847	7,988966	
	7	6	360	65,7	46,8	1,670246	7,797368	
	8	7	420	67,9	44,6	1,649335	7,214293	
	9	8	480	70	42,5	1,628389	7,226345	
	10	9	540	71,9	40,6	1,608526	6,852699	7,556743

document: 324433
 datum: 09-okt-12
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: Bi04
 D: 165 cm
 D': 200 cm
 R: 5 cm

Ks= 0,8 cm/uur
 0,2 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)	1	0	0	152		1,703291		
	2	1	60	152,6		1,698101	1,790837	
	3	2	120	153,2		1,692847	1,812501	
	4	3	180	153,6		1,689309	1,220631	
	5	4	240	153,9		1,686636	0,922044	
	6	5	300	154,2		1,683947	0,927753	
	7	6	360	154,4		1,682145	0,621709	
	8	7	420	154,6		1,680336	0,624299	
	9	8	480	155,1		1,675778	1,572224	
	10	9	540	155,3		1,673942	0,633538	0,724587
serie 2)	1	0	0	155,5	47	1,672098		
	2	1	60	156,1	46,4	1,666518	1,925058	
	3	2	120	156,3	46,2	1,664642	0,647222	
	4	3	180	156,5	46	1,662758	0,65003	
	5	4	240	156,7	45,8	1,660865	0,652862	
	6	5	300	156,9	45,6	1,658965	0,655719	
	7	6	360	157,4	45,1	1,654177	1,651964	
	8	7	420	157,5	45	1,653213	0,33259	
	9	8	480	157,9	44,6	1,649335	1,337791	
	10	9	540	158,3	44,2	1,645422	1,349843	0,880091
serie 3)	1	0	0	158,7	43,8	1,641474		
	2	1	60	158,8	43,7	1,640481	0,342472	
	3	2	120	158,9	43,6	1,639486	0,343257	
	4	3	180	159,4	43,1	1,634477	1,728181	
	5	4	240	159,6	42,9	1,632457	0,696892	
	6	5	300	159,7	42,8	1,631444	0,349665	
	7	6	360	160,1	42,4	1,627366	1,40688	
	8	7	420	160,3	42,2	1,625312	0,708425	
	9	8	480	160,4	42,1	1,624282	0,355473	
	10	9	540	160,6	41,9	1,622214	0,713485	0,823592

document: 324433
 datum: 05-jun-14
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: B02i
 D: 200 cm
 D': 200 cm
 R: 1,6 cm

Ks= 1,6 cm/uur
 0,4 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)								
	1	3	180	100	100,8	2,003461		
	2	3,5	210	104	96,8	1,985875	3,882807	
	3	4	240	109	91,8	1,962843	5,085615	
	4	4,5	270	112	88,8	1,948413	3,186081	
	5	5	300	115	85,8	1,933487	3,29559	
	6	6	360	119	81,8	1,912753	2,289032	
	7	7	420	123	77,8	1,89098	2,403817	
	8	8	480	127	73,8	1,868056	2,530725	
	9	9	540	130	70,8	1,850033	1,989751	
	10	10	600	133	67,8	1,83123	2,075913	2,407858
serie 2)								
	1	3	180	92	108,8	2,036629		
	2	3,5	210	98	102,8	2,011993	5,43958	
	3	4	240	102	98,8	1,994757	3,805746	
	4	4,5	270	106	94,8	1,976808	3,963052	
	5	5	300	109	91,8	1,962843	3,083617	
	6	6	360	114	86,8	1,93852	2,685254	
	7	7	420	118	82,8	1,91803	2,262028	
	8	8	480	121	79,8	1,902003	1,76943	
	9	9	540	124	76,8	1,885361	1,837241	
	10	10	600	127	73,8	1,868056	1,910456	2,238904
serie 3)								
	1	3	180	94	106,8	2,028571		
	2	3,5	210	99	101,8	2,007748	4,597823	
	3	4	240	104	96,8	1,985875	4,82943	
	4	4,5	270	107	93,8	1,972203	3,018892	
	5	5	300	110	90,8	1,958086	3,117031	
	6	6	360	115	85,8	1,933487	2,715681	
	7	7	420	118	82,8	1,91803	1,706447	
	8	8	480	121	79,8	1,902003	1,76943	
	9	9	540	123	77,8	1,89098	1,216972	
	10	10	600	125	75,8	1,879669	1,248667	1,564283

document: 324433
 datum: 05-jun-14
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: B04i
 D: 200 cm
 D': 200 cm
 R: 1,6 cm

Ks= 1,2 cm/uur
 0,3 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)								
	1	3	180	70	130,8	2,116608		
	2	3,5	210	73	127,8	2,106531	2,224977	
	3	4	240	75	125,8	2,099681	1,512527	
	4	4,5	270	77	123,8	2,092721	1,536767	
	5	5	300	78	122,8	2,089198	0,777719	
	6	6	360	80	120,8	2,082067	0,78731	
	7	7	420	82	118,8	2,074816	0,800454	
	8	8	480	84	116,8	2,067443	0,814045	
	9	9	540	86	114,8	2,059942	0,828105	
	10	10	600	87	113,8	2,056142	0,419479	0,800603
serie 2)								
	1	3	180	48	152,8	2,184123		
	2	3,5	210	52	148,8	2,172603	2,543709	
	3	4	240	56	144,8	2,160769	2,613029	
	4	4,5	270	59	141,8	2,151676	2,007587	
	5	5	300	62	138,8	2,142389	2,050518	
	6	6	360	67	133,8	2,126456	1,759042	
	7	7	420	70	130,8	2,116608	1,08726	
	8	8	480	74	126,8	2,103119	1,489129	
	9	9	540	76	124,8	2,096215	0,762275	
	10	10	600	78	122,8	2,089198	0,774591	1,445144
serie 3)								
	1	3	180	40	160,8	2,206286		
	2	3,5	210	44	156,8	2,195346	2,415549	
	3	4	240	48	152,8	2,184123	2,477973	
	4	4,5	270	51	149,8	2,175512	1,901428	
	5	5	300	54	146,8	2,166726	1,939895	
	6	6	360	60	140,8	2,148603	2,000823	
	7	7	420	64	136,8	2,136086	1,381828	
	8	8	480	68	132,8	2,123198	1,422838	
	9	9	540	70	130,8	2,116608	0,727573	
	10	10	600	73	127,8	2,106531	1,112489	1,177413

document: 324433
 datum: 05-jun-14
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: B07i
 D: 200 cm
 D': 200 cm
 R: 1,6 cm

Ks= 1,3 cm/uur
 0,3 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)	1	3	180	67	133,8	2,126456		
	2	3,5	210	71	129,8	2,113275	2,910458	
	3	4	240	73,5	127,3	2,104828	1,864941	
	4	4,5	270	76	124,8	2,096215	1,901931	
	5	5	300	78	122,8	2,089198	1,549181	
	6	6	360	82	118,8	2,074816	1,587765	
	7	7	420	84,7	116,1	2,064832	1,102258	
	8	8	480	87	113,8	2,056142	0,959371	
	9	9	540	89	111,8	2,048442	0,850131	
	10	10	600	91	109,8	2,040602	0,865477	1,216465
serie 2)	1	3	180	53	147,8	2,169674		
	2	3,5	210	57	143,8	2,157759	2,630953	
	3	4	240	60	140,8	2,148603	2,021696	
	4	4,5	270	63	137,8	2,139249	2,065239	
	5	5	300	66	134,8	2,12969	2,110699	
	6	6	360	71	129,8	2,113275	1,812238	
	7	7	420	74	126,8	2,103119	1,12116	
	8	8	480	78	122,8	2,089198	1,536866	
	9	9	540	80	120,8	2,082067	0,78731	
	10	10	600	83	117,8	2,071145	1,205749	1,490088
serie 3)	1	3	180	45	155,8	2,192567		
	2	3,5	210	49	151,8	2,181272	2,494087	
	3	4	240	53	147,8	2,169674	2,560692	
	4	4,5	270	56	144,8	2,160769	1,966417	
	5	5	300	59	141,8	2,151676	2,007587	
	6	6	360	64	136,8	2,136086	1,721151	
	7	7	420	69	131,8	2,119915	1,785244	
	8	8	480	72	128,8	2,109916	1,10395	
	9	9	540	75	125,8	2,099681	1,129968	
	10	10	600	78	122,8	2,089198	1,157243	1,339721

document: 324433
 datum: 05-jun-14
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: B10i
 D: 200 cm
 D': 200 cm
 R: 1,6 cm

Ks= 1,2 cm/uur
 0,3 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)	1	3	180	57	143,8	2,157759		
	2	3,5	210	61	139,8	2,145507	2,705179	
	3	4	240	64	136,8	2,136086	2,080173	
	4	4,5	270	67	133,8	2,126456	2,1263	
	5	5	300	70	130,8	2,116608	2,17452	
	6	6	360	76	124,8	2,096215	2,251405	
	7	7	420	81	119,8	2,078457	1,960458	
	8	8	480	85	115,8	2,063709	1,628208	
	9	9	540	89	111,8	2,048442	1,68545	
	10	10	600	93	107,8	2,032619	1,746864	1,94669
serie 2)	1	3	180	32	168,8	2,227372		
	2	3,5	210	35	165,8	2,219585	1,719572	
	3	4	240	38	162,8	2,211654	1,750972	
	4	4,5	270	41	159,8	2,203577	1,78354	
	5	5	300	44	156,8	2,195346	1,817342	
	6	6	360	48,6	152,2	2,182415	1,427627	
	7	7	420	53	147,8	2,169674	1,40652	
	8	8	480	57,5	143,3	2,156246	1,482478	
	9	9	540	61	139,8	2,145507	1,185588	
	10	10	600	64,8	136	2,133539	1,321296	1,438875
serie 3)	1	3	180	21	179,8	2,25479		
	2	3,5	210	24	176,8	2,247482	1,61348	
	3	4	240	27	173,8	2,24005	1,641093	
	4	4,5	270	29	171,8	2,235023	1,109876	
	5	5	300	31,4	169,4	2,228913	1,349034	
	6	6	360	36	164,8	2,216957	1,319964	
	7	7	420	40	160,8	2,206286	1,178096	
	8	8	480	44	156,8	2,195346	1,207774	
	9	9	540	47,8	153	2,184691	1,176271	
	10	10	600	51,7	149,1	2,173478	1,238002	1,187381

document: 324433
 datum: 05-jun-14
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: B12i
 D: 200 cm
 D': 200 cm
 R: 1,6 cm

Ks= 1,0 cm/uur
 0,2 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)								
	1	3	180	29	171,8	2,235023		
	2	3,5	210	32	168,8	2,227372	1,689278	
	3	4	240	33	167,8	2,224792	0,569771	
	4	4,5	270	35	165,8	2,219585	1,149801	
	5	5	300	37	163,8	2,214314	1,163755	
	6	6	360	41	159,8	2,203577	1,185378	
	7	7	420	44	156,8	2,195346	0,908671	
	8	8	480	48	152,8	2,184123	1,238987	
	9	9	540	51	149,8	2,175512	0,950714	
	10	10	600	54	146,8	2,166726	0,969948	1,111012
serie 2)								
	1	3	180	9,5	191,3	2,281715		
	2	3,5	210	10,5	190,3	2,279439	0,502581	
	3	4	240	11	189,8	2,278296	0,252282	
	4	4,5	270	12	188,8	2,276002	0,506563	
	5	5	300	13	187,8	2,273696	0,509254	
	6	6	360	13,5	187,3	2,272538	0,127822	
	7	7	420	14,5	186,3	2,270213	0,256671	
	8	8	480	18	182,8	2,261976	0,909328	
	9	9	540	19	181,8	2,259594	0,263007	
	10	10	600	20	180,8	2,257198	0,264458	0,431274
serie 3)								
	1	3	180	6,3	194,5	2,28892		
	2	3,5	210	8	192,8	2,285107	0,841817	
	3	4	240	10,4	190,4	2,279667	1,201171	
	4	4,5	270	12,5	188,3	2,27485	1,063511	
	5	5	300	14,5	186,3	2,270213	1,023952	
	6	6	360	19,3	181,5	2,258877	1,251519	
	7	7	420	23	177,8	2,249932	0,987514	
	8	8	480	27	173,8	2,24005	1,090971	
	9	9	540	30,5	170,3	2,231215	0,975398	
	10	10	600	34	166,8	2,222196	0,995654	1,017961

document: 324433
 datum: 05-jun-14
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: B14i
 D: 200 cm
 D': 200 cm
 R: 1,6 cm

Ks= 2,4 cm/uur
 0,6 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)								
	1	3	180	80	120,8	2,082067		
	2	3,5	210	85	115,8	2,063709	4,053529	
	3	4	240	90	110,8	2,04454	4,232471	
	4	4,5	270	94	106,8	2,028571	3,525847	
	5	5	300	98	102,8	2,011993	3,660453	
	6	6	360	103	97,8	1,990339	2,39063	
	7	7	420	108	92,8	1,967548	2,516113	
	8	8	480	113	87,8	1,943495	2,655502	
	9	9	540	116	84,8	1,928396	1,666892	
	10	10	600	119	81,8	1,912753	1,726937	2,520748
serie 2)								
	1	3	180	75	125,8	2,099681		
	2	3,5	210	80	120,8	2,082067	3,889106	
	3	4	240	84	116,8	2,067443	3,228999	
	4	4,5	270	88	112,8	2,052309	3,34153	
	5	5	300	92	108,8	2,036629	3,462189	
	6	6	360	98	102,8	2,011993	2,71979	
	7	7	420	103	97,8	1,990339	2,39063	
	8	8	480	108	92,8	1,967548	2,516113	
	9	9	540	112	88,8	1,948413	2,112505	
	10	10	600	115	85,8	1,933487	1,647795	2,542178
serie 3)								
	1	3	180	68	132,8	2,123198		
	2	3,5	210	74	126,8	2,103119	4,433404	
	3	4	240	79	121,8	2,085647	3,85781	
	4	4,5	270	83	117,8	2,071145	3,202041	
	5	5	300	87	113,8	2,056142	3,312669	
	6	6	360	94	106,8	2,028571	3,043839	
	7	7	420	100	100,8	2,003461	2,772224	
	8	8	480	105	95,8	1,981366	2,439291	
	9	9	540	109	91,8	1,962843	2,04492	
	10	10	600	112	88,8	1,948413	1,593041	2,418811

document: 324433
 datum: 05-jun-14
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: B15i
 D: 200 cm
 D': 200 cm
 R: 1,6 cm

Ks= 0,5 cm/uur
 0,1 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)								
	1	3	180	29	171,8	2,235023		
	2	3,5	210	31	169,8	2,229938	1,122873	
	3	4	240	33	167,8	2,224792	1,136177	
	4	4,5	270	35	165,8	2,219585	1,149801	
	5	5	300	36	164,8	2,216957	0,580112	
	6	6	360	40	160,8	2,206286	1,178096	
	7	7	420	44	156,8	2,195346	1,207774	
	8	8	480	46	154,8	2,189771	0,615491	
	9	9	540	48	152,8	2,184123	0,623495	
	10	10	600	50	150,8	2,178401	0,63171	1,000454
serie 2)								
	1	3	180	15	185,8	2,269046		
	2	3,5	210	16	184,8	2,266702	0,517498	
	3	4	240	18	182,8	2,261976	1,043451	
	4	4,5	270	19	181,8	2,259594	0,526015	
	5	5	300	21	179,8	2,25479	1,060765	
	6	6	360	23	177,8	2,249932	0,536316	
	7	7	420	26	174,8	2,242541	0,815892	
	8	8	480	28	172,8	2,237544	0,551745	
	9	9	540	30	170,8	2,232488	0,558168	
	10	10	600	31	169,8	2,229938	0,28154	0,634651
serie 3)								
	1	3	180	9	191,8	2,282849		
	2	3,5	210	10	190,8	2,280578	0,501267	
	3	4	240	12	188,8	2,276002	1,010465	
	4	4,5	270	14	186,8	2,271377	1,021226	
	5	5	300	15	185,8	2,269046	0,514721	
	6	6	360	17	183,8	2,264346	0,518902	
	7	7	420	19	181,8	2,259594	0,52458	
	8	8	480	21	179,8	2,25479	0,530383	
	9	9	540	23	177,8	2,249932	0,536316	
	10	10	600	24	176,8	2,247482	0,270424	0,530426

document: 324433
 datum: 05-jun-14
 onderwerp: bepaling van verzadigde doorlatendheden mbv meetgegevens
 (omgekeerde boorgatenmethode)

Verbunt-terrein te Tilburg

lokatie: B17i
 D: 200 cm
 D': 200 cm
 R: 1,6 cm

Ks= 1,5 cm/uur
 0,4 m/dag

	tijdstip minuten	seconden	h't cm	ht+R/2 cm (= D'-h't) +R/2		log()	Ks cm/uur per tijdstap	Ks cm/uur gemiddeld
serie 1)								
	1	3	180	64	136,8	2,136086		
	2	3,5	210	69	131,8	2,119915	3,570488	
	3	4	240	72	128,8	2,109916	2,2079	
	4	4,5	270	76	124,8	2,096215	3,025242	
	5	5	300	79	121,8	2,085647	2,333259	
	6	6	360	84	116,8	2,067443	2,009771	
	7	7	420	88	112,8	2,052309	1,670765	
	8	8	480	92	108,8	2,036629	1,731095	
	9	9	540	95	105,8	2,024486	1,340612	
	10	10	600	97	103,8	2,016197	0,91503	1,803877
serie 2)								
	1	3	180	36	164,8	2,216957		
	2	3,5	210	40	160,8	2,206286	2,356193	
	3	4	240	44	156,8	2,195346	2,415549	
	4	4,5	270	48	152,8	2,184123	2,477973	
	5	5	300	51	149,8	2,175512	1,901428	
	6	6	360	57	143,8	2,157759	1,959923	
	7	7	420	62	138,8	2,142389	1,696784	
	8	8	480	67	133,8	2,126456	1,759042	
	9	9	540	71	129,8	2,113275	1,455229	
	10	10	600	75	125,8	2,099681	1,500783	1,80525
serie 3)								
	1	3	180	23	177,8	2,249932		
	2	3,5	210	28	172,8	2,237544	2,735274	
	3	4	240	32	168,8	2,227372	2,245822	
	4	4,5	270	36	164,8	2,216957	2,299684	
	5	5	300	40	160,8	2,206286	2,356193	
	6	6	360	47	153,8	2,186956	2,134	
	7	7	420	52	148,8	2,172603	1,584616	
	8	8	480	57	143,8	2,157759	1,638783	
	9	9	540	61	139,8	2,145507	1,352589	
	10	10	600	65	135,8	2,1329	1,391857	1,525329

Bijlage 4

Voormalig en toekomstig verhard oppervlak

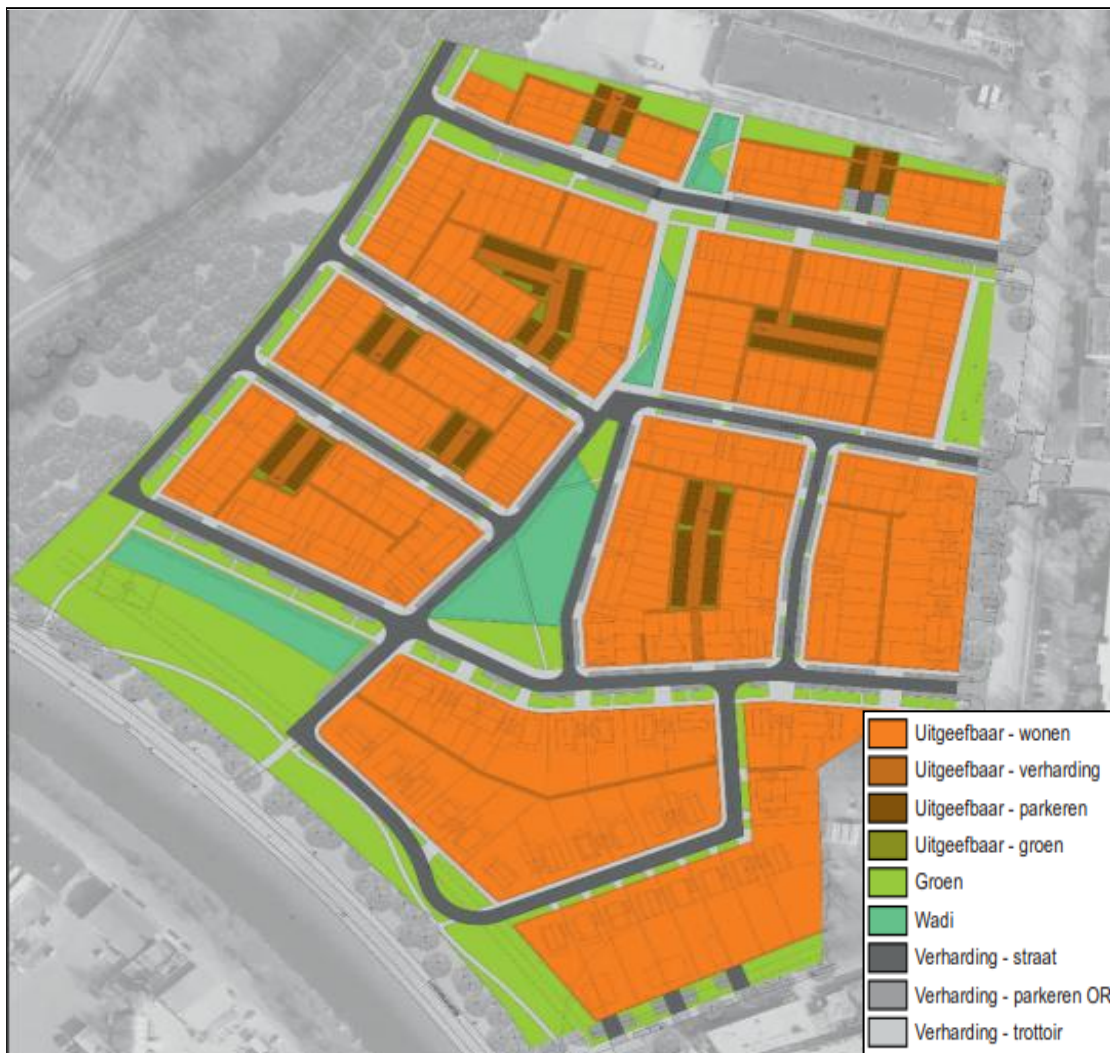
Voormalige verhard oppervlak
Laatst gewijzigd: 23 augustus 2013

Op basis van bijgevoegde kaartjes heeft de gemeente Tilburg het voormalige afvoerend verhard oppervlak bepaald. Dit wijkt enigszins af van wat de ontwikkelaar heeft berekend.

Dak	m ²	Afvoerend	
1	15334	100%	15334
2	946	100%	946
3	75	100%	75
4A en 4B	714	100%	714
5	196	100%	196
	<u>17265</u> m ²		<u>17265</u> m ²
Verharding	m ²		
A	8298	80%	6638,4
B	113	30%	33,9
C	493	30%	147,9
D	158	30%	47,4
	<u>9062</u> m ²		<u>6867,6</u>
	Totaal	26327 m ²	
		2,6 ha	
Totaal 'bestaand' afvoerend oppervlak			24132,6 m²
			2,4 ha

Toekomstig verhard oppervlak

Laatst gewijzigd: 16 juni 2014



Toekomstige verharde oppervlak binnen stedenbouwkundige opzet d.d. 12 maart 2013

Variant 1

Ruimtegebruik	Oppervlak (m ²)	% Verhard	Verh. oppervlak (m ²)
uitgeefbaar	49001	75	36751
groen	13092	0	0
water	3651	0	0
verharding - straat	8451	100	8451
verharding - parkeren	3423	100	3423
verharding - trottoir	7617	100	7617
totaal	85235		56242

Variant 2

Ruimtegebruik	Oppervlak (m ²)	% Verhard	Verh. oppervlak (m ²)
uitgeefbaar	49001	70	34301
groen	13092	0	0
water	3651	0	0
verharding - straat	8451	100	8451
verharding - parkeren	3423	100	3423
verharding - trottoir	7617	100	7617
totaal	85235		53792

Variant 3			
Ruimtegebruik	Oppervlak (m2)	% Verhard	Verh. oppervlak (m2)
uitgeefbaar	49001	65	31851
groen	13092	0	0
water	3651	0	0
verharding - straat	8451	100	8451
verharding - parkeren	3423	100	3423
verharding - trottoir	7617	100	7617
totaal	85235		51342

Variant 4			
Ruimtegebruik	Oppervlak (m2)	% Verhard	Verh. oppervlak (m2)
uitgeefbaar	49001	60	29401
groen	13092	0	0
water	3651	0	0
verharding - straat	8451	100	8451
verharding - parkeren	3423	100	3423
verharding - trottoir	7617	100	7617
totaal	85235		48892

Bijlage 5

Omvang bui T=100+10%

Toetsinstrumentarium Hydrologisch Neutraal Ontwikkelen

Compenserende berging voor nieuw verhard gebied

Algemeen

Naam project	Verbunt-terrein
Contactpersoon initiatiefnemer	BPF Bouwinvest
Contactpersoon waterschap	José Llop
Datum	16-06-2014



Kenmerken projectgebied

Bestaand verhard oppervlak	0	m ²
Toekomstig verhard oppervlak	48890	m ²
Afvoercoëfficiënt projectgebied	0.33	l/s/ha
Infiltratiesnelheid	0.3	m/dag
GHG	12	m +NAP
Huidig maaiveldniveau	13	m +NAP
Toekomstig maaiveldniveau	13.5	m +NAP

Kenmerken infiltratievoorziening

Type	Bovengrondse infiltratievoorziening	
Te bergen en/of infiltreren volume T10+10%	2479	m ³
Extra volume hemelwater T100+10%	914	m ³
Talud	3	1:x
Lengte	250	m
Hoogte	0.5	m
Breedte	21	m

Hydrologisch neutraal ontwikkelen

De waterschappen Aa en Maas en De Dommel willen met deze berekening in een vroeg stadium de betrokkenen adviseren over de eisen die de waterschappen stellen ten aanzien van hydrologisch neutraal ontwikkelen.

Het berekende wateradvies is richtinggevend. Aan de berekening kunnen geen rechten worden ontleend.

Waterschap
De Dommel
Postbus 10.001
5280 DA Boxtel
Bosscheweg 56
5283 WB Boxtel

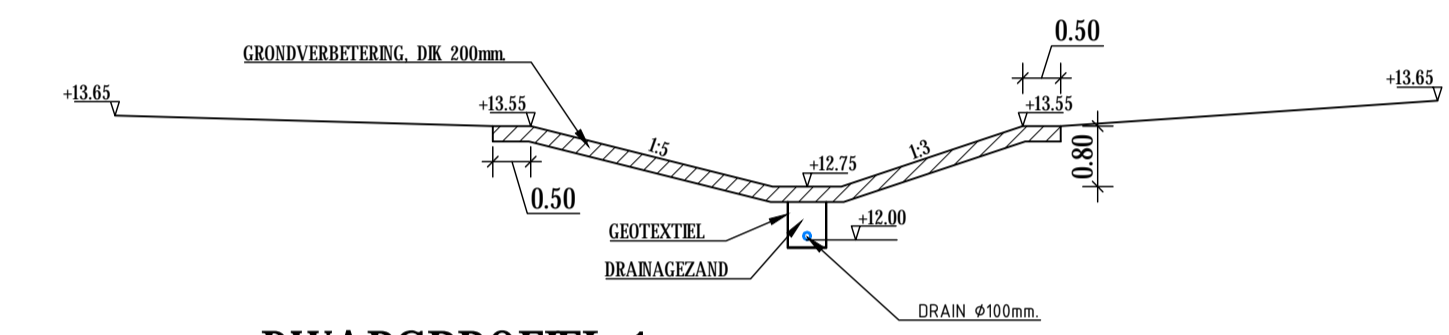
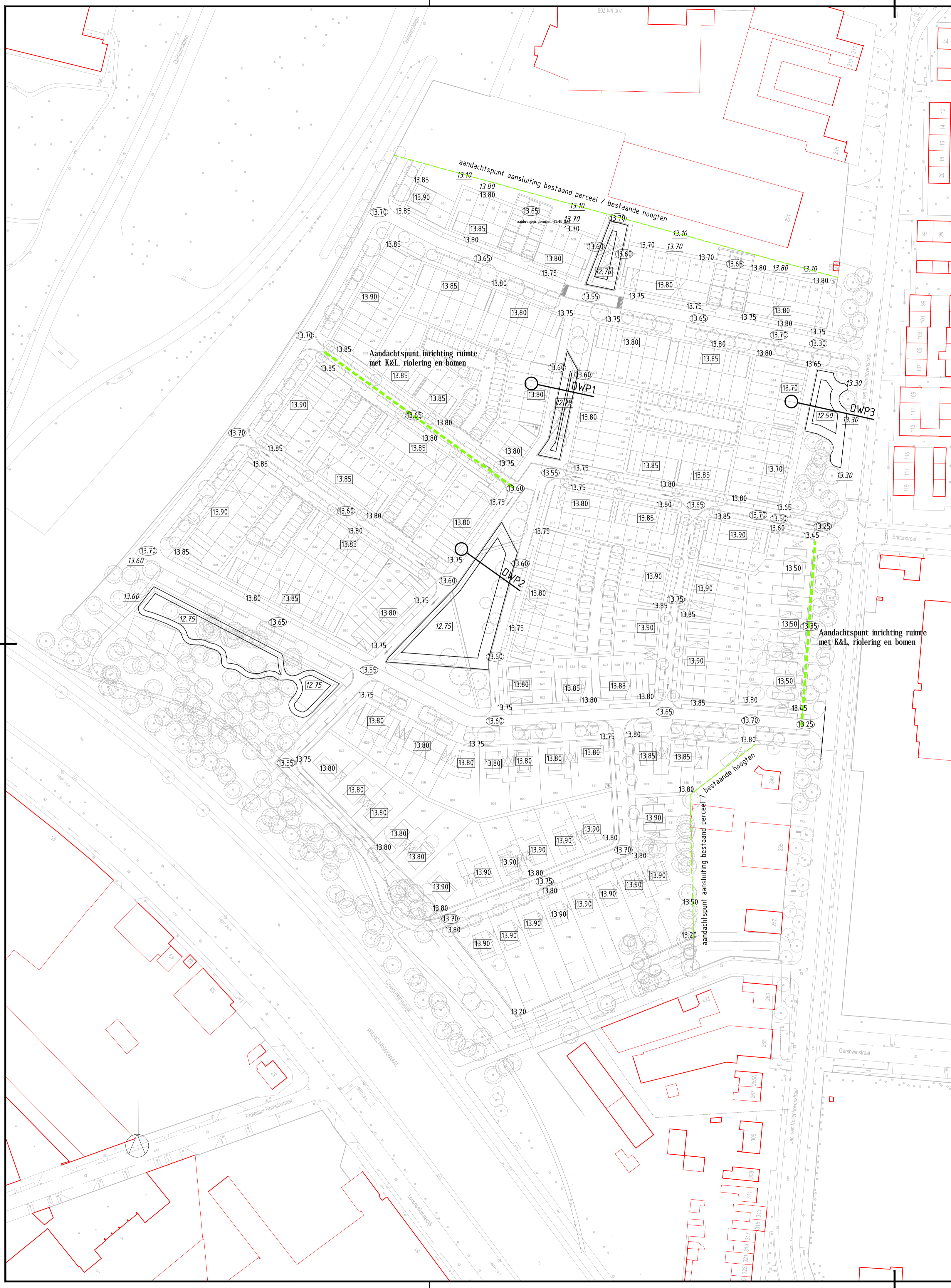
Tel: 0411-61 86 18
Fax: 0411-61 86 88
<http://www.dommel.nl/>

Waterschap
Aa en Maas
Postbus 5049
5201 GA 's-Hertogenbosch
Pettelaarpark 70
5216 PP 's-Hertogenbosch

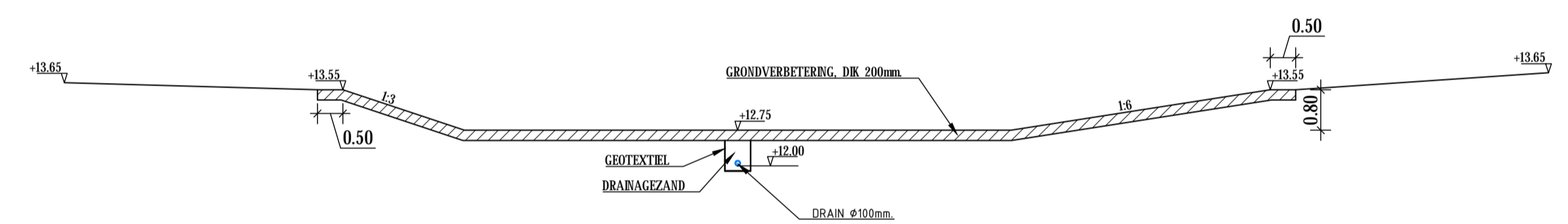
Tel: 073-61 566 66
Fax: 073-61 566 00
<http://www.aaenmaas.nl/>

Bijlage 6

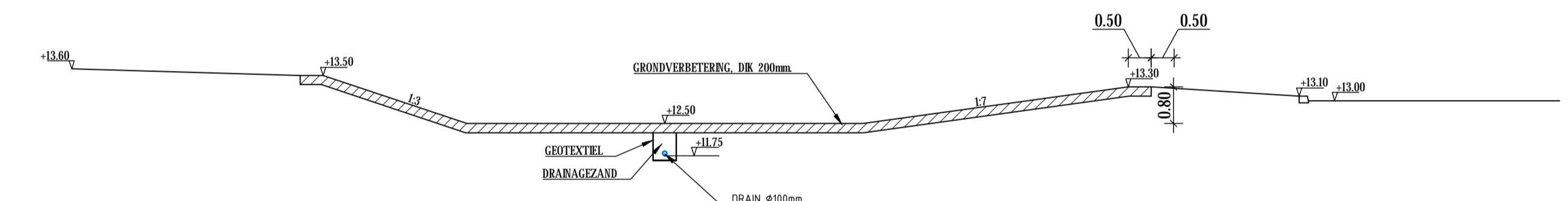
Tekening afwerkpeilen, hemelwater en vuilwater systeem



DWARSPROFIEL 1
SCHAAL 1:100



DWARSPROFIEL 2
SCHAAL 1:100



DWARSPROFIEL 3
SCHAAL 1:100

- 13.85 T-HOOGTE (=KAVELGRENZ GRENZEND AAN OPENBAAR GEBIED)
- 13.85 AFWERKPEIL GROEN
- 13.90 VLOERPEIL
- 13.85 ASHOOGTE WEG
- 12.75 BODEMHOOGTE WADI



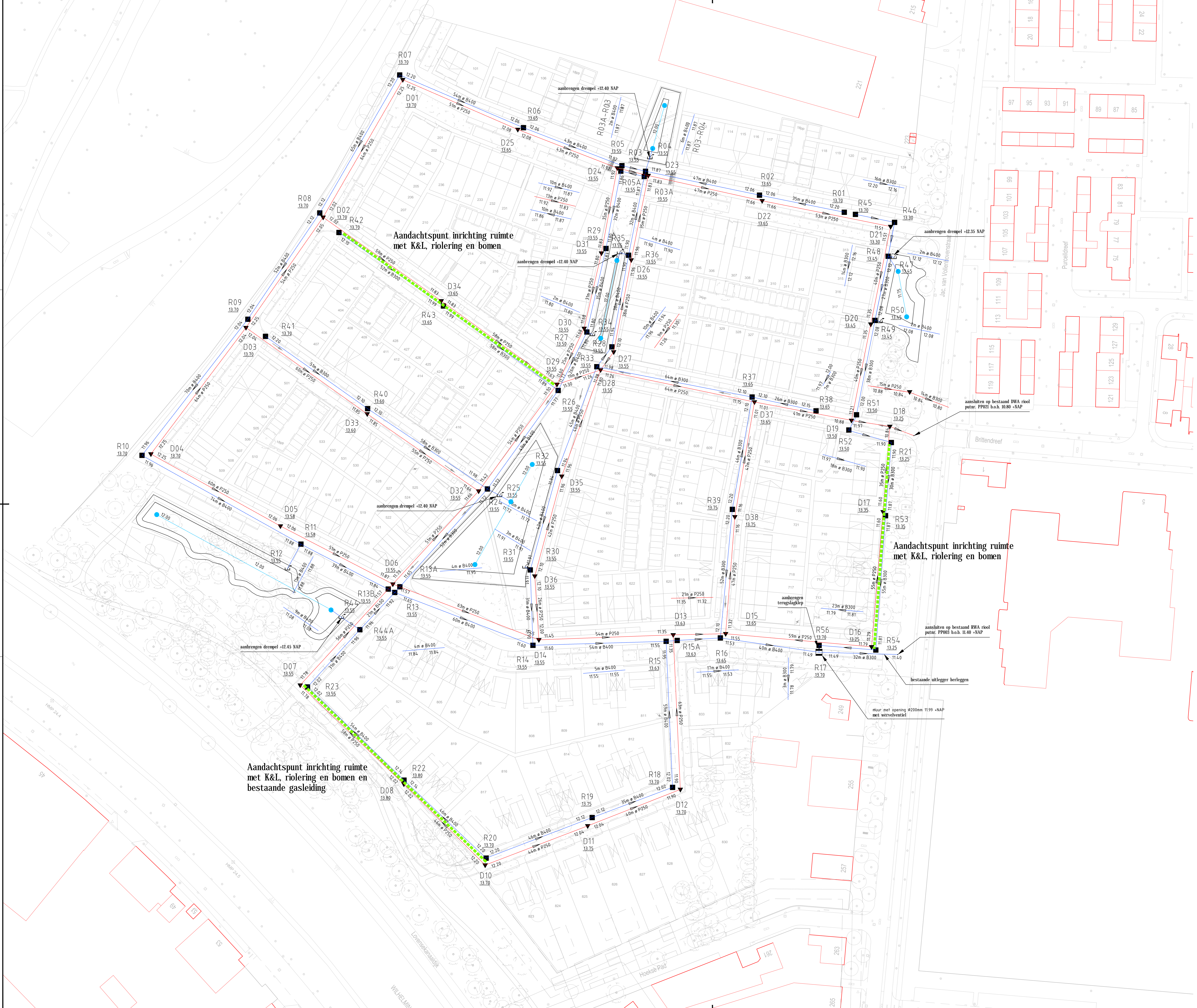
Grontmij Nederland B.V.
Zernikestraat 17
5612 HZ Eindhoven
Postbus 1265
5600 BG Eindhoven
T +31 40 265 12 11
www.grontmij.nl

DEFINITIEF

Opdrachtgever
BPF Bouwinvest
Project
Verbunterrein te Tilburg
Onderdeel
Situering t.b.v. afwerkhoogten

Tekeningnummer 324433.EHV.316.T02	Rev.	Bestandsnaam 324433.ehv.316.T02	Formaat A1	Schaal 1:1000	Bld 1	Aantal 1
Kantoor EINDHOVEN	Projectnummer 324433	Besteknummer	Datum van uitgave 09-10-2014	Get. NR.	Gez.	Acc.

Grontmij www.grontmij.nl
© Grontmij Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden



Aandachtspunt inrichting ruimte met K&L, riolering en bomen

Aandachtspunt inrichting ruimte met K&L, riolering en bomen

Aandachtspunt inrichting ruimte met K&L, riolering en bomen en bestaande gasleiding

- LEGENDA:**
- Nieuwe regenwaterrioolstreng
 - ▲ Nieuwe vuilwaterrioolstreng
 - Nieuwe drainageleiding ø100mm
 - 100 3253 10 ø 250 30.78 30.86
 - 100 Putnummer
 - 3253 Maaiveldhoogte in m t.o.v. NAP
 - 30.78 Binnenonderkant bus in m t.o.v. NAP
 - 10 Strenglengte in m
 - ø 250 Buisdiameter in mm
 - Sfuwput
 - ▲ Uitstroombak



DEFINITIEF

Overname
BPF Bouwinvest
 Verbunterrein te Tilburg
 Overheid
 Situering t.b.v. riolering en ontwatering

Tekeningnummer 324433.EHV.316.T03	Revisie 1	Bestandnummer 324433.ehv.316.T03	Formaat A0	Schaal 1:500	Blad 1	Aantal 1
Project EINDHOVEN	Projectnummer 324433	Bestandnummer	Datum van uitgave 09-10-2014	Soort NR.	Stad GR.	Aand. AC.

Grontmij www.grontmij.nl
 © Grontmij Nederland B.V. Alle rechten voorbehouden.

Grontmij Nederland B.V.
 Zandvlied 17
 5612 HZ Eindhoven
 Postbus 1205
 5600 BQ Eindhoven
 T +31 40 265 12 11
 www.grontmij.nl

Bijlage 7

Globale grondbalans

Globale grondbalans Verbuntterrein, gemeente Tilburg

Laatst gewijzigd: 27 juni 2014

Weg en plein

Wegdeel	Oppervlakte (m2)	Gemiddeld huidig maaiveld (NAP + m)	Gemiddeld wegpeil (NAP + m)	Dikte wegopbouw*	Ophogen (+) / Afgraven (-) (m)	Vrijkomend zand v. aanv. (m3)	Benodigd zand v. zandb. (m3)	Benodigd puin (m3)
Wegen openbaar	8451	13,1	13,63	0,7	-0,17	1437	2958	2113
Trottoirs openbaar	7617	13,1	13,63	0,7	-0,17	1295	2666	1904
Parkeren openbaar, verharding en parkeren uitgeefbaar	9100	13,1	13,63	0,4	0,13	0	3185	2275
Totaal	25168					2732	8809	6292

*Wegopbouw bestaat uit (m):	Verharding + straatlaag	0,1	Menggranulaat	0,25	Zand v zandbed	0,35		
*Trottoiroopbouw (met K&L) bestaat uit (m):	Verharding + straatlaag	0,1	Menggranulaat	0	Zand v zandbed	0,6		
*Opbouw overige verharding bestaat uit (m):	Verharding + straatlaag	0,1	Menggranulaat	0	Zand v zandbed	0,3		

Kavels

Kavel	Oppervlakte (m2)	Gemiddeld huidig maaiveld (NAP + m)	Gemiddeld afwerkpeil mv (NAP + m)	Ophogen (+) / Afgraven (-) (m)	Vrijkomend zand v. aanv. (m3)	Benodigd zand v. aanv. (m3)
Uitgeefbaar: kavels en groen, exclusief bouwkuipen rijtjeswoningen en 2 onder 1 kap	29316	13,1	13,63	0,53	0	15537
Uitgeefbaar: bouwkuipen rijtjeswoningen en 2 onder 1 kap	14.000	13,1	12,93	-0,17	2380	0
Totaal	43316				2380	15537

*Diepte bouwkuip

0,7

Groen, exclusief wadi's

Onderdeel	Oppervlakte (m2)	Gemiddeld huidig maaiveld (NAP + m)	Gemiddeld afwerkpeil mv (NAP + m)	Ophogen (+) / Afgraven (-) (m)	Vrijkomend zand v. aanv. (m3)	Benodigd zand v. aanv. (m3)
Groen, exclusief groen zuidzijde	13092	13,45	13,55	0,1	0	1309
Totaal	13092				0	1309

Globale grondbalans Verbuntterrein, gemeente Tilburg

Laatst gewijzigd: 27 juni 2014

Graven watervoorziening

Onderdeel	Bodem-oppervlak (m)	Gemiddeld huidig maaiveld (NAP + m)	Bodempeil (m)	Talud (1:?)	Omtrek (m2)	Ophogen (+) / Afgraven (-) (m)	Vrijkomend zand v. aanv. (m3)
Wadi's	3455	13,1	12,75	3	1200	-0,35	1430
Totaal							1430

Graven en dempen watergang: n.v.t.

Onderdeel	Lengte (m)	Diepte (m)	Bodembreedte (m)	Talud (1:?)	Doorsnede (m2)	Vrijkomend zand v. aanv. (m3)	Benodigde zand v. aanv. (m3)
n.v.t.	0	0	0	0	0,00	0	0
Totaal						0	0

Sleuven

Onderdeel	Lengte (m)	(Bodem)breedte (m)	Gemiddelde diepte (m)	Talud (1:?)	Oppervlak doorsnede (m2)	Vrijkomend leem/veen* (m3)	Vrijkomend zand v. aanv. (m3)	Benodigd drainagezand (m3)	Benodigd zand v. zandbed** (m3)
Sleuf DWA-/HWA-riolering	1700	2	1,2	1	3,84	0	6528	n.v.t.	6231
Drainagesleuf wadiconstructie	400	0,4	0,6	0	0,24	0	96	83	n.v.t.
Totaal						0	6624	83	6231

*Schatting aandeel leem/veen op basis van boorprofielen is: 0%

**Van het benodigde drainagezand en zand voor zandbed zijn de leidingen afgetrokken

	Diameter (m)	Doorsnede (m2)
DWA	0,25	0,049
HWA	0,4	0,126
Drain	0,1	0,008

Grondverbetering wadi

Onderdeel	Bodem-oppervlak (m2)	Diepte verbetering (m)	Deel grond (teelaarde)	Deel drainagezand	Vrijkomend zand v. aanv. (m3)	Benodigd drainagezand (m3)
Wadi's	3455	0,2	2	3	415	415
Totaal					415	415

Globale grondbalans Verbuntterrein, gemeente Tilburg

Laatst gewijzigd: 27 juni 2014

Verwijderen en vervangen leem/veen: n.v.t.

Onderdeel	Breedte (m)	Lengte (m)	Dikte (m)	Vrijkomend leem/veen (m3)	Benodigde zand v. zandb. (m3)
	0	0	0	0	0
Totaal				0	0

Totalen

Vrijkomend zand voor aanvulling	13580	m3
Vrijkomend leem/veen	0	m3
Benodigd zand voor aanvulling	16847	m3

Afvoeren leem/veen 0 m3

Of er wel of geen leem vrij komt is nog niet met 100% zekerheid te zeggen. Wij adviseren aanvullend bodemkundig onderzoek uit te voeren ter hoogte van de wegen.

Aanvoeren zand voor zandbed	15040	m3
Aanvoeren puingranulaat	6292	m3
Aanvoeren drainagezand	497	m3
Afvoeren (-) / aanvoeren (+) zand voor aanv.	3267	m3

Om te voorkomen dat grond aangevoerd of afgevoerd dient te worden kunnen de bouwrijpe woonkavels lager of hoger worden afgewerkt:

Oppervlak kavels	11088 m2
Aan te voeren (+) / af te voeren (-)) grond	3267 m3
Kavels lager (-) / hoger (+) afwerken: circa	-0,295 m