

Waterhuishoudingsplan (Bestemmingsplan) Hoge Hoek

Oprachtgever : Novaform Vastgoedontwikkelaars
Postbus 1080
5602 BB Eindhoven

Projectnummer : 20060434-01

Status rapport / versie nr. : Definitief 02

Datum : 07 december 2009

Opgesteld door : ing. G. Moret

Gecontroleerd door : ing. E. van Praat

Voor akkoord : ing. A.J.M van Dessel

Paraaf : _____

Versie nr.	Datum	Omschrijving	Opgesteld door	Gecontroleerd door
C01	06/11/2009	Watertoets Bestemmingsplan Hoge Hoek	GM	EP
C02	13/11/2009	Verwerken opmerkingen Overleg gemeente Tilburg, d.d. 12 november 2009	GM	EP
D01	02/12/2009	Verwerken opmerkingen waterschap De Dommel, email d.d. 30 november 2009	GM	EP
D02	07/12/2009	Verwerken opmerkingen gemeente Tilburg, email d.d. 04 december 2009	GM	EP

INHOUD		blz.
1	INLEIDING	3
2	VOORONDERZOEK	4
2.1	Ligging plangebied	4
2.2	Omgeving	4
2.3	Waterhuiskundige situatie	4
2.4	Toekomstige ontwikkeling	5
3	BODEMKUNDIG HYDROLOGISCHONDERZOEK	6
3.1	Algemeen	6
3.2	TNO/Bodemkaart	6
3.3	Bodemopbouw	6
3.3.1	Toetsing bodemopbouw	8
3.4	Grondwatersituatie	9
3.4.1	Toetsing grondwater	9
3.5	Infiltratiecapaciteit	10
3.5.1	Toetsing infiltratie	10
4	BELEIDSKADER WATERBEHEER	11
4.1	Uitgangspunten overleg met Waterschap De Dommel en gemeente Tilburg	11
4.2	Algemeen beleid	12
4.3	Richtlijnen waterhuishouding Waterschap	12
4.3.1	Ontwerp Waterbeheerplan 2010-2015 "Krachtig water"	14
4.3.2	Hydrologisch neutraal ontwikkelen	14
4.3.3	Overige randvoorwaarden	14
4.3.4	Toetsmethodiek	15
4.4	Richtlijnen waterhuishouding Gemeente Tilburg	15
4.4.1	Algemeen	15
4.4.2	Ontwerp Structuurvisie water en riolering met daarin opgenomen het Gemeentelijk Rioleringsplan 2010-2015	16
4.4.3	Waterparagraaf MER/SMB Overhoeken gemeente Tilburg	16
4.4.4	Kwaliteitshandboek openbare ruimte gemeente Tilburg	17
4.5	Gebiedsgerichte uitgangspunten duurzaam waterbeheer	17

5	REGENWATERAFVOERSTELSEL (RWA-STELSEL)	18
5.1	Huidige situatie versus plan situatie	18
5.2	Berekening benodigde berging met toetsinstrumentarium HNO	18
5.2.1	Resultaten van het toetsinstrumentarium	18
5.3	Zuivering afstromend oppervlak	19
5.4	Advies behandeling regenwater	20
5.5	Afweging regenwatervoorziening	20
5.6	Uitwerking regenwatervoorziening	20
5.7	Lozing/overstortvoorziening:	22
5.8	Doorkruizen Rotterdam-Rijn pijpleiding (RRP)	22
6	TOETSING AAN ONTWATERINGNORM, DROOGLEGGING, T-HOOGTE EN INUNDATIE	23
6.1	Ontwatering	23
6.1.1	Plangebied getoetst aan norm	23
6.2	Drooglegging	24
6.2.1	Plangebied getoetst aan norm	24
6.3	T-Hoogte	24
6.4	Toetsing inundatie bij een T=100 bui (zie tabel 5 van par. 5.5.1)	24
6.4.1	(mogelijke) Maatregelen ter voorkoming van inundatie woningen	25
7	DROOGWEERAFVOERSTELSEL (DWA-STELSEL)	26
7.1	Verwerking	26
7.2	Berekening verwerking vuilwater (DWA)	26
7.3	Aansluitmogelijkheden	26
8	RESUME T.B.V. WATERPARAGRAAF	27
9	BRONVERMELDING	37

BIJLAGEN

1. Oppervlakte tekening toekomstige situatie +Uitwerking regenwatervoorziening
2. Boorprofielen
3. Gegevens infiltratie onderzoek
4. Notulen bijeenkomsten initiatieffase
5. Resultaten HNO-tool

1 INLEIDING

Novaform Vastgoedontwikkelaars werkt momenteel aan de toekomstige ontwikkeling van woningbouw aan de noordoostzijde van Berkel-Enschot in de gemeente Tilburg. Voor de realisatie van deze toekomstige ontwikkeling dient een bestemmingplanprocedure gevolgd te worden. In het kader van deze procedure, dient er een wateradvies van het waterschap te komen in de vorm van een goedgekeurde watertoets. Novaform Vastgoedontwikkelaars heeft aan AGEL adviseurs te Oosterhout (NB) opdracht verstrekt om de watertoets uit te voeren.

In dit onderzoek wordt, op basis van de huidige beleidsvormen, de inventarisatie van het plangebied en de reeds uitgevoerde praktijkproeven op locatie (infiltratieonderzoeken, grondboringen, Bodemkundig/hydrologisch onderzoek) een inrichtingsadvies gegeven voor de verwerking van regen- en huishoudelijk afvalwater. Deze adviezen zijn daarbij gebaseerd op:

1. Het huidige beleid van het voerende Waterschap De Dommel en gemeente Tilburg;
2. Theoretische onderzoeksresultaten (TNO, bodemdata);
3. Uigevoerde praktijkproeven op locatie (infiltratieonderzoeken, grondboringen, bodemkundig/hydrologisch onderzoek).

De geraadpleegde bronnen worden in hoofdstuk 9 opgesomd.

2 VOORONDERZOEK

2.1 Ligging plangebied

Het plangebied ligt ten noordwesten van de kern van Berkel-Enschot en grenst direct aan de spoorlijn Tilburg - 's-Hertogenbosch. Het plangebied wordt tevens begrensd door de Raadhuisstraat in het zuiden, de woonbebouwing van de Gerardusstraat en de Kloosterstraat in het zuiden en de woonbebouwing van de Berkengarde in het westen. Het plangebied heeft een oppervlakte van ca. 13 ha. De feitelijke onderzoekslocatie betreft braakliggend terrein (landbouwpercelen). Voor zover bekend is de onderzoekslocatie altijd in gebruik geweest als landbouwperceel. De terreinhoogte loopt geleidelijk af, variërend van 12.00m+ en 12.30m+ NAP aan de zuidzijde van het plangebied naar ca. 11.30m+ NAP aan de noordzijde.

Afbeelding 1: luchtfoto planlocatie (bron: Google Earth)



2.2 Omgeving

In grote lijnen grenst het plangebied in het zuidoosten aan de kern van Berkel-Enschot en in de noordwesten aan de spoorweg Tilburg- 's Hertogenbosch. De verdere omgeving ten noordwesten van het plangebied gaat over in landelijk gebied.

2.3 Waterhuiskundige situatie

De omgeving van plangebied "Hoge Hoek" is gelegen binnen het stroomgebied van de Beneden Dommel + Zandleij van het Waterschap De Dommel. De Roomleij is de belangrijkste hoofdwaterloop in de omgeving, grenst ten noorden van plangebied Hoge Hoek. Het waterpeil in de Roomleij ter hoogte van Berkel Enschoot wordt gereguleerd middels een stuw in Udenhout. Van mei tot en met september is het stuwpeil 8.10m+ NAP, van september tot en met mei 8.02 m.+ NAP. In hoeverre dit peil doorwerkt tot aan Berkel-Enschot is niet bekend.

Ten zuiden van het plangebied aan de Raadhuisstraat is een waterloop gelegen die niet is opgenomen op de legger van het waterschap. Evenwijdig aan de spoordijk van spoorweg Tilburg- 's Hertogenbosch is een doodlopende bermsloot gelegen. De locatie is gesitueerd in een intermediair gebied en is gelegen op eerdgronden (bodemkundige hoofdeenheid). Er is een grondwatertrap bekend van; VII GHG 80-140 en GLG >120. Grondwaterbeschermingsgebieden dan wel keur beschermingsgebieden van Waterschap de Dommel zijn in de directe omgeving niet aanwezig.

Ter hoogte van de Raadhuisstraat bevindt zich een gemengd rioleringsstelsel, beton Ø 800 en in de Gerardusstraat is een gemengd rioolstelsel, beton Ø 600 aanwezig. Ter hoogte van de spoorwegovergang Raadhuisstraat-'t Hoekske is een overstort van het gemengd riool aanwezig met een overstortmuur op 10.93m+ NAP. De overstort werkt ongeveer 8 keer per jaar volgens de Hydrodynamische rioolberekeningen van 2007. Het plangebied is momenteel voor het grootste deel onverhard, hierdoor dringt het regenwater dat nu neerslaat in het plangebied rechtstreeks de bodem in, nadat het verzameld wordt in door particulier gegraven greppels.

2.4 Toekomstige ontwikkeling

Binnen het plangebied worden naar verwachting circa 300 woningen ontwikkeld. Deze hebben een oppervlak van circa. 21.704 m². Daarnaast zal een deel van het terrein worden voorzien van terreinverharding, zoals toegangswegen, parkeergelegenheid en perceelverharding, circa. 63.156 m². Door de ontwikkeling van het plan zal in totaal circa. 84.860 m² van het terrein worden verhard. De verdeling van de oppervlaktes is weergegeven in tabel 1. Ter verduidelijking is in bijlage 1 een situatietekening weergegeven van de oppervlaktes.

Tabel 1: oppervlakte verdeling huidige versus toekomstige situatie.

Oppervlaktes	Huidig m ²	Toekomstig m ²
Daken	ca. 1.550	ca. 21.704
Terrein verharding	ca. 2.221	ca. 45.221
Perceel verharding (50% conform Leidraad riolering ¹)	-	ca. 17.935
Onverhard terrein	ca. 126.637	ca. 37.309
Water	-	ca. 8.311
Totaal	ca. 130.408	ca. 130.408

Afbeelding 2: Toekomstige ontwikkeling (bron: Mulleners+Mulleners architecten)



¹ B2500 Leidraad Riolering, Verhardingspercentage ten opzichte van het bruto-oppervlak.

3 BODEMKUNDIG HYDROLOGISCHONDERZOEK

3.1 Algemeen

Voorafgaande aan de bebouwing van het gebied dient tenminste inzicht te zijn in de bodemopbouw en waterhuishouding van het gebied. Hiervoor zijn er sinds 1998 diverse onderzoeken verricht. De reeds uitgevoerde onderzoeken worden onderstaand op chronologische wijze weergegeven:

- Arcadis Heidemij Advies (*Nader bodemkundig hydrologisch /bodemkundig onderzoek Tilburg Noordoost. Deelrapport deelgebieden Berkel-Enschot 2000*);
- Grontmij (*MER/SMB Overhoeken Gemeente Tilburg 2006*);
- AGEL adviseurs (*verkennd bodemonderzoek 2007/2008, infiltratieproeven 2007/2008*);

Binnen deze watertoets worden de bevindingen/conclusie van de bovenstaande onderzoeken samengevoegd tot één hoofdstuk.

3.2 TNO/Bodemkaart

Uit de bodemkaart van Nederland, kaart 51 en 57 West en 44 en 50 Oost, uitgave van 1975 is het volgende bekend over de geohydrologische bodemopbouw. Het maaiveld bevindt zich op circa 12 meter boven NAP. Het grondwaterpeil bevindt zich op ongeveer 10 meter boven NAP. De grondwaterstroming blijkt in het eerste watervoerende pakket noord-westelijk gericht te zijn. Het terrein ligt niet in een grondwaterbeschermingsgebied.

Tabel 2: Geohydrologische bodemopbouw (bron: bodemkaart Nederland 1975)

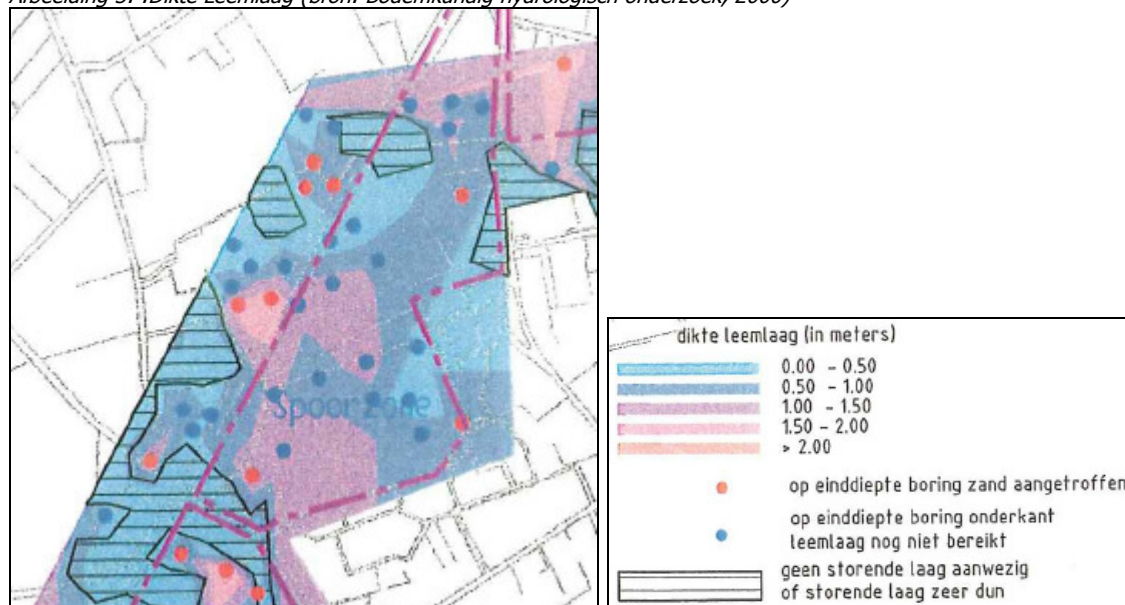
Diepte (m-mv)	Geohydrologische schematisatie	Formatie	Samenstelling
0 - 20	deklaag	Nuenen-groep	Middelfijn leemhoudend zand
20 - 60	eerste watervoerende pakket	Veghel en Sterksel	matig grof zand
60 - 130	scheidende laag	Kedichem	klei en matig fijn zand

3.3 Bodemopbouw

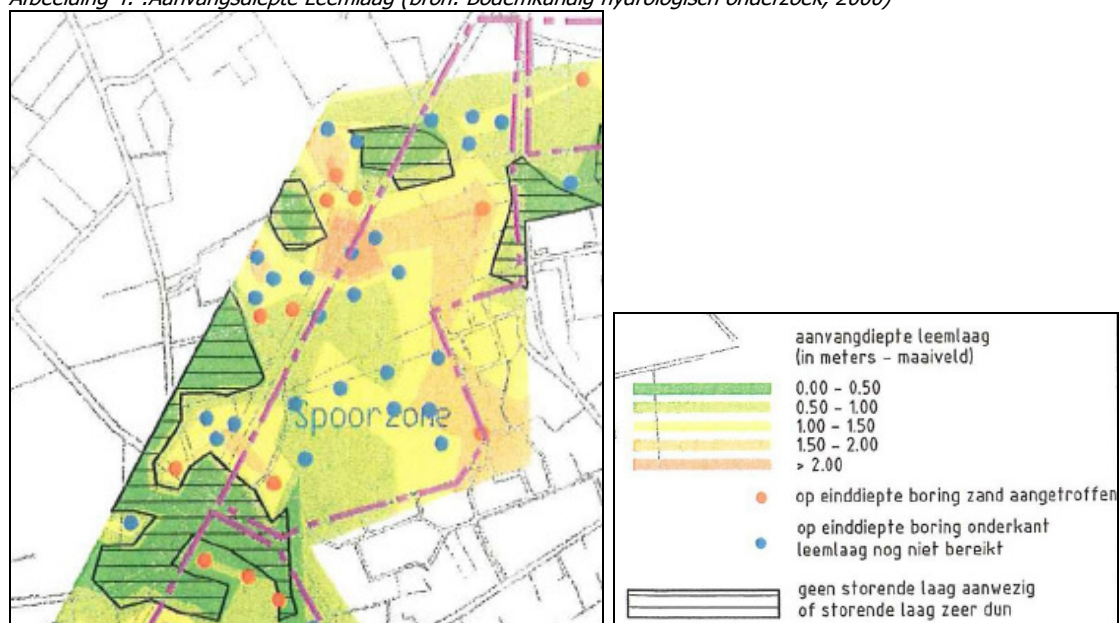
In 2000 is een bodemkundig onderzoek verricht ter hoogte van de planontwikkeling. Daaruit blijkt dat de bodem met aanzienlijke variatie is opgebouwd. De toplaag bestaat uit humeus, sterk lemig zand. Daaronder is sterk lemig zand tot zandige leem aanwezig. Onder deze leemlaag komt zeer fijn tot matig fijn, matig leemarm zand voor. Op nog grotere diepten neemt de zandgrofheid toe en neemt het leemgehalte verder af.

In de bodemopbouw van het gebied worden storende leemlagen afgewisseld met lagen zeer fijn tot matig fijn zand, al dan niet leemarm. De aanvangsdiepte en dikte van de storende lagen varieert duidelijk binnen het plangebied. In het bovengenoemde onderzoek zijn 'gaten' in de bodemstructuur waargenomen, oftewel in een klein deel van het plangebied, waar geen storende leemlagen aanwezig zijn. In afbeelding 3 tot en met 5 worden de storende leemlagen verduidelijkt.

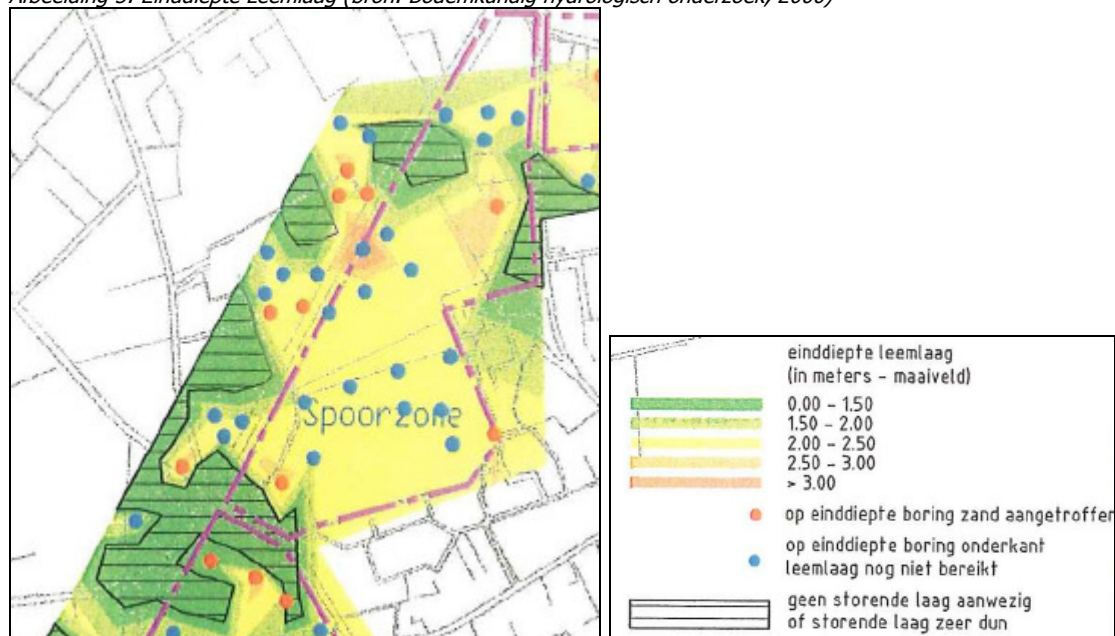
Afbeelding 3: :Dikte Leemlaag (bron: Bodemkundig hydrologisch onderzoek, 2000)



Afbeelding 4: :Aanvangsdiepte Leemlaag (bron: Bodemkundig hydrologisch onderzoek, 2000)



Afbeelding 5: Einddiepte Leemlaag (bron: Bodemkundig hydrologisch onderzoek, 2000)



De bodemopbouw conform het bodemkundig onderzoek is weliswaar op hoofdlijnen te schematiseren, maar kenmerk zich vooral door aanzienlijke variatie, op korte afstanden. Voor een concrete gegevens van de bodemopbouw is gebruik gemaakt van het uitgevoerde verkennend bodemonderzoek door AGEL adviseurs in 2007. De waargenomen bodemsamenstelling is globaal als volgt opgebouwd:

- Vanaf het maaiveld tot circa 1,0 meter beneden maaiveld (m-mv) bestaat de bodem voornamelijk uit donkerbruin matig fijn zwak siltig zand;
- Vanaf 1,0 m-mv tot 2,5 m-mv bestaat de bodem uit grijs zwak zandig leem.

In Bijlage 2 zijn de boorprofielen weergegeven.

3.3.1 Toetsing bodemopbouw

Om de stabiliteit gedurende het gehele jaar te kunnen garanderen dient voor de aanleg van wegen en riolering de bodem voldoende draagkrachtig te zijn.

- Voor wegen wordt deze draagkracht bereikt bij een voldoende ontwatering en toepassing van tenminste matig leemarm, humusarm zand boven dit ontwateringspeil (exclusief het cunet);
- Voor riolering is de bodem in het algemeen voldoende draagkrachtig bij een minimale kwaliteit van matig leemarm zand tot een diepte van 0,3m onder leidingen en 0,5m onder putten.

Uit de boorprofielen blijkt dat de bovenzijde leemlagen zich op 1,0 m-mv bevinden. Wanneer onderkant cunet van de wegen op het huidige maaiveldniveau wordt aangelegd dan is er voldoende stabiliteit. Hierbij de kanttekening dat de huidige wegen, waarop dient te worden aangesloten niet voldoen aan de ontwateringsnorm.

Afhankelijk van de aanlegdiepte van de riolering kan grondverbetering nodig zijn; gezien de boorprofielen voldoet delen van het plangebied niet aan de eisen van tenminste matig leemarm, humusarm zand.

3.4 Grondwatersituatie

Door Arcadis Heidemij is in 2000 nader bodemkundig/hydrologisch onderzoek verricht met betrekking tot de deelgebieden Berkel-Enschot. Onderstaand zijn de waarden welke relevant zijn met betrekking tot de grondwaterstand, weergegeven. De waarden zijn afkomstig van de bodemkaarten van Stiboka 1984/1990 en DLO-SC 1992.

Tabel 3 Overzicht grondwatertrappen per bodemkaart

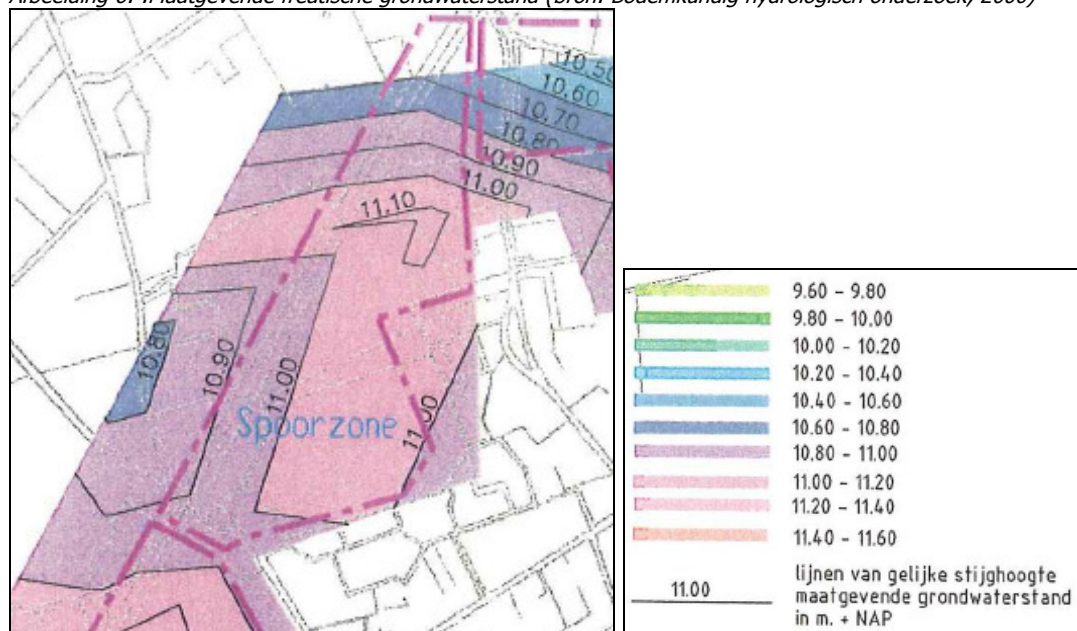
	Stiboka 1984/1990	DLO-SC 1992
Spoorzone	VI (noordzijde), V* (zuidzijde)	VII (noordzijde), VI (zuidzijde)

Tabel 4 Verklaring grondwatertrappen

	GHG	GLG
V	0,25 – 0,40 m – mv	> 1,20 m – mv
VI	> 0,40 m- mv	> 1,20 m – mv
VII	> 0,80 m - mv	> 1,80 m - mv

Voor de bepaling van de maatgevende hoogste grondwaterstand is gebruik gemaakt van metingen in circa 30 peilbuizen binnen en direct rondom de begrenzing van het plangebied. Het overgrote deel van de peilbuizen zijn vanaf 1996 gemonitord. De buizen zijn tenminste voor een deel in of tussen lemlagen geplaatst, voor een ander deel daaronder. Voor de peilbuisreeksen wordt verwezen naar het nader bodemkundig/hydrologisch onderzoek. De maatgevende freatische grondwaterstand is weergegeven in afbeelding 6.

Afbeelding 6: :Maatgevende freatische grondwaterstand (bron: Bodemkundig hydrologisch onderzoek, 2000)



Uit het kaartbeeld blijkt dat de maatgevende hoogste grondwaterstand grotendeels is gelegen tussen 11.00m+ NAP en 11.10m+ NAP. Ter hoogte van het noordelijk deel van het plangebied varieert het tussen 10.50m+ NAP en 11.00m+ NAP.

3.4.1 Toetsing grondwater

Het plangebied getoetst aan de vastgestelde normen betreffende het grondwater niveau is weergegeven in paragraaf 6.

3.5 Infiltratiecapaciteit

Het doel van de infiltratieproef conform de omgekeerde boorgatmethode is het bepalen van de K-waarde van de bodem. De K-waarde is een coëfficiënt die de doorlatendheid van de bodem aangeeft, en daarmee de infiltratiecapaciteit van de bodem. Hoe hoger de K-waarde is hoe beter het regenwater in de bodem infiltreert.

Omgekeerde boorgatmethode: In de kernen wordt een geperforeerde mantelbuis geplaatst die wordt gevuld met water. Op de waterkolom wordt een drijver geplaatst waarvan het niveau ten opzichte van een vast punt opgemeten kan worden. De drijver zal nu per tijdeenheid gaan zakken in de mantelbuis. Met de te meten gegevens is middels berekeningen de K-waarde te bepalen.

Voor het uitvoeren van de proef zijn 4 boorkernen gemaakt, op elke locatie 2 maal om de invloed van een verzadigde bodem op de infiltratiecapaciteit te bepalen (zie ook bijlage 3 gegevens infiltratieonderzoek).

Bij de beproevingen zijn de volgende K-waarde bepaald:

Tabel 3: K-waarde

Proeven	K-waarde (m/24h)
Proef 1a (1 ^e maal locatie 1)	0,4
Proef 1b (2 ^e maal locatie 1)	0,4
Proef 2a (1 ^e maal locatie 2)	0,5
Proef 2b (2 ^e maal locatie 2)	0,5
Proef 3a (1 ^e maal locatie 3)	0,4
Proef 3b (2 ^e maal locatie 3)	0,4
Proef 4a (1 ^e maal locatie 4)	0,3
Proef 4b (2 ^e maal locatie 4)	0,3

Na beproeving en verwerking van de verkregen gegevens blijkt dat de infiltratiecapaciteit van de ondergrond gemiddeld ca. 0,4 m/24h bedraagt. Onderstaand wordt de checklist van het waterschap De Dommel weergegeven met betrekking tot de infiltratiekansen behorende bij een bepaalde k-waarde.

3.5.1 Toetsing infiltratie

Tabel 4. Checklist infiltratiemogelijkheden waterschap de Dommel

k-waarde (m/24h)	Infiltratiekansen
0,4 <	Slecht
0,4 - 0,8	Redelijk
> 0,8	Goed

Een gemiddelde k-waarde van 0.4 m/24h beoordeelt men als redelijk tot slecht, hierdoor kan geconcludeerd worden dat infiltratie niet tot de mogelijkheden behoort. Het regenwater wordt dan ook geborgen in een retentievoorziening, die leegloopt richting het regionale afwateringssysteem via een onderlaat, op maximaal de landelijke afvoer.

4 BELEIDSKADER WATERBEHEER

4.1 Uitgangspunten overleg met Waterschap De Dommel en gemeente Tilburg

De waterhuishouding binnen de nieuwe planontwikkeling dient te voldoen aan de richtlijnen en aanwijzingen van het waterschap en gemeente. Ten behoeve van een gewenste afstemming hebben er een drietal bijeenkomsten plaatsgevonden tussen de gemeente, waterschap en initiatiefnemer. De notulen van bijeenkomsten zijn weergegeven in bijlage 4. De belangrijkste uitkomsten worden hieronder geformuleerd:

- De waterberging wordt bepaald conform de systematiek *Ontwikkelen met duurzaam wateroogmerk, definitie en randvoorwaarden hydrologisch neutraal ontwikkelen* van waterschap De Dommel, vastgesteld op 11 juli 2006;
- Er dient een bui met een herhalingstijd van 10 jaar geborgen te worden, waarbij een lozing van 0,87 l/s/ha is toegestaan. Bij een herhalingstijd van 100 jaar moet het water binnen het plan geborgen kunnen worden zonder dat het leidt tot wateroverlast;
- De inrichting draagt bij aan de vermindering van de wateropgave. Door bijvoorbeeld meer groen i.p.v. verhard of toepassen van doorlatende/ half-verharding;
- De ontsluitingsweg is onderdeel van het plan. Hiervoor is de dezelfde opgave van toepassing. Er moet voorkomen worden dat het licht verontreinigd regenwater direct op oppervlakte water terecht komt;
- Bij nadere technische uitwerkingen van de waterhuishouding dient er rekening te houden worden met een afvoer van de retentie naar een watergang (De Roomleij) ten noorden gelegen van de retentie, Waterschap De Dommel stemt in om de afvoer op deze watergang aan te sluiten, hetgeen een goede technische oplossing is (bijkomend voordeel is dat het maaiveld een natuurlijk verloop kent naar beneden heeft richting de watergang);
- De vertegenwoordiger van Waterschap De Dommel heeft een uitleg gegeven waarom het Waterschap heeft ingestemd met een hogere afvoercoëfficiënt (0.87 l/s/ha) dan eerst van uit gegaan werd, er is meer ingezoomd op de locatie/omgeving en hieruit blijkt dat er verantwoord een hogere afvoercoëfficiënt toegekend kan worden aan deze locatie.
- De vertegenwoordiger van gemeente Tilburg gaat voorgestelde uitwerking positief adviseren richting het planteam;
- De vertegenwoordiger van Waterschap De Dommel heeft aangegeven, gezien de grote te bergen wateropgave dat er mogelijkheden bestaan dat het Waterschap het onderhoud en beheer overneemt, e.e.a. nader afstemmen tussen Gemeente en Waterschap;
- Het overnemen van onderhoud en beheer is mogelijk bij voorzieningen en wateren waar meer dan 5ha verhard oppervlak op afwatert. Het is hierbij van belang dat het waterschap nauw wordt betrokken bij de uitwerking en vormgeving van het plan, zodat het waterschap de voorwaarden voor goed beheer en onderhoud kan inbrengen.
- Deze afwegingen en keuzes zijn de kern van de watertoets. Samen met de beschikbare bodem- en grondwatergegevens, de gemaakte globale berekeningen, enz. vormen ze de ingrediënten voor de waterparagraaf.

4.2 Algemeen beleid

De voerende waterschappen in Nederland richten zich op een veilig en goed bewoonbaar land met gezonde duurzame watersystemen. Nagestreefd wordt het vergroten van de belevingswaarde van stedelijk water, natuurvriendelijke inrichtingen en de duurzaamheid van watersystemen. De waterbeheerders werken daarom samen met gemeenten, die de regie hebben over de ruimtelijke ordening en het beheer van de openbare ruimte, om deze doelstellingen te behalen.

Het waterschap De Dommel is verantwoordelijk voor de waterkwantiteit en –kwaliteit in het onderhavige gebied. De bestaande riolering in de omgeving van het plangebied is in beheer en eigendom van de gemeente Tilburg.

4.3 Richtlijnen waterhuishouding Waterschap

Zoals aangegeven is voor de gemeente Tilburg het Waterschap De Dommel de voerende kwaliteits- en kwantiteitsbeheerder. Inrichtingen van waterhuishoudingen voor ruimtelijke plannen worden door deze instantie getoetst en gekeurd. Voor nieuwbouw geldt dat het "schone" regenwater van het "vuile" huishoudelijke afvalwater gescheiden opgevangen en verwerkt dient te worden. Het huishoudelijke afvalwater zal in overleg met de gemeente Tilburg worden aangesloten op een bestaand rioolstelsel in de omgeving van de planontwikkeling. Tevens dient er overleg gevoerd te worden met het waterschap betreffende de extra hoeveelheid huishoudelijk afvalwater die richting de zuivering wordt afgevoerd.

Voor het "schone" regenwater gelden de beleidsregels die zijn vastgelegd in het tweede Waterbeheerplan (WBP 2) van Waterschap De Dommel. Het waterbeheersplan is gebaseerd op de visie van het waterschap ten aanzien van de ontwikkeling en inrichting van duurzame watersystemen.

In het WBP-2 is de aandacht gericht op een vijftal thema's, die tevens de leidraad vormen voor het integrale waterbeleid van het waterschap. Deze thema's zijn:

- realiseren van een duurzame watervoorziening; om ook in de toekomst over voldoende water te kunnen beschikken is heroriëntatie nodig op de watervoorziening;
- verbeteren van de waterhuishoudkundigen voorwaarden; In het verleden is het ont- en afwateringsstelsel maximaal ingericht op de afvoer van water met wateroverlast en verdroging tot gevolg. In de komende planperiode wordt gewerkt om dit (gedeeltelijk) te herstellen door het afkoppelen van verhard oppervlak, het bufferen en infiltreren van regenwater en het vertragen van de afvoer in de haarvaten van het systeem. Hiermee wordt op termijn een vermindering van de maatgevende afvoer met 30% nagestreefd;
- verbetering van de waterkwaliteit; de huidige normen voor de waterkwaliteit worden niet gehaald. Het op termijn realiseren van de MTR blijft de doelstelling, maar de aandacht gaat vooral uit naar die stroomgebieden waar de biologische kwaliteit nog onvoldoende is. Voorts wenst het waterschap samenwerking op het gebied van beheer en onderhoud van IBA's en zal onderzocht worden of met nieuwe zandvangen een deel van de waterbodempkwaliteit kan worden opgelost;
- inrichting beheer en onderhoud van waterlopen in het buitengebied; er zal actief worden gezocht naar mogelijkheden voor hermeandering van een aantal beeklopen in het gebied om zo integraal bij te dragen aan het oplossen van een aantal knelpunten. De realisatie van ecologische verbindingzones dient gedurende de planperiode een stevige impuls te krijgen;

- omgaan met water in bebouwd gebied; het streven is om met alle gemeenten binnen het beheersgebied waterplannen op te stellen voor de bebouwde kernen. Er wordt gestreefd naar afkoppeling van 20% van het verharde oppervlak in de periode tot en met 2018 (beperking van de (negatieve) invloed van het bebouwde gebied op het watersysteem). Nieuw te ontwikkelen gebieden mogen het watersysteem niet negatief beïnvloeden (hydrologisch neutraal ontwikkelen).

Het laatste punt heeft ook betrekking op de omgang met schoon hemelwater. In principe wordt zoveel mogelijk water niet naar de RWZI afgevoerd. De voorkeursvolgorde voor de behandeling van (schoon) afstromend regenwater is als volgt:

1. Hergebruik;
2. Infiltreren in de ondergrond;
3. Bufferen;
4. Afvoeren naar het oppervlaktewater;
5. Gescheiden aanbieden bij perceelsgrens naar het gemeentelijk stelsel.

4.3.1 *Ontwerp Waterbeheerplan 2010-2015 "Krachtig water"*

Dit ontwerp Waterbeheerplan ligt vanaf 22 december 2008 ter visie. Vanaf dat moment liggen ook het Stroomgebiedsbeheerplan Maas en het Provinciaal Waterplan ter visie. Inspraak is mogelijk vanaf 5 januari 2009 gedurende een periode van 6 weken. Omdat de inspraaktermijn voor het Stroomgebiedsbeheerplan een half jaar is, en gelet op de onderlinge relatie tussen de plannen, betekent dit dat eventuele aanpassingen op basis van de inspraakreacties pas in de tweede helft van 2009 zullen worden verwerkt in het definitieve Waterbeheerplan. Het waterbeheerplan zal in 2010 vigerend worden.

Het waterbeheerplan beschrijft de doelen en inspanningen van Waterschap De Dommel voor de periode 2010-2015. Het waterbeheerplan is ingedeeld conform de volgende thema's:

- Droge voeten
- Voldoende water
- Natuurlijk water
- Schoon water
- Schone waterbodem
- Mooi water

Aan de basis van het plan staan de waterprogramma's. Deze kwamen in 2007-2008 in samenwerking met andere overheden en belangenpartijen in het gebied tot stand en richten zich op alle waterdoelen in het beheergebied.

4.3.2 *Hydrologisch neutraal ontwikkelen*

In samenwerking met Waterschap Aa en Maas heeft Waterschap De Dommel een definitie en randvoorwaarden opgesteld voor het hydrologisch neutraal ontwikkelen. In principe heeft elke ruimtelijke ontwikkeling invloed op de hydrologie. De beleidsterm hydrologisch neutraal heeft dan ook vooral betrekking op het zo veel mogelijk (binnen de ontwikkeling) neutraliseren van de negatieve hydrologische gevolgen van toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen. Ieder ruimtelijke ontwikkelingsplan is uniek. De toetsing van ruimtelijke ontwikkelingsplannen is dan ook maatwerk. Niet in alle gevallen zullen de algemeen geformuleerde normen toereikend zijn voor de toetsing. In de eerste instantie wordt getoetst op de aspecten en normen die hieronder zijn weergegeven;

- A. Er is geen toe- of afname van de afvoer op de rand van het plangebied;
- B. Er mogen geen veranderingen van oppervlaktewaterstanden optreden op de grens van het plangebied en daarbuiten;
- C. Er mag geen overlast optreden door extreme gebeurtenissen;
- D. De omvang van grondwateraanvulling blijft gelijk;
- E. Er mogen geen veranderingen van grondwaterstanden optreden op de grens van het plangebied en daarbuiten.

4.3.3 *Overige randvoorwaarden*

- In alle gevallen moet de ontwikkeling aantoonbaar in de volledige aanleg van alle maatregelen voorzien, vooruitlopend op, of in gelijke fasering met de verhardingstoename;
- De bergingsopgave van een ontwikkeling dient bij voorkeur binnen het plangebied te worden gerealiseerd;
- Als met de ontwikkeling watergangen verdwijnen die, behalve voor het plangebied zelf, ook voor het regionale systeem een bergingsfunctie vervullen, dient een berging met dezelfde omvang ten behoeve van het regionale systeem te worden terug gebracht. Daarnaast heeft de bergingsfunctie ook betrekking op de waterhuishoudkundige (afwaterende) functie van de watergangen;

- Na vulling van een bergingsvoorziening moet deze tijdig weer leeg zijn, zodat de volledige bergingscapaciteit voor het opvangen van een volgende bui beschikbaar blijft (dimensionering en het ontwerp van bergingsvoorzieningen zie module C2200 van de Leidraad Riolerings);
- De initiatiefnemer is verantwoordelijk om de gewenste en toegestane maatgevende afvoer aan te bieden op een bestaande watergang met voldoende afvoercapaciteit.

4.3.4 Toetsmethodiek

Ter ondersteuning van het watertoetsproces is een instrumentarium (HNO-tool) ontwikkeld waarmee op een snelle manier een plan getoetst kan worden op hydrologische neutraliteit.

Daarbij is een vertaalslag gemaakt naar vijf toetsaspecten waaraan een plan of ontwikkeling getoetst kan worden. In de beleidsnotitie 'Ontwikkelen met duurzaam wateroogmerk' zijn voor de toetsing drie methodieken onderscheiden met een verschillend detailniveau: de kengetallen methode, het bakjesmodel en een (geo)hydrologische modellering. De HNO-tool vervangt de "kengetallen methode" en het "bakjesmodel". In de HNO-tool is echter geen onderscheid gemaakt tussen de kengetallenmethode of het bakjesmodel, maar is voor alle kleine tot middelgrote plannen één eenduidig toetsinstrumentarium ontwikkeld. Daardoor kunnen er geen discussies over "grijze gebieden" voorkomen.

Het toetsinstrumentarium Hydrologisch Neutraal Ontwikkelen bestaat uit een programma waarin de gebruiker de kenmerken van het projectgebied en gegevens over de systeemeisen invoert. De resultaten worden echter niet berekend, maar uit een database ingelezen en gepresenteerd. De database is gevuld met de rekenresultaten van een bakjesmodel. Op deze wijze wordt geen nieuw model gemaakt maar wordt er wel indirect gebruik gemaakt van een geavanceerd model, terwijl de gewenste resultaten snel en eenvoudig worden gepresenteerd.

4.4 Richtlijnen waterhuishouding Gemeente Tilburg

4.4.1 Algemeen

Het waterbeleid van de gemeente Tilburg is vastgelegd in het Waterplan (1997) en verder uitgewerkt en ruimtelijk vertaald in het Waterstructuurplan (2002). In het Waterplan zijn algemene doelstellingen geformuleerd met betrekking tot het gemeentelijk waterbeleid op de lange termijn, gebaseerd op de duurzaamheids gedachte. Het Waterstructuurplan koppelt het actieprogramma uit het Waterplan aan ruimtelijke ontwikkelingen in de gemeente en geeft hiermee onder andere invulling aan water als ordenend principe. In het waterstructuurplan zijn de volgende hoofddoelstellingen voor het gemeentelijk waterbeleid opgenomen:

- Streven naar een duurzaam en veerkrachtig watersysteem;
- Optimalisatie van de waterketen; zuinig en efficiënt gebruik van water;
- Vergroten van de belevings-, ecologische, economische en recreatieve waarde van water.

De principes van duurzaam waterbeheer zijn nog steeds actueel, wel hebben de laatste jaren er op landelijk (Nationaal Bestuursakkoord Water) en Europees niveau (Kaderrichtlijn Water) veel ontwikkelingen plaatsgevonden op dit beleidsveld. Afgesproken is om in 2015 het watersysteem op orde te hebben en vervolgens op orde te houden richting 2050 om wateroverlast zoveel mogelijk te voorkomen. Tevens dient in 2015 de goede chemische en ecologische toestand van het watersysteem te zijn bereikt. Het Tilburgse waterbeleid zal hiertoe worden geactualiseerd.

Specifiek voor heel Tilburg Noordoost: in de door de stuurgroep vastgestelde structuurvisie voor Noodoost is het principe van de 'lekkende stad' verwerkt. Deze ideeën zijn vastgelegd in het rapport 'De lekkende Stad' van februari 1997.

4.4.2 Ontwerp Structuurvisie water en riolering met daarin opgenomen het Gemeentelijk Rioleringsplan 2010-2015

Het college heeft de ontwerp Structuurvisie Water en Riolering met daarin opgenomen het Gemeentelijk Rioleringsplan 2010-2015 vastgesteld. Elke gemeente is vanuit de Wet milieubeheer wettelijk verplicht een gemeentelijk rioleringsplan (GRP) vast te stellen. Het huidige GRP loopt in 2009 af. De gemeente Tilburg moet vóór eind 2009 een vernieuwd en geactualiseerd GRP vaststellen. Als gevolg van nieuwe wet- en regelgeving zijn de watertaken van de gemeente uitgebreid. Uitwerking van de taken moet in een plan worden vastgelegd. De gemeente heeft ervoor gekozen om het gemeentelijk rioleringsplan uit te breiden met het beleid en maatregelen die betrekking hebben op de nieuwe watertaken. Dit heeft zijn beslag gekregen in de Structuurvisie Water en Riolering.

De ontwerp Structuurvisie Water en Riolering bevat de volgende elementen:

- Een beschrijving van het fysieke systeem;
- De evaluatie van het bestaande water- en rioleringsbeleid;
- Het beleid voor zover dit betrekking heeft op de (nieuwe) opgaven voor de gemeente;
- De lange termijnvisie op water- en rioleringsbeleid op basis van de kennis van het fysieke systeem en de evaluatie van bestaand beleid en het nieuwe beleid;
- Een overzicht van kansen en knelpunten gerelateerd aan de visie;
- De opgaven waar de gemeente voor staat;
- De manier waarop de gemeente denkt die opgaven in te vullen (strategie);
- De concrete maatregelen voor de periode 2010-2015;
- De wijze waarop tijdens het proces van het opstellen van de Structuurvisie Water en Riolering en tijdens de uitvoering gecommuniceerd wordt met belanghebbenden;
- De personele inzet die nodig is voor de uitvoering van de maatregelen en
- De berekening van de riolheffing.

Vanaf 2010 zal de Structuurvisie Water en Riolering met daarin opgenomen het Gemeentelijk Rioleringsplan 2010-2015 vigerend worden. Daarin zijn de vigerende Gemeentelijk Rioleringsplan, Waterplan en Waterstructuurplan geëvalueerd en geactualiseerd. De wetwijziging t.b.v. nieuwe zorgplichten grondwater en gemeentelijk rioleringsplan zijn tevens geïmplementeerd. De principes voor duurzaam waterbeheer van deze beleidsstukken zijn integraal opgenomen en verder uitgewerkt in een visie. Uit de deze visie vloeit een opgave voort, die uitgewerkt is tot een strategie. Voor nieuwe ontwikkelingen zoals Hoge Hoek, wordt er verwezen naar de richtlijnen van het waterschap voor hydrologisch neutraal ontwikkelen.

4.4.3 Waterparagraaf MER/SMB Overhoeken gemeente Tilburg

Ten behoeve van de ontwikkeling van de afzonderlijke Overhoeken is een milieueffect-rapportage (m.e.r.) opgesteld. Gelijktijdig is ook de procedure van de strategische milieubeoordeling (SMB) doorlopen. Het MER dient ter onderbouwing van de besluitvorming over de artikel 19-WRO-aanvraag voor de Overhoeken. Het MER beoordeelt de effecten van woningbouw op de bodem, grondwater en oppervlakte water. De effecten zijn middels een Bodemkundig/hydrologisch onderzoek bepaald. Watergerelateerde resultaten/uitgangspunten vanuit de MER zijn binnen deze watertoets rapportage verwerkt.

4.4.4 *Kwaliteitshandboek openbare ruimte gemeente Tilburg*

Het kwaliteitshandboek bestaat uit twee delen. Het eerste deel is een procesbeschrijving. Hierin worden de stappen beschreven, die binnen de locatieontwikkeling gevolgd dient te worden en hierin is vastgelegd op welke wijze de gemeente de naleving op de gemaakte afspraken controleert.

Het tweede deel is het handboek "eisen aan onderzoek, ontwerp, materialen, uitvoering en onderhoud" waarin de fysieke kwaliteit van de elementen binnen de openbare ruimte is gedefinieerd. In deel 2 zijn de eisen beschreven waaraan de verschillende ontwerpen, de bestekken, de uitvoering en de revisie dienen te voldoen.

Van de in deel 2 opgenomen technische eisen en maatregelen kan worden afgeweken, mits overeengekomen met de gemeente. Hiertoe kan door de ontwikkelaar een afwijkingsvoorstel aan de gemeente ter beoordeling worden ingediend.

4.5 Gebiedsgerichte uitgangspunten duurzaam waterbeheer

In het algemeen geldt dat (waar mogelijk) een invulling wordt gegeven aan "Duurzaam stedelijk waterbeheer". Dit houdt in dat problemen voor andere tijden, plaatsen en/of milieucapartimenten zoveel mogelijk zullen worden voorkomen en dat de waterstroom uit het gebied een zodanige omvang en kwaliteit heeft dat er verder benedenstrooms geen problemen ontstaan. Voor de waterhuishouding zijn vanuit het onderzoek van "De Lekkende Stad" (Heidemij Advies 1997) de volgende uitgangspunten samengevat:

- de grondwater-, oppervlaktewater-, neerslagwater- en vuilwaterhuishouding (o.a. riolering) worden integraal als een systeem benaderd;
- alleen 'schoon' hemelwater, dakwater en water afkomstig van extensief gebruikte wegen mag rechtstreeks infiltreren;
- ter plaatse van de infiltratievoorziening dienen storende lagen te worden verwijderd en grondverbetering te worden toegepast ter vergroting van de infiltratiecapaciteit;
- in de omvangrijke groene gebieden wordt ook dakwater en water afkomstig van extensief gebruikte wegen uit aangrenzende woongebieden indien mogelijk geïnfiltreerd;
- ten behoeve van een multifunctionele inrichting dient rekening te worden gehouden met eisen vanuit techniek, ecologie, landschap en extensieve recreatie;
- waar mogelijk dient in de grotere groengebieden naast droogvallende infiltratievoorzieningen ook open water in de vorm van poelen te worden opgenomen met een met leem afgedichte bodem, die middels een overloop verbonden zijn met de infiltratievoorzieningen.

Uitgangspunten ten aanzien van bouwrijp maken wordt verwezen naar het Bodemkundig/hydrologisch onderzoek Tilburg Noordoost. De normen die gesteld zijn in dit onderzoek zijn verweven in deze rapportage.

5 REGENWATERAFVOERSTELSEL (RWA-STELSEL)

5.1 Huidige situatie versus plan situatie

Vanwege een juiste dimensionering van het nieuw aan te leggen RWA-stelsel is het van belang om duidelijk in beeld te krijgen wat de nieuwbouw in het plangebied voor veranderingen aan het verharde oppervlak met zich meebrengt.

In de huidige situatie is het verharde oppervlak van het plangebied 3% van het totaal oppervlak:

Oppervlakte daken:	1.550 m ²
Oppervlakte terrein verharding:	<u>2.221 m²</u>
Verhard oppervlak toekomstige situatie plangebied:	3.771 m ²

In de toekomstige situatie is het verharde oppervlak van het plangebied 65% van het totaal oppervlak:

Oppervlakte daken:	21.704 m ²
Oppervlakte terrein verharding:	45.221 m ²
Perceel verharding (50% conform Leidraad riolering)	<u>17.935 m²</u>
Verhard oppervlak toekomstige situatie plangebied:	84.860 m ²

Over de toename in verhard oppervlak (huidige- versus toekomstige situatie) dient het waterbezuwaar te worden verwerkt, namelijk 81.089 m².

5.2 Berekening benodigde berging met toetsinstrumentarium HNO

Waterschap De Dommel en Waterschap Aa en Maas hebben gezamenlijk het toetsinstrumentarium Hydrologisch neutraal Ontwikkelen ontwikkeld. Doel van het toetsinstrumentarium is het bepalen van de benodigde infiltratie en berging ten behoeve van het hydrologisch neutraal ontwikkelen van een (nieuw) projectgebied.

Het toetsinstrument is bruikbaar voor toetsing van alle plannen. Als bij plannen met een toename van het netto verhard oppervlak groter dan 2.000 m² sprake is van bergingsvoorzieningen buiten het plangebied of ontwikkeling in (bufferzone van) een natuurgebied, is toetsing met een gedetailleerde en uitgebreide (geo)hydrologische modellering nodig.

De waterschappen Aa en Maas en De Dommel willen met deze berekening in een vroeg stadium de betrokken adviseren over de eisen die de waterschappen stellen ten aanzien van hydrologisch neutraal ontwikkelen. Het berekende wateradvies is richtinggevend.

5.2.1 Resultaten van het toetsinstrumentarium

Met behulp van het toetsinstrumentarium 'Hydrologische neutraal ontwikkelen' is een berekening gemaakt ten behoeve van de benodigde bergingscapaciteit. Uitgangspunten bij deze berekening zijn een netto te compenseren oppervlak van 81.089 m², een GHG van gemiddeld 10.70 m + N.A.P. een maaiveldhoogte van 12.00 m + N.A.P. en een k-waarde van 0,4 m/dag. De uitkomsten van het toetsinstrumentarium zijn als volgt:

- Berging extreme neerslag T=10: 3.745 m³
- Berging extreme neerslag T=100: 4.881 m³

De neerslag- en verdampingsgegevens die zijn gebruikt voor de berekeningen die ten grondslag liggen aan het instrumentarium zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5: gebruikte neerslag- en verdampingsgegevens in het toetsinstrumentarium (Bron: waterschap De Dommel)

Situatie	Neerslaggegevens	Verdampingsgegevens
Normaal nat jaar	Het jaar 1993 (gemeten bij meetstation De Bilt)	Het jaar 1993 (gemeten bij meetstation De Bilt)
T=10 jaar	Regenduurlijn T=10 jaar (+10%)*	Geen verdamping
T=100 jaar	Regenduurlijn T=100 (+10%)*	Geen Verdamping

* De gebruikte lijnen zijn op basis van onderzoek van Buishand en Velds, onderbouwing van het gebruik van de regenduurlijn voor de T=10 jaar en T=100 jaar situatie is opgenomen in de bijlage I, Achtergronddocument Toetsinstrumentarium HNO.

De gehele berekening is weergegeven in bijlage 5.

5.3 Zuivering afstromend oppervlak

Van alle wegen binnen het plangebied dient op basis van de verwachte verkeersintensiteit te worden beoordeeld in hoeverre afkoppelen van de betreffende oppervlakken toelaatbaar is gelet op het risico van verontreiniging van het oppervlaktewater. Toetsing dient te geschieden op basis van de Handreiking afkoppelen & niet-aankoppelen van Waterschap De Dommel.

Op basis van de handreiking en overleg met de gemeente Tilburg zal het (mits er geen schadelijke uitlopende materialen worden toegepast) dakoppervlak en woonstraten rechtstreeks geborgen kunnen worden. Het verhard oppervlak van de ontsluitingsweg wordt op basis van de handreiking geclassificeerd als 'Matig verontreinigd oppervlak', deze classificatie schrijft voor dat er geborgen moet worden via infiltratie door een filterende laag (afvangen van verontreinigde stoffen).

De zuiveringsvoorziening ten behoeve van de ontsluitingsweg dient bij een Bui T=10 een capaciteit te krijgen van 290m³ bij een afstromend oppervlak van 6.285 m². De zuiveringsvoorziening zal worden aangelegd in de vorm van een wadi, deze wadi bevat een bodempassage. De wadi zal gesitueerd worden ter hoogte van de retentievoorziening, evenwijdig aan de spoordijk. Het zal een langwerpige vorm krijgen om de verblijfstijd te vergroten en kan doormiddel van een verlaging in het dijklichaam in verbinding komen te staan met de retentie (zie bijlage 1).

De wadi zal worden uitgevoerd met een toplaagmengsel om vervuiling af te vangen. De ideale mengverhouding is afhankelijk van de kenmerken van het watersysteem en de inrichting ervan (vegetatiekeuze, licht, onderhoud). Een relatief hoger zandgehalte kan leiden tot een droge grond. Hierop kan een gewas niet goed aanslaan door de kleine capillaire opstijging van het water. Doordat het gewas niet aanslaat, neem het ook minder (verontreinigde stoffen uit het afstromend regenwater op en legt het minder stoffen vast. Vaak geldt een mengverhouding van drie delen drainagezand op twee delen teelaarde voor de samenstelling van de toplaag. Hierbij wordt uitgegaan van drainagezand en teelaarde, omdat de samenstelling van deze grondsoorten aan richtlijnen is gebonden.

5.4 Advies behandeling regenwater

Voor verwerking van regenwater dienen binnen het plangebied de nodige maatregelen dan wel voorzieningen te worden aangelegd. Verwerking is mogelijk d.m.v. berging en vervolgens geleidelijke afvoer. De keuze om te infiltreren is gezien de GHG, bodemsamenstelling en infiltratiecapaciteit een minder geschikte optie. Voor berging van regenwater wordt geadviseerd de volgende voorzieningen te treffen en het plangebied als volgt in te richten:

- Er dient een gescheiden stelsel te worden aangelegd binnen de planontwikkeling;
- Het DWA-riool dient te worden aangesloten op het bestaande gemengde stelsel van de gemeente Tilburg d.m.v. een minigemaal (zie paragraaf 7);
- Het RWA-riool dient te worden aangesloten op het nieuw te realiseren retentievoorziening deels via een zuiverende voorziening (zie paragraaf 5.6);
- Aanleg van een retentievoorziening voor berging van het regenwater binnen de planontwikkeling (De locatie en het beschikbaar oppervlak voor de retentievoorziening is weergegeven in bijlage 1);
- Om te zorgen dat de retentievoorziening beschikbaar blijft voor berging dient de regenwatervoorziening te worden voorzien van een leegloopvoorziening met knijpconstructie die de gestelde afvoercoëfficiënt van 0,87 l/s/ha niet overschrijdt;
- Tevens dient de retentievoorziening te worden voorzien van een overstort. Een overstort zal in werking treden wanneer de retentievoorziening zijn maximaal bufferend vermogen heeft bereikt. Dit zal alleen bij extreme pieksituaties dienen te geschieden;
- De overstortvoorziening en de knijpvoorziening kunnen worden aangesloten op de aanwezige waterloop (De Roomleij) ten noorden van het plangebied. De wijze van overstorten (keuze voorziening) zal in overleg met de gemeente Tilburg bepaald dienen te worden.

5.5 Afweging regenwatervoorziening

Om waterberging te realiseren zijn er zoals aangegeven in paragraaf 5.1 in de initiatief fase diverse opties overwogen. In de onderstaande opsomming wordt dit samenvattend geformuleerd:

- Ondergrondse berging wordt als niet haalbaar geacht (overwogen op basis van financiële redenen en wegbeheerder niet akkoord);
- Doorlatende verharding wordt als niet haalbaar geacht (te groot oppervlak benodigd, hierdoor financieel niet aantrekkelijk);
- Uitbreiding bestaande spoorloot is niet realiseerbaar (lastig combineren ontwikkeling koningsoord, bestaande overstorten en eigendom spoorwegen);
- Berging in retentievoorziening past bij de gemeten slechte doorlatendheid (nauwelijks 0,5 m/d) en is inpasbaar in het noordelijk deel van het plangebied.

5.6 Uitwerking regenwatervoorziening

Zoals in paragraaf 5.7 is aangegeven is er in de initiatieffase voor gekozen om een regenwatervoorziening te realiseren in de vorm van een retentie. Een dergelijke voorziening dient te voldoen aan de verschillende richtlijnen zoals deze zijn vastgelegd in de bijeenkomsten en de diverse onderzoeksrapporten. Deze zijn samengevat gericht op de regenwatervoorziening als volgt:

- Dimensioneren op een bui $T=10 = 3.455\text{m}^3$ ($3.745\text{ m}^3 - 290\text{ m}^3$ (capaciteit zuiveringsvoorziening));
- Er dient een minimale waking te zijn van 0,30 van maximaal waterpeil tot insteek talud ($12.00\text{m} + \text{NAP} - 0.30 = 11.70\text{m} + \text{NAP}$);
- Maatgevende hoogste grondwaterstand ter hoogte van regenwatervoorziening varieert tussen de $10.50\text{m} + \text{NAP}$ en $10.90\text{m} + \text{NAP}$;

- Conform de beleidsregels dient de bodem van de voorziening minimaal 0,30 m boven maatgevende grondwaterstand te worden gesitueerd;
- In overleg met de gemeente is bepaald dat de bodem van de voorziening nagenoeg op de maatgevende hoogste grondwaterniveau mag worden gesitueerd. Dit resulteert in een niveau van 11.00m+ NAP;
- Op basis bovenstaande uitgangspunten kan er een peilstijging gerealiseerd worden van 0.70 meter;
- Talud minimaal 1:3 of flauwer;
- Afvoer naar oppervlaktewater d.m.v. wervelventiel;
- Afvoer van 0,87 l/s/ha;
- Conform het stedenbouwkundigplan is er beschikbaar oppervlak van 7.040 m²
- In- en uitstroomprofielen op de retentievoorziening dient te worden voorzien van een veiligheid spijlenhek;
- De voorziening dient bovengronds te worden aangelegd;
- streven naar zoveel mogelijk natuurvriendelijke oplossingen van waterlopen en toepassing van duurzame en milieuvriendelijke materialen bij harde oevers;
- de peilen en de dimensionering van de voorziening dienen precies zoals deze staan voorgeschreven in het ontwerp te worden aangebracht. Afwijkingen in hoogten en maatvoering ten aanzien van het ontwerp zijn niet acceptabel. De bodem van de voorziening moet hierbij vlak worden aangebracht om modderpoelen te voorkomen;
- Voorkomen van langdurige plasvorming mogelijk i.v.m. overlast muggen.

De retentie wordt gedimensioneerd op basis van bovenstaande uitgangspunten:

Inhoud retentievoorziening (exclusief talud)= 7.040 x 0,70= 4.928 m³

Lengte talud (worst case)= 474 m

Inhoud talud= 474 x 1 x 3 x 0,5= 711 m³

Netto inhoud retentievijver= 4.928 m³ - 711 m³ = 4.217 m³

Statisch berekend heeft de retentie voldoende capaciteit om de 3.455 m³ van een Bui T=10 te bufferen.

De locatie/omvang en een doorsnede van de retentievoorziening met lozingsbuis is weergegeven in bijlage 1.

5.7 Lozing/overstortvoorziening:

Het hemelwater vanuit de retentievoorziening zal middels een wervelventiel (afvoercoëfficiënt 0.87 l/s/ha) overstorten op de Roomleij gelegen aan de noordzijde van het plangebied, zie locatie afbeelding 7.

Afbeelding 7: Lozingslocatie op De Roomleij



De lozingsbuizen van overstorten moeten een zodanige worden ingericht dat er een geen oppervlaktewater het stelsel in kan stromen. Er dient een minimale waking te zijn van 0,20 m tussen de lozingsbuis en het maximale waterpeil. Locatie dient met waterbeheerder te worden bepaald; In de ontvangende watergang dient er oever, bodem en talud bescherming te worden toegepast.

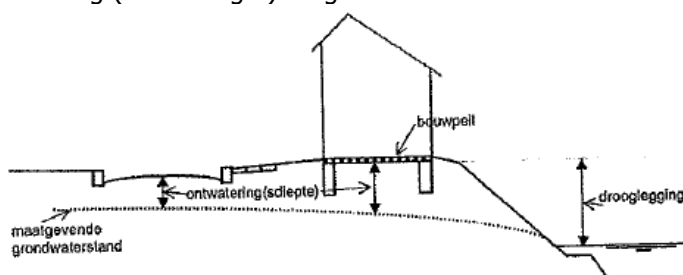
Voor het afvoeren van regenwater dient een Keurontheffing aangevraagd te worden.

5.8 Doorkruizen Rotterdam-Rijn pijpleiding (RRP)

De beoogde ontwikkeling van woningbouw en de locatie waar de retentievoorziening is voorzien wordt doorkruist door het leidingtracé van de Rotterdam-Rijn pijpleiding. Voor het doorkruizen (riool en ontsluitingsweg) van dit tracé zijn strikte voorwaarden aan verbonden. Het is van belang dat in een zo'n vroeg mogelijk stadium contact wordt gelegd met RRP voor de uitvoering van de werkzaamheden dan wel het aanbrengen van kunstwerken (werk- en aanleg vergunning).

6 TOETSING AAN ONTWATERINGNORM, DROOGLEGGING, T-HOOGTE EN INUNDATIE

Naast de algemene uitgangspunten zoals genoemd in paragraaf 5.2 gelden de volgende uitgangspunten voor ontwatering, drooglegging. De gebruikte termen staan in de onderstaande afbeelding (afbeelding 8) toegelicht.



Afbeelding 8: Schematische weergave ontwatering en drooglegging

De adviezen om te voldoen aan de ontwatering (bouwrijp maken) wordt verwezen naar het Bodemkundig/hydrologisch onderzoek Tilburg Noordoost.

6.1 Ontwatering

De Ontwateringsnorm in stedelijk gebied in Nederland is vastgelegd in de Leidraad Riolering (C1000). Afhankelijk van de functie en inrichting van het gebied zijn de volgende richtlijnen beschikbaar over de toelaatbare grondwaterstanden:

Tabel 6: Toelaatbare grondwater in relatie tot de functie van de grond (bron: Leidraad Riolering)

Functie:	Toelaatbare grondwaterstand
Woningen met kruipruimte*	0.70 m – kruin weg
Woningen zonder kruipruimte*	0.30 m – kruin weg
Tuinen en openbare groenvoorziening	0.50 m – maaiveld
Primaire wegen	1.00 m – kruin weg
Secundaire wegen + woonstraten	0.70 m – kruin weg

* Uitgangspunt: vloerpeil van woningen +0.2 tot+ 0.35 m maaiveld.

De grondwaterstanden in tabel 5 mogen gemiddeld enkele dagen per jaar voorkomen.

6.1.1 Plangebied getoetst aan norm

De bestaande ontwatering is onvoldoende voor de nieuwe functies. Omdat de verlaging van grondwater tegen het beleid van alle overheden gaat, wordt de benodigde ontwatering bereikt door opheffen waar nodig.

Op basis van de vastgestelde maatgevende hoogste grondwaterstand in het plangebied van maximaal 11.10m+ NAP ter hoogte van de beoogde woningbouw en de vastgestelde normen dient de weg-as van de woonstraten op minimaal 11.80m+ NAP. Het vloerpeil van de woningen komt daarmee op minimaal 12.00m+ NAP. De rondweg dient minimaal op 12.10m+ te worden gesitueerd.

6.2 Drooglegging

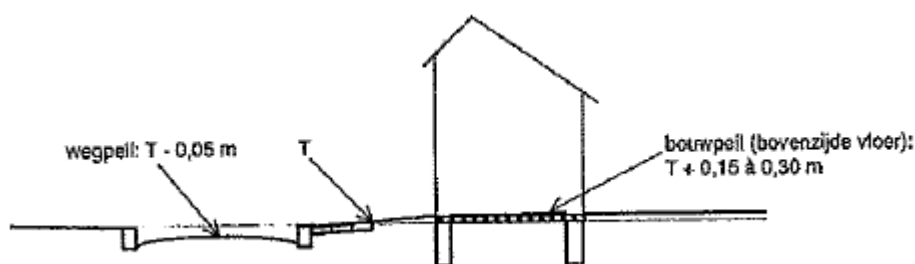
De drooglegging is de afstand tussen het maaiveldniveau en het peil van het open water. Bij de aan te leggen waterberging of retentievoorziening kan worden uitgegaan van een minimale drooglegging van circa. 0.70 tot 1.00m.

6.2.1 Plangebied getoetst aan norm

Binnen de planontwikkeling is geen open water aanwezig, door de beoogde ontwikkeling zal geen open water worden aangelegd.

6.3 T-Hoogte

Binnen de gemeente Tilburg wordt gebruik gemaakt van zogenaamde T-hoogtes. Dit is de minimale aanleghoogte van de openbare ruimte in de eindsituatie ten opzichte van NAP op de erf scheiding (meestal aan de buitenzijde van het trottoir), welke door de gemeente na het woonrijp maken wordt aangeleverd (zie afbeelding 9). Bij ophoging wordt doorgaans een terrein hoogte aangehouden van T -0,30m opgeleverd, de restantophoging tot T-Hoogte geschiedt met uitkomende grond uit bouwputten en cunetten.



Afbeelding 9: Schematische weergave T-Hoogte

6.4 Toetsing inundatie bij een T=100 bui (zie tabel 5 van par. 5.5.1)

Het regulier functioneren van een rioelstelsel wordt getoetst op afvoer m.b.v. een T=2 jaar (bui 08 van de Leidraad Riolerings) en op berging m.b.v. een T=10 jaar (o.b.v. regenduurlijnen). Een rioelstelsel moet deze ontwerpbuizen kunnen verwerken zonder het optreden van 'water op straat'. Het falen van een watersysteem wordt getoetst op basis van inundatie van gebieden als gevolg van het overvol raken van het systeem met een herhalingsstijd van T=100 jaar. Bij het T=100 jaar criterium gaat het niet om het regulier functioneren van een watersysteem maar om het falen daarvan. Er is daarbij in principe geen marge zoals bij de riolerings in de vorm van de berging van 'water op straat'.

Het functioneren van de riolerings wordt beoordeeld met behulp van een kort durende bui met een extreme neerslagintensiteit in een korte duur. Het functioneren van een watersysteem wordt beoordeeld met een set meerdaagse regenperioden geselecteerd uit de 100 jarige uursommenreeks van De Bilt.

Het waterbezwaar in het plangebied bij een bui T=100 bedraagt in totaal: 4.881 m³. Het toekomstig rioleringsysteem zal gedimensioneerd en regulier functioneren bij een bui T=10 (3.745 m³). Op basis van deze gegevens kan geconcludeerd worden dat er bui T=100; 1.136 m³ regenwater op straat gebufferd dient te worden zodat er geen inundatie plaatsvindt van de woningen.

Kijkend naar de toekomstige ontwikkeling zal er in totaal ca. 24.717 m² straatoppervlak (exclusief rondweg) aanwezig zijn tussen de banden, bepaald op basis van stedenbouwkundige invulling.

Bij een standaard wegprofiel is er een bandhoogte aanwezig van circa. 10 cm, echter een deel van de verharding zal niet worden voorzien van een bandopsluiting waardoor er wordt uitgegaan van een gemiddeld van circa 5 cm. Op basis van deze gegevens zal er in totaal ca. 1.235 m³ water geborgen kunnen worden tussen de banden. Dit is ruim voldoende om een bui T=100 te kunnen bergen op straat.

6.4.1 (mogelijke) Maatregelen ter voorkoming van inundatie woningen

- De meest eenvoudige/effectieve maatregel om wateroverlast te voorkomen is om de bouwpeilen (nieuwe) woningen duidelijker hoger te leggen dan de benodigde peilstijging bij een bui T=100 ten opzichte van de kruin van de weg;
 - Lage inritten moeten worden voorzien van een drempel om de toestroming van water van buiten de inrit tegen te gaan;
 - Aanleg van een regenvoorziening gedimensioneerd op een bui T=100.
-

7 DROOGWEERAFVOERSTELSEL (DWA-STELSEL)

7.1 Verwerking

Ten behoeve van het huishoudelijke afvalwater dient een afzonderlijke leiding aangelegd te worden in het nieuwbouwplan. Dit stelsel dient gedimensioneerd te worden op de toekomstige bebouwing in het plangebied. Het DWA-stelsel in het nieuwbouwplan wordt aangesloten op het bestaande rioolstelsel.

7.2 Berekening verwerking vuilwater (DWA)

In het plangebied wordt gemiddeld 120 liter vuilwater per dag geproduceerd per inwoner en afgevoerd naar het rioolstelsel (12l/inw/uur, gedurende 10 uur). Per woning wordt uitgegaan van een gemiddelde woningbezetting van 3 bewoners. Dit betekent dat er dus 3×120 liter = 360 liter per dag per woning wordt "geproduceerd".

Conform het planontwerp worden er circa 300 woningen gerealiseerd. Voor de berekening van het nieuw aan te leggen rioolstelsel wordt het totaal aantal te realiseren woningen van het nieuwbouwplan in beschouwing genomen. Dit resulteert derhalve in een afvoer van:
 $360 \text{ liter / dag} \times 300 \text{ woningen} = 108.000 \text{ liter} = 108 \text{ m}^3 \text{ per dag.}$

7.3 Aansluitmogelijkheden

Het vuilwater in de deelplannen van de Overhoeken wordt verzameld "afzonderlijk per deelplan en geloosd op de gemengde rioolstelsels van Berkel-Enschot. Het water stroomt verder af door de bestaande riolering tot het eindemaal Zwarte Rijt, in beheer van het waterschap De Dommel. Dit gemaal is onlangs gerenoveerd, en bij de dimensionering van de pompen is rekening gehouden met de injecties van de Overhoeken. Dat is vastgelegd in het Afvalwaterakkoord (2007).

Het plan Hoge Hoek grenst aan het bestaande stedelijk gebied van Berkel-Enschot. De bestaande riolering aan de grens van het bestaande gebied is hoog gelegen, aangezien het eindstrengen betreft. De beste optie is dan ook het vuil water verzamelen tot een gemaal, en het met een persleiding transporteren tot de bestaande riolering.

De injectie is niet gewenst nabij de overstort Raadhuisstraat, door de kans op extra vervuiling bij overstort gevallen, en in de riolering van de Molenstraat, want dat water moet weer opgevoerd worden door het bestaande gemaal Molenstraat. De beste optie is de injectie op de riolen van de Kloosterstraat.

Bij niet al te grote hoogteverschillen van het maaiveld lijkt het meest technisch economisch aantrekkelijk het gemaal te situeren in het centrale gebied van het plan, zodat de te leggen riolering zo min diep mogelijk wordt. Het gemaal bestaat uit een natte kelder waar het vuilwater onder vrijval verzameld wordt, en een bovenbouw voor de elektrotechnische uitrusting. Dit mini-utiliteitsgebouw is orde van grootte 4×3 m, en ongeveer 3 m hoog. Het moet toegankelijk voor onderhoudswagens vanuit het openbare ruimte zijn.

8 RESUME T.B.V. WATERPARAGRAAF

Algemeen

Het plangebied ligt ten noordwesten van de kern van Berkel-Enschot en grenst direct aan de spoorlijn Tilburg - 's-Hertogenbosch. Het plangebied wordt tevens begrensd door de Raadhuisstraat in het zuiden, de woonbebouwing van de Gerardusstraat en de Kloosterstraat in het zuiden en de woonbebouwing van de Berkengarde in het westen. Het plangebied heeft een oppervlakte van ca. 13 ha. De feitelijke onderzoekslocatie betreft braakliggend terrein (landbouwpercelen). Voor zover bekend is de onderzoekslocatie altijd in gebruik geweest als landbouwperceel. De terreinhoogte loopt geleidelijk af, variërend van 12.00m+ en 12.30m+ NAP aan de zuidzijde van het plangebied naar ca. 11.30m+ NAP aan de noordzijde.

Binnen het plangebied worden naar verwachting circa 300 woningen ontwikkeld. Deze hebben een oppervlak van circa. 21.704 m². Daarnaast zal een deel van het terrein worden voorzien van terreinverharding, zoals toegangswegen, parkeergelegenheid en perceelverharding, circa. 63.156 m². Door de ontwikkeling van het plan zal in totaal circa. 84.860 m² van het terrein worden verhard.

Huidige waterhuishouding

De omgeving van plangebied "Hoge Hoek" is gelegen binnen het stroomgebied van de Beneden Dommel + Zandleij van het Waterschap De Dommel. De Roomleij is de belangrijkste hoofdwaterloop in de omgeving, grenst ten noorden van plangebied Hoge Hoek. Het waterpeil in de Roomleij ter hoogte van Berkel Enschoot wordt gereguleerd middels een stuw in Udenhout. Van mei tot en met september is het stuwpeil 8.10m+ NAP, van september tot en met mei 8.02 m.+ NAP. In hoeverre dit peil doorwerkt tot aan Berkel-Enschot is niet bekend.

Ten zuiden van het plangebied aan de Raadhuisstraat is een waterloop gelegen die niet is opgenomen op de legger van het waterschap. Evenwijdig aan de spoordijk van spoorweg Tilburg- 's Hertogenbosch is een doodlopende bermsloot gelegen. De locatie is gesitueerd in een intermediar gebied en is gelegen op eerdgronden (bodemkundige hoofdeenheid). Er is een grondwatertrap bekend van; VII GHG 80-140 en GLG >120. Grondwaterbeschermingsgebieden dan wel keur beschermingsgebieden van Waterschap de Dommel zijn in de directe omgeving niet aanwezig.

Ter hoogte van de Raadhuisstraat bevindt zich een gemengd rioleringsstelsel, beton Ø 800 en in de Gerardusstraat is een gemengd rioolstelsel, beton Ø 600 aanwezig. Ter hoogte van de spoorwegovergang Raadhuisstraat-'t Hoekske is een overstort van het gemengd riool aanwezig met een overstortmuur op 10.93m+ NAP. De overstort werkt ongeveer 8 keer per jaar volgens de Hydrodynamische rioolberekeningen van 2007. Het plangebied is momenteel voor het grootste deel onverhard, hierdoor dringt het regenwater dat nu neerslaat in het plangebied rechtstreeks de bodem in, nadat het verzameld wordt in door particulier gegraven greppels.

Bodemopbouw

Voorafgaande aan de bebouwing van het gebied dient tenminste inzicht te zijn in de bodemopbouw en waterhuishouding van het gebied. Hiervoor zijn er sinds 1998 diverse onderzoeken verricht. De reeds uitgevoerde onderzoeken worden onderstaand op chronologische wijze weergegeven:

- Arcadis Heidemij Advies (*Nader bodemkundig hydrologisch /bodemkundig onderzoek Tilburg Noordoost. Deelrapport deelgebieden Berkel-Enschot 2000*);
- Grontmij (*MER/SMB Overhoeken Gemeente Tilburg 2006*);
- AGEL adviseurs (*verkennend bodemonderzoek 2007/2008, infiltratieproeven 2007/2008*);

In 2000 is een bodemkundig onderzoek verricht ter hoogte van de planontwikkeling. Daaruit blijkt dat de bodem met aanzienlijke variatie is opgebouwd. De toplaag bestaat uit humeus, sterk lemig zand. Daaronder is sterk lemig zand tot zandige leem aanwezig. Onder deze leemlaag komt zeer fijn tot matig fijn, matig leemarm zand voor. Op nog grotere diepten neemt de zandgrofheid toe en neemt het leemgehalte verder af.

In de bodemopbouw van het gebied worden storende leemlagen afgewisseld met lagen zeer fijn tot matig fijn zand, al dan niet leemarm. De aanvangsdiepte en dikte van de storende lagen varieert duidelijk binnen het plangebied. In het bovengenoemde onderzoek zijn 'gaten' in de bodemstructuur waargenomen, oftewel in een klein deel van het plangebied, waar geen storende leemlagen aanwezig zijn

De bodemopbouw conform het bodemkundig onderzoek is weliswaar op hoofdlijnen te schematiseren, maar kenmerk zich vooral door aanzienlijke variatie, op korte afstanden. Voor een concrete gegevens van de bodemopbouw is gebruik gemaakt van het uitgevoerde verkennend bodemonderzoek door AGEL adviseurs in 2007. De waargenomen bodemsamenstelling is globaal als volgt opgebouwd:

- Vanaf het maaiveld tot circa 1,0 meter beneden maaiveld (m-mv) bestaat de bodem voornamelijk uit donkerbruin matig fijn zwak siltig zand;
- Vanaf 1,0 m-mv tot 2,5 m-mv bestaat de bodem uit grijs zwak zandig leem.

Om de stabiliteit gedurende het gehele jaar te kunnen garanderen dient voor de aanleg van wegen en riolering de bodem voldoende draagkrachtig te zijn.

- Voor wegen wordt deze draagkracht bereikt bij een voldoende ontwatering en toepassing van tenminste matig leemarm, humusarm zand boven dit ontwateringspeil (exclusief het cunet);
- Voor riolering is de bodem in het algemeen voldoende draagkrachtig bij een minimale kwaliteit van matig leemarm zand tot een diepte van 0,3m onder leidingen en 0,5m onder putten.

Uit de boorprofielen blijkt dat de bovenzijde leemlagen zich op 1,0 m-mv bevinden. Wanneer onderkant cunet van de wegen op het huidige maaiveldniveau wordt aangelegd dan is er voldoende stabiliteit. Hierbij de kanttekening dat de huidige wegen, waarop dient te worden aangesloten niet voldoen aan de ontwateringsnorm. Afhankelijk van de aanlegdiepte van de riolering kan grondverbetering nodig zijn; gezien de boorprofielen voldoet delen van het plangebied niet aan de eisen van tenminste matig leemarm, humusarm zand.

Grondwater

Door Arcadis Heidemij is in 2000 nader bodemkundig/hydrologisch onderzoek verricht met betrekking tot de deelgebieden Berkel-Enschot. Onderstaand zijn de waarden welke relevant zijn met betrekking tot de grondwaterstand, weergegeven. De waarden zijn afkomstig van de bodemkaarten van Stiboka 1984/1990 en DLO-SC 1992.

	Stiboka 1984/1990	DLO-SC 1992
Spoorzone	VI (noordzijde), V* (zuidzijde)	VII (noordzijde), VI (zuidzijde)

	GHG	GLG
V	0,25 – 0,40 m – mv	> 1,20 m – mv
VI	> 0,40 m – mv	> 1,20 m – mv
VII	> 0,80 m – mv	> 1,80 m – mv

Voor de bepaling van de maatgevende hoogste grondwaterstand is gebruik gemaakt van metingen in circa 30 peilbuizen binnen en direct rondom de begrenzing van het plangebied. Het overgrote deel van de peilbuizen zijn vanaf 1996 gemonitord. De buizen zijn tenminste voor een deel in of tussen leemlagen geplaatst, voor een ander deel daaronder. Voor de peilbuisreeksen wordt verwezen naar het nader bodemkundig/hydrologisch onderzoek. Na onderzoek blijkt dat de maatgevende hoogste grondwaterstand grotendeels is gelegen tussen 11.00m+ NAP en 11.10m+ NAP. Ter hoogte van het noordelijk deel van het plangebied varieert het tussen 11.00m+ NAP en 10.50m+ NAP.

Infiltratiecapaciteit

Het doel van de infiltratieproef conform de omgekeerde boorgatmethode is het bepalen van de K-waarde van de bodem. De K-waarde is een coëfficiënt die de doorlatendheid van de bodem aangeeft, en daarmee de infiltratiecapaciteit van de bodem. Hoe hoger de K-waarde is hoe beter het regenwater in de bodem infiltreert.

Na beproeving en verwerking van de verkregen gegevens blijkt dat de infiltratiecapaciteit van de ondergrond gemiddeld ca. 0,4 m/24h bedraagt. Onderstaand wordt de checklist van het waterschap De Dommel weergegeven met betrekking tot de infiltratiekansen behorende bij een bepaalde k-waarde.

k-waarde (m/24h)	Infiltratiekansen
0,4 <	Slecht
0,4 - 0,8	Redelijk
> 0,8	Goed

Een gemiddelde k-waarde van 0.4 m/24h beoordeelt men als redelijk tot slecht, hierdoor kan geconcludeerd worden dat infiltratie niet tot de mogelijkheden behoort. Het regenwater wordt dan ook geborgen in een retentievoorziening, die leegloopt richting het regionale afwateringssysteem via een onderlaat, op maximaal de landelijke afvoer.

Beleidskader en Uitgangspunten

De waterhuishouding binnen de nieuwe planontwikkeling dient te voldoen aan de richtlijnen en aanwijzingen van het waterschap en gemeente. Ten behoeve van een gewenste afstemming hebben er een drietal bijeenkomsten plaatsgevonden tussen de gemeente, waterschap en initiatiefnemer. De belangrijkste uitkomsten worden hieronder geformuleerd:

- De waterberging wordt bepaald conform de systematiek *Ontwikkelen met duurzaam wateroogmerk, definitie en randvoorwaarden hydrologisch neutraal ontwikkelen* van waterschap De Dommel, vastgesteld op 11 juli 2006;
- Er dient een bui met een herhalingsstijd van 10 jaar geborgen te worden, waarbij een lozing van 0,87 l/s/ha is toegestaan. Bij een herhalingsstijd van 100 jaar moet het water binnen het plan geborgen kunnen worden zonder dat het leidt tot wateroverlast;
- De inrichting draagt bij aan de vermindering van de wateropgave. Door bijvoorbeeld meer groen i.p.v. verhard of toepassen van doorlatende/ half-verharding;
- De ontsluitingsweg is onderdeel van het plan. Hiervoor is de dezelfde opgave van toepassing. Er moet voorkomen worden dat het licht verontreinigd regenwater direct op oppervlakte water terecht komt;
- Bij nadere technische uitwerkingen van de waterhuishouding dient er rekening te houden geworden met een afvoer van de retentie naar een watergang (De Roomleij) ten noorden gelegen van de retentie, Waterschap De Dommel stemt in om de afvoer op deze watergang aan te sluiten, hetgeen een goede technische oplossing is (bijkomend voordeel is dat het maaiveld een natuurlijk verloop kent naar beneden heeft richting de watergang);
- De vertegenwoordiger van Waterschap De Dommel heeft een uitleg gegeven waarom het Waterschap heeft ingestemd met een hogere afvoercoëfficiënt (0.87 l/s/ha) dan eerst van uit gegaan werd, er is meer ingezoomd op de locatie/omgeving en hieruit blijkt dat er verantwoord een hogere afvoercoëfficiënt toegekend kan worden aan deze locatie.
- De vertegenwoordiger van gemeente Tilburg gaat voorgestelde uitwerking positief adviseren richting het planteam;
- De vertegenwoordiger van Waterschap De Dommel heeft aangegeven, gezien de grote te bergen wateropgave dat er mogelijkheden bestaan dat het Waterschap het onderhoud en beheer overneemt, e.e.a. nader afstemmen tussen Gemeente en Waterschap;
- Het overnemen van onderhoud en beheer is mogelijk bij voorzieningen en wateren waar meer dan 5ha verhard oppervlak op afwatert. Het is hierbij van belang dat het waterschap nauw wordt betrokken bij de uitwerking en vormgeving van het plan, zodat het waterschap de voorwaarden voor goed beheer en onderhoud kan inbrengen.
- Deze afwegingen en keuzes zijn de kern van de watertoets. Samen met de beschikbare bodem- en grondwatergegevens, de gemaakte globale berekeningen, enz. vormen ze de ingrediënten voor de waterparagraaf.

De voerende waterschappen in Nederland richten zich op een veilig en goed bewoonbaar land met gezonde duurzame watersystemen. Nagestreefd wordt het vergroten van de belevingswaarde van stedelijk water, natuurvriendelijke inrichtingen en de duurzaamheid van watersystemen. De waterbeheerders werken daarom samen met gemeenten, die de regie hebben over de ruimtelijke ordening en het beheer van de openbare ruimte, om deze doelstellingen te behalen.

Het waterschap De Dommel is verantwoordelijk voor de waterkwantiteit en –kwaliteit in het onderhavige gebied. De bestaande riolering in de omgeving van het plangebied is in beheer en eigendom van de gemeente Tilburg.

Zoals aangegeven is voor de gemeente Tilburg het Waterschap De Dommel de voerende kwaliteits- en kwantiteitsbeheerder. Inrichtingen van waterhuishoudingen voor ruimtelijke plannen worden door deze instantie getoetst en gekeurd. Voor nieuwbouw geldt dat het "schone" regenwater van het "vuile" huishoudelijke afvalwater gescheiden opgevangen en verwerkt dient te worden. Het huishoudelijke afvalwater zal in overleg met de gemeente Tilburg worden aangesloten op een bestaand rioelstelsel in de omgeving van de planontwikkeling. Tevens dient er overleg gevoerd te worden met het waterschap betreffende de extra hoeveelheid huishoudelijk afvalwater die richting de zuivering wordt afgevoerd.

Voor het "schone" regenwater gelden de beleidsregels die zijn vastgelegd in het tweede Waterbeheerplan (WBP 2) van Waterschap De Dommel. Het waterbeheersplan is gebaseerd op de visie van het waterschap ten aanzien van de ontwikkeling en inrichting van duurzame watersystemen. Het tweede waterbeheerplan is vigerend tot en met 2009. Vanaf 2010 waterbeheerplan 3 zal vigerend worden. Het waterbeheerplan 3 beschrijft de doelen en inspanningen van Waterschap De Dommel voor de periode 2010-2015. Het waterbeheerplan is ingedeeld conform de volgende thema's:

- Droge voeten
- Voldoende water
- Natuurlijk water
- Schoon water
- Schone waterbodem
- Mooi water

Aan de basis van het plan staan de waterprogramma's. Deze kwamen in 2007-2008 in samenwerking met andere overheden en belangenpartijen in het gebied tot stand en richten zich op alle waterdoelen in het beheergebied.

Het waterbeleid van de gemeente Tilburg is vastgelegd in het Waterplan (1997) en verder uitgewerkt en ruimtelijk vertaald in het Waterstructuurplan (2002). In het Waterplan zijn algemene doelstellingen geformuleerd met betrekking tot het gemeentelijk waterbeleid op de lange termijn, gebaseerd op de duurzaamheids gedachte. Het Waterstructuurplan koppelt het actieprogramma uit het Waterplan aan ruimtelijke ontwikkelingen in de gemeente en geeft hiermee onder andere invulling aan water als ordenend principe. In het waterstructuurplan zijn de volgende hoofddoelstellingen voor het gemeentelijk waterbeleid opgenomen:

- Streven naar een duurzaam en veerkrachtig watersysteem;
- Optimalisatie van de waterketen; zuinig en efficiënt gebruik van water;
- Vergroten van de beleevings-, ecologische, economische en recreatieve waarde van water.

De principes van duurzaam waterbeheer zijn nog steeds actueel, wel hebben de laatste jaren er op landelijk (Nationaal Bestuursakkoord Water) en Europees niveau (Kaderrichtlijn Water) veel ontwikkelingen plaatsgevonden op dit beleidsveld. Afgesproken is om in 2015 het watersysteem op orde te hebben en vervolgens op orde te houden richting 2050 om wateroverlast zoveel mogelijk te voorkomen. Tevens dient in 2015 de goede chemische en ecologische toestand van het watersysteem te zijn bereikt. Het Tilburgse waterbeleid zal hiertoe worden geactualiseerd.

Vanaf 2010 zal de Structuurvisie Water en Riolerings met daarin opgenomen het Gemeentelijk Rioleringsplan 2010-2015 vigerend worden. Daarin zijn de vigerende Gemeentelijk Rioleringsplan, Waterplan en Waterstructuurplan geëvalueerd en geactualiseerd. De wetwijziging t.b.v. nieuwe zorgplichten grondwater en gemeentelijk rioleringsplan zijn tevens geïmplementeerd. De principes voor duurzaam waterbeheer van deze beleidsstukken zijn integraal opgenomen en verder uitgewerkt in een visie. Uit de deze visie vloeit een opgave voort, die uitgewerkt is tot een strategie. Voor nieuwe ontwikkelingen zoals Hoge Hoek, wordt er verwezen naar de richtlijnen van het waterschap voor hydrologisch neutraal ontwikkelen.

Specifiek voor heel Tilburg Noordoost: in de door de stuurgroep vastgestelde structuurvisie voor Noodoost is het principe van de 'lekkende stad' verwerkt. Deze ideeën zijn vastgelegd in het rapport 'De lekkende Stad' van februari 1997.

Ten behoeve van de ontwikkeling van de afzonderlijke Overhoeken is een milieueffect-rapportage (m.e.r.) opgesteld. Gelijktijdig is ook de procedure van de strategische milieubeoordeling (SMB) doorlopen. Het MER dient ter onderbouwing van de besluitvorming over de artikel 19-WRO-aanvraag voor de Overhoeken. Het MER beoordeelt de effecten van woningbouw op de bodem, grondwater en oppervlaktewater. De effecten zijn middels een Bodemkundig/hydrologisch onderzoek bepaald. Watergerelateerde resultaten/uitgangspunten vanuit de MER zijn binnen deze watertoets rapportage verwerkt.

Duurzaam waterbeheer

Vanwege een juiste dimensionering van het nieuw aan te leggen RWA-stelsel is het van belang om duidelijk in beeld te krijgen wat de nieuwbouw in het plangebied voor veranderingen aan het verharde oppervlak met zich meebrengt. Over de toename in verhard oppervlak (huidige-versus toekomstige situatie) dient het waterbezwaar te worden verwerkt, namelijk 81.089 m².

Waterschap De Dommel en Waterschap Aa en Maas hebben gezamenlijk het toetsinstrumentarium Hydrologisch neutraal Ontwikkelen ontwikkeld. Doel van het toetsinstrumentarium is het bepalen van de benodigde infiltratie en berging ten behoeve van het hydrologisch neutraal ontwikkelen van een (nieuw) projectgebied. Met behulp van het toetsinstrumentarium 'Hydrologische neutraal ontwikkelen' is een berekening gemaakt ten behoeve van de benodigde bergingscapaciteit. Uitgangspunten bij deze berekening zijn een netto te compenseren oppervlak van 81.089 m², een GHG van 10.70 m + N.A.P. een maaiveldhoogte van 12.00 m + N.A.P. en een k-waarde van 0,4 m/dag. De uitkomsten van het toetsinstrumentarium zijn als volgt:

- Berging extreme neerslag T=10:	3.745 m ³
- Berging extreme neerslag T=100:	4.881 m ³

Van alle wegen binnen het plangebied dient op basis van de verwachte verkeersintensiteit te worden beoordeeld in hoeverre afkoppelen van de betreffende oppervlakken toelaatbaar is gelet op het risico van verontreiniging van het oppervlaktewater. Toetsing dient te geschieden op basis van de Handreiking afkoppelen & niet-aankoppelen van Waterschap De Dommel.

Op basis van de handreiking en overleg met de gemeente Tilburg zal het (mits er geen schadelijke uitlogende materialen worden toegepast) dakoppervlak en woonstraten rechtstreeks geborgen kunnen worden. Het verhard oppervlak van de ontsluitingsweg wordt op basis van de handreiking geclassificeerd als 'Matig verontreinigd oppervlak', deze classificatie schrijft voor dat er geborgen moet worden via infiltratie door een filterende laag (afvangen van verontreinigde stoffen).

De zuiveringsvoorziening ten behoeve van de ontsluitingsweg dient bij een Bui T=10 een capaciteit te krijgen van 290m³ bij een afstromend oppervlak van 6.285 m². De zuiveringsvoorziening zal worden aangelegd in de vorm van een wadi, deze wadi bevat een bodempassage. De wadi zal gesitueerd worden ter hoogte van de retentievoorziening, evenwijdig aan de spoordijk. Het zal een langwerpige vorm krijgen om de verblijfstijd te vergroten en kan doormiddel van een verlaging in het dijklichaam in verbinding komen te staan met de retentie

De wadi zal worden uitgevoerd met een top laagmengsel om vervuiling af te vangen. De ideale mengverhouding is afhankelijk van de kenmerken van het watersysteem en de inrichting ervan (vegetatiekeuze, licht, onderhoud). Een relatief hoger zandgehalte kan leiden tot een droge grond. Hierop kan een gewas niet goed aanslaan door de kleine capillaire opstijging van het water. Doordat het gewas niet aanslaat, neem het ook minder (verontreinigde stoffen uit het afstromend regenwater op en legt het minder stoffen vast. Vaak geldt een mengverhouding van drie delen drainagezand op twee delen teelaarde voor de samenstelling van de top laag. Hierbij wordt uitgegaan van drainagezand en teelaarde, omdat de samenstelling van deze grondsoorten aan richtlijnen is gebonden.

Voor verwerking van regenwater dienen binnen het plangebied de nodige maatregelen dan wel voorzieningen te worden aangelegd. Verwerking is mogelijk d.m.v. berging en vervolgens geleidelijke afvoer. De keuze om te infiltreren is gezien de GHG, bodemsamenstelling en infiltratiecapaciteit een minder geschikte optie. Voor berging van regenwater wordt geadviseerd de volgende voorzieningen te treffen en het plangebied als volgt in te richten:

- Er dient een gescheiden stelsel te worden aangelegd binnen de planontwikkeling;
- Het DWA-riool dient te worden aangesloten op het bestaande gemengde stelsel van de gemeente Tilburg d.m.v. een minigemaal;
- Het RWA-riool dient te worden aangesloten op het nieuw te realiseren retentievoorziening deels via een zuiverende voorziening;
- Aanleg van een retentievoorziening voor berging van het regenwater binnen de planontwikkeling;
- Om te zorgen dat de retentievoorziening beschikbaar blijft voor berging dient de regenwatervoorziening te worden voorzien van een leegloopvoorziening met knijpconstructie die de gestelde afvoercoëfficiënt van 0,87 l/s/ha niet overschrijdt;
- Tevens dient de retentievoorziening te worden voorzien van een overstort. Een overstort zal in werking treden wanneer de retentievoorziening zijn maximaal bufferend vermogen heeft bereikt. Dit zal alleen bij extreme peeksituaties dienen te geschieden;
- De overstortvoorziening en de knijpvoorziening kunnen worden aangesloten op de aanwezige waterloop (De Roomleij) ten noorden van het plangebied. De wijze van overstorten (keuze voorziening) zal in overleg met de gemeente Tilburg bepaald dienen te worden.

Om waterberging te realiseren zijn er in de initiatief fase diverse opties overwogen. In de onderstaande opsomming wordt dit samenvattend geformuleerd:

- Ondergrondse berging wordt als niet haalbaar geacht (overwogen op basis van financiële redenen en wegbeheerder niet akkoord);
- Doorlatende verharding wordt als niet haalbaar geacht (te groot oppervlak benodigd, hierdoor financieel niet aantrekkelijk);
- Uitbreiding bestaande spoorwaaier is niet realiseerbaar (lastig combineren ontwikkeling koningsoord, bestaande overstorten en eigendom spoorwegen);
- Berging in retentievoorziening past bij de gemeten slechte doorlatendheid (nauwelijks 0,5 m/d) en is inpasbaar in het noordelijk deel van het plangebied.

Zoals aangegeven is er in de initiatiefase voor gekozen om een regenwatervoorziening te realiseren in de vorm van een retentie. Een dergelijke voorziening dient te voldoen aan de verschillende richtlijnen zoals deze zijn vastgelegd in de bijeenkomsten en de diverse onderzoeksrapporten. Deze zijn samengevat gericht op de regenwatervoorziening als volgt:

- Dimensioneren op een bui $T=10 = 3.455\text{m}^3$ ($3.745\text{ m}^3 - 290\text{ m}^3$ (capaciteit zuiveringsvoorziening));
- Er dient een minimale waking te zijn van 0,30 van maximaal waterpeil tot insteek talud (12.00m+ NAP);
- Bodem van de voorziening minimaal 0,30 m boven maatgevende grondwaterstand, in overleg met de gemeente bepaald dat de bodem op GHG-niveau gesitueerd mag worden;
- Maatgevende hoogste grondwaterstand ter hoogte van regenwatervoorziening bedraagt 10.70m+ NAP;
- Op basis bovenstaande uitgangspunten kan er een peilstijging gerealiseerd worden van 1 meter;
- Talud minimaal 1:3 of flauwer;
- Afvoer naar oppervlaktewater d.m.v. wervelventiel;
- Afvoer van 0,87 l/s/ha;
- Conform het stedenbouwkundigplan is er beschikbaar oppervlak van 7.040 m²
- In- en uitstroomprofielen op de retentievoorziening dient te worden voorzien van een veiligheid spijlenhek;
- De voorziening dient bovengronds te worden aangelegd;
- streven naar zoveel mogelijk natuurvriendelijke oplossingen van waterlopen en toepassing van duurzame en milieuvriendelijke materialen bij harde oevers;
- de peilen en de dimensionering van de voorziening dienen precies zoals deze staan voorgeschreven in het ontwerp te worden aangebracht. Afwijkingen in hoogten en maatvoering ten aanzien van het ontwerp zijn niet acceptabel. De bodem van de voorziening moet hierbij vlak worden aangebracht om modderpoelen te voorkomen;
- Voorkomen van langdurige plasvorming mogelijk i.v.m. overlast muggen.

Statisch berekend heeft de retentie voldoende capaciteit om de 3.455 m³ van een Bui T=10 te bufferen.

Het hemelwater vanuit de retentievoorziening zal middels een wervelventiel (afvoercoëfficiënt 0.87 l/s/ha) overstorten op de Roomleij gelegen aan de noordzijde van het plangebied. De lozingsbuizen van overstorten moeten zodanig worden ingericht dat er geen oppervlaktewater het stelsel in kan stromen. Er dient een minimale waking te zijn van 0,20 m tussen de lozingsbuis en het maximale waterpeil. Locatie dient met waterbeheerder te worden bepaald; In de ontvangende watergang dient er oever, bodem en talud bescherming te worden toegepast. Voor het afvoeren van regenwater dient een Keurontheffing aangevraagd te worden.

De beoogde ontwikkeling van woningbouw en de locatie waar de retentievoorziening is voorzien wordt doorkruist door het leidingtracé van de Rotterdam-Rijn pijpleiding. Voor het doorkruisen (riool en ontsluitingsweg) van dit tracé zijn strikte voorwaarden aan verbonden. Het is van belang dat in een zo'n vroeg mogelijk stadium contact wordt gelegd met RRP voor de uitvoering van de werkzaamheden dan wel het aanbrengen van kunstwerken (werk- en aanleg vergunning).

Ontwateringsnorm, Drooglegging, T-Hoogte en Inundatie

De Ontwateringsnorm in stedelijk gebied in Nederland is vastgelegd in de Leidraad Riolering (C1000). Afhankelijk van de functie en inrichting van het gebied zijn de volgende richtlijnen beschikbaar over de toelaatbare grondwaterstanden:

Functie:	Toelaatbare grondwaterstand
Woningen met kruipruimte*	0.70 m – kruin weg
Woningen zonder kruipruimte*	0.30 m – kruin weg
Tuinen en openbare groenvoorziening	0.50 m – maaiveld
Primaire wegen	1.00 m – kruin weg
Secundaire wegen + woonstraten	0.70 m – kruin weg

* *Uitgangspunt: vloerpeil van woningen +0.2 tot+ 0.35 m maaiveld.*

De bestaande ontwatering is onvoldoende voor de nieuwe functies. Omdat de verlaging van grondwater tegen het beleid van alle overheden gaat, wordt de benodigde ontwatering bereikt door ophogen waar nodig. Op basis van de vastgestelde maatgevende hoogste grondwaterstand in het plangebied van maximaal 11.10m+ NAP ter hoogte van de beoogde woningbouw en de vastgestelde normen dient de weg-as van de woonstraten op minimaal 11.80m+ NAP. Het vloerpeil van de woningen komt daarmee op minimaal 12.00m+ NAP. De rondweg dient minimaal op 12.10m+ te worden gesitueerd.

De drooglegging is de afstand tussen het maaiveldniveau en het peil van het open water. Bij de aan te leggen waterberging of retentievoorziening kan worden uitgegaan van een minimale drooglegging van circa. 0.70 tot 1.00m. Binnen de planontwikkeling is geen open water aanwezig, door de beoogde ontwikkeling zal geen open water worden aangelegd.

Binnen de gemeente Tilburg wordt gebruik gemaakt van zogenaamde T-hoogtes. Dit is de minimale aanleghoogte van de openbare ruimte in de eindsituatie ten opzichte van NAP op de erfscheiding (meestal aan de buitenzijde van het trottoir), welke door de gemeente na het woonrijp maken wordt aangeleverd (zie afbeelding 9). Bij ophoging wordt doorgaans een terreinhoogte aangehouden van T -0,30m opgeleverd, de restantophoging tot T-Hoogte geschiedt met uitkomende grond uit bouwputten en cunetten.

Het regulier functioneren van een rioelstelsel wordt getoetst op afvoer m.b.v. een T=2 jaar (bui 08 van de Leidraad Riolering) en op berging m.b.v. een T=10 jaar (o.b.v. regenduurlijnen). Een rioelstelsel moet deze ontwerpbuïen kunnen verwerken zonder het optreden van 'water op straat'. Het falen van een watersysteem wordt getoetst op basis van inundatie van gebieden als gevolg van het overvol raken van het systeem met een herhalingstijd van T=100 jaar. Bij het T=100 jaar criterium gaat het niet om het regulier functioneren van een watersysteem maar om het falen daarvan. Er is daarbij in principe geen marge zoals bij de riolering in de vorm van de berging van 'water op straat'.

Droogweerafvoer

Ten behoeve van het huishoudelijke afvalwater dient een afzonderlijke leiding aangelegd te worden in het nieuwbouwplan. Dit stelsel dient gedimensioneerd te worden op de toekomstige bebouwing in het plangebied. Het DWA-stelsel in het nieuwbouwplan wordt aangesloten op het bestaande rioelstelsel. In het plangebied wordt gemiddeld 120 liter vuilwater per dag geproduceerd per inwoner en afgevoerd naar het rioelstelsel (12l/inw/uur, gedurende 10 uur). Per woning wordt uitgegaan van een gemiddelde woningbezetting van 3 bewoners. Dit betekent dat er dus 3 x 120 liter = 360 liter per dag per woning wordt "geproduceerd".

Conform het planontwerp worden er circa 300 woningen gerealiseerd. Voor de berekening van het nieuw aan te leggen rioolstelsel wordt het totaal aantal te realiseren woningen van het nieuwbouwplan in beschouwing genomen. Dit resulteert derhalve in een afvoer van:
 $360 \text{ liter / dag} \times 300 \text{ woningen} = 108.000 \text{ liter} = 108 \text{ m}^3 \text{ per dag.}$

Het vuilwater in de deelplannen van de Overhoeken wordt verzameld afzonderlijk per deelplan en geloosd op de gemengde rioolstelsels van Berkel-Enschot. Het water stroomt verder af door de bestaande riolering tot het eindgemaal Zwarte Rijt, in beheer van het waterschap De Dommel. Dit gemaal is onlangs gerenoveerd, en bij de dimensionering van de pompen is rekening gehouden met de injecties van de Overhoeken. Dat is vastgelegd in het Afvalwaterakkoord (2007).

Het plan Hoge Hoek grenst aan het bestaande stedelijk gebied van Berkel-Enschot. De bestaande riolering aan de grens van het bestaande gebied is hoog gelegen, aangezien het eindstrengen betreft. De beste optie is dan ook het vuil water verzamelen tot een gemaal, en het met een persleiding transporteren tot de bestaande riolering.

De injectie is niet gewenst nabij de overstort Raadhuisstraat, door de kans op extra vervuiling bij overstort gevallen, en in de riolering van de Molenstraat, want dat water moet weer opgevoerd worden door het bestaande gemaal Molenstraat. De beste optie is de injectie op de riolen van de Kloosterstraat.

Bij niet al te grote hoogteverschillen van het maaiveld lijkt het meest technisch economisch aantrekkelijk het gemaal te situeren in het centrale gebied van het plan, zodat de te leggen riolering zo min diep mogelijk wordt. Het gemaal bestaat uit een natte kelder waar het vuilwater onder vrijval verzameld wordt, en een bovenbouw voor de elektrotechnische uitrusting. Dit mini-utiliteitsgebouw is orde van grootte 4x3 m, en ongeveer 3 m hoog. Het moet toegankelijk voor onderhoudswagens vanuit het openbare ruimte zijn.

Proces

Op basis van de uitgangspunten afkomstig van uitgevoerde onderzoeken (Arcadis Heidemij Advies BV, Nader bodemkundig /hydrologisch onderzoek Tilburg Noordoost en AGEL Adviseurs, Quick scan plangebied Berkel te Berkel-Enschot.) hebben er medio april 2007 een drietal vergaderingen plaats gevonden. In overleg met het waterschap, gemeente en initiatiefnemer is er een eerste uitwerking gemaakt betreffende het afvoeren en verwerken van het regenwater. Deze uitwerking en de daarbij horende basisprincipes is in overleg informeel positief bevonden. Na de eerste overleggen tussen de gemeente en het waterschap, in het kader van de watertoets, is een verdere uitwerking van de wateraspecten en de waterhuishouding gemaakt. Deze verdere uitwerking van waterhuishouding is in de vorm van een waterhuishoudingsplan ter goedkeuring aan het waterschap voorgelegd. Na goedkeuring hiervan en van de vertaling van de waterhuishouding in het bestemmingsplan kan het waterschap instemmen met de bestemmingsplanwijziging.

december 2009

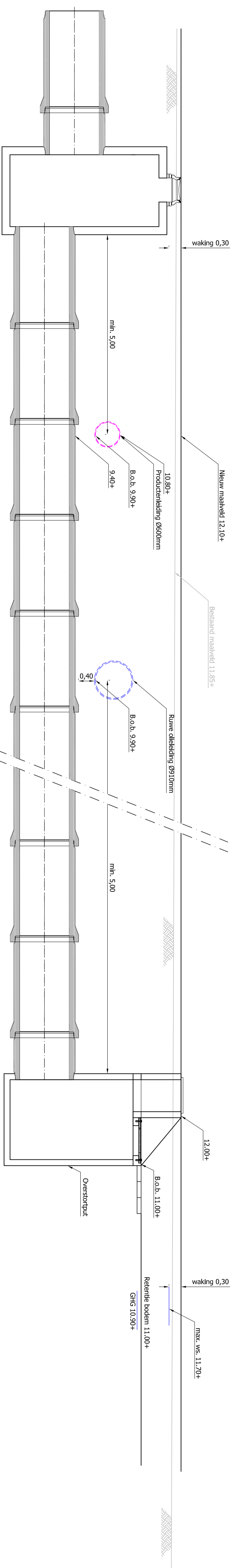
AGEL adviseurs
ing. G. Moret

9 BRONVERMELDING

- Arcadis Heidemij Advies BV,
Nader bodemkundig/hydrologisch onderzoek Tilburg Noordoost.
Deelrapport deelgebieden Berkel-Enschot.
's-Hertogenbosch, 26 juli 2000.
- Arcadis Heidemij Advies BV,
Kwaliteitshandboek Ontwikkelingsplan Overhoeken Berkel-Enschot
Deel 2: eisen aan onderzoek, ontwerp, materialen, uitvoering en onderhoud.
4 juli 2006.
- AGEL Adviseurs,
Quick scan plangebied Berkel te Berkel-Enschot.
Oosterhout, 20 april 2007.
- BRO,
Milieuonderzoek Tilburg Noordoost; Overhoeken Berkel-Enschot.
Vught, april 1998.
- Dienst Grondwaterverkenningen TNO,
Grondwaterkaart van Nederland,
Delft, 1975.
- Gemeente Tilburg,
Bestemmingsplan "Spoorzone Berkel-Enschot"
Vastgesteld: gemeente Tilburg d.d. 12 april 1999.
Goedgekeurd: GS d.d. 9 november.
- Provincie Noord-Brabant, Bureau GEO
Wateratlas.
mei 2007.
- Stichting Rioned,
Leidraad Riolering.
juli 2005.

BIJLAGE 1

Oppervlakte tekening toekomstige situatie +Uitwerking regenwatervoorziening



DWARSPROFIEL 1-1
Principe profiel zinker



0m 25m 50m

DEFINITIEF

Bestemmingsplan Hoge Hoek

Novafarm Vastgoedontwikkelers 20060434-01

Bijlage 1

Opdrachtgever: Novafarm Vastgoedontwikkelers
 Opdracht: Bestemmingsplan Hoge Hoek
 Datum: 07-12-2009
 Versie: 01

AGEL
 Architectuur
 Groenlandse Architectuur
 Groenlandse Architectuur
 Groenlandse Architectuur

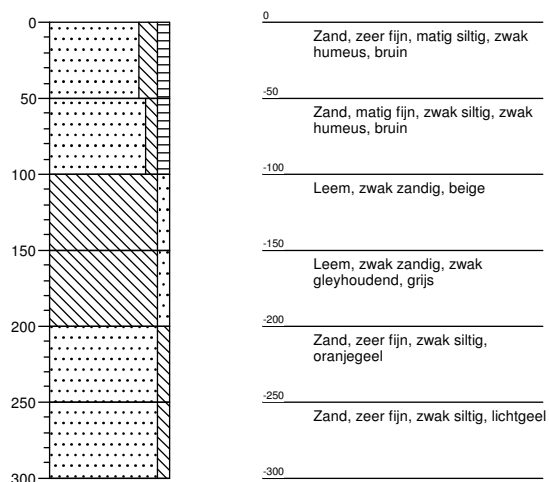
№	omschrijving	hoeveelheid	omschrijving	hoeveelheid	omschrijving	hoeveelheid
1	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
2	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
3	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
4	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
5	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
6	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
7	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
8	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
9	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
10	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
11	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
12	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
13	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
14	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
15	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
16	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
17	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
18	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
19	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
20	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
21	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
22	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
23	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
24	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
25	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
26	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
27	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
28	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
29	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
30	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
31	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
32	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
33	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
34	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
35	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
36	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
37	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
38	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
39	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
40	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
41	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
42	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
43	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
44	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
45	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
46	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
47	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
48	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
49	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100
50	woonruimte	100	woonruimte	100	woonruimte	100

BIJLAGE 2

Boorprofielen

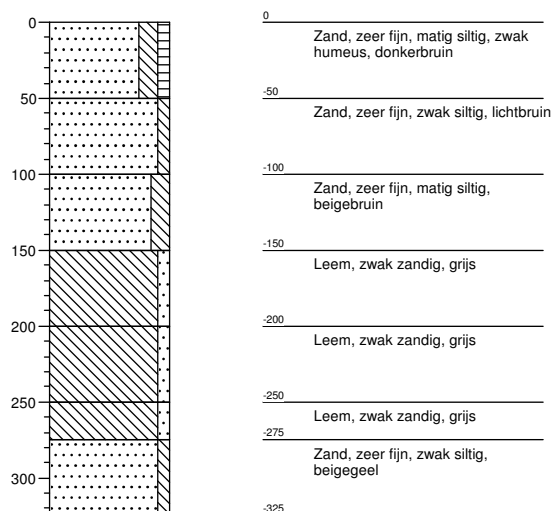
Boring: 2

Datum: 03-11-2009
 Referentievlak: Maten t.o.v. m-maaiveld



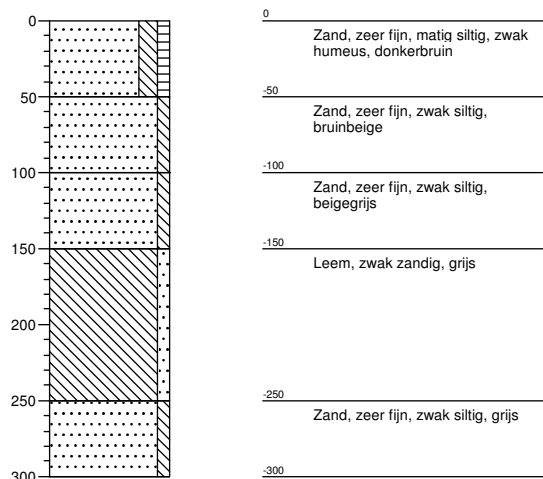
Boring: 7

Datum: 03-11-2009
 Referentievlak: Maten t.o.v. m-maaiveld



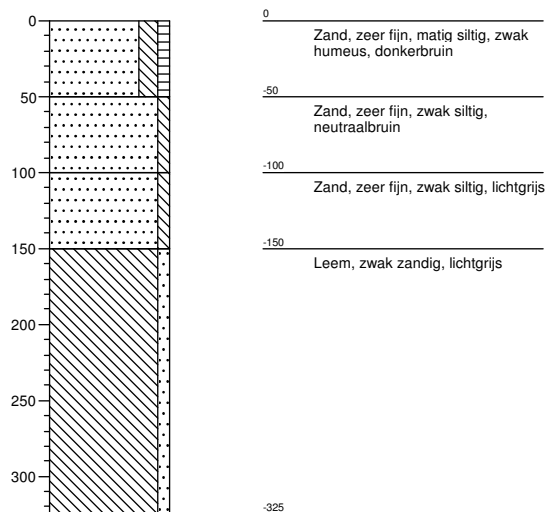
Boring: 21

Datum: 03-11-2009
 Referentievlak: Maten t.o.v. m-maaiveld



Boring: 44

Datum: 03-11-2009
 Referentievlak: Maten t.o.v. m-maaiveld

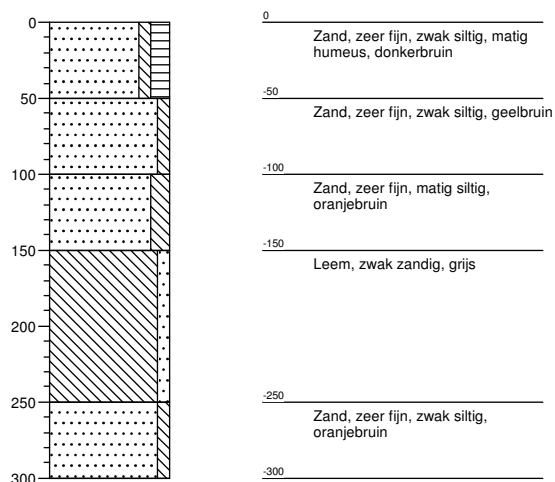


Projectnaam: Plangebied te Berkel Enschot

Projectcode: 20060434-01

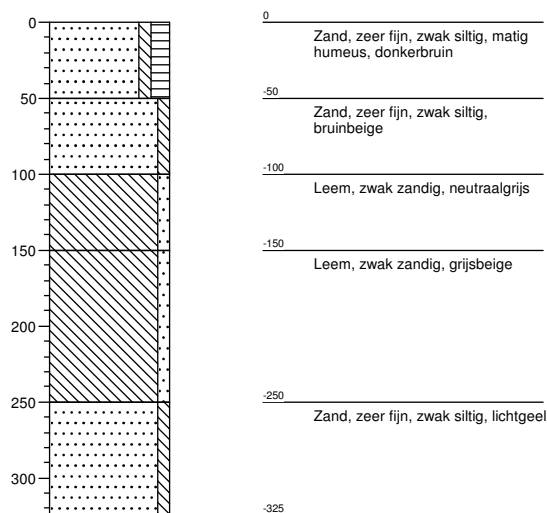
Boring: 48

Datum: 03-11-2009
 Referentievlak: Maten t.o.v. m-maaiveld



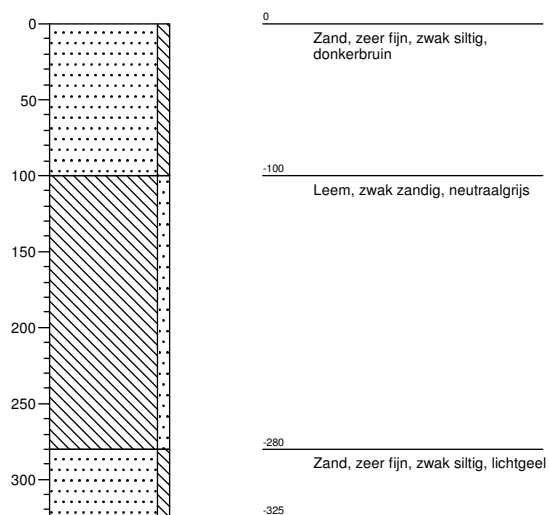
Boring: 52

Datum: 03-11-2009
 Referentievlak: Maten t.o.v. m-maaiveld



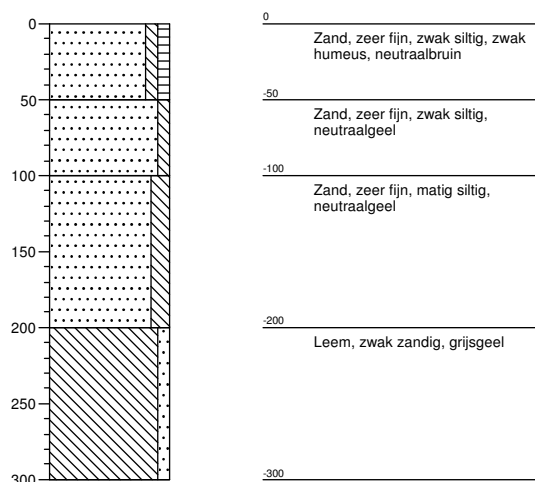
Boring: 56

Datum: 03-11-2009
 Referentievlak: Maten t.o.v. m-maaiveld



Boring: 65

Datum: 03-11-2009
 Referentievlak: Maten t.o.v. m-maaiveld

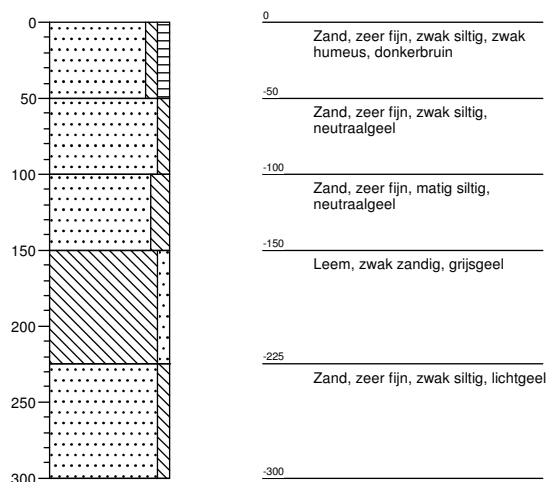


Projectnaam: Plangebied te Berkel Enschot
Projectcode: 20060434-01



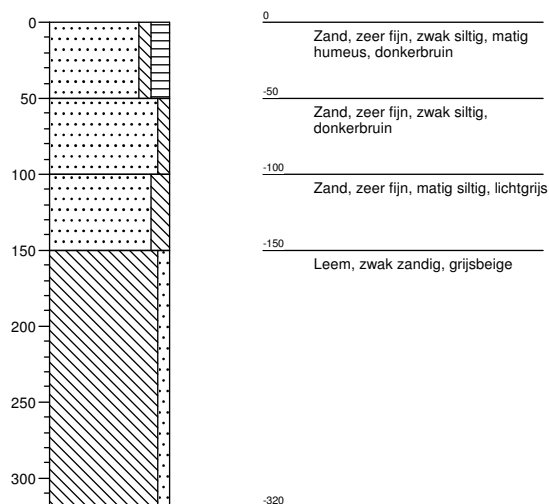
Boring: 75

Datum: 03-11-2009
 Referentievlak: Maten t.o.v. m-maaiveld



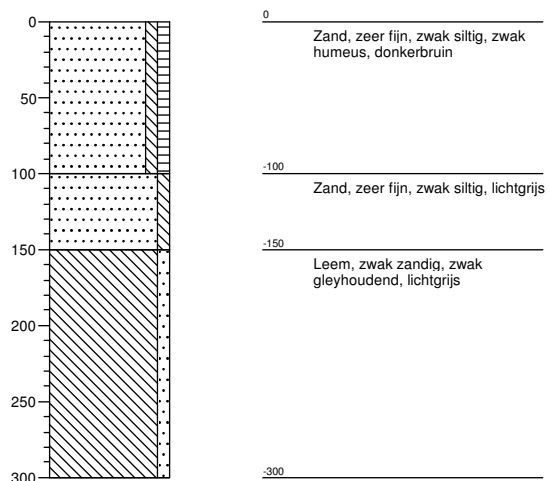
Boring: 76

Datum: 03-11-2009
 Referentievlak: Maten t.o.v. m-maaiveld

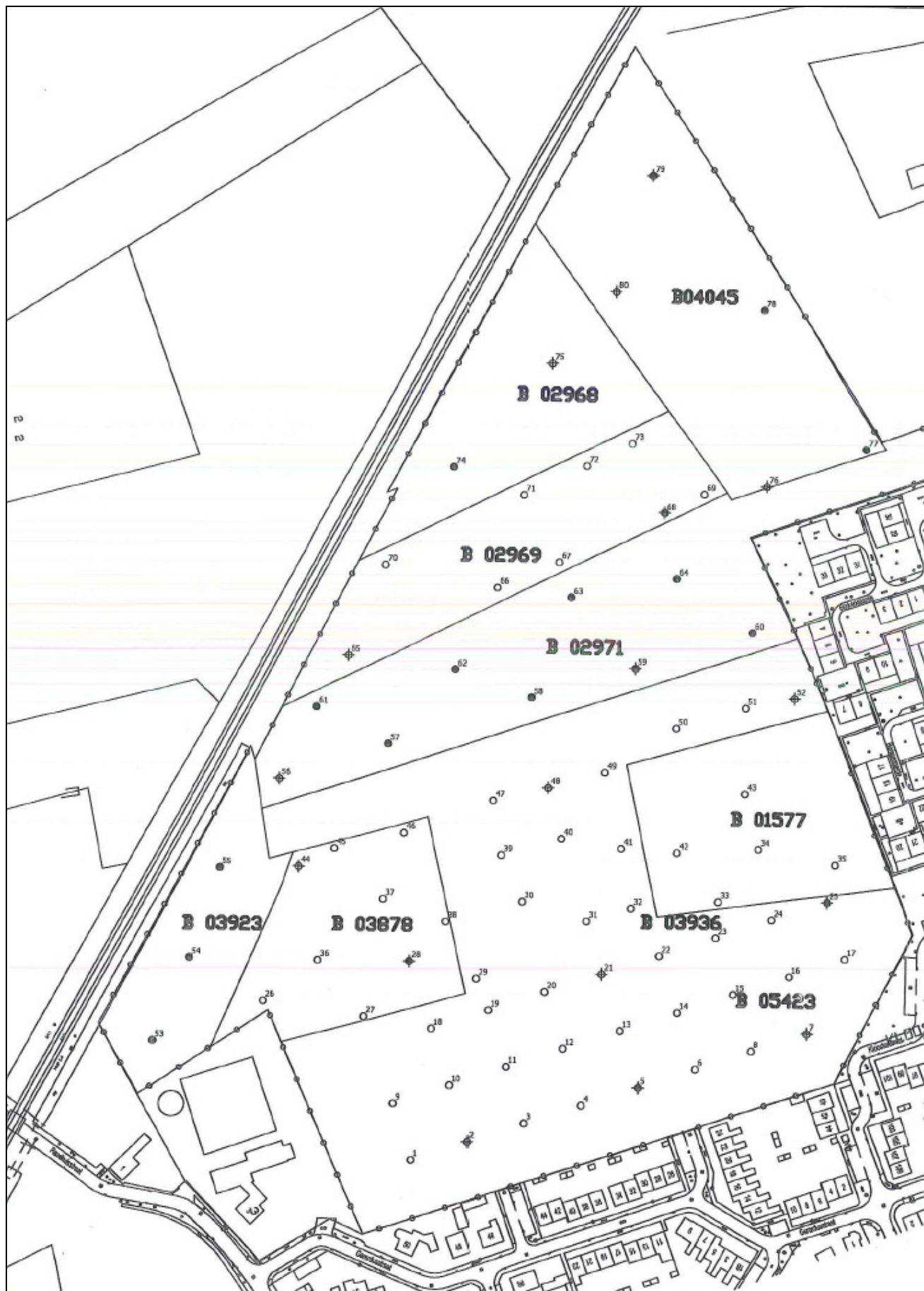


Boring: 80

Datum: 03-11-2009
 Referentievlak: Maten t.o.v. m-maaiveld



Projectnaam: Plangebied te Berkel Enschoot
Projectcode: 20060434-01



Locatiekaart boringen

BIJLAGE 3

Gegevens infiltratie onderzoek

omgekeerde boorgatmethode locatie

grondwaterstand:-mv 1.70m- m.v.

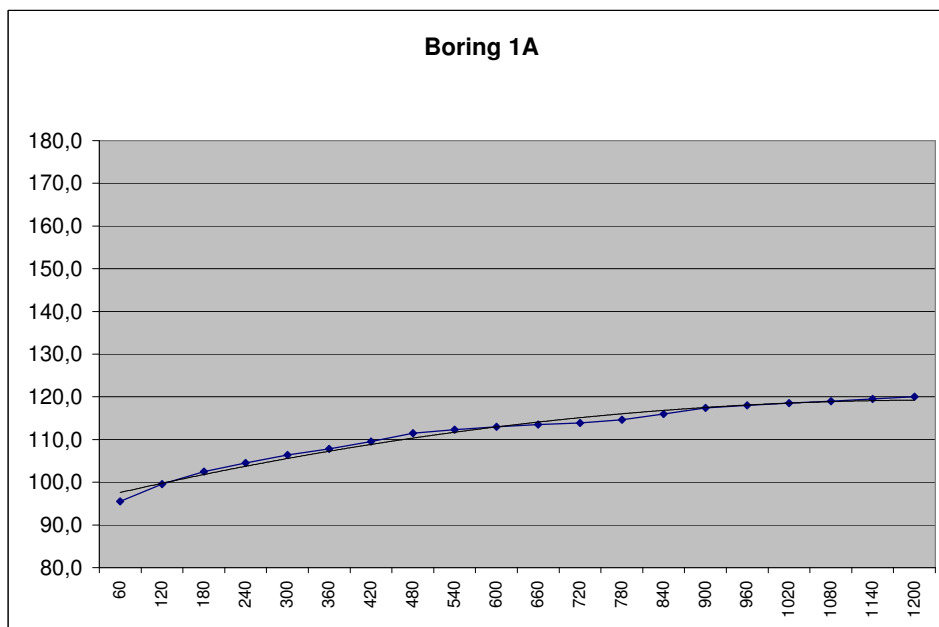
booring: 1A
project: 20060434 "Hoge Hoek" te Berkel-Enschot
datum: 17-3-2008

Bodemopbouw
 0-0.30 Zm, Zwart/grijs, matig weinig pijn, Humeus
 0.30-0.60 Zm, Oranje/bruin
 0.60-1.40 Leem sterk zandig, Geel/grijs
 1.40-1.50 Zm, Wit/bruin, Lichte Gleyverschijnsel
 1,50-1,70 Leem zwak zandig, Geel/grijs, Lichte Gleyverschijnsel

diepte boorgat H cm	waterstand begin H0 cm	waterstand eind Ht cm	gemiddelde waterstand y cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec	tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	k-factor k m/24h
190	90,0	95,5	92,8	0	60	60	5,5	1,6
190	95,5	99,6	97,6	60	120	60	4,1	1,2
190	99,6	102,5	101,1	120	180	60	2,9	0,9
190	102,5	104,5	103,5	180	240	60	2,0	0,7
190	104,5	106,4	105,5	240	300	60	1,9	0,6
190	106,4	107,8	107,1	300	360	60	1,4	0,5
190	107,8	109,5	108,7	360	420	60	1,7	0,6
190	109,5	111,5	110,5	420	480	60	2,0	0,7
190	111,5	112,3	111,9	480	540	60	0,8	0,3
190	112,3	113,0	112,7	540	600	60	0,7	0,3
190	113,0	113,5	113,3	600	660	60	0,5	0,2
190	113,5	113,9	113,7	660	720	60	0,4	0,1
190	113,9	114,6	114,3	720	780	60	0,7	0,3
190	114,6	116,0	115,3	780	840	60	1,4	0,5
190	116,0	117,4	116,7	840	900	60	1,4	0,5
190	117,4	118,0	117,7	900	960	60	0,6	0,2
190	118,0	118,5	118,3	960	1020	60	0,5	0,2
190	118,5	119,0	118,8	1020	1080	60	0,5	0,2
190	119,0	119,5	119,3	1080	1140	60	0,5	0,2
260	119,5	120,0	119,8	1140	1200	60	0,5	0,1
Gemiddeld 190	102,5	118,5	110,5	180	1020	840	16,0	0,4

$$K = 1,15 * R * \frac{\log(h_0 + R/2) - \log(h_t + R/2)}{t}$$

- R straal boorgat in cm
- H diepte van het boorgat + opstelling in cm
- h0 hoogte waterkolom start meting in cm
- ht hoogte waterkolom einde meting in cm
- y gemiddelde waterstand in cm
- delta y daling waterstand na tijdsinterval in cm
- delta t tijdsinterval in sec.



omgekeerde boorgatmethode locatie

grondwaterstand:-mv 1.70m- m.v.

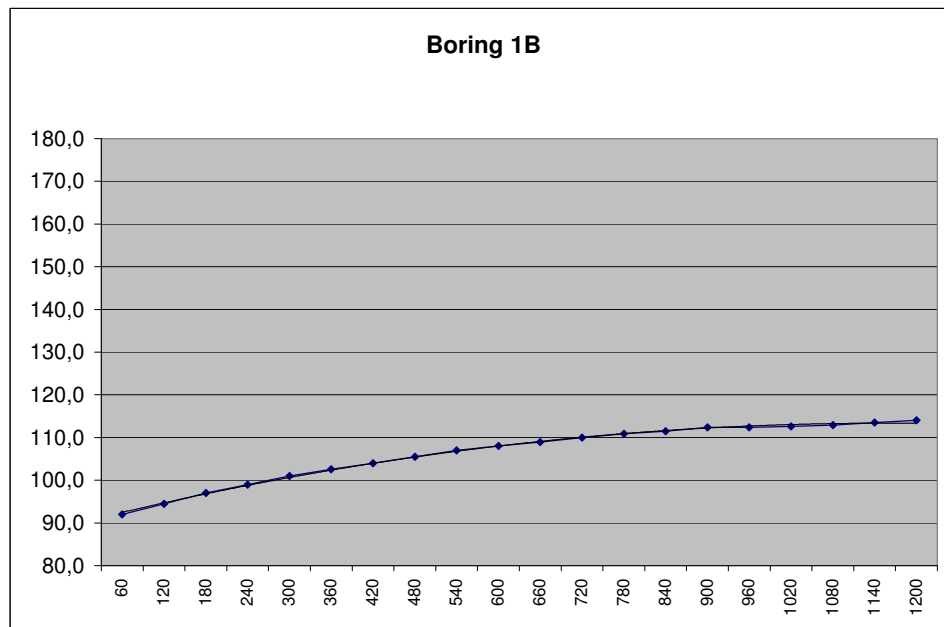
booring: 1B
project: 20060434 "Hoge Hoek" te Berkel-Enschot
datum: 17-3-2008

Bodemopbouw
 0-0.30 Zm, Zwart/grijs, matig weinig pijn, Humeus
 0.30-0.60 Zm, Oranje/bruin
 0.60-1.40 Leem sterk zandig, Geel/grijs
 1.40-1.50 Zm, Wit/bruin, Lichte Gleyverschijnsel
 1,50-1,70 Leem zwak zandig, Geel/grijs, Lichte Gleyverschijnsel

diepte boorgat H cm	waterstand begin H0 cm	waterstand eind Ht cm	gemiddelde waterstand y cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec	tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	k-factor k m/24h
190	88,0	92,0	90,0	0	60	60	4,0	1,1
190	92,0	94,5	93,3	60	120	60	2,5	0,7
190	94,5	97,0	95,8	120	180	60	2,5	0,7
190	97,0	99,0	98,0	180	240	60	2,0	0,6
190	99,0	101,0	100,0	240	300	60	2,0	0,6
190	101,0	102,6	101,8	300	360	60	1,6	0,5
190	102,6	104,0	103,3	360	420	60	1,4	0,5
190	104,0	105,5	104,8	420	480	60	1,5	0,5
190	105,5	107,0	106,3	480	540	60	1,5	0,5
190	107,0	108,0	107,5	540	600	60	1,0	0,3
190	108,0	108,9	108,5	600	660	60	0,9	0,3
190	108,9	110,0	109,5	660	720	60	1,1	0,4
190	110,0	110,9	110,5	720	780	60	0,9	0,3
190	110,9	111,5	111,2	780	840	60	0,6	0,2
190	111,5	112,4	112,0	840	900	60	0,9	0,3
190	112,4	112,4	112,4	900	960	60	0,0	0,0
190	112,4	112,6	112,5	960	1020	60	0,2	0,1
190	112,6	112,9	112,8	1020	1080	60	0,3	0,1
190	112,9	113,5	113,2	1080	1140	60	0,6	0,2
260	113,5	114,0	113,8	1140	1200	60	0,5	0,1
Gemiddeld 190	97,0	112,6	104,8	180	1020	840	15,6	0,4

$$K = 1,15 * R * \frac{\log(h_0 + R/2) - \log(ht + R/2)}{t}$$

- R straal boorgat in cm
- H diepte van het boorgat + opstelling in cm
- h0 hoogte waterkolom start meting in cm
- ht hoogte waterkolom einde meting in cm
- y gemiddelde waterstand in cm
- delta y daling waterstand na tijdsinterval in cm
- delta t tijdsinterval in sec.



omgekeerde boorgatmethode locatie

grondwaterstand:-mv 1.70m- m.v.

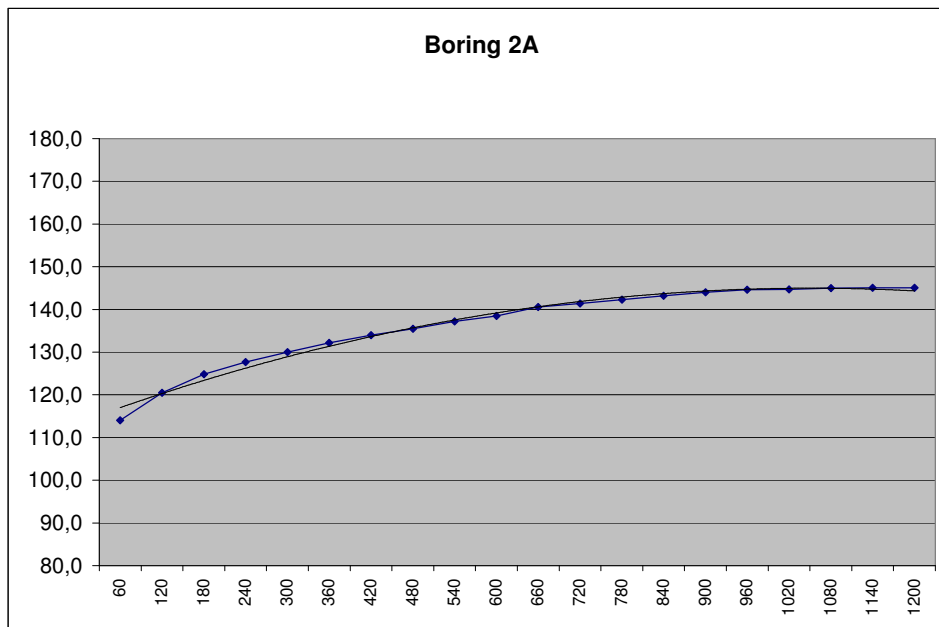
boring: 2A
 project: 20060434 "Hoge Hoek" te Berkel-Enschot
 datum: 17-3-2008

Bodemopbouw
 0-0.30 Zm, Zwart/grijs, Humeus
 0.30-1.10 Zm, Groen/bruin
 1.10-1.70 Leem zwak zandig, Bruin/wit, lichte Gleyverschijnsel

diepte boorgat H cm	waterstand begin H0 cm	waterstand eind Ht cm	gemiddelde waterstand y cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec	tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	k-factor k m/24h
215	110,0	114,0	112,0	0	60	60	4,0	1,1
215	114,0	120,5	117,3	60	120	60	6,5	1,9
215	120,5	124,8	122,7	120	180	60	4,3	1,3
215	124,8	127,7	126,3	180	240	60	2,9	0,9
215	127,7	130,0	128,9	240	300	60	2,3	0,8
215	130,0	132,2	131,1	300	360	60	2,2	0,7
215	132,2	134,0	133,1	360	420	60	1,8	0,6
215	134,0	135,5	134,8	420	480	60	1,5	0,5
215	135,5	137,2	136,4	480	540	60	1,7	0,6
215	137,2	138,5	137,9	540	600	60	1,3	0,5
215	138,5	140,6	139,6	600	660	60	2,1	0,8
215	140,6	141,4	141,0	660	720	60	0,8	0,3
215	141,4	142,3	141,9	720	780	60	0,9	0,3
215	142,3	143,2	142,8	780	840	60	0,9	0,3
215	143,2	144,0	143,6	840	900	60	0,8	0,3
215	144,0	144,6	144,3	900	960	60	0,6	0,2
215	144,6	144,7	144,7	960	1020	60	0,1	0,0
215	144,7	145,0	144,9	1020	1080	60	0,3	0,1
215	145,0	145,1	145,1	1080	1140	60	0,1	0,0
215	145,1	145,1	145,1	1140	1200	60	0,0	0,0
Gemiddeld 215	124,8	144,7	134,8	180	1020	840	19,9	0,5

$$K = 1,15 * R * \frac{\log(h_0 + R/2) - \log(ht + R/2)}{t}$$

- R straal boorgat in cm
- H diepte van het boorgat + opstelling in cm
- h0 hoogte waterkolom start meting in cm
- ht hoogte waterkolom einde meting in cm
- y gemiddelde waterstand in cm
- delta y daling waterstand na tijdsinterval in cm
- delta t tijdsinterval in sec.



omgekeerde boorgatmethode locatie

grondwaterstand:-mv 1.70m- m.v.

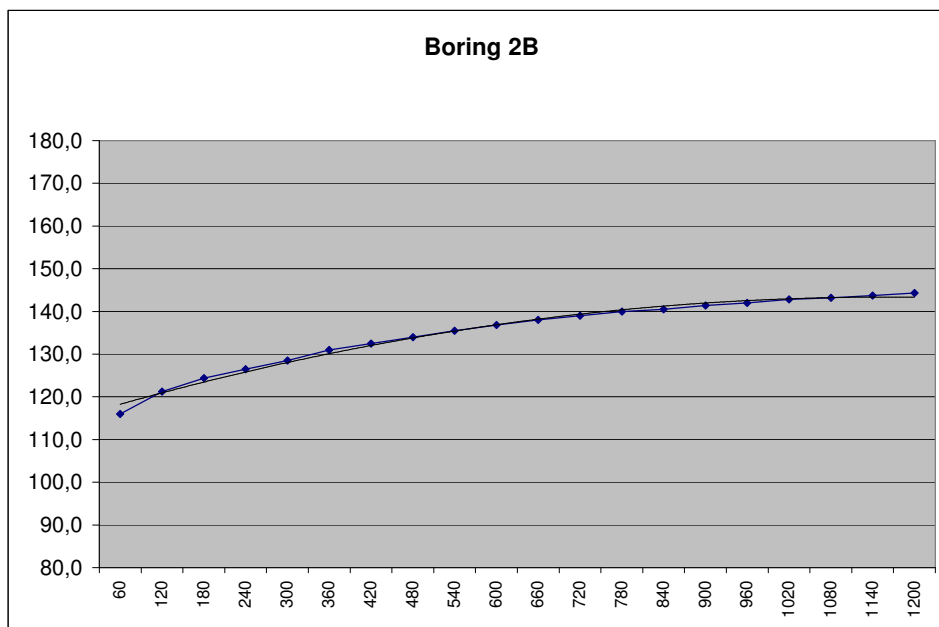
boring: 2B
project: 20060434 "Hoge Hoek" te Berkel-Enschot
datum: 17-3-2008

Bodemopbouw
 0-0.30 Zm, Zwart/grijs, Humeus
 0.30-1.10 Zm, Groen/bruin
 1.10-1.70 Leem zwak zandig, Bruin/wit, lichte Gleyverschijnsel

diepte boorgat H cm	waterstand begin H0 cm	waterstand eind Ht cm	gemiddelde waterstand y cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec	tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	k-factor k m/24h
215	108,0	116,0	112,0	0	60	60	8,0	2,2
215	116,0	121,2	118,6	60	120	60	5,2	1,5
215	121,2	124,4	122,8	120	180	60	3,2	1,0
215	124,4	126,5	125,5	180	240	60	2,1	0,7
215	126,5	128,5	127,5	240	300	60	2,0	0,6
215	128,5	131,0	129,8	300	360	60	2,5	0,8
215	131,0	132,5	131,8	360	420	60	1,5	0,5
215	132,5	134,0	133,3	420	480	60	1,5	0,5
215	134,0	135,5	134,8	480	540	60	1,5	0,5
215	135,5	136,8	136,2	540	600	60	1,3	0,5
215	136,8	138,0	137,4	600	660	60	1,2	0,4
215	138,0	139,0	138,5	660	720	60	1,0	0,4
215	139,0	140,0	139,5	720	780	60	1,0	0,4
215	140,0	140,5	140,3	780	840	60	0,5	0,2
215	140,5	141,4	141,0	840	900	60	0,9	0,3
215	141,4	142,0	141,7	900	960	60	0,6	0,2
215	142,0	142,8	142,4	960	1020	60	0,8	0,3
215	142,8	143,2	143,0	1020	1080	60	0,4	0,2
215	143,2	143,7	143,5	1080	1140	60	0,5	0,2
215	143,7	144,3	144,0	1140	1200	60	0,6	0,2
Gemiddeld 215	124,4	142,8	133,6	180	1020	840	18,4	0,5

$$K = 1,15 * R * \frac{\log(h_0 + R/2) - \log(ht + R/2)}{t}$$

- R straal boorgat in cm
- H diepte van het boorgat + opstelling in cm
- h0 hoogte waterkolom start meting in cm
- ht hoogte waterkolom einde meting in cm
- y gemiddelde waterstand in cm
- delta y daling waterstand na tijdsinterval in cm
- delta t tijdsinterval in sec.



omgekeerde boorgatmethode locatie

grondwaterstand:-mv 2.00m- m.v.

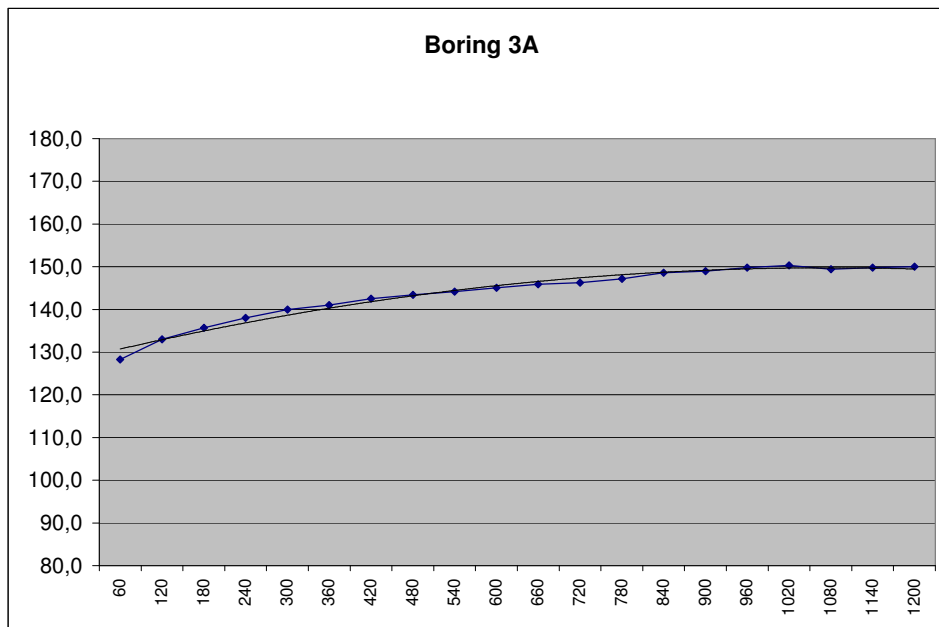
boring: 3A
 project: 20060434 "Hoge Hoek" te Berkel-Enschot
 datum: 17-3-2008

Bodemopbouw
 0-0.50 Zm, Zwart/grijs, Humeus
 0.50-1.10 Zf, Geel/bruin
 1.10-1.80 Leem zwak zandig, Wit/bruin, Lichte Gleyverschijnsel;
 1.80-2.00 Leem, Geel/grijs, Lichte Gleyverschijnsel

diepte boorgat H cm	waterstand begin H0 cm	waterstand eind Ht cm	gemiddelde waterstand y cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec	tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	k-factor k m/24h
220	120,0	128,3	124,2	0	60	60	8,3	2,4
220	128,3	133,0	130,7	60	120	60	4,7	1,5
220	133,0	135,7	134,4	120	180	60	2,7	0,9
220	135,7	138,0	136,9	180	240	60	2,3	0,8
220	138,0	140,0	139,0	240	300	60	2,0	0,7
220	140,0	141,0	140,5	300	360	60	1,0	0,4
220	141,0	142,5	141,8	360	420	60	1,5	0,5
220	142,5	143,4	143,0	420	480	60	0,9	0,3
220	143,4	144,2	143,8	480	540	60	0,8	0,3
220	144,2	145,1	144,7	540	600	60	0,9	0,3
220	145,1	145,9	145,5	600	660	60	0,8	0,3
220	145,9	146,3	146,1	660	720	60	0,4	0,2
220	146,3	147,2	146,8	720	780	60	0,9	0,3
220	147,2	148,6	147,9	780	840	60	1,4	0,5
220	148,6	149,0	148,8	840	900	60	0,4	0,2
220	149,0	149,8	149,4	900	960	60	0,8	0,3
220	149,8	150,3	150,1	960	1020	60	0,5	0,2
220	150,3	149,4	149,9	1020	1080	60	-0,9	-0,4
220	149,4	149,8	149,6	1080	1140	60	0,4	0,2
220	149,8	150,0	149,9	1140	1200	60	0,2	0,1
Gemiddeld 220	135,7	150,3	143,0	180	1020	840	14,6	0,4

$$K = 1,15 \cdot R \cdot \frac{\log(h_0 + R/2) - \log(ht + R/2)}{t}$$

- R straal boorgat in cm
- H diepte van het boorgat + opstelling in cm
- h0 hoogte waterkolom start meting in cm
- ht hoogte waterkolom einde meting in cm
- y gemiddelde waterstand in cm
- delta y daling waterstand na tijdsinterval in cm
- delta t tijdsinterval in sec.



omgekeerde boorgatmethode locatie

grondwaterstand:-mv 2.00m- m.v.

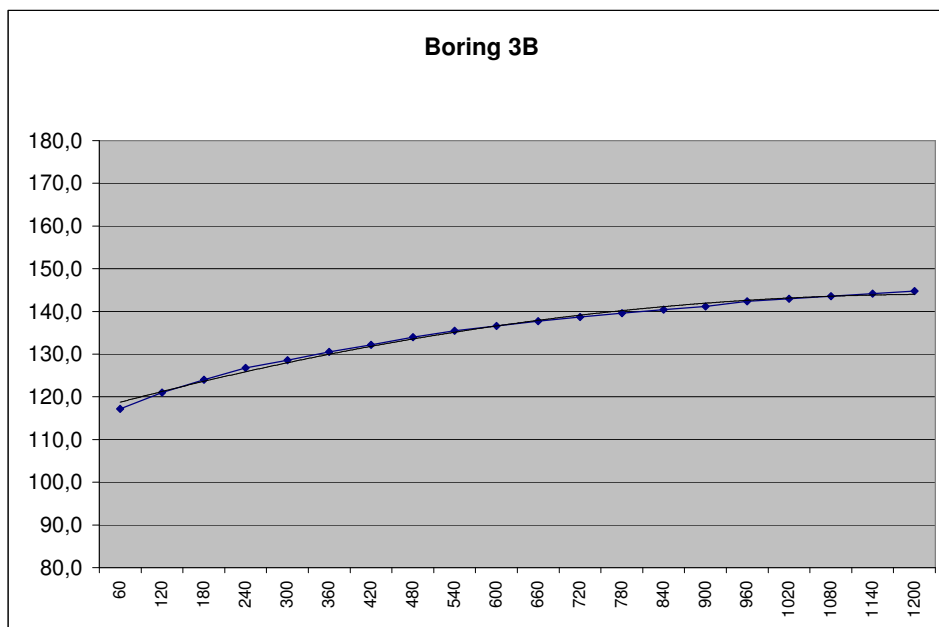
boring: 3B
 project: 20060434 "Hoge Hoek" te Berkel-Enschot
 datum: 17-3-2008

Bodemopbouw
 0-0.50 Zm, Zwart/grijs, Humeus
 0.50-1.10 Zf, Geel/bruin
 1.10-1.80 Leem zwak zandig, Wit/bruin, Lichte Gleyverschijnsel;
 1.80-2.00 Leem, Geel/grijs, Lichte Gleyverschijnsel

diepte boorgat H cm	waterstand begin H0 cm	waterstand eind Ht cm	gemiddelde waterstand y cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec	tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	k-factor k m/24h
220	111,0	117,2	114,1	0	60	60	6,2	1,7
220	117,2	121,0	119,1	60	120	60	3,8	1,1
220	121,0	124,0	122,5	120	180	60	3,0	0,9
220	124,0	126,8	125,4	180	240	60	2,8	0,8
220	126,8	128,6	127,7	240	300	60	1,8	0,5
220	128,6	130,5	129,6	300	360	60	1,9	0,6
220	130,5	132,2	131,4	360	420	60	1,7	0,5
220	132,2	134,0	133,1	420	480	60	1,8	0,6
220	134,0	135,5	134,8	480	540	60	1,5	0,5
220	135,5	136,6	136,1	540	600	60	1,1	0,4
220	136,6	137,7	137,2	600	660	60	1,1	0,4
220	137,7	138,7	138,2	660	720	60	1,0	0,3
220	138,7	139,6	139,2	720	780	60	0,9	0,3
220	139,6	140,4	140,0	780	840	60	0,8	0,3
220	140,4	141,2	140,8	840	900	60	0,8	0,3
220	141,2	142,4	141,8	900	960	60	1,2	0,4
220	142,4	143,0	142,7	960	1020	60	0,6	0,2
220	143,0	143,6	143,3	1020	1080	60	0,6	0,2
220	143,6	144,2	143,9	1080	1140	60	0,6	0,2
220	144,2	144,8	144,5	1140	1200	60	0,6	0,2
Gemiddeld 220	124,0	143,0	133,5	180	1020	840	19,0	0,4

$$K = 1,15 \cdot R \cdot \frac{\log(h_0 + R/2) - \log(ht + R/2)}{t}$$

- R straal boorgat in cm
- H diepte van het boorgat + opstelling in cm
- h0 hoogte waterkolom start meting in cm
- ht hoogte waterkolom einde meting in cm
- y gemiddelde waterstand in cm
- delta y daling waterstand na tijdsinterval in cm
- delta t tijdsinterval in sec.



omgekeerde boorgatmethode locatie

grondwaterstand:-mv 2.00m- m.v.

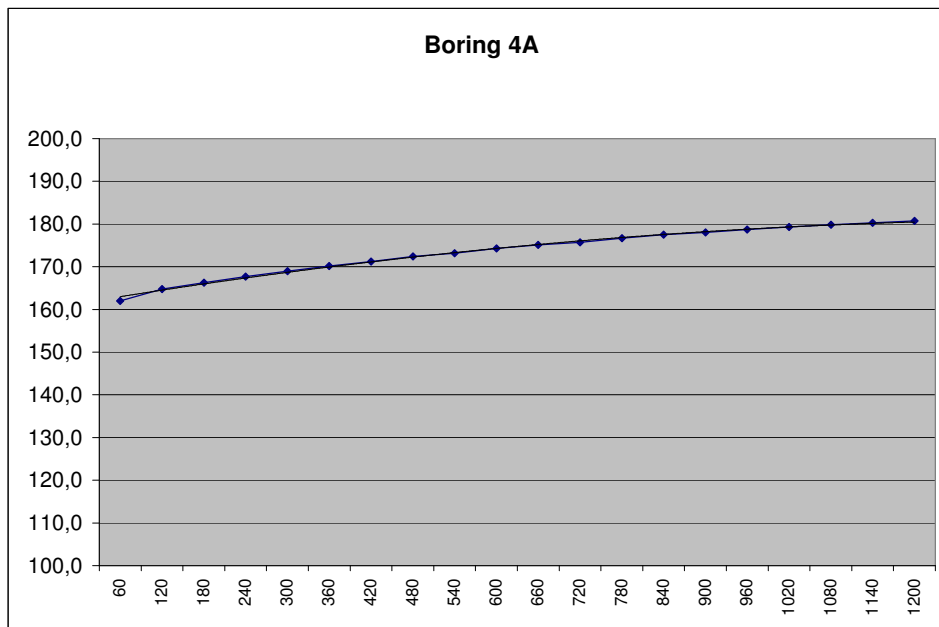
booring: 4A
project: 20060434 "Hoge Hoek" te Berkel-Enschot
datum: 17-3-2008

Bodemopbouw
 0-0.30 Zm, Zwart/grijs, Humeus
 0.30-1.20 Zm, Bruin/wit, Lichte Gleyverschijnsel
 1.20-1.70 Leem zwak zandig, Geel/grijs
 1.70-2.00 Leem, Geel/grijs, Lichte Gleyverschijnsel

diepte boorgat H cm	waterstand begin H0 cm	waterstand eind Ht cm	gemiddelde waterstand y cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec	tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	k-factor k m/24h
250	160,0	162,0	161,0	0	60	60	2,0	0,6
250	162,0	164,8	163,4	60	120	60	2,8	0,9
250	164,8	166,3	165,6	120	180	60	1,5	0,5
250	166,3	167,7	167,0	180	240	60	1,4	0,5
250	167,7	169,0	168,4	240	300	60	1,3	0,4
250	169,0	170,2	169,6	300	360	60	1,2	0,4
250	170,2	171,2	170,7	360	420	60	1,0	0,4
250	171,2	172,4	171,8	420	480	60	1,2	0,4
250	172,4	173,2	172,8	480	540	60	0,8	0,3
250	173,2	174,3	173,8	540	600	60	1,1	0,4
250	174,3	175,1	174,7	600	660	60	0,8	0,3
250	175,1	175,7	175,4	660	720	60	0,6	0,2
250	175,7	176,7	176,2	720	780	60	1,0	0,4
250	176,7	177,5	177,1	780	840	60	0,8	0,3
250	177,5	178,0	177,8	840	900	60	0,5	0,2
250	178,0	178,7	178,4	900	960	60	0,7	0,3
250	178,7	179,3	179,0	960	1020	60	0,6	0,2
250	179,3	179,8	179,6	1020	1080	60	0,5	0,2
250	179,8	180,3	180,1	1080	1140	60	0,5	0,2
250	180,3	180,7	180,5	1140	1200	60	0,4	0,2
Gemiddeld 250	166,3	179,3	172,8	180	1020	840	13,0	0,3

$$K = 1,15 * R * \frac{\log(h_0 + R/2) - \log(h_t + R/2)}{t}$$

- R straal boorgat in cm
- H diepte van het boorgat + opstelling in cm
- h0 hoogte waterkolom start meting in cm
- ht hoogte waterkolom einde meting in cm
- y gemiddelde waterstand in cm
- delta y daling waterstand na tijdsinterval in cm
- delta t tijdsinterval in sec.



omgekeerde boorgatmethode locatie

grondwaterstand:-mv 2.00m- m.v.

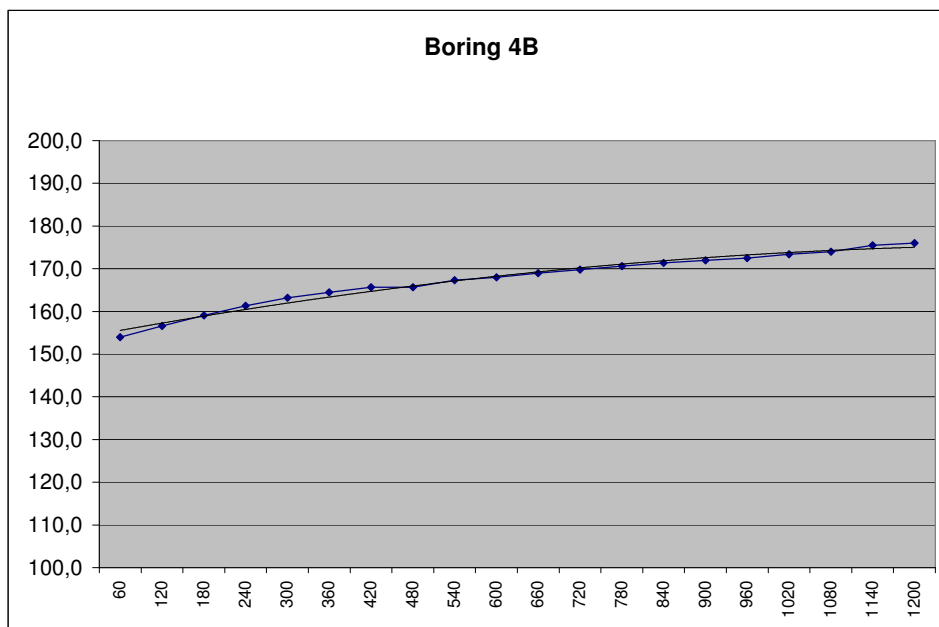
boring: 4B
 project: 20060434 "Hoge Hoek" te Berkel-Enschot
 datum: 17-3-2008

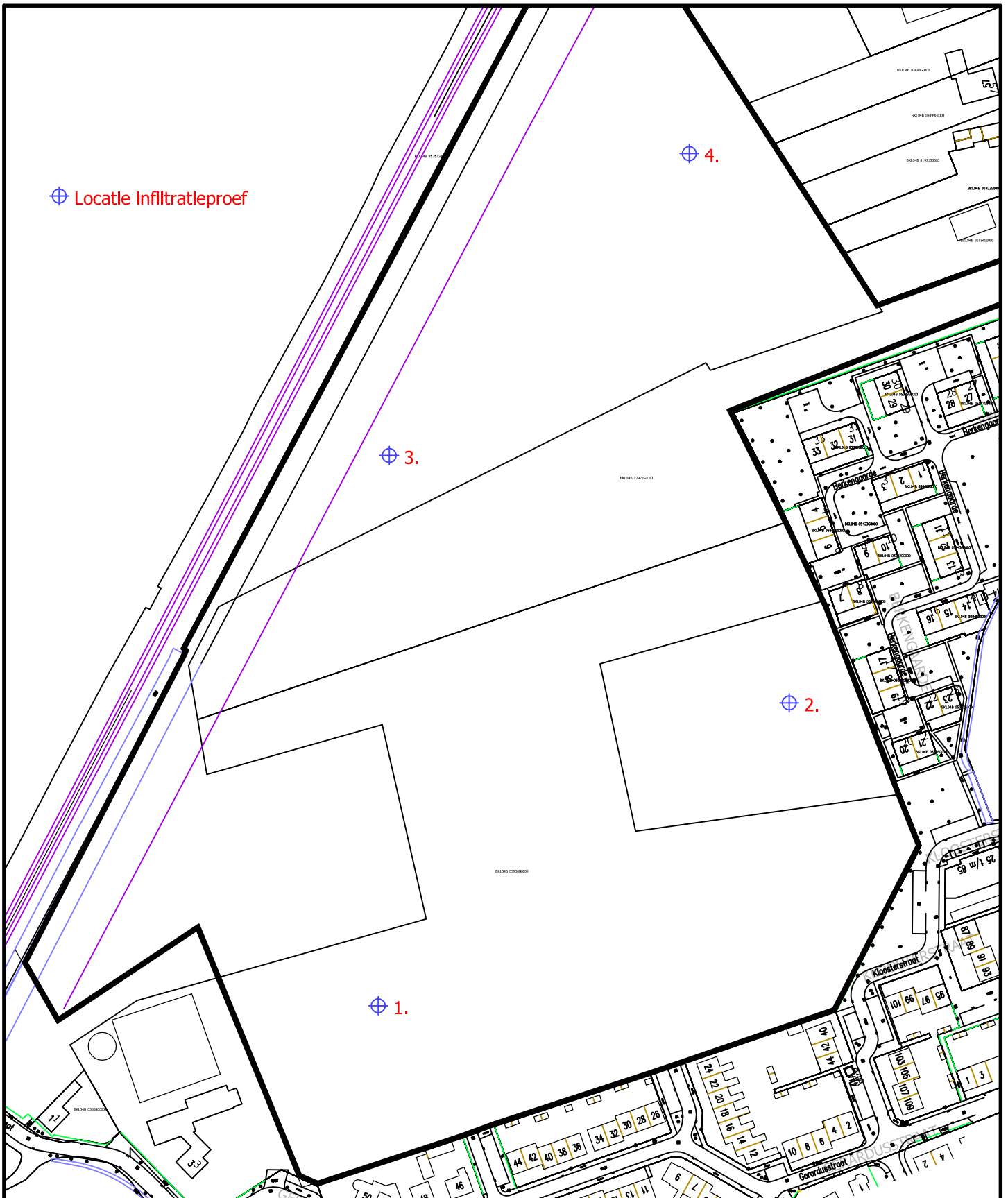
Bodemopbouw
 0-0.30 Zm, Zwart/grijs, Humeus
 0.30-1.20 Zm, Bruin/wit, Lichte Gleyverschijnsel
 1.20-1.70 Leem zwak zandig, Geel/grijs
 1.70-2.00 Leem, Geel/grijs, Lichte Gleyverschijnsel

diepte boorgat H cm	waterstand begin H0 cm	waterstand eind Ht cm	gemiddelde waterstand y cm	tijd begin t sec	tijd eind t sec	tijdstraject delta t sec	zakking waterstand delta y cm	k-factor k m/24h
250	149,0	154,0	151,5	0	60	60	5,0	1,4
250	154,0	156,6	155,3	60	120	60	2,6	0,8
250	156,6	159,1	157,9	120	180	60	2,5	0,8
250	159,1	161,3	160,2	180	240	60	2,2	0,7
250	161,3	163,2	162,3	240	300	60	1,9	0,6
250	163,2	164,5	163,9	300	360	60	1,3	0,4
250	164,5	165,7	165,1	360	420	60	1,2	0,4
250	165,7	165,7	165,7	420	480	60	0,0	0,0
250	165,7	167,3	166,5	480	540	60	1,6	0,5
250	167,3	168,0	167,7	540	600	60	0,7	0,2
250	168,0	169,0	168,5	600	660	60	1,0	0,3
250	169,0	169,8	169,4	660	720	60	0,8	0,3
250	169,8	170,6	170,2	720	780	60	0,8	0,3
250	170,6	171,4	171,0	780	840	60	0,8	0,3
250	171,4	172,0	171,7	840	900	60	0,6	0,2
250	172,0	172,5	172,3	900	960	60	0,5	0,2
250	172,5	173,4	173,0	960	1020	60	0,9	0,3
250	173,4	174,0	173,7	1020	1080	60	0,6	0,2
250	174,0	175,5	174,8	1080	1140	60	1,5	0,6
250	175,5	176,0	175,8	1140	1200	60	0,5	0,2
Gemiddeld 250	159,1	173,4	166,3	180	1020	840	14,3	0,3


$$K = 1,15 * R * \frac{\log(h_0 + R/2) - \log(h_t + R/2)}{t}$$

- R straal boorgat in cm
- H diepte van het boorgat + opstelling in cm
- h0 hoogte waterkolom start meting in cm
- ht hoogte waterkolom einde meting in cm
- y gemiddelde waterstand in cm
- delta y daling waterstand na tijdsinterval in cm
- delta t tijdsinterval in sec.





project	"Hoge Hoek" te Berkel-Enschot	
opdrachtgever	Novaform vastgoedontwikkelaars	
onderdeel	Locatie Infiltratieproef	
werknr.	blad	
20060434	0000	
schaal	1:2000	
datum	18-03-2008	




AGEL

adviseurs

infra
architectuur
bouw
milieu

hoevestein 20b
4903 sc oosterhout
postbus 4156
4900 cd oosterhout
telefoon 0162 - 45 64 81
telefax 0162 - 43 55 88



Eerland
Certification

NEN-EN-ISO 9001: 2000

BIJLAGE 4

Notulen bijeenkomsten initiatieffase



Documentnummer VE-20080415

Verslag van De Hoge Hoek, watertoets
Vergaderdatum 15 april 2008
Opgesteld door Alfonso Gil Cantabrana
op 23 april 2008

Aanwezig NOVAFORM: Paul van de Heuvel en Marcel Horvers
AGEL: Guus Moret
WATERSCHAP DE DOMMEL: Nanette van de Ven en Edwin Verhees
GEMEENTE: Alfonso Gil Cantabrana

Afwezig -

Kopie aan Aan- en afwezige; Annie Merx (GO/POV); Harry Smith (GO/STE)

Doel

Kennis maken, plan toelichten, aandachts- en knelpunten en kansen signaleren in het kader van de watertoets.

Samenvatting

- Het plan betreft het vroeger genoemd Spoorzone, en houdt in de bouw van 300 woningen, waarvan 50 appartementen.
- Het plan bevindt zich in een pril stadium van ontwikkeling. Het voorlopig ontwerp betreft een voorlopige verkaveling. Om verder te gaan met het concept, wil Novaform graag het watersysteem bespreken met waterschap en gemeente.
- Gemeente beschikt over een aantal nuttige gegevens, waaronder het *Nader bodemkundig/hydrologisch onderzoek Tilburg Noordoost, deelrapport deelgebieden Berkel-Enschot*, de waterparagraaf voor de planMER en meetgegevens van de spoorloot. Deze gegevens zijn / worden naderhand opgestuurd.
- De bestaande ontwatering (afstand maaiveld - maatgevend grondwaterstand) varieert van 0,30 tot 1,00 m. De minimale ontwatering (0,70 m tot onderkant vloer bij de woningen) wordt gehaald door ophoging.
- De waterberging wordt bepaald conform de systematiek *Ontwikkelen met duurzaam wateroogmerk, definitie en randvoorwaarden hydrologisch neutraal ontwikkelen*, van het waterschap De Dommel, vastgesteld op 11 juli 2006.
- In principe is de waterberging afhankelijk van de afvoerende oppervlakte. Er dient een bui met een herhalingstijd van 10 jaar geborgen worden, waarbij lozing van de landelijk afvoer toegestaan is. Bij een bui met een herhalingstijd van 100 jaar moet het water binnen het plan geborgen kunnen worden zonder dat het leidt tot wateroverlast, door bijvoorbeeld het water op straat tijdelijk te bergen.
- De oppervlakten bestaan aan de hand van het voorlopig ontwerp uit 41.000 m² wegverharding en 21.000 m² dakverharding.
- Novaform levert gegevens aan van verharde oppervlakten; De Dommel bepaalt aan de hand van de randvoorwaarden het te bergen volume.
- Om de waterberging te realiseren zijn verschillende technische oplossingen mogelijk.
 - o Het voorgestelde ondergrondse berging is niet haalbaar (duur en het is de vraag of de beheerder akkoord gaat met deze oplossing)
 - o Het toepassen van Aquaflow is haalbaar voor bijvoorbeeld parkeerplaatsen, waar geen kabels en leidingen liggen. De wegbeheerder is eerder akkoord gegaan met deze oplossing.



- Berging in wadi's past bij de gemeten slechte doorlatendheid (nauwelijks 0,5 m/d), en is inpasbaar in de groene gedeeltes. Het is de vraag of er voldoende ruimte is voor voldoende berging.
- De bestaande spoorsloot ligt tot enkele tientallen meters langs de spoorweg, vanaf de Raadhuisstraat. Als de spoorsloot doorgetrokken en herprofileerd wordt (bodem boven GHG), komt er ruimte beschikbaar voor waterberging. Het is de vraag in welke mate de wateropgave hierin realiseerbaar is.

Volgend overleg

- Aanstaande 29 april, op het stadskantoor, bij het Stadshuisplein 130, kamer 414.



Documentnummer VE-20080429

Verslag van De Hoge Hoek, watertoets
Vergaderdatum 29 april 2008
Opgesteld door Alfonso Gil Cantabrana
op 6 mei 2008

Aanwezig NOVAFORM: Paul van de Heuvel en Marcel Horvers
AGEL: Guus Moret en Tom van Dessel
WATERSCHAP DE DOMMEL: Edwin Verhees
GEMEENTE: Alfonso Gil Cantabrana

Afwezig WATERSCHAP DE DOMMEL: Nanette van de Ven

Kopie aan Aan- en afwezige; Annie Merx (GO/POV); Harry Smith (GO/STE)

Doel

Verder de mogelijkheden verkennen voor de wateropgave gericht op de watertoets.

Samenvatting

- De Dommel heeft de waterberging berekend a.h.v. de in de systematiek van 'Definitie en randvoorwaarden hydrologisch neutraal ontwikkelen'
- De berging moet 3.766 m³ bedragen (ongeveer 51 mm tegen de gebruikelijke 40 mm)
- Het bergingsvolume wordt door verschillende factoren beïnvloed. Vooral de afvoeringcoëfficiënt (0,33) veroorzaakt een hoge berging.
- Deze coëfficiënt kan niet beïnvloed worden. Wel kan onderbouwd afgeweken worden op basis van een hydrologische berekening van de afvoercoëfficiënt.
- Inmiddels heeft Edwin de berekening gecheckt en d.m.v. de mail van afgelopen 5 mei gerapporteerd:

Ik heb de landelijke afvoer gecheckt. 0,33 liter per seconde per hectare is geen vergissing. Op onze afvoercoëfficiëntenkaart staat deze waarde aangegeven. Deze kaart is te raadplegen via onze site met de link

<http://www.dommel.nl/aspx/get.aspx?xdl=/views/dommel/xdl/page<mldt=6485&Sitldt=5&Varldt=1>

De waarde lijkt aan de lage kant. In verband met de vakantieperiode heb ik nog geen hydroloog te pakken kunnen krijgen om na te gaan hoe dit getal is berekend en of een berekening op maat voor het plangebied door ons uitgevoerd kan/moet worden of dat de initiatiefnemer (lees Agel) deze berekening uit zal moeten voeren. een berekening is wel zinvol lijkt mij omdat een afvoer van 0,67 en 1,0 l/s. ha een verschil uitmaakt van respectievelijk 217 en 429m³
- De inrichting draagt ook bij aan de vermindering van de wateropgave. Bijvoorbeeld door meer groen i.p.v. verhard, of toepassen van doorlatende / half-verharding
- Op basis van een waterschijf van 0,5 m (maximum bij ophoging tot minimaal 12,00+), is een reservering van 0,9 ha nodig voor water binnen / aan het plangebied, t.b.v. waterberging
- De mogelijkheid om de berging te realiseren in de spoorsloot betekent de watergang door te trekken tot de Molenstraat (ongeveer 750 m), en te verbreiden tot 11 m (t.h.v. de waterspiegel)
- Het stuk van de spoorsloot ten zuiden van de Raadhuisstraat is niet aantrekkelijk want:
 - o Lastig afspraken te maken voor de herinrichting van de watergang i.v.m. ontwikkelingen in de Koningsoord
 - o Riooltechnisch ongewenst: de watergang ontvangt overstortwater van twee bestaande overstorten van de gemengde stelsels, en zorgt voor demping bij de afvoer richting oppervlaktewater via de (te kleine) bestaande duikers



- De ontsluitingsweg is onderdeel van het plan. Hiervoor is dezelfde opgave van toepassing. Er moet voorkomen dat het licht verontreinigd regenwater direct op oppervlaktewater terechtkomt. Hiervoor is een zaksloot de beste technische oplossing
- De waterberging zou in het noordelijk deel van het plangebied, waar niet gebouwd wordt i.v.m. de aanwezige brandstofleiding
- De meest aantrekkelijke mogelijkheden om waterberging te realiseren zijn dan ook:
 - o In de door te trekken en te verbreiden spoorloot
 - o In het noordelijke gebied
 - o Combinatie van spoorloot en noordelijk gebied
 - o Eventueel toepassen van Aquaflo onder parkeehofjes
- Nog te verkennen:
 - o Suggestie van De Dommel: nadere hydrologische berekening van de afvoercoëfficiënt op basis van bodemgesteldheid
 - o Mogelijkheden en onmogelijkheden i.v.m. grondeigendom om de spoorloot door te trekken en te verbreiden
 - o Technische eisen van de spoorweg i.v.m. ontwatering, beheer, e.d.
 - o Technische beperkingen t.b.v. combinatie waterberging en onbebouwde zone langs de leiding
 - o Technisch-economische afwegingen om meer berging te realiseren in de diepte (grotere waterschijf) door meer op te hogen

Volgend overleg

- Aanstaande 10 juni, om 9.30 uur, locatie nader te bepalen.



Documentnummer VE-20080610

Verslag van De Hoge Hoek, watertoets
Vergaderdatum 10 juni 2008
Opgesteld door Paul van de Heuvel en Alfonso Gil Cantabrana
op 18 juni 2008

Aanwezig NOVAFORM: Paul van de Heuvel
AGEL: Guus Moret en Tom van Dessel
WATERSCHAP DE DOMMEL: Edwin Verhees
GEMEENTE: Alfonso Gil Cantabrana

Afwezig NOVAFORM: Marcel Horvers
WATERSCHAP DE DOMMEL: Nanette van de Ven

Kopie aan Aan- en afwezige; Annie Merx (GO/POV); Harry Smith (GO/STE)

Doel

Verder de mogelijkheden verkennen voor de wateropgave gericht op de watertoets.

Uit de notulen van Paul:

- De retentievoorziening (waterberging) is middels een wadi door Agel adviseurs in een voorstel uitgewerkt, de wadi wordt ten Noorden van het plangebied aangelegd, in het bestemmingsplan staat hier momenteel een Ecologische zone aangegeven. Zowel Edwin Verhees als Alfonso Gil Cantabrana zijn positief over het uitgewerkte voorstel en kunnen hiermee instemmen.
A. Gil Cantabrana geeft wel aan dat er nader overleg zal moeten plaatsvinden om de waterberging te combineren met een ecologische zone, zowel Agel adviseurs als Edwin Verhees geven te kennen dat e.e.a. zeer goed mogelijk is.
- De positie van de wadi uitgewerkt in het voorstel behoort momenteel niet direct tot het plangebied, het grondgebied echter is wel gemeentelijk eigendom. Volgende week dinsdag 17 juni uitgewerkt voorstel in planteamoverleg voorleggen.
- Bij nadere technische uitwerkingen van de waterhuishouding dient er rekening te houden geworden met een afvoer van de wadi naar een watergang ten Noorden gelegen van de wadi, Edwin Verhees stemt in om de afvoer op deze watergang aan te sluiten, hetgeen een goede technische oplossing is (bijkomend voordeel is dat het maaiveld een natuurlijk verloop kent naar beneden heeft richting de watergang).
- A. Gil Cantabrana adviseert om de bermsloot onder de wadi te laten vervallen om vermenging van de bermsloot en wadi te voorkomen in verband met het verschil van de waterkwaliteit, de bermsloot eindigen nabij de afbuiging van de rondweg. A. Cantabrane en Edwin Verhees stellen sowieso voor om bij de nadere uitwerking een duidelijk onderscheid te realiseren tussen de waterberging in de wadi, afkomstig van de wijk zelf, en het water afkomstig van de rondweg hetgeen te bergen in de bermsloot. Bij nadere uitwerking mogelijk ook overstortvoorziening opnemen voor de bermsloot.
- Spoorwadi van ProRail wordt verlengd tot afbuiging rondweg, door gemeente / Novaform in overleg treden met ProRail om goedkeuring te verkrijgen van ProRail zodat spoorwadi als bermsloot kan fungeren hetgeen als functie heeft het bezinken van hemelwater afkomstig van de rondweg.
- Edwin Verhees heeft een uitleg gegeven waarom het Waterschap heeft ingestemd met een hogere afvoercoëfficiënt dan eerst van uit gegaan werd, er is meer ingezoomd op de locatie/omgeving en hieruit blijkt dat er verantwoord een hogere afvoercoëfficiënt toegekend kan worden aan deze locatie.
- A. Gil Cantabrana gaat voorgestelde uitwerking positief adviseren richting het planteam.



- Edwin Verhees geeft aan gezien de grote te bergen wateropgave dat er mogelijkheden bestaan dat het Waterschap het onderhoud en beheer overneemt, e.e.a. nader afstemmen tussen Gemeente en Waterschap.

Aanvullingen van Alfonso:

- De functie *waterberging* wordt toegestaan in bestemmingsplan bij bestemming Groen, echter niet onder bestemming Ecologie. De beoogde 'combinatie' betekent dat in het kader van de planologische procedure verkend moet worden of de geclaimde ruimte voor deze twee bestemmingen elkaar niet bijten, en zo ja, welke alternatieven er zijn.
- Als de spoorwaaier niet voor de afwatering van de ontsluitingsweg wordt ingezet, kan kleiner zijn dan de afgebeelde dimensies: de wateropgave is hetzelfde als de rest van het plan, maar de betrokken oppervlakte is niet zo groot.
- Het verlengen van de spoorwaaier heeft als voordeel dat er een fysieke barrière komt tussen het plan en de spoorwaaier.
- Deze afwegingen en keuzes zijn de kern van de watertoets. Samen met de beschikbare bodem- en grondwatergegevens, de gemaakte globale berekeningen, enz. vormen ze de ingrediënten voor de waterparagraaf.

Volgend overleg

- Nog nader te bepalen, indien nodig.

BIJLAGE 5

Resultaten HNO-tool

Toetsinstrumentarium Hydrologisch Neutraal Ontwikkelen

Compenserende berging voor nieuw verhard gebied



Algemeen

Naam project:	BP Hoge Hoek
Contactpersoon initiatiefnemer:	Paul van de Heuvel
Datum:	04-11-2009

Kenmerken projectgebied

Bruto oppervlak projectgebied	130408	m ²
Bestaand verhard oppervlak	3771	m ²
Nieuw totaal verhard oppervlak	84860	m ²
Netto te compenseren oppervlak	81089	m ²
Hiervan is type 1 (volledig verhard)	81089	m ²
Hiervan is type 2 (semi-verhard)	0	m ²
Infiltratiepercentage semi-verhard oppervlak	50	%
Maaiveldniveau nieuw verhard oppervlak	12.0	m + NAP
GHG	10.7	m + NAP
Infiltratiesnelheid bodem	0.4	m/dag

Systeemeisen aan berging in projectgebied

Dimensies voorziening

Lengte voorziening	135.0	m
Talud voorziening (1:x)	3.0	
Maximale peilstijging (in normaal nat jaar)	0.3	m
Maximale peilstijging bij T=10 jaar scenario	0.4	m
Maximale peilstijging bij T=100 jaar scenario	0.5	m

Afvoercoëfficiënten voorziening

Afvoercoëfficiënt bij T=10 jaar scenario	0.87	l/s/ha
Afvoercoëfficiënt bij T=100 jaar scenario	1.74	l/s/ha

Resultaten

Totale benodigde berging in projectgebied

Berging voor infiltratie	847	m ³
Berging bij extreme neerslag T=10 jaar	3745	m ³
Berging bij extreme neerslag T=100 jaar	4881	m ³

Ontwerp infiltratievoorziening

Ruimtebeslag	2946	m ²
Maximale berging in normaal nat jaar	847	m ³
Maximale ledigingstijd in normaal nat jaar	18	uren
Berging bij extreme neerslag		
T=10 jaar	1142	m ³
T=100 jaar	1436	m ³

Ontwerp bergingsvoorziening voor extreme neerslagsituaties

Ruimtebeslag	9525	m ²
Berging bij T=10 jaar	3745	m ³
Berging bij T=100 jaar	4881	m ³
Afvoercapaciteit bij T=10 jaar	25.4	m ³ /uur

Berging 'tussen de stoepranden'

Berging bij T=100 jaar	183	m ³
------------------------	-----	----------------

Hydrologisch neutraal ontwikkelen

De waterschappen Aa & 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.

Contactpersoon

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

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

Toetsinstrumentarium Hydrologisch Neutraal Ontwikkelen

Compenserende berging voor nieuw verhard gebied

Toelichting



Neerslag die valt op verhard oppervlak wordt sneller naar het oppervlaktewater afgevoerd dan neerslag die op onverhard oppervlak valt. In het geval dat er verharding wordt aangelegd op een locatie waar eerst geen verharding aanwezig was, is er dus sprake van een versnelde lozing naar het oppervlaktewater. Dit heeft gevolgen voor de aanvulling van het grondwater en de afvoer uit het projectgebied bij neerslagsituaties. Deze gevolgen dienen gecompenseerd te worden door infiltratie en berging in het projectgebied.

Opmerkingen

<geen>

Hydrologisch neutraal ontwikkelen

De waterschappen Aa & 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.

Contactpersoon

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

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