

**Waterhuishoudkundig
onderzoek (incl. voorstel
waterparagraaf)**

Molenstraat 72 e.o. te
Meijel

Opdrachtgever
Croonen Adviseurs
mevrouw J. de Vrees
Postbus 435
5240 AK ROSMALEN

Adviesbureau
Geofox-Lexmond bv
Pegasusweg 2
Postbus 2205
5001 CE TILBURG
Tel. 013 - 4582161
Fax 013 - 4553089

Status
Definitief 1
Datum
25 oktober 2006
Projectnummer
20060513/MGRA
Referentienummer
20060513_b1RAP

Auteur
mevrouw ir. M.J. de Graaf

Paraaf:

Controle / vrijgave
de heer drs. B.L.H. ter Haar

Paraaf:



Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Huidige situatie inbreidingslocatie	2
	2.1 Algemene gegevens	2
	2.2 Waterhuishoudkundige situatie	3
	2.3 Bodemopbouw en grondwatersituatie	3
	2.4 Overige relevante aspecten	5
	2.5 Toekomstige invulling plangebied	5
3	Huidig beleid stedelijk waterbeheer	7
	3.1 Europees, landelijk en regionaal beleid	7
	3.2 Eisen en randvoorwaarden Waterschap Peel en Maasvallei	8
	3.3 Eisen en randvoorwaarden gemeente Meijel	8
4	Aanvullende veldwerkzaamheden	10
	4.1 Uitvoering veldonderzoek	10
	4.2 Veldwerkresultaten	11
5	Afwegingen in verwerking hemelwater	13
	5.1 (On)mogelijkheden voor afkoppeling van hemelwater binnen plangebied	13
	5.2 Noodzaak tot maaiveldophoging t.a.v. ontwatering	16
6	Dimensionering hemelwatersysteem	17
	6.1 Verwerking van huishoudelijk afvalwater	17
	6.2 Verwerking van hemelwater openbaar en particulier terrein	17
7	Samenvatting (de <i>waterparagraaf</i>)	20
	7.1 Aanleiding en doel	20
	7.2 Huidige situatie ontwikkelingsterrein	20
	7.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden watertoets	21
	7.4 Gewenste situatie inbreidingslocatie	22
Bijlagen		
1	1.1 Topografische ligging locatie	
	1.2 Huidige situatie plangebied met boor- en peilbuislocaties	
	1.3 Schets toekomstige situatie	
2	Boorbeschrijvingen	
3	Toelichting boorwerkzaamheden	
4	Toelichting en resultaten Hooghoudt-proeven	
5	Berekeningsresultaten waterberging op particuliere terrein	
6	Berekeningsresultaten waterberging op openbaar terrein	

1 Inleiding

In opdracht van Croonen Adviseurs heeft Geofox-Lexmond bv een waterhuishoudkundig onderzoek uitgevoerd voor een inbreidingslocatie in het noorden van de woonkern Meijel.

De aanleiding voor het laten opstellen van het waterhuishoudkundig plan (ook wel watertoets¹ genoemd) wordt gevormd door de voorgenomen herontwikkeling van de locatie. In het kader van artikel 19, lid 1 van de Wet op de Ruimtelijke Ordening dient voor deze herontwikkeling (en de daarmee gepaard gaande bestemmingswijziging) in de ruimtelijke onderbouw een *waterparagraaf* te worden opgenomen, waarin de mogelijkheden ten aanzien van infiltratie van regenwater worden onderzocht en een voorstel wordt gedaan voor het verwerken van regenwater op het terrein. Onderhavig waterhuishoudkundig plan vormt de basis voor de uiteindelijke *waterparagraaf*.

In het waterhuishoudkundig plan komen de volgende aspecten aan de orde:

- basisgegevens van de huidige (waterhuishoudkundige) situatie in en rondom het plangebied (hoofdstuk 2);
- het huidige landelijke, regionale en lokale beleid ten aanzien van waterbeheer (hoofdstuk 3);
- de uitvoering en resultaten van de (aanvullende) veldwerkzaamheden (hoofdstuk 4);
- de (on)mogelijkheden voor verwerking van hemelwater binnen het plangebied (hoofdstuk 5);
- een globaal ontwerp van het voorgestelde hemelwatersysteem (hoofdstuk 6);
- samenvatting van het uitgevoerde waterhuishoudkundige onderzoek (hoofdstuk 7).

¹ De watertoets is met ingang van 1 november 2003 wettelijk verplicht voor streekplannen, streekplanuitwerkingen, regionale en gemeentelijke structuurplannen, bestemmingsplannen en vrijstellingen op grond van artikel 19, eerste lid, van de Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO). De wijziging van het Besluit op de Ruimtelijke Ordening (Bro) per die datum schrijft een waterparagraaf voor als onderdeel van de genoemde ruimtelijke plannen en een directe betrokkenheid van de beheerder(s) van het oppervlaktewater bij opstelling van het bestemmingsplan. In de waterparagraaf dient een beschrijving te worden opgenomen van de wijze waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishouding (Bron: Landelijke Projectgroep Watertoets).

2 Huidige situatie inbreidingslocatie

2.1 Algemene gegevens

Onderstaande luchtfoto geeft een indruk van de huidige invulling van het terrein.

Luchtfoto van het te ontwikkelen terrein (Bron: ©2006 Google)



De topografische gegevens van het plangebied zijn weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1: Topografische informatie plangebied

locatiegegevens	
plaats	: Meijel
straat + huisnummer	: Molenstraat 72
gemeente	: Meijel
provincie	: Limburg
waterschap	: Waterschap Peel en Maasvallei
oppervlakte	: 6.900 m ² (0,69 ha)
coördinaten (centrum)	: X : 189.225 (± 60 m)
	Y : 373.525 (± 40 m)
	Z : circa 33,0 à 33,2 m + NAP ¹⁾

¹⁾ Afgeleid van rioolputdekselhoogtes in aangrenzende Molenstraat

Het te beschouwen terrein bevindt zich in het noorden van de woonkern Meijel en heeft een bruto oppervlak van circa 6.900 m². Op dit moment vinden op het terrein agrarische bedrijfsactiviteiten plaats. Naast een aantal stallen en schuren bevindt zich op het oostelijke terreindeel een woonboerderij. Het westelijke terreindeel is onverhard en in gebruik als weiland / moestuin. Verder is een gedeelte van het erf verhard met beton. Het percentage aan verharding (bebouwing en terreinverharding) bedraagt op dit moment ongeveer 25% (1.700 m²). De huidige maaiveldhoogte bedraagt gemiddeld ongeveer 33,0 m + NAP (afgeleid van rioolputdekselhoogtes in de aangrenzende Molenstraat).

De geografische ligging van de onderzochte locatie is weergegeven in bijlage 1.1.

2.2 Waterhuishoudkundige situatie

2.2.1 Riolering

Zowel de regenwaterafvoer als het huishoudelijk afvalwater van het betreffende perceel komt op dit moment in het gemeentelijk rioolstelsel in de Molenstraat terecht. Aangezien het hier een gemengd rioolstelsel betreft, wordt het relatief schone regenwater tezamen met het vuile afvalwater in noordwestelijke richting afgevoerd naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). De b.o.b.-hoogte van dit riool ter hoogte van de Molenstraat 72 varieert van 31,0 m + NAP aan de westzijde van het terrein tot 31,3 m + NAP aan de oostzijde (ter hoogte van de woonboerderij).

2.2.2 Oppervlaktewater

In de nabijheid van de inbreidingslocatie bevindt zich geen oppervlaktewater. Het regenwater (hemelwater) dat op de onverhard terreindelen valt zal indirect – via aanvulling van het grondwater – richting het oppervlaktewater in het buitengebied worden afgevoerd.

2.3 Bodemopbouw en grondwatersituatie

2.3.1 Bodemopbouw

Volgens de gegevens, opgenomen in de databank REGIS van TNO-NITG wordt de bodem in de omgeving van de inbreidingslocatie tot minimaal 3,5 m-mv voornamelijk gevormd door de Formatie van Boxtel. Deze afzetting bestaat uit matig siltig, matig fijn zand. Hieronder bevindt zich een goed doorlatend, grindhoudend zandpakket (Formatie van Beegden), die ter plaatse reikt tot een diepte van circa 15 m. In tabel 2.2 is schematisch de globale geologische bodemopbouw weergegeven. De verschillende afzettingen zijn van boven naar beneden weergegeven (respectievelijk van jong naar oud).

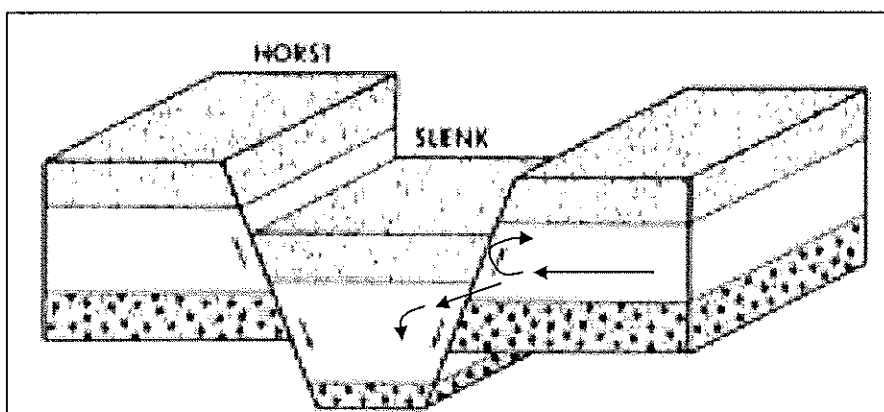
Tabel 2.2: Regionale bodemopbouw omgeving Molenstraat

diepte (m-mv)	formatienaam	samenstelling	geohydrologische eenheid
0 - 3,5 ¹	Boxtel	matig fijne, leemhoudende zanden	freatisch pakket
3,5 - 15	Beegden	grof zandige afzettingen met grind	1° watervoerend pakket
> 15	Waalre	fijne zanden en klei- en leemlagen	1° scheidende laag

¹ Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 58A (Dienst Grondwaterverkenning TNO, november 1974) en databank REGIS van TNO-NITG

Aan de hand van de bodemdoorlatendheidskaart van Waterschap Peel en Maasvallei wordt de doorlatendheid van de afdekkende zandlaag aan de noordzijde van Meijel geschat op circa 1,5 m/dag. Gelet op de dikte van de deklaag (slechts 3 à 4 m) en de samenstelling van het onderliggend zandpakket (grove, grindhoudende zanden), worden in laatstgenoemd zandpakket (veel) hogere waarden van doorlatendheid verwacht. De Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 58A (Dienst Grondwaterverkenning TNO, november 1974) geeft hiervoor een waarde van > 30 m/dag.

Op geringe afstand ten westen van de te beschouwen locatie bevindt zich een belangrijke geologische breuklijn (Peelrandbreuk)² die globaal van zuidoost naar noordwest loopt. Deze breuk is ontstaan doordat delen van de aardkorst ten opzichte van elkaar omhoog zijn geduwd (de Peelhorst) en andere delen juist omlaag zakken (de Centrale slenk). De globale stromingsrichting van het grondwater ter plaatse van de hoger gelegen Peelhorst is westelijk (dwars op de Peelrandbreuk). Door het verschil in samenstelling van de aardlagen aan weerszijden van de breuklijn stagneert de grondwaterstroming en vindt opstuwing van grondwater plaats (het zogenaamde *wijstverschijnsel*). Direct ten oosten van de breuk is de opstuwing het sterkst en is sprake van hoge grondwaterstanden. Op deze natte plaatsen komt lokaal veen voor. Op grotere afstand van de breuk wordt het geleidelijk droger en neemt de mate van opstuwing af. Aan de westzijde van de breuklijn vindt geen opstuwing plaats, zodat (hooggelegen) natte en (laaggelegen) droge gronden vlak naast elkaar voorkomen (bron: o.a. Waterschap de Aa, *Brabantse wijstgronden in beeld*, september 2003). Een doorsnede van de breuklijn en de specifieke grondwaterstromingen is schematisch weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1: Schematische weergave Peelrandbreuk en grondwaterstromingen

Bron: Waterschap de Aa, *Brabantse wijstgronden in beeld*, figuur 1, september 2003

2.3.2 Grondwaterstand en doorlatendheid

Om de vraag te beantwoorden of infiltratie en berging van hemelwater mogelijk is en op welke wijze dat dan het beste gerealiseerd kan worden, moet naast de bodemsamenstelling ook de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bekend zijn. Voor vaststelling van de grondwaterfluctuatie ter plaatse zijn de volgende informatiebronnen geraadpleegd:

- Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 58A;
- grondwatertrappen, opgenomen in de Bodemkaart van Nederland (kaartblad 58A, Meijel);
- historische grondwaterstandmetingen in nabijgelegen, representatieve peilbuizen, opgenomen in het landelijke meetnet van TNO-NITG.

Op basis van de Grondwaterkaart van Nederland is de regionale stromingsrichting van het grondwater in het eerste watervoerend pakket (3,5 – 15 m-mv) vastgesteld. Deze blijkt zuidwestelijk te zijn (richting de voornoemde Peelrandbreuk). Het verhang is circa 1 meter per 500 meter.

² De exacte ligging van deze breuklijn is niet bekend. Enkele van de geraadpleegde bronnen geven aan dat de betreffende inbreidingslocatie zich nog net in de lager gelegen Roerdalslenk bevindt. Uit andere bronnen blijkt de Peelrandbreuk ten westen van de inbreidingslocatie te liggen, zodat de locatie in het gebied de Peelhorst komt te liggen. In deze rapportage is uitgegaan van TNO-boringen met codes B58A0094 en B58A0068 en de gegevens, opgenomen in het Provinciale Ontwikkelingsplan van Limburg (POL). Deze gegevens komen overeen met de in het veld aangetroffen bodemopbouw.

In de Bodemkaart van Nederland is voor het buitengebied informatie opgenomen over de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstand in de deklaag (vastgesteld in de periode 1960-1970). Binnen het ontwikkelingsterrein blijkt sprake te zijn van grondwatertrap VII. De GHG bij een dergelijke grondwatertrap bevindt zich tussen 0,8 en 1,4 m-mv. De GLG wordt hier dieper dan 1,2 m-mv verwacht. Als gevolg van maaiveldophogingen, afgravingen en wijzigingen in het grond- en oppervlaktewaterbeheer zal het huidige beeld in meer of mindere mate afwijken van de situatie, gepresenteerd in de Bodemkaart.

Op enige afstand (circa 500 m) ten noordnoordoosten van de inbreidingslocatie bevinden zich twee peilbuizen van het landelijk meetnet van TNO-NITG (codes B58A0068 en B58A0094). Het betreft in beide gevallen een peilbuis met filterstelling in het 1^e watervoerende pakket (25,42 – 24,42 m + NAP respectievelijk 24,10 – 23,10 m + NAP). Gedurende de periode januari 1995 tot en met december 2001 is tweewekelijks de grondwaterstand in deze peilbuizen bepaald. Aan de hand van deze metingen, rekening houdend met de grondwaterstromingsrichting (noordwestelijk) en het verhang (1:500), is een inschatting gemaakt van de gemiddeld hoogste, gemiddelde en gemiddeld laagste grondwaterstand ter hoogte van de inbreidingslocatie. Deze is vastgesteld op circa 30,9, 30,5 respectievelijk 30,0 m + NAP (circa 2,1, 2,5 respectievelijk 3,0 m-mv).

2.4 Overige relevante aspecten

De inbreidingslocatie bevindt zich binnen *bestaand stads- en dorpsgebied*. Omdat het bebouwd gebied betreft en in dit gebied onvoldoende bodemkundige informatie voorhanden is, is aan de locatie geen archeologische verwachtingswaarde toegekend. Het gebied rondom de woonkern Meijel wordt in het provinciaal omgevingsplan gekarakteriseerd als gebied met een hoge archeologische verwachtingswaarde. De kans dat archeologische waarden in de bodem aanwezig zijn wordt in dergelijke gebieden vrij hoog geacht. Tenslotte is de locatie binnen een zogenaamde *bufferzone verdroging* gelegen. Bij de provincie Limburg ligt voor gebieden binnen deze zone de nadruk op de uitvoering van hydrologische maatregelen ter voorkoming en/of beperking van verdroging.

2.5 Toekomstige invulling plangebied

Van Dun Advies is voornemens op het terrein een aantal woningen en een toegangsweg te realiseren. De woonboerderij zal hierbij worden gehandhaafd. Met onderhavige ontwikkeling wijzigt het gebruik van het terrein (momenteel agrarisch) en wordt deze geschikt gemaakt voor woningbouw. De wijziging van de verhardingssituatie als gevolg van deze ontwikkeling is weergegeven in tabel 2.3. Hierbij is de tekening *Verkavelingsmodellen inbreidingslocatie Molenstraat 72 te Meijel*, opgesteld door Van Dun Advies bv (datum en tekeningnummer onbekend) als basis genomen. Als gevolg van de woningbouwontwikkeling neemt het totaal aan verhard oppervlak toe tot circa 4.650 m². Een klein gedeelte hiervan (250 m²) betreft het dakoppervlak van de te behouden woonboerderij. De waterhuishoudkundige situatie ter plaatse van deze woonboerderij (o.a. afvoer van dakwater) zal worden gehandhaafd. Voor het overige verhard oppervlak (4.650 – 250 = 4.410 m²) zullen binnen het ontwikkelingsterrein compenserende maatregelen moeten worden getroffen voor het afstromende regenwater.

Onduidelijk is of en in hoeverre maaiveldophoging zal plaatsvinden. Gelet op de ligging van het terrein (in bewoond gebied), zullen de eventuele ophogingen waarschijnlijk beperkt blijven (tot enkele decimeters).

Tabel 2.3: Oppervlakteverdeling huidige en toekomstige situatie¹⁾

beschrijving	oppervlakte (m ²)	
	huidige situatie	toekomstige situatie
verhard oppervlak²⁾		
dakoppervlak woonboerderij (blijft gehandhaafd)	240 (3%)	240 (3%)
dakoppervlak stallen en schuren / overige woningen	1.140 (17%)	1.130 (16%)
oppervlak particuliere terreinverhardingen	320 (5%)	2.250 (33%)
oppervlak verhard buitenterrein (toegangsweg en parkeerplaatsen)		1.030 (15%)
onverhard oppervlak		
tuin of weiland	5.200 (75%)	2.250 (33%)
totaal	6.900 (100%)	6.900 (100%)

¹ E.e.a. op basis van de verkavelingsmodellen, opgesteld door Van Dun Advies.

² Aangenomen is dat 50% van het particuliere terrein (voor- en achtertuin) is verhard en is aangesloten op een buffervoorziening.

3 Huidig beleid stedelijk waterbeheer

3.1 Europees, landelijk en regionaal beleid

Het beleid van de rijksoverheid op het gebied van duurzaam watergebruik in Nederland is ontwikkeld in een aantal nota's en beleidsplannen:

- Vierde Nota Waterhuishouding, NW4 (1998);
- Europese Kaderrichtlijn Water, KRW (2000);
- Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening, NRO5 (2002).
- Nationaal Bestuursakkoord Water (2003);
- Decemhernota KRW/WB21 (2005);
- Nota Ruimte "Ruimte voor ontwikkeling" (2006)

Momenteel zijn binnen Nederland bij ruimtelijke plannen ten aanzien van de waterhuishoudkundige invulling de volgende algemene eisen en voorwaarden van kracht:

- de toekomstige effecten van ingrepen in de huidige waterhuishoudkundige situatie dienen in alle gevallen *hydrologisch neutraal* te zijn. Dat wil zeggen, dat in de toekomstige situatie op waterhuishoudkundig gebied in elk geval geen negatieve effecten mogen optreden wanneer veranderingen in de huidige situatie worden aangebracht;
- bovenstaand punt impliceert dat volstaan kan worden met een gelijkblijvende waterhuishoudkundige toestand. Echter in het kader van de verwachte klimaatveranderingen wordt de waterhuishouding van bestaande stedelijke gebieden verder op de proef gesteld. Het huidige beleid stimuleert dan ook dat in nieuw te ontwikkelen woongebieden naar duurzame oplossingen gekeken wordt;
- de wettelijke voorkeursvolgorde voor de berging van hemelwater (regenwater) in de toekomstige situatie is achtereenvolgens: a) hergebruik voor huishoudelijke doeleinden of bedrijfsdoeleinden, b) infiltratie in de (boven)grond, c) lozen op het oppervlaktewater en d) afvoeren via de riolering van een (verbeterd) gescheiden rioolstelsel;
- het begrip *hydrologisch neutraal* heeft niet alleen betrekking op kwantitatieve, maar ook op kwalitatieve aspecten van de waterhuishouding in de toekomstige situatie. Veranderingen die een negatief effect hebben op de kwaliteit van het grondwater en/of het oppervlaktewater zijn niet toegestaan;
- bij het zoeken naar oplossingsrichtingen voor het hergebruik of de berging van hemelwater moet primair binnen de eigen plangrenzen gekeken worden. Alleen in bijzondere gevallen kan naar oplossingsmogelijkheden buiten de eigen grenzen gezocht worden. Dit dient in overleg met de gemeente, het waterschap en/of de provincie Noord-Brabant te geschieden;
- aan het buitengebied rondom de woonkern Meijel is een hoge archeologische verwachtingswaardering toegekend. Voor dergelijke gebieden wordt de kans op de aanwezigheid van archeologische waarden in de bodem vrij hoog geacht. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij (grootschalige) graafwerkzaamheden;
- de locatie bevindt zich binnen een zogenaamde *bufferzone verdroging* (Provinciaal Omgevingsplan Limburg, 2001). Bij de provincie Limburg ligt voor gebieden binnen deze zone de nadruk op de uitvoering van hydrologische maatregelen ter voorkoming en/of beperking van verdroging. Binnen deze gebieden wordt het toepassen van maatregelen ter bevordering van infiltratie gestimuleerd;
- de algemeen geldende norm met betrekking tot de ontwateringsdiepte³ in woongebieden is 0,7 meter. Ook voor kabels en leidingen geldt een ontwateringsdiepte van 0,7 m. In geval van kruipruimteloze woningen kan worden volstaan met een ontwateringsdiepte van minimaal 0,5 m;

³ de ontwateringsdiepte is het hoogteverschil tussen het toekomstige straat- of vloerpeil en de (gemiddeld hoogste) grondwaterstand

- voor de drooglegging⁴ wordt binnen woongebieden bij een droge situatie een waarde van 1,0 meter aangehouden.

3.2 Eisen en randvoorwaarden Waterschap Peel en Maasvallei

Met betrekking tot het waterbeheer in nieuwbouwprojecten heeft Waterschap Peel en Maasvallei een aantal eisen vastgesteld (bron: hoofdstuk 7.4 en bijlage van *Bestemmingsplan Kern Meijel* en telefonisch en digitaal contact met mevrouw Moonen, Waterschap Peel en Maasvallei d.d. 28 september 2006):

- binnen het plangebied dient in ieder geval een gescheiden riolering te worden aangelegd. Het regenwaterriool moet worden voorzien van een (nood)overstort;
- bij nieuwe ontwikkelingen moet worden voorkomen dat zowel binnen als buiten het betreffende terrein wateroverlast ontstaat. Door gebruik te maken van de potenties van het gebied (zoals maximaal benutten van infiltratiecapaciteit⁵) zal voldoende ruimte aanwezig moeten zijn voor het beperken van het risico van wateroverlast;
- bovengrondse afvoer van regenwater richting de buffervoorziening verdient te voorkeur ten opzichte van ondergrondse afvoer. Hiermee wordt de belevingswaarde van water en de bekendheid met het actuele waterbeleid in Nederland voor de toekomstige bewoners vergroot;
- de noodzakelijke berging moet zoveel mogelijk binnen het onderzoeksterrein worden gerealiseerd. In uitzonderlijke gevallen kan – in overleg met het waterschap en de provincie – worden gekeken naar oplossingsmogelijkheden buiten de eigen perceelsgrenzen;
- de gewenste situatie dient te worden getoetst aan een regenbui die eens in de 10 jaar voorkomt (T10-regenbui);
- gedurende een T10-regenbui bedraagt de minimale drooglegging ten opzichte van het bouwpeil 0,5 à 0,6 m;
- de maximale afvoer vanuit nieuw stedelijk gebied bedraagt 1,0 l/s/ha;
- binnen het plangebied is hoogstwaarschijnlijk sprake van *wijstwater* (opgestuwd grondwater). Het waterschap schrijft echter geen specifieke richtlijnen voor ter behoud van dit *wijstwater*;
- bij het realiseren van nieuwbouwplannen wordt sterk de voorkeur gegeven aan het gebruik van niet-uitloogbare bouwmaterialen. Dit komt de kwaliteit van het af te koppelen hemelwater ten goede. Als toch uitloogbare materialen worden toegepast, wordt geadviseerd deze te bedekken met een coating om verontreiniging van het regenwater te voorkomen.

3.3 Eisen en randvoorwaarden gemeente Meijel

De gemeente Meijel stelt ten aanzien van het nieuwbouwproject in ieder geval de volgende eisen (bron: paragraaf 7.4 en bijlage van *Bestemmingsplan Kern Meijel* en telefonisch en digitaal contact met de heer Buist, gemeente Meijel d.d. 6 en 9 oktober 2006):

- de belangrijkste voorwaarde die de gemeente Meijel voor het betreffende terrein stelt is dat het afstromende regenwater van dakoppervlakken en van achtertuinen op het eigen perceel dient te worden opgevangen en ter plaatse in de bodem dient te worden geïnfiltreerd. Eventueel kan het regenwater van voortuinen (oprit) richting de openbare weg afstromen;

⁴ de drooglegging is het hoogteverschil tussen het toekomstige straat- of vloerpeil en de waterstand in open watergangen of –partijen

⁵ Bij het vaststellen van de benodigde bergingscapaciteit moet worden gerekend met de helft van de in het veld gemeten doorlatendheid.

- het afvalwater vanuit de toekomstige nieuwbouwlocatie dient in ieder geval gescheiden aangeleverd te worden aan het gemeentelijk riool in de Molenstraat. De b.o.b.-hoogte van dit riool ter plaatse van huisnummer 72 bedraagt 31,3 m+NAP;
- het vuilwaterriool moet uitgevoerd worden in grijze buizen, het regenwaterriool dient in bruine buizen te worden uitgevoerd;
- gelet op de geringe omvang van de te ontwikkelen locatie en de hoge investeringskosten, zal de gemeente Meijel geen nadere regelgeving vaststellen voor het (her)gebruik van regenwater. De gemeente zal eigen initiatieven voor hergebruik van regenwater, zoals het toepassen van regentonnen of een meer uitgebreide eigen voorziening, stimuleren;
- het ontstaan van puntbronnen en diffuse verontreinigingen van oppervlaktewater moet worden geminimaliseerd. Potentiële verontreinigingsbronnen, zoals toepassing van chemische bestrijdingsmiddelen bij beheer van verhardingen en openbaar groen, toepassing van uitloegbare bouwmaterialen (zink, lood en koper) en het gebruik van wegzout, worden op ontwikkelingslocaties zoveel mogelijk geweerd;
- de openbare ruimte (toegangsweg en parkeervoorzieningen) wordt na afronding van de bouw overgedragen aan de gemeente. Het beheer van en onderhoud aan de riolering, de openbare weg en het openbare groen komt hiermee in handen van de gemeente.

4 Aanvullende veldwerkzaamheden

4.1 Uitvoering veldonderzoek

De veldwerkzaamheden zijn onder certificaat uitgevoerd conform de vigerende versie van de BRL SIKB 2000 en bijbehorende VKB-protocollen. Een algemene toelichting op de werkwijze bij het verrichten van boringen is weergegeven in bijlage 3.

De mogelijkheid tot het infiltreren van hemelwater in de bodem op de locatie is onder andere afhankelijk van de grondwaterstand en de waterdoorlatendheid van de bodem in de onverzadigde zone ter plaatse. Aangezien op basis van de beschikbare gegevens onvoldoende inzicht is in de grondwatersituatie en in de waterdoorlatendheid zijn verspreid over het terrein de volgende veldwerkzaamheden verricht (in combinatie met het uitgevoerde milieukundige onderzoek)⁶:

- het verrichten van 12 boringen tot circa 0,5 m-mv, 3 boringen tot circa 2,0 m-mv, en één boring tot circa 4,0 m-mv. Ter bepaling van de bodemgesteldheid in het onderzoeksgebied is de uit de boringen vrijgekomen grond conform de NEN-5104 geclassificeerd (vaststellen bodemopbouw);
- het uitvoeren van twee veldproeven (Hooghoudt-proef) ter vaststelling van de doorlatendheid van de bodem in de onverzadigde zone;
- het afwerken van de diepe boring met een peilbuis. In deze peilbuis is één week na plaatsing de grondwaterstand bepaald.

Het verrichten van de boringen en het plaatsen van de peilbuis heeft plaatsgevonden op 29 augustus 2006. De grondwaterstand is gemeten op 6 september 2006. De situering van de boorpunten en peilbuis is weergegeven in bijlage 1.2.

Op basis van de Hooghoudt-proeven wordt een indicatie verkregen van de doorlatendheid van de bodem in de onverzadigde zone.

Toelichting in-situ doorlatendheidsmeting (Hooghoudt-proef)

Om inzicht te krijgen in de verzadigde doorlatendheid (infiltratiesnelheid) van de bodem in de onverzadigde zone, is in drie boringen de zogeheten Hooghoudt-proef, ook wel Porchet-proef genaamd, uitgevoerd. Bij deze methode wordt een indicatie over de doorlatendheid van het bodemmateriaal rondom het boorgat verkregen uit het verloop van de daling van de waterstand in de tijd, nadat in korte tijd het boorgat tot een bepaald niveau is gevuld met water. Opgemerkt wordt dat de actuele grondwaterstand op de locatie zich nog onder de onderkant van het boorgat dient te bevinden.

In de bijlage 4 is een toelichting gegeven op voornoemde gehanteerde methodiek.

⁶ Geofox-Lexmond bv, ref.nr. 20060513_a1RAP, 21 september 2006

4.2 Veldwerkresultaten

4.2.1 Bodemopbouw

In bijlage 2 is de bodemopbouw van het onderzochte terrein in de vorm van boorbeschrijvingen aangegeven. De in het veld aangetroffen bodemopbouw is tevens schematisch weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1: Globale bodemopbouw ontwikkelingslocatie

diepte (m - mv)	classificatie	opmerkingen
maalveld - 0,6 à 1,3	matig siltig, zwak humeus, matig fijn zand	geroerd lokaal sporen baksteen en puin
0,6 à 1,3 - 3,5	matig siltig, matig fijn zand	ongeroid lokaal brokken leem / sterk leemhoudend
3,5 - 3,8 ¹⁾	matig siltig, sterk grindig, matig fijn zand	brokken leem

¹⁾ einde diepste boring

Uit de boorbeschrijvingen blijkt dat de horizontale variatie in de bodemsamenstelling binnen het plangebied redelijk klein is. De ongeroerde bodem bestaat tot minimaal 3,5 m-mv overwegend uit matig siltig, matig fijn zand. Hieronder is een sterke bijmenging met grind aangetroffen, dat vermoedelijk de overgangszone vormt van de afdekkende bodemlaag met het goed doorlatende 1^e watervoerende pakket. De uit het veldonderzoek resulterende bodemopbouw komt overeen met de beschrijvingen uit de Grondwaterkaart van Nederland en de data, opgenomen in Dinoloket.

4.2.2 Grondwaterstand

Op 6 september 2006 is de grondwaterstand in de geplaatste peilbuis vastgesteld op 2,87 m-mv (30,1 m + NAP). Het tijdstip van de meting (in een hydrologisch droge periode) doet vermoeden dat de meetwaarde overeenkomt met de voor het gebied geldende gemiddeld laagste grondwaterstand. Bovendien komt de gemeten waarde min of meer overeen met de voor het terrein geschatte gemiddeld laagste grondwaterstand (zie hiervoor paragraaf 2.3 op pagina 5). Tijdens hydrologisch natte perioden (over het algemeen in de maanden januari tot en met maart) zal het grondwaterpeil waarschijnlijk hoger zijn dan gemeten (tot circa 2,1 m-mv en 30,9 m + NAP).

4.2.3 Doorlatendheid

De berekeningsresultaten van de doorlatendheidsmetingen zijn weergegeven in tabel 4.2.

Tabel 4.2: Berekende doorlatendheid middels veldproef

peilbuisnr.	bodemsamenstelling	filtertraject (m-mv)	doorlatendheid (m/dag)	
			meting 1	meting 2
6	matig siltig, matig fijn zand	1,0 - 2,0	5,9	5,0
12	matig siltig, matig fijn zand	1,0 - 2,0	> 10	> 10

¹⁾ de boring bleek in het veld niet te verzadigen zijn. De berekeningsresultaten zijn in dit geval onvoldoende betrouwbaar voor het verkrijgen van een exacte waarde van de doorlatendheid. Wel is duidelijk dat hier sprake is van een zeer goede doorlatendheid van de bodem.

Op basis van de resultaten van de doorlatendheidsberekeningen is de doorlatendheid van de afdekkende bodemlaag (matig siltig, matig fijn zand) vastgesteld. Deze blijkt te variëren van 5,0

tot > 10 m/dag. Gelet op de bodemsamenstelling van de diepere ondergrond (vanaf circa 3,5 m-mv), zal de doorlatendheid van de bodem in diepte nog verder toenemen.

De in het veld gemeten waarde valt hoger uit dan de doorlatendheid van de bovengrond, vastgesteld door Waterschap Peel en Maasvallei en gepresenteerd in de bodemdoorlatendheidskaart van het waterschap (circa 1,5 m/dag).

5 Afwegingen in verwerking hemelwater

5.1 (On)mogelijkheden voor afkoppeling van hemelwater binnen plangebied

5.1.1 Algemeen

Op basis van de beschikbare gegevens en de uitgevoerde aanvullende veldwerkzaamheden (bodempopbouw en doorlatendheid) is voor het plangebied een uitspraak gedaan over de mogelijkheden ten aanzien van het afkoppelen van hemelwater. Hierbij wordt de wettelijke voorkeursvolgorde (infiltreren → bergen → afvoeren) als randvoorwaarde meegenomen. Dit betekent dat eerst onderzocht dient te worden of:

- het hemelwater plaatselijk in de bodem kan worden vastgehouden (infiltratie);
- indien de omstandigheden dit niet toelaten, dient onderzocht te worden of het water in (bijvoorbeeld) retentievoorzieningen of watergangen kan worden geborgen;
- pas daarna mag het water worden afgevoerd naar ander oppervlaktewater met als laatste mogelijkheid het rioolstelsel.

Door het afkoppelen van hemelwater van de riolering ontstaat ruimte in het DWA-riool om vuil afvalwater te transporteren, met als bijkomend voordeel: een hoger rendement van de waterzuivering. Voorwaarde voor infiltratie is dat het hemelwater voldoende schoon is. Dit is afhankelijk van o.a. de toepassing van duurzame materialen en extensief gebruik van verhardingen.

5.1.2 Mogelijkheid tot hergebruik van hemelwater binnen de perceelsgrenzen

De gemeente Meijel heeft aangegeven voor relatief kleine ontwikkelingslocaties geen nadere regelgeving vast te stellen voor hergebruikstoepassingen van regenwater. Ook voor de betreffende inbreidingslocatie wordt – met name in verband met de hoge investeringskosten en de mogelijke aanwezigheid van risicogroepen (ouderen en jonge kinderen) - het hergebruiken van regenwater niet wenselijk geacht.

5.1.3 Mogelijkheid tot toepassen van vegetatiedaken op geplande woningen

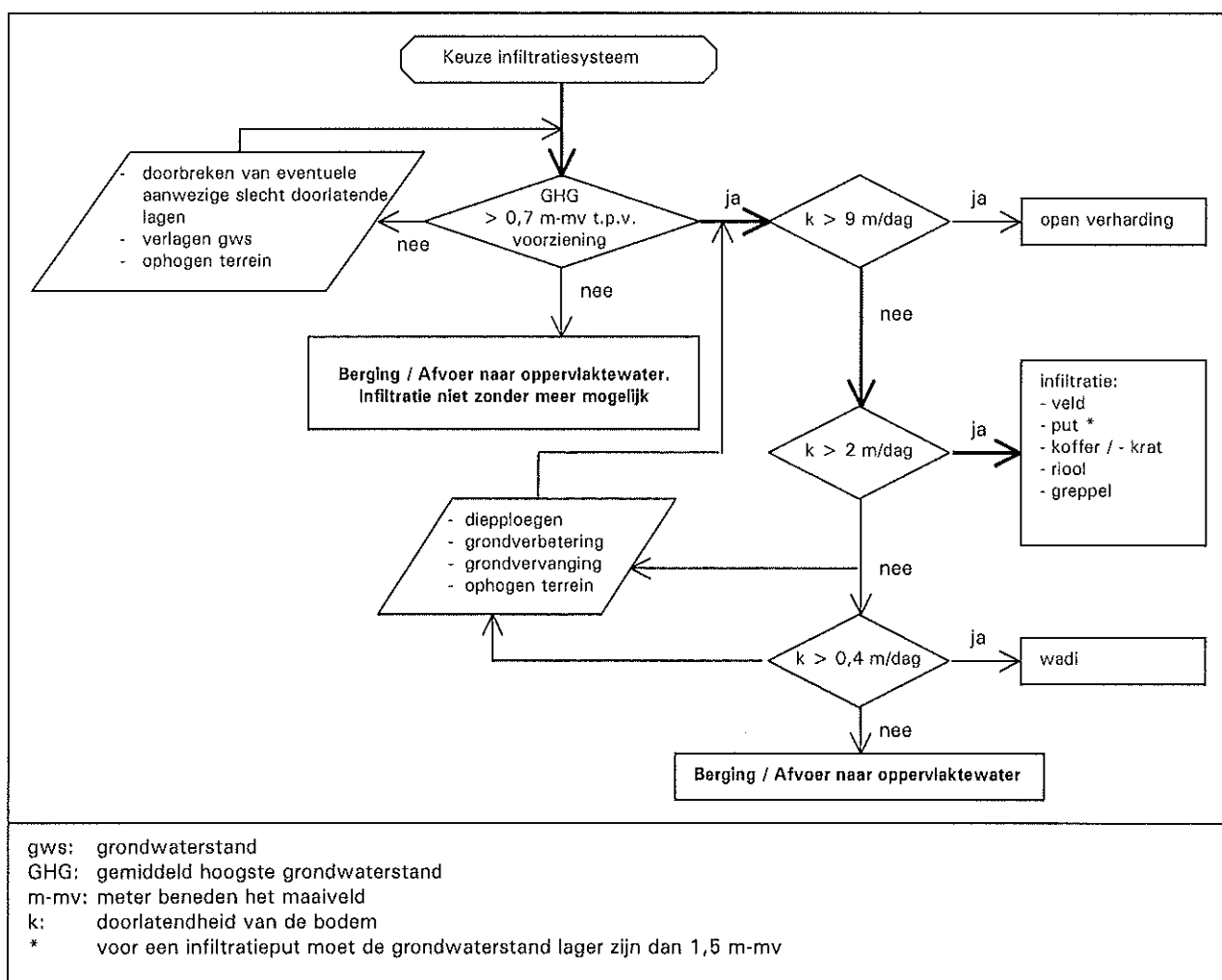
De haalbaarheid van het toepassen van vegetatiedaken op de geplande woningen is onder meer afhankelijk van de helling van het dak en de constructie van de betreffende woningen. Vegetatiedaken kunnen worden toegepast op hellende daken tot 20% (11°). Aangezien de geplande woningen op het terrein worden voorzien van daken met een helling van circa 100% (45°), wordt het toepassen van vegetatiedaken niet realiseerbaar geacht.

5.1.4 Mogelijkheid tot het infiltreren van hemelwater in de bodem

In figuur 5.1 is voor verwerking van hemelwater binnen een perceelsgrens schematisch de afweging tussen het wel of niet infiltreren in de bodem en de keuze van een bepaalde infiltratietechniek (op basis van de heersende grondwaterstand en de doorlatendheid van de bodem) weergegeven. Het betreft hier een algemene beslismethodiek. Ieder geval dient afzonderlijk beoordeeld te worden op basis van locatiespecifieke kenmerken (maatwerk).

De GHG is als eerste criterium toegepast bij de afweging tussen het infiltreren in de bodem, het bergen van het hemelwater, óf het afvoeren van hemelwater naar elders. Indien de GHG op de locatie hoger is dan 0,7 m-mv is infiltratie niet zonder meer mogelijk en blijven de volgende mogelijkheden over:

- het bergen van hemelwater op de locatie;
- het nemen van maatregelen ter verbetering van de geohydrologische omstandigheden;
- het afvoeren van het hemelwater naar elders.



Figuur 5.1: Selectieschema voor het bepalen van de (on)mogelijkheden om hemelwater in de bovengrond te infiltreren

Bron: ISSO-publicatie 70-1 mei 2002, pagina 39. Oorspronkelijke titel: *Mogelijkheden voor het gebruik van hemelwater*

Indien de doorlatendheid van de bodem (k-waarde) groter is dan 9 m/dag kunnen in principe alle typen infiltratievoorzieningen worden toegepast. Indien de verzadigde doorlatendheid van de onverzadigde zone kleiner is dan 9 m/dag, maar groter dan 2 m/dag, kunnen de infiltratietechnieken als een infiltratieveld, -koffer, -riool en -greppel goed worden toegepast. Indien de doorlatendheid van de bodem tussen de 2 en 0,4 m/dag ligt, kan het hemelwater, mits voldoende ruimte beschikbaar is, met behulp van een wadi (infiltratiegreppel met

infiltratiekoffers en drainage naar open water) in de bodem worden geïnfiltreerd. In geval van een doorlatendheid van minder dan 0,4 m/dag moet het infiltreren van hemelwater worden afgeraden.

De vetgedrukte pijlen in figuur 5.1 geven de te volgen weg aan, die specifiek geldt voor het ontwikkelingsterrein.

Uit de voor het terrein verwachte GHG (circa 2,1 m-mv) en de in figuur 5.1 weergegeven beslisboom volgt dat geen problemen worden verwacht voor het infiltreren van hemelwater in de bodem ten aanzien van de grondwaterstand.

Wat betreft de doorlatendheid van de zwak tot matig siltige, matig fijne zandlaag (variërend van 5 tot > 10 m/dag), worden volgens de beslisboom ook geen problemen verwacht ten aanzien van het infiltreren van hemelwater in de bodem middels een infiltratieveld, -riool, -krat, -koffer of middels een wadi. Het toepassen van infiltratie op de locatie is bovendien gewenst om een verdere verdroging van het gebied tegen te gaan en om het *wijstverschijnsel* zo min mogelijk nadelig te beïnvloeden.

Gelet op de locatiespecifieke omstandigheden (stedenbouwkundige invulling en grondwaterfluctuatie) en de beleidsregels van de gemeente en het waterschap wordt voorgesteld het dakwater en de terreinverhardingen aan de voorzijde van de woningen op te vangen in particuliere infiltratievoorzieningen. De openbare verhardingen kunnen worden aangesloten op een centrale infiltratievoorziening onder de openbare weg (zoals infiltratieriool). In overleg met de gemeente Meijel kan een gedeelte van het geborgen regenwater (vertraagd) worden afgevoerd naar het gemengde rioolstelsel in de Molenstraat. Het maximale afvoerdebiet is vastgesteld op 1,0 l/s/ha (overeenkomstig de landelijke afvoernorm, vastgesteld door Waterschap Peel en Maasvallei).

5.1.5 Mogelijkheid tot berging van hemelwater binnen het plangebied

De volgende stap in de voorkeursvolgorde, na hergebruik en infiltratie, is het bergen van hemelwater binnen het plangebied. Gezien de mogelijkheid tot het toepassen van infiltratie, wordt de aanleg van een bergingsvoorziening hydrologisch gezien niet wenselijk of noodzakelijk geacht.

5.1.6 Mogelijkheid tot afvoer van hemelwater op oppervlaktewater of riool

De hydrologisch minst gunstige wijze van verwerking van hemelwater is de afvoer ervan richting het oppervlaktewater of een (gescheiden) rioolstelsel. Wanneer infiltratie en berging van het hemelwater (bij bijvoorbeeld extreme regenval) niet afdoende blijken te zijn is afvoer van het hemelwater de enige alternatieve methode. Bij voorkeur vindt deze afvoer via het oppervlaktewater plaats. De afvoer van hemelwater via een gescheiden rioolstelsel is ook een mogelijkheid. Voor de geplande woningbouwontwikkeling vervalt deze optie, aangezien andere – gunstigere – oplossingsrichtingen voor handen zijn.



5.2 Noodzaak tot maaiveldophoging t.a.v. ontwatering

De noodzaak tot het ophogen van het terrein wordt bepaald door:

- de heersende grondwaterstand en de fluctuatie ervan over het jaar gezien;
- de algemeen geldende ontwateringsnorm in stedelijke gebieden;

Op grond van de regionale en lokale grondwatergegevens wordt een GHG verwacht van circa 2,1 m-mv (30,9 m + NAP). De ontwateringsnorm onder droge omstandigheden bedraagt 0,7 m ten opzichte van het straatpeil. Het ophogen van het maaiveld wordt dan ook niet noodzakelijk geacht om te kunnen voldoen aan de ontwateringsnorm.

6 Dimensionering hemelwatersysteem

6.1 Verwerking van huishoudelijk afvalwater

Binnen de inbreidingslocatie zal een gescheiden rioelstelsel worden gerealiseerd, waarbij het regenwater separaat van het huishoudelijk afvalwater zal worden afgevoerd naar een speciaal daarvoor aan te leggen buffervoorziening en worden geïnfiltreerd in de bodem. Het DWA-riool (bij voorkeur een vrijvervalleiding) zal worden aangesloten op het bestaande gemeentelijke riool in de Molenstraat. De b.o.b.-hoogte van DWA-riool dient te worden afgestemd op de b.o.b.-hoogte van het gemengd riool in de Molenstraat (31,3 m + NAP). Het aansluitpunt van de nieuwe verzamel-/inspectieput zal in overleg met de gemeente Meijel moeten worden vastgesteld.

6.2 Verwerking van hemelwater openbaar en particulier terrein

6.2.1 Scheiding openbare en particuliere verhardingen

Zoals reeds in paragraaf 3.3 is aangegeven, stelt de gemeente Meijel als eis dat het regenwater van openbare terreinverhardingen separaat dient te worden verwerkt van het regenwater, afkomstig van particuliere daken en (eventueel) terreinverhardingen. Het regenwater van laatstgenoemde verhardingen zal op het eigen terrein moeten worden opgevangen en worden verwerkt. Waar mogelijk dient het regenwater ter plaatse, bijvoorbeeld onder de oprit, in de bodem te worden geïnfiltreerd. Voor het verwerken van het regenwater, afkomstig van openbare terreinverhardingen (de openbare weg en parkeervoorzieningen), wordt gestreefd naar een infiltratieriool onder de weg.

In de volgende paragrafen wordt deze scheiding (openbaar versus particulier terrein) verder doorgezet. Voor beide terreindelen zal een voorstel worden gedaan voor de berging van hemelwater. Tevens wordt vastgesteld hoeveel regenwater geborgen dient te worden (rekening houdend met de infiltratiecapaciteit ter plaatse). Omdat in onderhavig nieuwbouwplan et diverse woningtypen zijn opgenomen, is voor de particuliere woonpercelen een eenheidsberekening uitgevoerd. Afhankelijk van de grootte van het dak en voortuin / inrit kunnen hiermee de benodigde hoeveelheid waterberging en de minimale afmetingen van de infiltratievoorziening worden verkregen.

6.2.2 Benodigde waterberging voor buffering particuliere verhardingen

Met inachtneming van de lokale geohydrologische karakteristieken, de eisen van het waterschap en de gemeente en de gewenste invulling van de locatie wordt voorgesteld het regenwater – afkomstig van particuliere dak- en terreinverhardingen – op eigen terrein op te vangen in een infiltratiekoffer (hoogte x breedte = 1,0 m x 1,0 m) en ter plaatse van de oprit te laten infiltreren in de bodem. Door te profiteren van de diepe grondwaterstand ter plekke (GHG ≈ 2,1 m-mv), kan een groot gedeelte van het geborgen regenwater in de bodem infiltreren en kan volstaan worden met een voorziening met beperkte omvang. Om het totaal aan regenwater te kunnen verwerken dient, in geval van een infiltratiekoffer van 1,0 m breed en 1,0 m hoog, per 100 m² aan verhard oppervlak rekening te worden gehouden met een lengte van minimaal **7 m**. Een toelichting op de bergingsberekening is opgenomen in bijlage 5 van deze rapportage.

Wanneer de infiltratiekoffers direct langs de openbare weg worden gesitueerd, zal tijdens een extreme regenbui (> T10-regenbui) het teveel aan regenwater richting de openbare weg worden afgevoerd (en uiteindelijk worden geleid naar het "openbare" infiltratiesysteem). Hierdoor wordt het risico van wateroverlast op de woonpercelen tot een minimum beperkt. Voorwaarde hierbij is natuurlijk wel dat het vloerpeil van de woningen hoger komt te liggen dan het straatpeil.

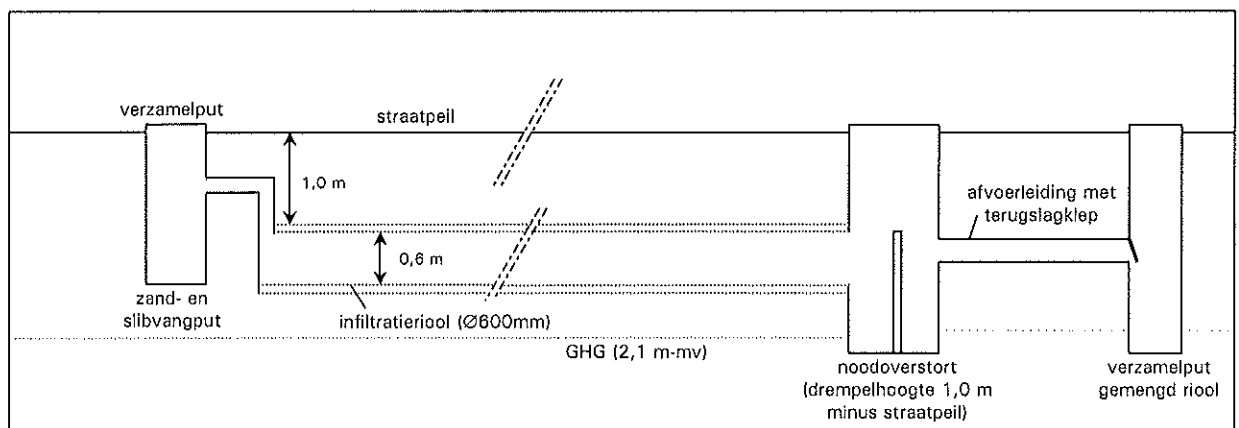
Als het regenwater dat op het dakoppervlak en de voortuin / inrit valt via een molgoot of lijnafwatering oppervlakkig richting de infiltratiekoffer wordt geleid, zal het hemelwater lange tijd (tot aan de opvangput) voor de betreffende bewoner(s) zichtbaar gehouden worden. Het gevaar bestaat echter, dat na verloop van tijd door bewoners ingrepen aan het oppervlakkig afvoerstelsel worden verricht. Dergelijke wijzigingen kunnen leiden tot een disfunctioneren van het infiltratiesysteem, met wateroverlast als mogelijk gevolg. Het is dus noodzakelijk om de toekomstige terreineigenaar in ieder geval vóór aankoop van de betreffende woning hiervan op de hoogte te stellen en te informeren over de mogelijkheden en beperkingen van dit systeem.

6.2.3 Benodigde waterberging voor buffering openbare terreinverhardingen

Voor het bergen en infiltreren van regenwater, afkomstig van de openbare terreinverhardingen, wordt voorgesteld een infiltratieriool onder de openbare weg aan te leggen dat middels een noodoverstort is aangesloten op het gemengd rioolstelsel in de Molenstraat. De benodigde capaciteit van het infiltratieriool wordt door een aantal factoren bepaald, te weten:

- het toekomstig aangesloten verhard oppervlak (circa 1.030 m²);
- de door Waterschap Peel en Maasvallei gehanteerde *maatgevende regenbui* bij nieuwbouwprojecten (een regenbui met een herhalingstijd van één maal per 10 jaar);
- de infiltratiecapaciteit van de bodem ter plaatse van het infiltratieriool (gerekend dient te worden met de helft van de in het veld gemeten doorlatendheid, in dit geval met 2,5 m/dag);
- de diameter van het infiltratieriool.

In geval van een infiltratieriool met een binnendiameter van 600 mm kan voor het verwerken van regenwater, afkomstig van het openbare terrein, worden volstaan met een rioollengte van 75 m.⁷ De bergingsberekeningen zijn in meer detail terug te vinden in bijlage 6 van deze rapportage. In navolgende figuur is het voorgestelde systeem schematisch weergegeven.



Figuur 6.1: Schematische weergave regenwatersysteem openbaar terrein

⁷ Voor een rioolbuis met diameter Ø400 mm is de minimale lengte berekend op 150 m. Echter gelet op het stedenbouwkundig ontwerp en de gunstige grondwatersituatie ter plaatse, wordt voor de inbreidingslocatie de voorkeur gegeven aan een buis met relatief grote diameter en een beperkte lengte.

Bij het ontwerp van het openbare infiltratiesysteem zijn verder de volgende zaken van belang:

- de onderzijde van de infiltratievoorziening dient nog boven de GHG te liggen (circa 2,1 m-mv);
- het regenwater vanuit de openbare weg zal middels een molgoot of lijnafwatering richting de infiltratieriolering worden geleid. De afmetingen van dit oppervlakkige afvoerstelsel dienen te worden afgestemd op de hoeveelheid af te voeren regenwater, afkomstig van de openbare terreinverhardingen;
- het afstromende regenwater wordt allereerst verzameld in opvangputten, die voorzien dienen te zijn van een zand- en slibvang. Op deze wijze worden de reguliere onderhoudswerkzaamheden zoveel mogelijk op één plaats geconcentreerd (namelijk de opvangput);
- het plaatsen van een (olie- en benzine)afscheider tussen het afvoerstelsel en de infiltratievoorziening wordt niet noodzakelijk geacht;
- de infiltratievoorziening wordt voorzien van een noodoverstort met afvoerleiding die aansluiting heeft op het gemengd rioolstelsel in de Molenstraat. Op deze wijze wordt voorkomen dat zelfs tijdens extreem natte perioden sprake zal zijn van wateroverlast in de voortuinen. Voorwaarde hierbij is dat de capaciteit van het gemengd riool voldoende is om deze vracht te kunnen verwerken. Om eventuele terugstroming van water vanuit het gemengd riool richting de infiltratievoorziening te verhinderen, dient de afvoerleiding te worden voorzien van een terugslagklep;
- tijdens een T100-regenbui zal bij voorgesteld infiltratiesysteem in theorie circa 13 m³ regenwater overstorten op het gemengd riool in de Molenstraat. Mocht de capaciteit van dit riool ontoereikend zijn, dan zal tijdelijk sprake zijn van een "water op straat"-situatie. Het regenwater zal via de verzamelputten omhoog komen en op de lagere terreindelen worden geborgen. Door de particuliere woonpercelen hoger aan te leggen dan het straatpeil, zal de wateroverlast zich beperken tot de openbare weg;
- voor een maximale benutting van de bergingscapaciteit van de ondergrondse voorziening zal de drempelhoogte van de noodoverstort gelijk moeten zijn aan de bovenzijde van de voorziening;
- om het voorgestelde infiltratiesysteem ook op langere termijn goed te laten functioneren is adequaat en regelmatig onderhoud aan het systeem noodzakelijk. Geadviseerd wordt om de beheer- en onderhoudstaken al in een vroeg stadium vast te stellen en met de betrokken instanties te communiceren.

7 Samenvatting (de *waterparagraaf*)

7.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Croonen Adviseurs heeft Geofox-Lexmond bv een waterhuishoudkundig plan opgesteld voor de geplande woningbouwontwikkeling aan de Molenstraat te Meijel. In het kader van de Wet op de Ruimtelijke Ordening dient voor deze herontwikkeling (en de daarmee gepaard gaande bestemmingswijziging) een waterhuishoudkundig onderzoek te worden verricht (de zogenaamde watertoets). De resultaten ervan zullen worden opgenomen in de *waterparagraaf*, die onderdeel vormt van de op te stellen ruimtelijke onderbouwing.

7.2 Huidige situatie ontwikkelingsterrein

7.2.1 Algemeen

Het te beschouwen gebied heeft een bruto oppervlak van circa 6.900 m² en is voor een groot gedeelte onverhard en in gebruik als weiland. Op het oostelijke terreindeel bevindt zich een woning met een aantal bijgebouwen (stallen en schuur). Verder is hier een gedeelte van het buitenterrein verhard met beton. Het percentage aan verharding (bebouwing en terreinverharding) bedraagt op dit moment ongeveer 25% (1.700 m²). De huidige maaiveldhoogte bedraagt gemiddeld ongeveer 33,0 m + NAP (afgeleid van rioolputdekselhoogtes in de aangrenzende Molenstraat).

7.2.2 Waterhuishouding

De Molenstraat is voorzien van een gemengd rioolstelsel. Het schone regenwater, afkomstig van de verharde terreinoppervlakken, komt op dit moment in het gemengde riool terecht en wordt tezamen met het vuile afvalwater in noordwestelijke richting afgevoerd naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). De b.o.b.-hoogte van dit riool ter hoogte van de Molenstraat 72 bedraagt 31,3 m + NAP.

In de nabijheid van de inbreidingslocatie bevindt zich geen oppervlaktewater. Het regenwater (hemelwater) dat op de onverhard terreindelen valt zal indirect – via aanvulling van het grondwater – richting het oppervlaktewater in het buitengebied worden afgevoerd.

7.2.3 Grondwater en bodemopbouw

Op geringe afstand ten westen van de te beschouwen locatie bevindt zich een belangrijke geologische breuklijn (Peelrandbreuk) die globaal van zuidoost naar noordwest loopt. Door het verschil in samenstelling van de aardlagen aan weerszijden van de breuklijn stagneert de grondwaterstroming en vindt opstuwing van grondwater plaats (het zogenaamde *wijstverschijnsel*). Direct ten oosten van de breuk is de opstuwing het sterkst en is sprake van hoge grondwaterstanden. Aan de westzijde van de breuklijn vindt geen opstuwing plaats, zodat (hooggelegen) natte en (laaggelegen) droge gronden vlak naast elkaar voorkomen. Door Waterschap Peel en Maasvallei worden geen specifieke richtlijnen voorgeschreven voor ter behoud van *wijstwater*.

Uit veldgegevens blijkt de bodem tot minimaal 3,5 m-mv voornamelijk te bestaan uit matig siltig, matig fijn zand. Dit afdekkende zandpakket betreft de Formatie van Boxtel. Hieronder bevindt zich een goed doorlatend, grindhoudend zandpakket (Formatie van Beegden), die ter plaatse reikt tot een diepte van circa 15 m.

Op basis van de Grondwaterkaart van Nederland is de regionale stromingsrichting van het grondwater in het eerste watervoerend pakket vastgesteld. Deze blijkt zuidwestelijk te zijn (richting voornoemde Peelrandbreuk). Het verhang is circa 1 meter per 500 meter. Middels grondwaterstandsmetingen in enkele nabijgelegen TNO-peilbuizen (beiden circa 550 m ten noordnoordoosten van de inbreidingslocatie) is de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstand (GHG respectievelijk GLG) ter plaatse van de inbreidingslocatie ingeschat op 30,9 respectievelijk 30,0 m +NAP (circa 2,1 respectievelijk 3,0 m-mv).

Aan de hand van de bodemdoorlatendheidskaart van Waterschap Peel en Maasvallei wordt de doorlatendheid van de bovengrond aan de noordzijde van Meijel geschat op circa 1,5 m/dag. Deze waarde ligt iets lager dan de doorlatendheid die voor de betreffende locatie is vastgesteld middels veldproeven (5,0 m/dag).

7.2.4 Overige relevante aspecten

De inbreidingslocatie bevindt zich binnen *bestaand stads- en dorpsgebied*. Omdat het bebouwd gebied betreft en in dit gebied onvoldoende bodemkundige informatie voorhanden is, is aan de locatie geen archeologische verwachtingswaarde toegekend. Het gebied rondom de woonkern Meijel wordt in het provinciaal omgevingsplan gekarakteriseerd als gebied met een hoge archeologische verwachtingswaarde. De kans dat archeologische waarden in de bodem aanwezig zijn wordt in dergelijke gebieden vrij hoog geacht. Tenslotte is de locatie binnen een zogenaamde *bufferzone verdroging* gelegen. Bij de provincie Limburg ligt voor gebieden binnen deze zone de nadruk op de uitvoering van hydrologische maatregelen ter voorkoming en/of beperking van verdroging.

7.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden watertoets

Bij de afwegingen met betrekking tot de afkoppeling van hemelwater en bij het ontwerp en dimensionering van het hemelwatersysteem is rekening gehouden met het landelijke beleid ten aanzien van stedelijk waterbeheer en de uitgangspunten, opgenomen in het vigerende bestemmingsplan (*Bestemmingsplan Kern Meijel*).

Ten behoeve van de uitwerking van het waterhuishoudkundig plan is uitgegaan van de eisen, randvoorwaarden, richtlijnen en voorkeuren van het Waterschap Peel en Maasvallei en de gemeente Meijel.

De belangrijkste eisen van het waterschap en de gemeente zijn:

1. gescheiden houden van vuil water en schoon hemelwater;
2. maximaal benutten van infiltratiecapaciteit, waarbij de particuliere verhardingen (in ieder geval het dakoppervlak) zoveel mogelijk op eigen terrein moet worden verwerkt;
3. hydrologisch neutraal bouwen, waarbij compenserende voorzieningen moeten worden gedimensioneerd op neerslaggebeurtenis van één maal per 10 jaar;
4. maximaal toelaatbare landelijke afvoer van 1,0 l/s/ha;
5. voorkomen van vervuiling.

7.4 Gewenste situatie inbreidingslocatie

7.4.1 Algemeen

Van Dun Advies is voornemens op het terrein een aantal woningen en een toegangsweg te realiseren. De woonboerderij zal hierbij worden gehandhaafd. Met onderhavige ontwikkeling wijzigt het gebruik van het terrein (momenteel agrarisch) en wordt deze geschikt gemaakt voor woningbouw. De wijziging van de verhardingssituatie als gevolg van deze ontwikkeling is weergegeven in navolgende tabel.

Tabel 7.1: Oppervlakteverdeling huidige en toekomstige situatie¹⁾

beschrijving	oppervlakte (m ²)	
	huidige situatie	toekomstige situatie
verhard oppervlak²⁾		
dakoppervlak woonboerderij (blijft gehandhaafd)	240 (3%)	240 (3%)
dakoppervlak stallen en schuren / overige woningen	1.140 (17%)	1.130 (16%)
oppervlak particuliere terreinverhardingen	320 (5%)	2.250 (33%)
oppervlak verhard buitenterrein (toegangsweg en parkeerplaatsen)		1.030 (15%)
onverhard oppervlak		
tuin of weiland	5.200 (75%)	2.250 (33%)
totaal	6.900 (100%)	6.900 (100%)

¹⁾ E.e.a. op basis van de verkavelingsmodellen, opgesteld door Van Dun Advies.

²⁾ Aangenomen is dat 50% van het particuliere terrein (voor- en achtertuin) is verhard en is aangesloten op een buffervoorziening.

Als gevolg van de woningbouwontwikkeling neemt het totaal aan verhard oppervlak toe tot circa 4.650 m². Een klein gedeelte hiervan (250 m²) betreft het dakoppervlak van de te behouden woonboerderij. De waterhuishoudkundige situatie ter plaatse van deze woonboerderij (o.a. afvoer van dakwater) zal worden gehandhaafd. Voor het overige verhard oppervlak (4.650-250=4.410 m²) zullen binnen het ontwikkelingsterrein compenserende maatregelen moeten worden getroffen voor het afstromende regenwater.

Onduidelijk is of en in hoeverre maaiveldophoging zal plaatsvinden. Gelet op de ligging van het terrein (in bewoond gebied), zullen de eventuele ophogingen waarschijnlijk beperkt (tot enkele decimeters) blijven.

7.4.2 (On)mogelijkheden m.b.t. verwerking van hemelwater

Hergebruik regenwater

Waterschap Peel en Maasvallei raadt het hergebruiken van regenwater binnen woonwijken middels een grootschalige, collectieve toepassing af. De aanwezigheid van risicogroepen (kleine kinderen en ouderen) is binnen woonwijken namelijk niet uit te sluiten. Het toepassen van individuele huishoudelijke hergebruiksystemen en het gebruik van een regenton (in combinatie met infiltratie / berging) wordt wel mogelijk geacht.

Toepassing vegetatiedaken

De haalbaarheid van het toepassen van vegetatiedaken op de geplande woningen is onder meer afhankelijk van de helling van het dak en de constructie van de betreffende woningen. Vegetatiedaken kunnen worden toegepast op hellende daken tot 20% (11°). Aangezien de geplande woningen op het terrein worden voorzien van daken met een helling van circa 100% (45°), wordt het toepassen van vegetatiedaken niet realiseerbaar geacht.

Infiltratie van regenwater

Ten aanzien van de grondwaterstand en grondwaterstandsfluctuatie op de inbreidingslocatie worden geen problemen verwacht voor het infiltreren van hemelwater in de bodem.

Wat betreft de doorlatendheid van de leemhoudende zandlaag (circa 5,0 m/dag), wordt volgens de beslisboom het infiltreren van hemelwater goed mogelijk geacht middels infiltratievelden, -kratten, -greppels of -riolen. Het toepassen van infiltratie op de locatie is bovendien gewenst om een verdere verdroging van het gebied tegen te gaan en om het *wijstverschijnsel* zo min mogelijk nadelig te beïnvloeden.

Gelet op de locatiespecifieke omstandigheden (stedenbouwkundige invulling en grondwaterfluctuatie) en de beleidsregels van de gemeente en het waterschap wordt voorgesteld het dakwater en de terreinverhardingen aan de voorzijde van de woningen op te vangen in particuliere infiltratievoorzieningen. De openbare verhardingen kunnen worden aangesloten op een centrale infiltratievoorziening onder de openbare weg (zoals infiltratieriool). In overleg met de gemeente Meijel kan een gedeelte van het geborgen regenwater (vertraagd) worden afgevoerd naar het gemengde rioelstelsel in de Molenstraat. Het maximale afvoerdebiet is vastgesteld op 1,0 l/s/ha (overeenkomstig de landelijke afvoernorm, vastgesteld door Waterschap Peel en Maasvallei).

Berging van regenwater en afvoer naar buitengebied

Gezien de mogelijkheid tot het toepassen van (bovengrondse) infiltratie, wordt de aanleg van een bergingsvoorziening (dus zonder toepassing van infiltratie) en het direct afvoeren van regenwater naar elders niet noodzakelijk geacht.

7.4.3 Kans op (grond)wateroverlast

In de huidige situatie (terreinhoogte circa 33,0 m + NAP) wordt ruimschoots voldaan aan de ontwateringsnorm (0,7 m ten opzichte van het straatpeil). Het ophogen van het maaiveld wordt dan ook niet noodzakelijk geacht.

7.4.4 Voorstel waterhuishoudkundige invulling

Verwerking van huishoudelijk afvalwater

Binnen de inbreidingslocatie zal een gescheiden rioelstelsel worden gerealiseerd, waarbij het regenwater separaat van het huishoudelijk afvalwater zal worden afgevoerd naar een speciaal daarvoor aan te leggen buffervoorziening en worden geïnfiltrerd in de bodem. Het DWA-riool zal worden aangesloten op het bestaande gemeentelijke riool in de Molenstraat. De b.o.b.-hoogte van DWA-riool dient te worden afgestemd op de b.o.b.-hoogte van het gemengd riool in de Molenstraat (31,3 m + NAP).

Verwerking van schoon regenwater, afkomstig van particuliere verhardingen

Met inachtneming van de lokale geohydrologische karakteristieken, de eisen van het waterschap en de gemeente en de gewenste invulling van de locatie wordt voorgesteld het regenwater – afkomstig van particuliere dak- en terreinverhardingen – op eigen terrein op te vangen in een infiltratiekoffer en ter plaatse van de oprit te laten infiltreren in de bodem. Door te profiteren van de diepe grondwaterstand ter plekke (GHG \approx 2,1 m-mv), kan een groot gedeelte van het geborgen regenwater in de bodem infiltreren en kan volstaan worden met een voorziening met beperkte omvang. Om het totaal aan regenwater te kunnen verwerken dient per 100 m² aan verhard oppervlak rekening te worden gehouden met een infiltratiekoffer (hoogte x breedte = 1,0 m x 1,0 m) met een lengte van 7 m.

Wanneer de infiltratiekoffers direct langs de openbare weg worden gesitueerd, zal tijdens een extreme regenbui (> T10-regenbui) het teveel aan regenwater richting de openbare weg worden

afgevoerd (en uiteindelijk worden geleid naar het "openbare" infiltratiesysteem), waardoor het risico van wateroverlast op de woonpercelen beperkt zal zijn.

Wanneer het regenwater dat op het dakoppervlak en de voortuin / inrit valt via een molgoot of lijnafwatering oppervlakkig richting de infiltratiekoffer wordt geleid, zal het hemelwater lange tijd (tot aan de opvangput) voor de betreffende bewoner(s) zichtbaar gehouden worden.

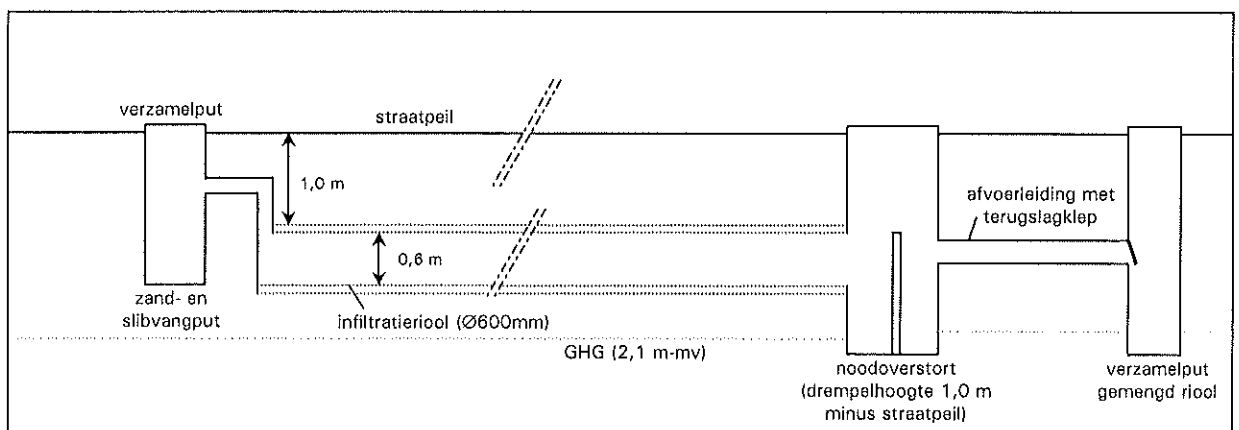
Om een optimale werking van het infiltratiesysteem ook op lange termijn te waarborgen, is het van belang dat aan de voorziening (en daarbijbehorende aanvoerstelsel) geen ingrepen worden verricht, zoals omleggen van aan- en afvoerleidingen en verplaatsing van (een gedeelte van) de voorziening. In dit geval is de terreineigenaar verantwoordelijk voor het functioneren van de voorziening. Deze dient dan ook in ieder geval vóór aankoop van de betreffende woning hiervan op de hoogte worden gesteld en te worden geïnformeerd over de mogelijkheden en beperkingen van dit systeem.

Verwerking van schoon regenwater, afkomstig van openbare terreinverhardingen

Voor het bergen en infiltreren van regenwater, afkomstig van de openbare terreinverhardingen, wordt voorgesteld een infiltratieriool onder de openbare weg aan te leggen dat middels een noodoverstort is aangesloten op het gemengd rioolstelsel in de Molenstraat. De benodigde capaciteit van het infiltratieriool wordt door een aantal factoren bepaald, te weten:

- het toekomstig aangesloten verhard oppervlak (circa 1.030 m²);
- de door Waterschap Peel en Maasvallei gehanteerde *maatgevende regenbui* bij nieuwbouwprojecten (een regenbui met een herhalingsijd van één maal per 10 jaar, ook wel een T10-regenbui genoemd);
- de infiltratiecapaciteit van de bodem ter plaatse van het infiltratieriool (gerekend dient te worden met de helft van de in het veld gemeten doorlatendheid, in dit geval met 2,5 m/dag);
- de diameter van het infiltratieriool.

In geval van een infiltratieriool met een diameter van Ø600 mm kan voor het verwerken van regenwater worden volstaan met een rioollengte van 75 m.⁸ In navolgende figuur is het voorgestelde systeem schematisch weergegeven.



Figuur 7.1: schematische weergave regenwatersysteem

⁸ Voor een rioolbuis met diameter Ø400 mm is de minimale lengte berekend op 150 m. Echter gelet op het stedenbouwkundig ontwerp en de gunstige grondwatersituatie ter plaatse, wordt voor de inbreidingslocatie de voorkeur gegeven aan een buis met relatief grote diameter en een beperkte lengte.

Bij het ontwerp van het openbare infiltratiesysteem zijn verder de volgende zaken van belang:

- de onderzijde van de infiltratievoorziening dient nog boven de GHG te liggen (circa 2,1 m-mv);
- het regenwater vanuit de openbare weg zal middels een molgoot of lijnafwatering richting de infiltratieriolering worden geleid. De afmetingen van dit oppervlakkige afvoerstelsel dienen te worden afgestemd op de hoeveelheid af te voeren regenwater, afkomstig van de openbare terreinverhardingen;
- het afstromende regenwater wordt allereerst verzameld in opvangputten, die voorzien dienen te zijn van een zand- en slibvang. Op deze wijze worden de reguliere onderhoudswerkzaamheden zoveel mogelijk op één plaats geconcentreerd (namelijk de opvangput);
- het plaatsen van een (olie- en benzine)afscheider tussen het afvoerstelsel en de infiltratievoorziening wordt niet noodzakelijk geacht;
- de infiltratievoorziening wordt voorzien van een noodoverstort met afvoerleiding die aansluiting heeft op het gemengd rioolstelsel in de Molenstraat. Op deze wijze wordt voorkomen dat zelfs tijdens extreem natte perioden sprake zal zijn van wateroverlast in de voortuinen. Voorwaarde hierbij is dat de capaciteit van het gemengd riool voldoende is om deze vracht te kunnen verwerken. Om eventuele terugstroming van water vanuit het gemengd riool richting de infiltratievoorziening te verhinderen, dient de afvoerleiding te worden voorzien van een terugslagklep;
- tijdens een T100-regenbui zal bij voorgesteld infiltratiesysteem in theorie circa 13 m³ regenwater overstorten op het gemengd riool in de Molenstraat. Mocht de capaciteit van dit riool ontoereikend zijn, dan zal tijdelijk sprake zijn van een "water op straat"-situatie. Het regenwater zal via de verzamelputten omhoog komen en op de lagere terreindelen worden geborgen. Door de particuliere woonpercelen hoger aan te leggen dan het straatpeil, zal de wateroverlast zich beperken tot de openbare weg;
- voor een maximale benutting van de bergingscapaciteit van de ondergrondse voorziening zal de drempelhoogte van de noodoverstort gelijk moeten zijn aan de bovenzijde van de voorziening;
- om het voorgestelde infiltratiesysteem ook op langere termijn goed te laten functioneren is adequaat en regelmatig onderhoud aan het systeem noodzakelijk. Geadviseerd wordt om de beheer- en onderhoudstaken al in een vroeg stadium vast te stellen en met de betrokken instanties te communiceren.

Bijlage 1: Situatietekeningen



Bijlage 2: Boorbeschrijvingen



Bijlage 3: Toelichting bodemonderzoek

Algemeen

In deze bijlage zijn de technische handelingen die worden verricht bij milieukundig bodem-onderzoek in het algemeen, beschreven en toegelicht. De veldwerkzaamheden worden uitgevoerd conform een intern kwaliteitssysteem dat voldoet aan de ISO-9001 en de VCA** normen (VeiligheidsChecklistAannemers). Dit kwaliteitssysteem is gebaseerd op de voorschriften die zijn opgenomen of waarnaar wordt verwezen in de volgende documenten van het ministerie van VROM: de "NEN 5740, Bodem. Onderzoeksstrategie bij verkennend onderzoek" (NNI, oktober 1999; ICS 13.080.01), het "Protocol voor het nader onderzoek deel 1 naar de aard en concentratie van verontreinigde stoffen en de omvang van bodemverontreiniging" (SDU uitgeverij Den Haag 1994; ISBN 90-12-08083-5), en de "Richtlijn nader onderzoek deel 1" (SDU uitgeverij Den Haag 1995; ISBN 90-12-08232-3). Het laboratoriumonderzoek is conform de normen uit de NEN 5740 of volgens gelijkwaardige methoden uitgevoerd.

Boorwerkzaamheden en bemonstering

Grond

Meestal worden boringen handmatig verricht met een zogenaamde edelmanboor. In andere gevallen wordt gebruik gemaakt van een guts, een zuigerboor of een pulsboor. In beton- of asfaltverhardingen worden met een diamantboor gaten geboord om de onderliggende bodem te kunnen bereiken. Regelmatig komt het voor dat losse verhardingsmaterialen zijn aangebracht (met name puin). Om die reden moeten boringen soms (gedeeltelijk) worden uitgevoerd met een puinboor, een slagbuts, een ramguts of een mechanische boorstelling.

De grondmonsters worden ter plaatse gekoeld bewaard in afgesloten glazen potten met een kunststof schroefdeksel.

Grondwater

In een boorgat kan een peilbuis worden geplaatst om grondwatermonsters te nemen. Peilbuizen zijn kunststof buizen die over een lengte van (meestal) een meter zijn geperforeerd. Het geperforeerde gedeelte (filter) wordt voorzien van een filterkous, om inspoeling van fijn bodemmateriaal te voorkomen. Afhankelijk van het onderzoeksdoel is het filter of onder het grondwaterniveau of snijdend met de grondwaterspiegel geplaatst. De peilbuis wordt direct na plaatsing afgepompt.

Voor het verkrijgen van een representatief grondwatermonster wordt de peilbuis afgepompt, direct na plaatsing en voorafgaand aan de monsternamen. Monsternamen vindt plaats na minimaal een week standtijd. Voor het afpompen en bemonsteren van het grondwater wordt gebruik gemaakt van een slangpomp. Per peilbuis wordt met een schoon stuk (siliconen)slang bemonsterd om contaminatie uit te sluiten. De grondwatermonsters worden gekoeld bewaard in luchtdicht afgesloten glazen flessen met kunststof schroefdop.

Zintuiglijk onderzoek

In het veld worden grond en grondwater zintuiglijk onderzocht. Het zintuiglijk onderzoek is te splitsen in:

- Lithologisch onderzoek, waarbij de opgeboorde grondsoorten worden geclassificeerd.
- Onderzoek naar verontreiniging, waarbij zintuiglijk waarneembare afwijkingen in of aan het bodemmateriaal worden beschreven¹⁾.

¹⁾ Bij olieproducten wordt gebruik gemaakt van de 'oliepan-methode'. Daarbij wordt de grond verkruid in een schaal met water. Het verschijnen van een oliefilm op het water is een teken dat er olieachtige stoffen in de grond aanwezig kunnen zijn. Eventueel worden PID-metingen uitgevoerd (alleen als specifiek in rapport vermeld). Met behulp van de PID-meter kan de hoeveelheid ioniseerbare vluchtige bestanddelen in de opgeboorde grond worden bepaald.

Mede op basis van de resultaten van het zintuiglijk onderzoek wordt beslist welke monsters op welke chemische stoffen worden geanalyseerd.

Stromingsrichting grondwater en doorlaatbaarheid van de bodem

Via een waterpassing kan de lokale stromingsrichting van het grondwater worden bepaald. Met de gegevens van een waterpassing kan een inschatting worden gemaakt van het verspreidingspatroon van een verontreiniging in het grondwater.

Bij een waterpassing wordt het grondwaterpeil in meerdere peilbuizen bepaald ten opzichte van een vast punt op het terrein. Hieruit volgt of er sprake is van een eenduidige grondwaterstromingsrichting, en hoe sterk deze stroming is.

Via een zogenaamde doorlaatbaarheidstest kan de waterdoorlaatbaarheid van de grond onder de grondwaterspiegel worden vastgesteld. Bepaald wordt hoe snel een boorgat weer wordt gevuld met toestromend grondwater, nadat het gat is leeggepompt. Het resultaat van de test geeft, samen met de algemene geohydrologische informatie over de onderzoekslocatie een indicatie van de hoeveelheid grondwater die zal toestromen bij ontgraving van een verontreiniging of bij een grondwatersanering.

Chemisch onderzoek

Indien bij het zintuiglijk onderzoek in overeenkomende bodemlagen uit verschillende boringen geen afwijkingen worden aangetroffen, mogen mengmonsters worden samengesteld van maximaal tien monsters. Voor chemische analyse op mengmonsters wordt gekozen om zoveel mogelijk informatie te verkrijgen tegen relatief beperkte analysekosten. Het risico hierbij is dat in het mengmonster een verontreiniging wordt aangetroffen, waarbij niet duidelijk is of alle monsters in dezelfde mate zijn verontreinigd, ofwel dat één of enkele monsters relatief sterk zijn verontreinigd. Indien een dergelijke situatie optreedt, dan worden in principe de individuele monsters waaruit dat mengmonster was samengesteld, geanalyseerd op de betreffende stof. Op die manier wordt vastgesteld hoe de verontreiniging is verdeeld over de monsters.

Indien er sprake is van een onverdacht terrein worden minimaal twee grondmengmonsters en minimaal één grondwatermonster geanalyseerd op een breed pakket aan stoffen. Deze stoffen zijn opgenomen in de zogeheten NEN-pakketten voor grond en grondwater. Indien er sprake is van aandachtspunten waarbij bekend is om welke verontreinigende stoffen het gaat, worden de betreffende monsters onderzocht op de relevante stoffen. In het algemeen worden monsters die tijdens het zintuiglijk onderzoek als afwijkend zijn beoordeeld, niet gemengd. Wel wordt met mengmonsters gewerkt indien een homogene afwijkende laag wordt aangetroffen, bijvoorbeeld een puinhoudende verhardingslaag. Grondwatermonsters worden in principe nooit gemengd.

Voor het chemisch onderzoek worden de grond- en grondwatermonsters aangeleverd bij een onafhankelijk, door de Raad voor Accreditatie erkend laboratorium (Sterlab). Op de kopieën van de certificaten in bijlage 3 is te zien door welk laboratorium de analyses in dit onderzoek zijn verricht.

Afkortingen en begrippen

m-gws meter beneden de grondwaterspiegel
m-mv meter beneden maaiveld

NEN 5740:

Nederlandse Norm 5740, ICS 13.080.01, oktober 1999. Door het Nederlands Normalisatie-instituut opgestelde richtlijnen voor het uitvoeren van een verkennend bodemonderzoek. In de NEN 5740 wordt verwezen naar door het Nederlands Normalisatie-instituut opgestelde richtlijnen voor de technische uitvoering van werkzaamheden in het veld en in het laboratorium.

Bijlage 4: Toelichting en resultaten Hooghoudt-proef

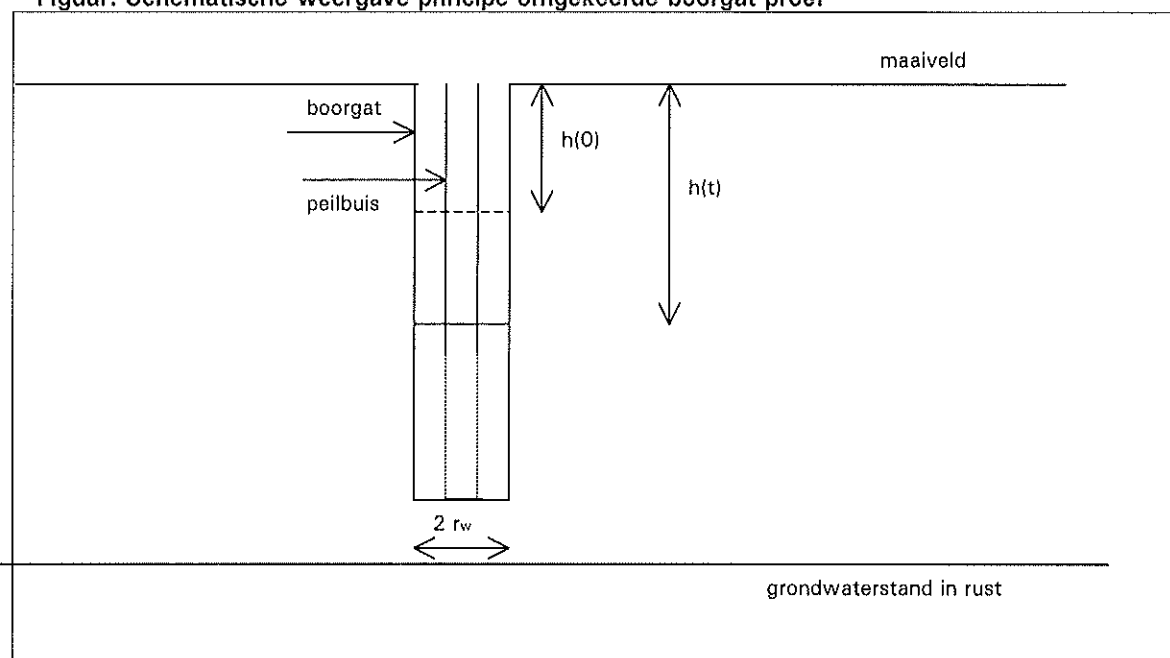
Voor de bepaling van de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone in de bodem kan de zogenaamde omgekeerde boorgat-proef, ook wel Hooghoudt-proef of Porchet-proef genaamd, worden uitgevoerd.

Bij deze methode wordt een indicatie over de doorlatendheid van het bodemmateriaal rondom een in een boorgat geplaatste peilbuis verkregen uit het verloop van de daling van de waterstand in de tijd, nadat in korte tijd het boorgat tot een bepaald niveau is gevuld met water. Opgemerkt wordt, dat de actuele grondwaterstand op de locatie nog onder de onderkant van de peilbuis dient te zijn.

Uitgaande van de in figuur 1 weergegeven situatie wordt de doorlatendheid berekend op basis van de vergelijking van Thiem voor stationaire stroming naar een put.

Verondersteld wordt dat de hydraulische gradiënt na verloop van tijd ongeveer 1 bedraagt. In dit geval bestaat er een lineaire relatie tussen de logaritme van de waterhoogte in het boorgat en de tijd.

Figuur: Schematische weergave principe omgekeerde boorgat proef



De volgende formules zijn van toepassing:

$$\tan \alpha = \frac{\log(h(0) + r_w / 2) - \log(h(t) + r_w / 2)}{t}$$

$$K = 1,15 * r_w * \tan \alpha$$

waarin: $h(0)$ = waterhoogte in het boorgat op $t=0$ t.o.v. van een vast referentiepunt (m);

r_w = straal van het boorgat (m);

$h(t)$ = waterhoogte in het boorgat op tijdstip t t.o.v. een vast referentiepunt (m);

K = (verzadigde) doorlaatfactor (m/dag);

t = tijd (dagen).

Bij de verwerking van de meetgegevens wordt $h(0)$ gecorrigeerd voor de niet-lineaire relatie bij aanvang van de meting.

Bijlage 5: Berekeningsresultaten waterberging op particuliere terreinen

Capaciteitsberekeningen hemelwatersysteem tijdens T10-situatie (Infiltratiekoffer)

Project:	<i>Molenstraat 72 e.o. te Meijel</i>
Projectnummer:	<i>20060513/MGRA</i>
Opdrachtgever:	<i>Croonen Adviseurs</i>
Contactpersoon opdrachtgever:	<i>mevrouw J. de Vrees</i>
Contactpersoon Geofox-Lexmond:	<i>mevrouw M. de Graaf</i>

Gehanteerde formules:

$V_b = Q_{in} - Q_{uit}$

$Q_{in} = i * A_b$

$Q_{uit} = k * A_i * t$

waarbij:

- V_b Benodigde berging (m³)
- Q_{in} Instroom in de infiltratievoorziening (m³)
- Q_{uit} Infiltratie uit de voorziening tijdens de bui (m³)
- i neerslag (mm)
- A_i Oppervlak infiltratievoorziening (m²)
- A_b aangesloten verhard opp. (m²)
- k doorlatendheid (m/min)
- t tijdsduur bui (minuten)

Invoerparameters:

Normbui-nummer	k (m/d)	k (m/min)	Aangesloten oppervlakte (m ²)		Totaal
			wegen	daken	
4	2,5	0,0017	30	70	100

Normbui naam	T=1	T=2	T=5	T=10	T=25	T=100
Normbui nr.	1	2	3	4	5	6
Normbui naam	Bui 1	Bui 2	Bui 5	Bui 8	Bui 10	
Normbui nr.	7	8	9	10	11	

Specificatie Infiltratiekoffer

Hoogte koffer	1,0	meter
Breedte koffer	1,0	meter
Lengte koffer	7,0	meter
Effectieve berging	0,3	
Infiltratieoppervlak	8,0	m ²
Maximale berging	2,1	m ³

tijd min	neerslag mm (cum)	Inlooptijd m ³	Infiltratiecapaciteit koffer m ³	actuele infiltratie koffer m ³	te bergen hoeveelheid m ³	berging m ³	oversfort naar gemengd riool m ³
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	9,9	1,0	0,1	0,1	0,9	0,9	0,0
15,0	17,8	1,8	0,1	0,2	1,6	1,6	0,0
30,0	23,0	2,3	0,2	0,4	1,9	1,9	0,0
45,0	25,6	2,6	0,2	0,6	1,9	1,9	0,0
60,0	27,3	2,7	0,2	0,8	1,9	1,9	0,0
75,0	28,5	2,9	0,2	1,0	1,8	1,8	0,0
90,0	29,7	3,0	0,2	1,3	1,7	1,7	0,0
105,0	30,5	3,0	0,2	1,5	1,6	1,6	0,0
120,0	31,2	3,1	0,2	1,7	1,5	1,5	0,0
150,0	32,8	3,3	0,4	2,1	1,2	1,2	0,0
180,0	34,3	3,4	0,4	2,5	0,9	0,9	0,0
210,0	35,4	3,5	0,4	2,9	0,6	0,6	0,0
240,0	36,4	3,6	0,4	3,3	0,3	0,3	0,0
270,0	37,2	3,7	0,4	3,7	0,0	0,0	0,0
300,0	37,9	3,8	0,4	3,8	0,0	0,0	0,0
360,0	39,0	3,9	0,8	3,9	0,0	0,0	0,0
480,0	41,3	4,1	1,7	4,1	0,0	0,0	0,0
600,0	43,1	4,3	1,7	4,3	0,0	0,0	0,0

Capaciteitsberekeningen hemelwatersysteem tijdens T100-situatie (Infiltratiekoffer)

Project:	<i>Molenstraat 72 e.o. te Meijel</i>
Projectnummer:	<i>20060513/MGRA</i>
Opdrachtgever:	<i>Croonen Adviseurs</i>
Contactpersoon opdrachtgever:	<i>mevrouw J. de Vrees</i>
Contactpersoon Geofox-Lexmond:	<i>mevrouw M. de Graaf</i>

Gehanteerde formules:

$V_b = Q_{in} - Q_{uit}$

$Q_{in} = i * A_b$

$Q_{uit} = k * A_i * t$

waarbij:

- V_b Benodigde berging (m^3)
- Q_{in} Instroom in de infiltratievoorziening (m^3)
- Q_{uit} Infiltratie uit de voorziening tijdens de bui (m^3)
- i neerslag (mm)
- A_i Oppervlak infiltratievoorziening (m^2)
- A_b aangesloten verhard opp. (m^2)
- k doorlatendheid (m/min)
- t tijdsduur bui (minuten)

Invoerparameters:

Normbui-nummer	k (m/d)	k (m/min)	Aangesloten oppervlakte (m^2)		Totaal
			wegen	daken	
6	2,5	0,0017	30	70	100

Normbui naam	T=1	T=2	T=5	T=10	T=25	T=100
Normbui nr.	1	2	3	4	5	6
Normbui naam	Bui 1	Bui 2	Bui 5	Bui 8	Bui 10	
Normbui nr.	7	8	9	10	11	

Specificatie Infiltratiekoffer

Hoogte koffer	1,0	meter
Breedte koffer	1,0	meter
Lengte koffer	7,0	meter
Effectieve berging	0,3	
Infiltratieoppervlak	8,0	m^2
Maximale berging	2,1	m^3

tijd	neerslag	Inlooptijd	Infiltratiecapaciteit koffer	actuele infiltratie koffer	te bergen hoeveelheid	berging	oversfort naar gemengd riool
min	mm(cum)	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	14,6	1,5	0,1	0,1	1,4	1,4	0,0
15,0	26,9	2,7	0,1	0,2	2,5	2,1	0,4
30,0	34,6	3,5	0,2	0,4	2,7	2,1	0,9
45,0	38,3	3,8	0,2	0,6	2,3	2,1	1,1
60,0	40,5	4,1	0,2	0,8	2,1	2,1	1,1
75,0	42,1	4,2	0,2	1,0	2,1	2,1	1,1
90,0	43,7	4,4	0,2	1,3	2,0	2,0	1,1
105,0	44,5	4,5	0,2	1,5	1,9	1,9	1,1
120,0	45,3	4,5	0,2	1,7	1,7	1,7	1,1
150,0	47,4	4,7	0,4	2,1	1,5	1,5	1,1
180,0	48,5	5,0	0,4	2,5	1,3	1,3	1,1
210,0	51,0	5,1	0,4	2,9	1,1	1,1	1,1
240,0	52,4	5,2	0,4	3,3	0,8	0,8	1,1
270,0	53,3	5,3	0,4	3,8	0,5	0,5	1,1
300,0	54,1	5,4	0,4	4,2	0,1	0,1	1,1
360,0	55,2	5,5	0,8	5,0	0,0	0,0	1,1
480,0	58,2	5,8	1,7	5,8	0,0	0,0	1,1
600,0	60,3	6,0	1,7	6,0	0,0	0,0	1,1

Bijlage 6: Berekeningsresultaten waterberging op openbare terreinen

Bijlage 5

Addendum waterhuishoudkundig onderzoek

Croonen Adviseurs
Mevrouw J. de Vrees
Postbus 435
5240 AK ROSMALEN

Geofox-Lexmond bv

Jules Verneweg 21-15
Postbus 2205
5001 CE Tilburg
T (013) 458 21 61
F (013) 455 30 89

www.geofox-lexmond.nl
info@geofox-lexmond.nl

Overige vestigingen:
Bodegraven en Oldenzaal

KvK Enschede nr. 06056452

Uw kenmerk:

Ons kenmerk: 20102627_a3BRF.doc

Tilburg, 14 april 2011

Onderwerp: addendum waterhuishoudkundig onderzoek
Locatie: Molenstraat 72 te Meijel
Projectnummer: 20102627/WWIJ
Behandeld door: de heer ing. E.J.G. Stamsnijder

Geachte mevrouw De Vrees,

Hierbij ontvangt u een addendum op het waterhuishoudkundig onderzoek.

Aanleiding en doel

In 2006 is een waterhuishoudkundig onderzoek (Molenstraat 72 e.o. te Meijel, Geofox-Lexmond, 20060513/MGRA, d.d. 25 oktober 2006) uitgevoerd op de locatie Molenstraat 72 e.o. te Meijel. Het waterhuishoudkundig onderzoek is destijds opgesteld in verband met de herontwikkeling (en daarmee gepaarde bestemmingswijziging) en vormde de basis voor de uiteindelijke waterparagraaf. Op basis van de toen beschikbare informatie en plannen is een dimensionering uitgevoerd waarbij het hemelwater middels infiltratiekoffers (op particulier terrein) en een infiltratieriool (op openbaar terrein) geborgen en geïnfiltreerd kon worden.

Ten aanzien van de geplande inrichting van het hemelwatersysteem heeft, ten opzichte van de uitgangssituatie in 2006, een wijziging plaatsgevonden. Volgens de gewijzigde inrichting (zie bijlage 1A: tekening Beelen / CS architecten BV, d.d. 6 april 2011), zal de berging en infiltratie van het hemelwater niet middels een infiltratieriool plaatsvinden, maar middels een wadi met lavapakket. Daarnaast zullen ten opzichte van de voorgaande plannen eveneens perceel 11, 12 en 13 ontwikkeld worden met 3 woningen. Het verhard oppervlak van de woningen zal, evenals de uitgangssituatie in 2006, op het perceel zelf geïnfiltreerd middels infiltratiekoffers.

Het doel van onderhavig addendum is om te toetsen of, middels de wijziging van de inrichting van het hemelwatersysteem, nog voldaan wordt aan de eisen en randvoorwaarden van het waterschap en de gemeente zoals vastgelegd in het waterhuishoudkundig onderzoek van 2006.

Uitgangspunten

Inrichting

Ten aanzien van de inrichting van het gebied heeft, ten opzichte van 2006, een beperkte wijziging plaats gevonden. In plaats van de ontwikkeling van 10 woningen zullen er 13 woningen ontwikkeld worden. De toename van het verhard oppervlak betreft 5.420 m². Het dakoppervlak van de woningen betreft circa 1.470 m², het particulier verhard terrein circa 2.920 m² en het openbaar verhard terrein circa 1.030 m².

Hemelwatersysteem

Het hemelwatersysteem zal worden gesplitst in een particulier en een openbaar gedeelte. Dit betekent dat het hemelwater van de daken en de particuliere verhardingen, evenals de uitgangssituatie in 2006, op het eigen perceel zelf wordt geïnfiltreerd middels infiltratiekoffers.

Ten aanzien van het openbaar gedeelte zal het voorgenomen hemelwatersysteem (zie bijlage 1) bestaan uit een tweetal wadi's waarbij onder elke wadi een lavapakket is opgenomen. Een deel van het hemelwater afkomstig van het verhard oppervlak (oprit woningen en wegen) zal in de wadi terecht komen en van daaruit infiltreren naar het lavapakket en de daaromliggende bodem. Een ander deel van het hemelwater zal rechtstreeks geïnfiltreerd worden in het lavapakket. De wadi's / lavapakketten zijn onderling met elkaar verbonden middels een (infiltratie)buis.

Beleid

Ten aanzien van het beleid van Waterschap Peel en maasvallei (handboek watertoets, d.d. 26 oktober 2005) hebben, ten opzichte van 2006, geen significante wijzigingen plaatsgevonden. Zekerheidshalve zijn, ten aanzien van de dimensionering van de wadi, de belangrijkste uitgangspunten uit het handboek overgenomen:

- Bij het bepalen van de grootte van de infiltratievoorziening dient in de rekenprogramma's een veiligheidsfactor van minimaal 0,5 toegepast te worden op de gemeten k-waarde. Dus de gemeten k-waarde (maat voor infiltratiegeschiktheid) dient vermenigvuldigd te worden met een factor 0,5 of lager;
- De infiltratievoorziening / buffer dient een bui met een herhalingsdij van 1 maal per 10 jaar op te kunnen vangen. De maatgevende bui in dit geval is een bui van 50 mm met een duur van circa 27 uur (volgens Buishand en Velds);
- Om een indruk te krijgen van extreme situaties wordt geadviseerd te bepalen wat er gebeurt bij T = 100. Hierbij dient uitgegaan te worden van een bui van 84 mm met een duur van 2 dagen. Vragen hierbij zijn: Past deze hoeveelheid water in de infiltratievoorziening? Hierbij dient ervan uitgegaan te worden dat er niets infiltreert bij deze extreme situatie. Zo nee, wat gebeurt er dan met het overtollige water? Wat gaat er fout en wordt dit geaccepteerd door gemeente als bevoegd gezag.

Dimensionering

Uitgangspunten

Ten aanzien van het hemelwatersysteem blijft het uitgangspunt gehandhaafd dat het hemelwater van particulier terrein (4.390 m²) geïnfiltreerd wordt binnen het eigen perceel. Hiertoe is reeds in 2006 berekend dat per 100 m² aan verhard oppervlak, rekening gehouden dient te worden met een infiltratiekoffer (hoogte x breedte = 1,0 m x 1,0 m) met een lengte van 7 m.

Voor de wijzigingen ten aanzien van het hemelwatersysteem in openbaar terrein (1.030 m²) is een herziene dimensionering uitgevoerd. Aangezien een deel van het hemelwater afkomstig van de particuliere opritten op openbaar terrein terechtkomt, wordt deze oppervlakte (650 m²) zekerheidshalve meegenomen in de dimensionering van de Wadi.

Tevens is uitgegaan van de geohydrologische eigenschappen zoals beschreven in het waterhuishoudkundig onderzoek en onderstaande waterbalans.

- In $\rightarrow Q_{in} = i * A_b$
- Uit $\rightarrow Q_{uit} = k * A_i * t$ (gebaseerd op de wet van Darcy)
- Berging $\rightarrow V_b = Q_{in} - Q_{uit}$

Waarbij:

Q_{in}	= hoeveelheid instromend hemelwater	[m ³]
i	= neerslag	[m]
A_b	= aangesloten verhard oppervlak	[m ²]
Q_{uit}	= infiltratiehoeveelheid	[m ³]
A_i	= bijdragend infiltratie-oppervlak	[m ²]
k	= doorlatendheid bodem	[m/min]
t	= tijd	[min]
V_b	= berging	[m ³]

Ten aanzien van de berekeningen is geen rekening gehouden met afvoer vanuit de bergingsvoorzieningen (al het hemelwater wordt in principe geborgen/ geïnfiltreerd) naar oppervlaktewater / riolering. Ook is geen rekening gehouden met de afvloeiingscoëfficiënt (100 % instroom in voorziening) van het verharde oppervlak. Tenslotte is voor de doorlatendheid een veiligheidsfactor van 0,5 toegepast op de gemeten k-waarde (5 m/d).

Voor de wadi en het lavapakket zijn de volgende afmetingen / eigenschappen gehanteerd:

- Infiltratieoppervlak wadi 's = (30 m³ + 30 m²) 60 m², maximale waterhoogte = 0,45 m, minimale berging = (60 x 0,45) 27 m³;
- Afmeting lavapakket hoogte = 1,0 m, breedte = 1,5 m, lengte = variabel), infiltratieoppervlak lavapakket (L x (H + H + B)) + (4 x H x B), effectieve berging (porositeit) = 50 %;
- Voor een maximale benutting van de bergingscapaciteit het lavapakket, zal een slokop gecreëerd worden gelijk aan de bovenzijde van de wadi. De slokop zal aangesloten worden op de infiltratiebuis in het lavapakket. Mocht ook deze bergingscapaciteit volledig zijn benut zijn dan zal het overtollige hemelwater middels maaiveldafstroming en onder natuurlijk verhang afwateren via een lager gelegen inspectieput welke is aangesloten op het gemengd riool.

Opgemerkt wordt dat de berging in de wadi in de praktijk groter zal zijn in verband met het gemiddelde talud van 1:3 vanaf de bodem. In onderhavige dimensionering is "worst-case" gerekend met een talud van 1:0 (bakmodel).

Berekening

Uitgaande van een verhard oppervlak van 1.680 m² en een normbui T = 10, dient 88 m³ hemelwater geïnfiltreerd en/of geborgen te worden. Uit de berekeningen zoals opgenomen in bijlage 2 is gebleken dat hiervoor een lavapakket gecreëerd dient te worden van circa 20 m. In dat geval bedraagt de maximale waterhoogte in de wadi 37 cm (mag 45 cm bedragen).

Noodoverstort

- Mocht ook deze bergingscapaciteit van de infiltratievoorziening volledig zijn benut zijn dan zal het overtollige hemelwater middels maaiveldafstroming en onder natuurlijk verhang afwateren via een lager gelegen inspectieput welke is aangesloten op het gemengd riool in de Molenstraat. Op deze wijze wordt voorkomen dat zelfs tijdens extreem natte perioden sprake zal zijn van wateroverlast in de voortuinen. Voorwaarde hierbij is dat de capaciteit van het gemengd riool voldoende is om deze vracht te kunnen verwerken.;
- tijdens een T100-regenbui is berekend (zie bijlage 3) dat, bij voorgesteld infiltratiesysteem, in theorie circa 19 m³ regenwater overstort op het gemengd riool in de Molenstraat. Mocht de capaciteit van dit riool ontoereikend zijn, dan zal tijdelijk sprake zijn van een "water op


straat"-situatie. Het regenwater zal via de verzamelputten omhoog komen en op de lagere terreindelen worden geborgen. Doordat de particuliere woonpercelen hoger worden aangelegd dan het straatpeil, zal de wateroverlast zich beperken tot de openbare weg.

Onderhavige briefrapportage is onder kwaliteitsborging en met zorg tot stand gekomen. Mocht u naar aanleiding van dit rapport nog vragen/opmerkingen hebben, dan kunt u altijd contact opnemen met de heer drs. W. Wijnja of ondergetekende (beiden bereikbaar op tel. 013-4582161).

Wij vertrouwen erop u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd.

Hoogachtend,

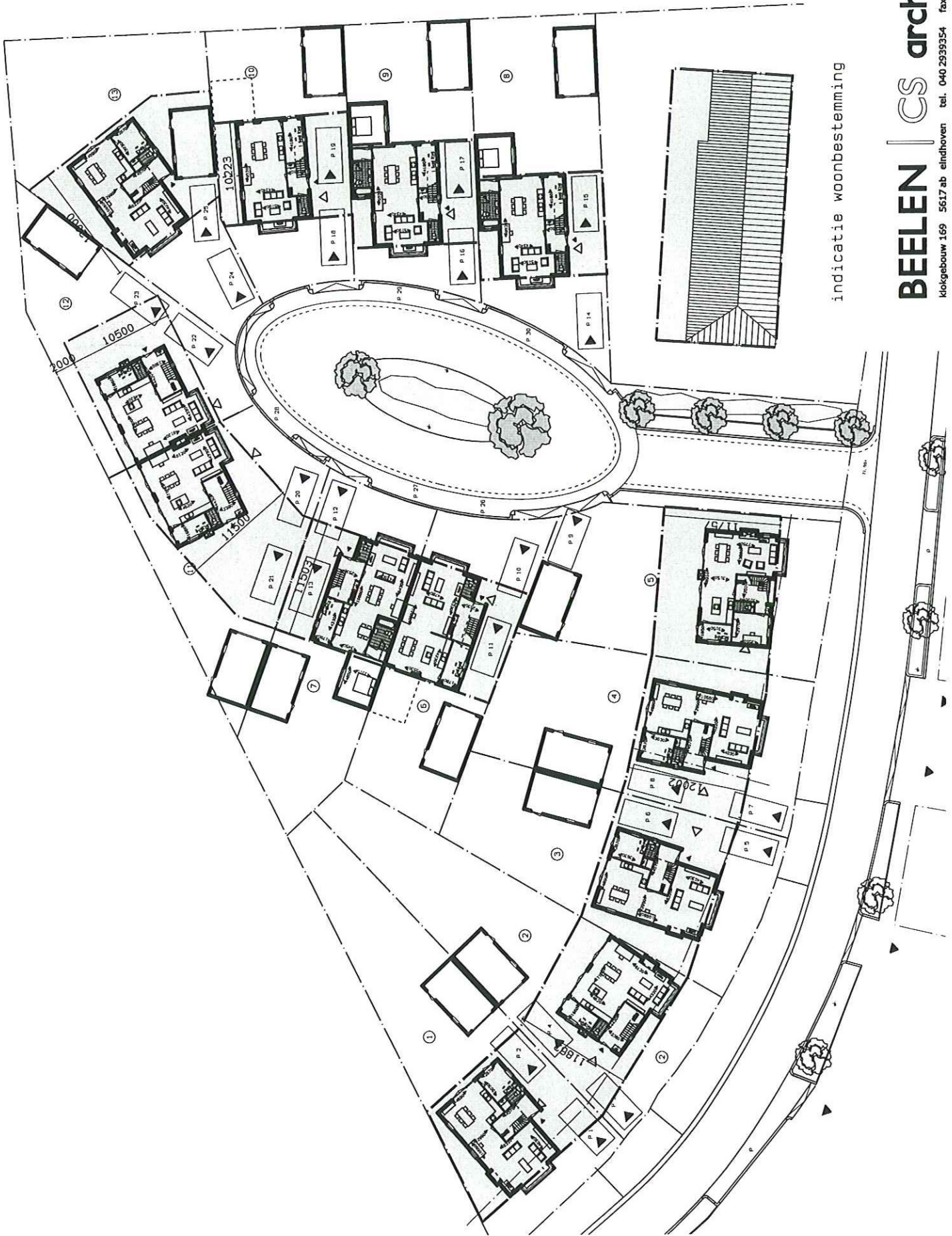
Geofox-Lexmond bv

ils 

de heer drs. B.L.H. ter Haar
vestigingsmanager

Bijlagen:

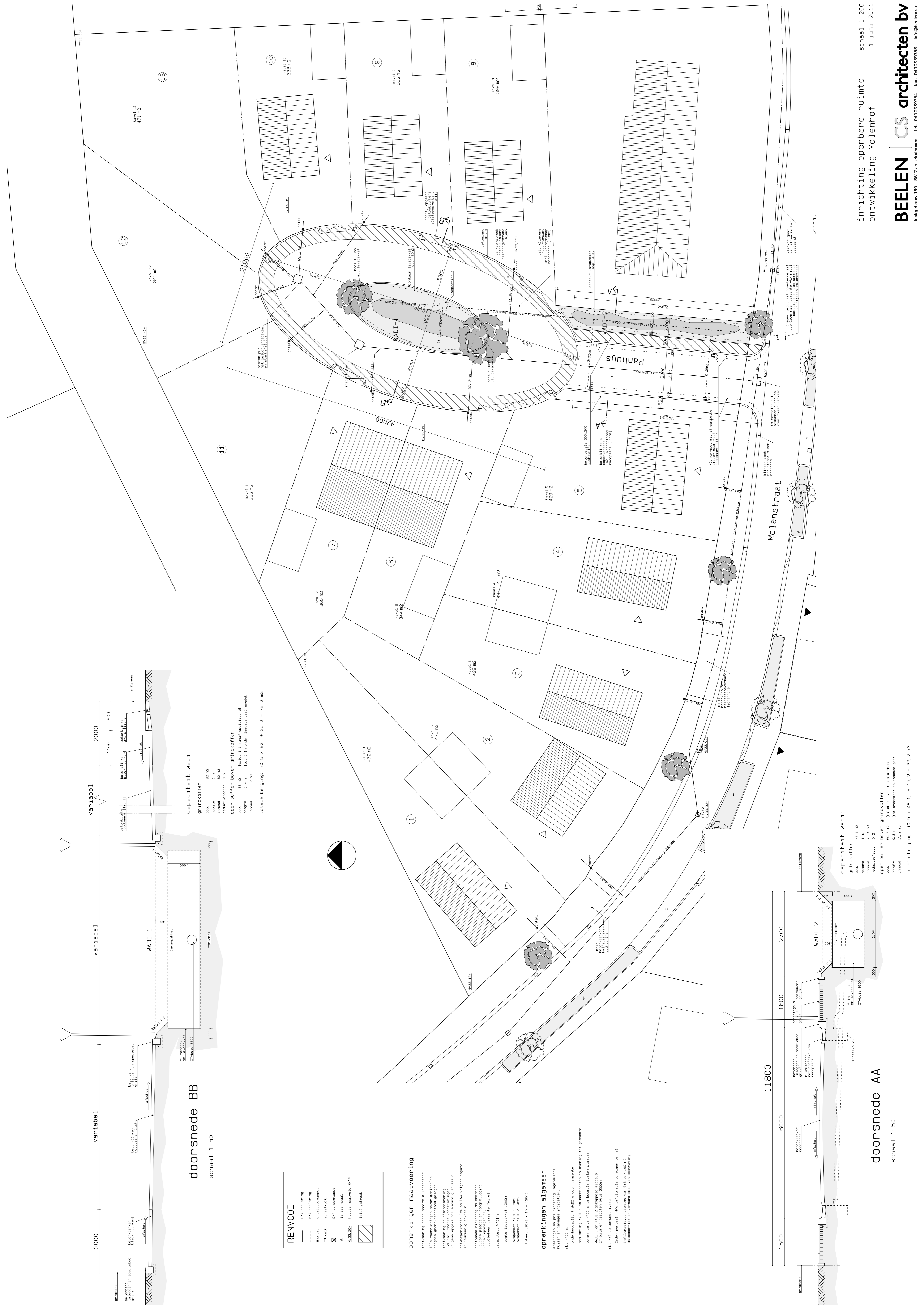
1. Gewijzigde inrichting plangebied d.d. 6 april 2011
2. Dimensionering hemelwatersysteem bij T = 10
3. Dimensionering hemelwatersysteem bij T = 100



schaal 1: 500
6 april 2011

indicatie woonbestemming

BEELEN | CS architecten bv
 klokgebouw 169 5617 ab eindhoven tel. 040 2939354 fax. 040 2939355 info@beelens.nl



capaciteit wadi:

gr-indokoffer
 esp. 48 m²
 hoogte 0,4 m
 reactiefactor 0,5

open buffer boven gr-indokoffer
 esp. 88 m² (kavel 1:1 voor opstijgend)
 hoogte 0,4 m (tot 0,1 m onder laagste deel wadi)
 inhoud 35,2 m³

totale berging: (0,5 x 82) + 35,2 = 76,2 m³

doorsnede BB
 schaal 1:50

variabel 2000
 variabel 1100 900
 variabel 2700
 variabel 1500 6000

WADI 1
 WADI 2

RENVOOI	
—	DM-rooiering
---	HMA-rooiering
⬢	ontstoppingsput
□	rookstroom
⊗	DM-gemiddeld
⊕	betonnenput
⊖	DM-voelvoet
▨	hoogte realisatie HMA
▩	kegelstrook

opmerkingen maatvoering

maatvoering naar maatveld indicatief
 Alle voorzeleningen boven gestelde
 hoogste grondwaterstand gelden

maatvoering en oomschrijving
 volgens de tekening

ontwerper: RMA en DMA volgens opgave
 met inbegrip van de tekening

bestaande rooiering met rooiering
 (uitsteekende en hoogstliggende)
 rooiering met rooiering

capaciteit WADI 1:
 hoogte laagste kavel 1000 mm
 laagste kavel WADI 1: 800
 inhoud 48 m³
 totaal 76,2 m³ (n = 1288)

opmerkingen algemeen

afmetingen en positionering in tekening
 naar de garage indicatief.

met WADI 1:
 onderhouden WADI 1 door gemeente
 bepaling WADI 1 en boomsoorten in overleg met gemeente
 binnen langs WADI 1 in boomplantsoen glas
 WADI 1 en WADI 2 worden als één
 IT-huis en gebouwen bus 83000

met HMA op perceelstrak:
 Isoler perceel: HMA infiltratie op eigen terrein
 infiltratievoorziening van 200 per 100 m²
 dakoppervlak en verand opp. van bestrijking

capaciteit wadi:

gr-indokoffer
 esp. 48 m²
 hoogte 0,4 m
 reactiefactor 0,5

open buffer boven gr-indokoffer
 esp. 50,7 m² (kavel 1:1 voor opstijgend)
 hoogte 0,3 m (tot onderkant betonnen put)
 inhoud 15,2 m³

totale berging: (0,5 x 48,1) + 15,2 = 39,2 m³

doorsnede AA
 schaal 1:50

1500 6000 11800 2700

WADI 1
 WADI 2