

Bijlage B: Waterparagraaf Burgemeester Moonshof te Raamsdonk

8 december 2016

Onderwerp : Waterparagraaf
Locatie : Burgemeester Moonshof te Raamsdonk
Opdrachtgever : Bolton Bouw
Datum : 8 december 2016
Van : Geofoxx
Behandeld door : de heer ing. S.W. (Sander) van de Ven
Documentkenmerk : 20162027_a1RAP

1 Algemene beschrijving planlocatie

De planlocatie is gelegen in de woonkern van Raamsdonk en heeft een oppervlakte van circa 10.000 m². Ter plaatse is de realisatie van woningen gepland.

Aan de west- en zuidzijde van het plangebied zijn in een eerder stadium rijwoningen gerealiseerd (zie figuur 1). Daarnaast worden centraal in het gebied momenteel tweekappers gebouwd. Voorliggend document heeft echter betrekking op het gehele plan, inclusief de woningen die reeds gerealiseerd zijn of momenteel in aanbouw zijn.

De maaiveldhoogte binnen het plangebied bedraagt op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) globaal circa 0,7 tot 1,5 m + NAP. In figuur 1 is een luchtfoto met de contour van de planlocatie weergegeven.

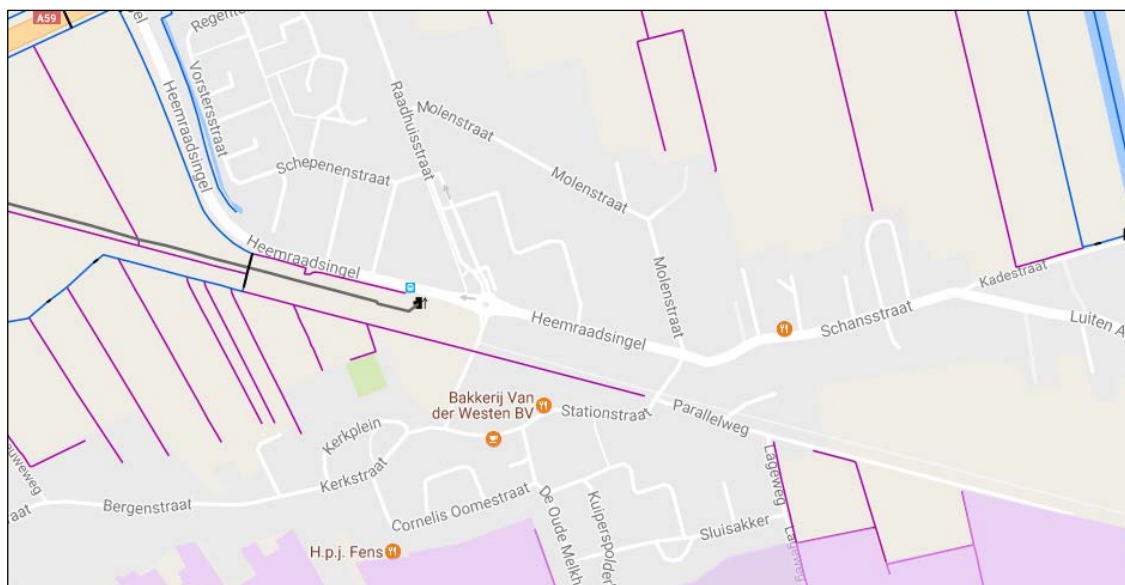


Figuur 1: Luchtfoto met ligging onderzoekslocatie (bron Bing maps)

2 Lokale waterhuishoudkundige en geohydrologische kenmerken

Oppervlaktewater

Op en in de directe omgeving van de inbreidingslocatie bevindt zich geen oppervlaktewater.



Figuur 2: Uitsnede viewer watertoets Brabantse Delta

Riolering in de omgeving

In de aangrenzende wegen Molenstraat, Raadhuisstraat, Heemraadsingel en Griffiershof bevindt zich een gemengd rioolstelsel. De rioolleiding in de Griffiershof ligt het dichtst bij de locatie. De b.o.b.-hoogte van dit riool (Ø300 mm) ter hoogte van de inbreidingslocatie bedraagt 0,21 m-NAP. Het riool in de Molenstraat (Ø300 mm) ligt hoger (-0,01 tot 1,22 m + NAP).

De (toekomstige) riolering binnen plangebied is beschreven in paragraaf 5.

Waterhuishoudkundig beschermde gebieden

De locatie bevindt zich niet in een waterhuishoudkundig beschermd gebied dan wel attentiegebied. De locatie bevindt zich niet binnen een grondwaterbeschermingsgebied.

Lokale geohydrologie

Uit eerder uitgevoerd veldonderzoek op de locatie blijkt dat de *bodemopbouw* hoofdzakelijk bestaat uit (matig fijn) zand. Op basis van de uitgevoerde grondboringen wordt verwacht dat dit zandpakket in het gehele plangebied in ieder geval tot de verkende diepte van 4,0 m-mv aanwezig is.

Door middel van veldonderzoek is de lokale (horizontale) *doorlatendheid* van het zandpakket bepaald op circa 2 m/dag en plaatselijk > 10 m/dag. De bodem wordt hiermee geschikt geacht voor het toepassen van infiltratie.

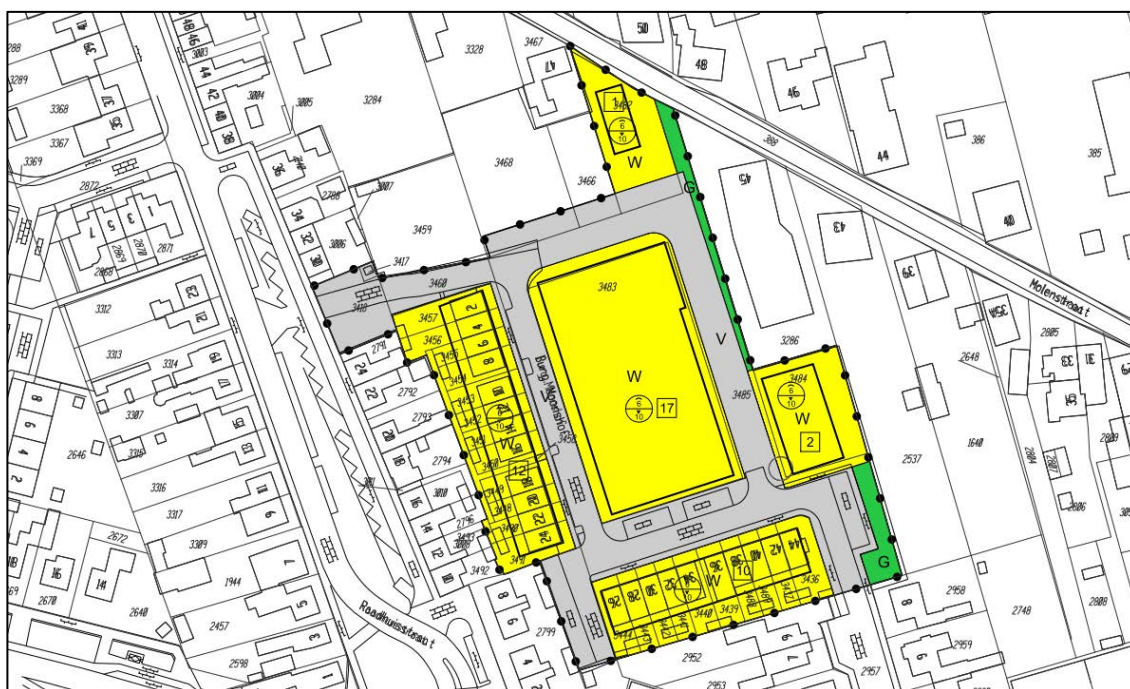
De gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste (GLG) *grondwaterstand* wordt verwacht op respectievelijk 0,0 m + NAP en 0,5 m-NAP.

Bronnen:

- Waterhuishoudkundig plan "Molenstraat te Raamsdonk", Geofox-Lexmond, document 20061232_a2RAP, d.d. 12 oktober 2006;
- Waterschap Brabantse Delta, online viewer watertoets.

3 Voorgenomen ontwikkeling

Het ontwikkelingsplan voorziet in de realisatie van grondgebonden woningen met openbare toegangswegen, parkeervoorzieningen en groenstroken. In figuur 3 is de verbeelding van bestemmingsplan Burgemeester Moonshof opgenomen.



Figuur 3: Verbeelding bestemmingsplan Burgemeester Moonshof

Op basis bovenstaande verbeelding is een globale oppervlaktebalans opgesteld. In de 'bestaande situatie' (de referentiesituatie voorafgaand aan de reeds gerealiseerde nieuwbouw en aangelegde wegen) is de locatie geheel onverhard. In de toekomst worden sommige terreindelen – geheel dan wel gedeeltelijk – verhard (geel en grijs) en blijven delen volledig onverhard (groen). De afgeleide oppervlakken zijn als volgt:

	Oppervlak	Waarvan verhard
▪ Particuliere kavels (aannee 70% verhard):	5.620 m ²	3.934 m ²
▪ Openbare verharding (100% verhard) (toegangsweg, parkeren):	4.020 m ²	4.020 m ²
▪ Groenvoorzieningen (0 % verhard)	360 m ²	0 m ²
TOTAAL	10.000 m²	7.954 m²

Als gevolg van de ontwikkeling neemt het verhard (waterafvoerend) oppervlak toe van 0 m² naar afgerond 8.000 m².



4 Beleidskader

Sinds 1 maart 2015 is de Keur Brabantse Waterschappen 2015 van kracht. Op grond van artikel 3.6, eerste lid, van de keur is het in beginsel verboden zonder watervergunning neerslag door toename van verhard oppervlak versneld tot afvoer naar het oppervlaktewater te laten komen.

Volgens de 'Algemene regels keur 2015' (regel 15. Afvoer hemelwater door toename en afkoppelen van verhard oppervlak) wordt echter vrijstelling verleend van het verbod, bedoeld in artikel 3.6 van de keur, voor het afvoeren van hemelwater via toename verhard oppervlak of door afkoppelen van verhard oppervlak, naar een oppervlaktewaterlichaam voor zover:

- het afkoppelen van verhard oppervlak maximaal 10.000 m² is, of;
- de toename van verhard oppervlak maximaal 2.000 m² is, of;
- de toename van verhard oppervlak bestaat uit een groen dak;
- de toename van verhard oppervlak tussen 2.000 m² en 10.000 m² is en compenserende maatregelen zijn getroffen om versnelde afvoer van hemelwater tegen te gaan, in de vorm van een voorziening met een minimale compensatie conform de geldende rekenregel.

Omdat de aangenomen toename aan verhard oppervlak bij de voorgenomen ontwikkeling meer is dan 2.000 m² en minder dan 10.000 m², valt het plan binnen de vrijstellingsregeling genoemd onder d. Indien aldus, volgens de algemene regenregel, compenserende maatregelen worden getroffen om versnelde afvoer van hemelwater tegen te gaan, is de aanvraag van een watervergunning zoals genoemd in artikel 3.6 niet noodzakelijk.

De benodigde compensatie volgens de algemene regenregel is als volgt:

Compensatie (in m³) = toename verhard oppervlak (in m²) x gevoeligheidsfactor x 0,06 (in m)

De locatieafhankelijke gevoeligheidsfactor is hier 1 (bron: kaart "Gevoeligheid piekafvoeren", definitief, d.d. 10-02-2015). Op basis van de toename aan verhard oppervlak bedraagt de benodigde compensatie (8.000 m² x 1 x 0,06 =) **480 m³**.

De voorziening voor het verwerken van hemelwater dient te voldoen aan de volgende eisen:

- De bodem van de voorziening ligt boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG);
- De afvoer uit de voorziening vindt plaats via een functionele bodempassage naar het grondwater en/of via een functionele afvoerconstructie naar het oppervlaktewater. Indien een afvoerconstructie wordt toegepast, dient deze een diameter van 4 cm te hebben;
- Daarnaast moet er altijd een overloopconstructie zijn, om beschadiging van het oppervlaktewaterlichaam te voorkomen.

Klimaatverandering leidt steeds vaker tot piekbuien. De bestaande riolering zal niet altijd in staat zijn deze pieken op te vangen. Bij de keuze voor een hemelwatersysteem wordt aangesloten bij de landelijke voorkeursvolgorde (trits) 'vasthouden-bergen-afvoeren': de voorkeur gaat uit naar zoveel mogelijk water vasthouden (hergebruik of infiltratie), indien niet mogelijk water bergen (bufferen en vertraagd afvoeren) en als laatste optie water afvoeren.



5 Wateropgave en mogelijke toekomstige waterhuishoudkundige invulling

De locatie wordt geschikt geacht voor het toepassen van een systeem gebaseerd op hemelwaterinfiltratie. Volgens het hiervoor genoemde beleid heeft het lokaal 'vasthouden' van hemelwater door infiltratie de hoogste voorkeur. In eerste instantie dient dan ook te worden uitgegaan van compensatie door middel van een systeem gebaseerd op hemelwaterinfiltratie, al dan niet gecombineerd met tijdelijke buffering.

In een eerder stadium is reeds de keuze gemaakt voor het toepassen van een doorlatende bestrating met hieronder een funderingspakket waarin hemelwater tijdelijk geborgen kan worden en vervolgens kan infiltreren in de onderliggende bodem.

Riolering

Er is reeds een vuilwater riool aangelegd voor het gehele plan. In het deel van het plan waarvoor eerder vrijstelling is verleend, is voor het hemelwater zoals ook hierboven vermeld uitgegaan van infiltratie in de ondergrond. Hiervoor is de verharding uitgevoerd als waterdoorlatende verharding met hieronder een (funderings)pakket waarin water gebufferd wordt en vervolgens infiltreert in de bodem.

Het zuidelijke gedeelte inclusief de parkeerplaatsen zijn reeds op deze manier uitgevoerd. Voor de overige wegen is een tijdelijke verharding aangelegd voorzien van kolken die aangesloten zijn op het vuilwater riool. De woningen zijn momenteel ook tijdelijk aangesloten op het vuilwaterriool.

Uiteindelijk al het hemelwater afkomstig van alle woningen – de reeds gebouwde / in aanbouw zijnde woningen én de nog te bouwen woningen – oppervlakkig afwateren naar de doorlatende bestrating.

6 Conclusie

Het voorgenomen plan voldoet op basis van de verwachte toename aan verharding (circa 8.000 m²) aan de vrijstellingsregel, mits compensatie plaatsvindt volgens de algemene regels. Op basis van de algemene rekenregel bedraagt de wateropgave 480 m³.

De bodem wordt geschikt geacht voor infiltratie ('vasthouden') van hemelwater. De gestelde wateropgave wordt verwerkt door middel van infiltratie ter plaatse van de openbare wegen en parkeervoorzieningen. Hiertoe wordt de verharding uitgevoerd als doorlatende bestrating, waardoor hemelwater in het funderingspakket onder de verharding tijdelijk geborgen wordt en infiltreert in de onderliggende bodem. Aanvoer van hemelwater vanaf de particuliere kavels vindt oppervlakkig plaats.

Met de hierboven beschreven waterhuishoudkundige invulling wordt de locatie hydrologisch neutraal ontwikkeld en wordt voldaan aan het beschreven beleid. Een nader technische (detail)uitwerking dient in een later stadium nog plaats te vinden. Hierbij dient onder meer de capaciteit van het systeem getoetst te worden en dient onder meer gekeken worden naar de onderhoudsaspecten.

**Waterhuishoudkundig plan
(inclusief voorstel
waterparagraaf)**

Molenstraat te Raamsdonk

Opdrachtgever

Croonen Adviseurs
mevrouw A.E.H. Leppens
Postbus 435
5240 AK ROSMALEN

Adviesbureau

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

Status

concept versie A

Datum

12 oktober 2006

Projectnummer

20061232/NIJS

Auteur

mevr. ing. M. van Dalen

Paraaf:



Controle / vrijgave

de heer dts. 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	Geohydrologische situatie	3
2.4	Overige relevante aspecten	5
2.5	Gewenste herinrichting zorgcentrum Plangebied Molenstraat	5
3	Huidig beleid stedelijk waterbeheer	7
3.1	Algemeen	7
3.2	Europees, landelijk en regionaal beleid	7
3.3	Overleg inzake watertoets	7
3.4	Eisen en randvoorwaarden Waterschap Brabantse Delta	8
3.5	Eisen en randvoorwaarden gemeente Geertruidenberg	9
4	Aanvullende veldwerkzaamheden	10
4.1	Uitvoering veldonderzoek	10
4.2	Veldwerkresultaten	10
5	Afwegingen in afkoppeling van hemelwater	12
5.1	(On)mogelijkheden voor verwerking van hemelwater binnen het woongebied	12
5.2	Kans op (grond)wateroverlast	15
5.3	Conclusies en aanvullende opmerkingen	16
6	Dimensionering regenwatersysteem	17
6.1	Voorgesteld ontwerp hemelwatersysteem	17
6.2	Benodigde bergings en/of infiltratiecapaciteit hemelwatersysteem	17
6.3	Dimensionering hemelwatersysteem	18
6.4	Afweging in waterhuishoudkundig systeem	18
7	Samenvatting (voorstel <i>waterparagraaf</i>)	21
7.1	Algemeen	21
7.2	Voorstel waterparagraaf	21
Bijlagen		
1	Situatietekeningen	
1.1	Geografische ligging plangebied	
1.2	Situatieschets huidige locatie met boringen en peilbuislocaties	
2	Boorstaten	
3	Doorlatendheidsberekening	
4	Toelichting bodemonderzoek	
5	Toelichting doorlatendheidsproef	
6	Foto's onderzoekslocatie	

1 Inleiding

In opdracht van Croonen Adviseurs heeft Geofox-Lexmond bv een waterhuishoudkundig plan opgesteld voor de ontwikkelingslocatie aan de Molenstraat te Raamsdonk. Initiatiefnemer voor de ontwikkeling is de projectontwikkelaar "Rijn en Vecht Ontwikkeling".

De aanleiding voor het laten opstellen van het waterhuishoudkundig plan (het resultaat van de watertoets¹) wordt gevormd door de geplande ontwikkeling van het terrein. De ontwikkeling zal bestaan uit de bouw van een aantal grondgebonden woningen en de daarbij behorende infrastructuur.

Voor de gewenste herontwikkeling dient conform artikel 19.1 van de Wet op de Ruimtelijke Ordening een ruimtelijk plan te worden opgesteld. Onderdeel van dit ruimtelijk plan vormt de *waterparagraaf*, waarin de gewenste waterhuishoudkundige invulling van het gebied wordt toegelicht.

Het waterhuishoudkundig plan dient als basis voor deze waterparagraaf. In dit plan wordt een beschrijving gegeven van de huidige en toekomstige waterhuishouding op het beschouwde terrein (o.a. vaststelling van de noodzaak tot en de (on)mogelijkheden van het infiltreren dan wel bergen van regenwater).

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

- basisgegevens van de huidige (waterhuishoudkundige) situatie in en rondom het onderzoeksterrein (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 regenwater binnen het onderzoeksterrein (hoofdstuk 5);
- dimensionering van het voorgestelde hemelwatersysteem (hoofdstuk 6);
- samenvatting van het uitgevoerde waterhuishoudkundige plan (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). Per november 2003 schrijft de wijziging van het Besluit op de Ruimtelijke Ordening (Bro) onder meer een waterparagraaf voor als toevoeging op de genoemde ruimtelijke plannen. Daarnaast dient het waterschap (en eventueel andere instanties) betrokken te worden bij opstelling van het bestemmingsplan. Deze verplichte waterparagraaf geeft een beschrijving 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

De topografische gegevens van het beschouwde gebied zijn weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1: Topografische informatie ontwikkelingslocatie

locatiegegevens	
plaats	: Raamsdonk (gemeente Geertruidenberg)
situering	: Tussen de woonpercelen aan de Raadhuisstraat (zuidwestzijde) en de Molenstraat (noordoostzijde)
oppervlakte	: 12.000 m ² (ca. 1,2 ha)
coördinaten	: X : 121.800 – 122.000
(centrum)	: Y : 411.200 – 411.350
	: Z : 0,6 tot 2,3 m + NAP

De onderstaande foto geeft een overzicht van de situatie op de inbreidingslocatie in september 2006. Enkele aanvullende foto's zijn weergegeven in bijlage 6.



Foto 1: inbreidingslocatie Molenstraat te Raamsdonk

Het te beschouwen gebied heeft een oppervlakte van circa 12.000 m² en is op dit moment in gebruik als grasland en als tuin voor de omliggende woningen. Het terrein is grotendeels onverhard.

De maaiveldhoogte varieert zeer sterk van 0,6 m + NAP in het zuidelijke deel tot 2,3 m + NAP in het uiterste noorden. Het middengedeelte van het plangebied heeft in de huidige situatie een maaiveldhoogte van circa 0,6 tot 1,0 m + NAP. Vooral de noordelijke grens van het plangebied, waar het plangebied aan de Molenstraat grenst, ligt hoger dan het middengedeelte van het plangebied.

2.2 Waterhuishoudkundige situatie

2.2.1 Riolering

In de aangrenzende wegen Molenstraat, Raadhuisstraat, Heemraadsingel en Griffiershof bevindt zich een gemengd rioolstelsel. De rioolleiding in de Griffiershof ligt het dichtst bij de locatie. De b.o.b.-hoogte van dit riool (Ø300 mm) ter hoogte van de inbreidingslocatie bedraagt 0,21 m-NAP. Het riool in de Molenstraat (Ø300 mm) ligt hoger (-0,01 tot 1,22 m + NAP).

2.2.2 Oppervlaktewater

Op en in de directe omgeving van de inbreidingslocatie bevindt zich geen oppervlaktewater.

2.3 Geohydrologische situatie

2.3.1 Bodemopbouw en geologische karakteristieken

Ter plaatse van het te beschouwen terrein wordt de bovengrond (tot circa 3,5 m-mv) volgens de Geologische kaart van Nederland (TNO-NITG, 2003) gevormd door de formatie van Bortel.

Aan de hand van de Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 44west (NITG-TNO, 1976) en de gegevens uit het digitale databestand REGIS van TNO-NITG kan informatie worden verkregen over de samenstelling van de diepere bodemlagen. 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 bodemopbouw¹⁾

diepte (m-mv)	formatienaam	samenstelling	geohydrologische eenheid
0,0 – 3,5	Bortel	matig grof zand	deklaag
3,5-8,5	Kreftenheye	zwak siltig, matig grof zand	1° watervoerend pakket
8,5-9	Kreftenheye	grind	1° watervoerend pakket
9-35	Sterksel	zeer grof tot matig grof zand	1° watervoerend pakket
35-38	Stamproy	leem en zeer fijn, uiterst siltig zand	1° scheidende laag
38-60	Waalre	leem en zeer fijn, uiterst siltig zand	1° scheidende laag
60-80	Waalre	fijn tot matig grof zand	2° watervoerend pakket
> 80	Maassluis	zandig leem	2° watervoerend pakket

¹ Diepte en samenstelling vastgesteld op basis van TNO-boring B44G0038 en Grondwaterkaart van Nederland, West-Brabant, 1976

In 2004 is door Insight een verkennend bodemonderzoek op de locatie uitgevoerd. Ten behoeve van dit onderzoek zijn 4 boringen tot 1,8 m-mv verricht, twee van deze boringen zijn uitgerust met een peilbuis.

De boringen geven aan dat de bodem tot circa 0,8 m-mv overwegend bestaat uit sterk humeus zand. Tussen circa 0,8 m-mv en 1,8 m-mv (einde boring) bestaat de bodem uit sterk siltig zand. Deze beschrijving komt globaal overeen met de kartering uit de Geologische kaart.

In 2003 is door Geofox-Lexmond bv op een locatie ten noorden van het huidige plangebied een bodemonderzoek uitgevoerd. Op deze locatie is tot een diepte van ongeveer 4 m-mv geboord. De afstand tussen deze boringen en het huidige plangebied bedraagt ongeveer 100 meter. In deze boringen is, tot een diepte van 4 m-mv, alleen matig fijn, matig siltig zand aangetroffen.

2.3.2 Grondwaterstand en stijghoogte

Om de vraag te beantwoorden of infiltratie en berging van hemelwater mogelijk is en op welke wijze dat dan het beste gerealiseerd kan worden, moeten onder andere de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bekend zijn. Om deze waarden te bepalen zijn diverse informatiebronnen geraadpleegd:

- grondwaterstandsgegevens van peilbuizen, opgenomen in het landelijk meetnet van TNO-NITG;
- grondwaterstandsgegevens van de gemeentelijke peilbuis in de Kerkstraat;
- de grondwatertrappen, opgenomen in de Bodemkaart van Nederland;
- in het verleden uitgevoerde grondwaterstandsmetingen in de omgeving van de beschouwde locatie.

Middels de Grondwaterkaart van Nederland (Inventarisatierapport Midden-Brabant, 1975) is de regionale grondwaterstroming van het freatisch grondwater in de omgeving van het plangebied bepaald. In 1973 was deze stroming noordelijk gericht. De grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket was in dat jaar noord- tot noordwestelijk gericht.

In de omgeving van de onderzoekslocatie zijn twee TNO-peilbuizen en één peilbuis uit het gemeentelijk meetnet van de gemeente Geertruidenberg aanwezig. Uit de meetgegevens van de twee TNO-peilbuizen is de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) berekend. De peilbuis van de gemeente Geertruidenberg is nog niet lang genoeg bemeten om de GHG en de GLG te bepalen.

De GLG en de GHG van de twee TNO-peilbuizen zijn opgenomen in de onderstaande tabel. De twee TNO-peilbuizen liggen te ver van de locatie om informatie te geven over de grondwaterstanden op de locatie zelf. Wel geven ze een goed beeld van het jaarlijkse grondwaterstandsverloop.

Tabel 2.3: Grondwaterstanden TNO-peilbuizen¹⁾

	B44G0310 1997-2004	B44G0513 1990-2003
GHG t.o.v. NAP	-0,49	-0,33
GLG t.o.v. NAP	-0,95	-0,73

¹⁾ Bron: TNO-REGIS

Op de locatie is in mei 2004 een verkennend onderzoek uitgevoerd waarbij de grondwaterstand bepaald is (*"Verkennd bodemonderzoek"; Insight; 14-05-2004*). Uit dit onderzoek blijkt dat de grondwaterstand in mei 2004 1,42 m-mv bedroeg. Door deze grondwaterstand te combineren met het jaarlijkse grondwaterstandsverloop in de TNO-peilbuizen kan een schatting gemaakt worden van de GHG en de GLG op de locatie. Aan de hand van deze gegevens wordt voor de GHG een waarde van ongeveer 1,0 m-mv (0,0 m + NAP) aangehouden voor de inbreidingslocatie. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) ter plaatse wordt geschat op 1,5 m-mv (-0,5 m + NAP).

Aanvullende opmerking

De peilbuis die destijds door Insight is geplaatst is nog aanwezig en wordt door de Gemeente Geertruidenberg opgenomen in het gemeentelijk grondwatermeetnet (telefonisch overleg met dhr. Oome, gemeente Geertruidenberg). Door de grondwaterstand in de peilbuis regelmatig te peilen kan een beter inzicht verkregen worden in de grondwaterstand op de locatie en eventuele veranderingen hierin.

Bij de provincie Noord-Brabant zijn voor het jaar 2003 in de directe omgeving van de ontwikkelingslocatie geen relevante grondwateronttrekkingen geregistreerd.

2.4 Overige relevante aspecten

2.4.1 Ecologie, archeologie en regionale waterberging

Het onderzoeksterrein ligt in het bebouwd gebied van Raamsdonk en is niet binnen een grondwaterbeschermingsgebied gelegen. Evenmin valt het terrein binnen een kwetsbaar gebied in het kader van de Nota lozingen buitengebied.

De Cultuurhistorische Waardenkaart van Provincie Noord-Brabant geeft aan dat een aantal woningen aan de omliggende straten op de monumentenlijst staan. Het is aan te raden om extra rekening te houden met deze gebouwen indien tijdens de ontwikkeling van het plangebied tijdelijk grondwater moet worden onttrokken. Op de locatie zelf is geen bebouwing aanwezig.

De locatie valt niet binnen een ecologisch waardevol gebied.

Aan de hand van de Digitale Atlas van de provincie Noord-Brabant (versie 2.1.4, 4 april 2002) kan worden afgeleid dat zich in de nabije omgeving van het onderzoeksterrein geen (zoek)gebied voor regionale waterberging bevindt (inundatie met oppervlaktewater bij extreme neerslag, waarbij het aanwezige grondgebruik behouden blijft).

2.4.2 Kwaliteit grond en grondwater

Door Insight is op het plangebied in mei 2004 een verkennend bodemonderzoek verricht. Hieruit is gebleken dat plaatselijk in de grond een verhoogd gehalte aan PAK is aangetroffen en dat in het grondwater een verhoogd gehalte chroom is aangetroffen ten opzicht van de streefwaarde. De overschrijdingen zijn dusdanig klein dat het gerechtvaardigd is om de locatie onverdacht te noemen. Op basis hiervan kan worden gesteld dat er geen gebruiksbeperkingen zijn aan de onderzoekslocatie.

2.5 Gewenste herinrichting zorgcentrum Plangebied Molenstraat

In het plangebied Molenstraat zullen circa 40 woningen met tuinen gerealiseerd worden. Het betreft rijtjeswoningen, twee-onder-een-kap woningen en vrijstaande woningen. In de plannen voor de locatie is geen openbaar groen opgenomen.

In de toekomstige situatie zal circa 70% van het gebied verhard zijn.

Het meest oostelijke deel van het plangebied is nog niet in bezit van de projectontwikkelaar. In de toekomst wordt dit gebied waarschijnlijk wel bij het plangebied getrokken maar het is nog niet duidelijk wat er gerealiseerd gaat worden.

Op het terrein is weinig openbare ruimte gepland. De totale ruimte wordt gebruikt voor woningen, particuliere tuinen, wegen en parkeerplaatsen.

Het terrein wordt opgehoogd tot circa 1,3 m + NAP. Het terrein ligt dan iets hoger dan de Raadhuisstraat, de Heemraadsingel en de Griffiershof. Alleen de Molenstraat zal ook na de ophoging nog beduidend hoger liggen dan het plangebied.

3 Huidig beleid stedelijk waterbeheer

3.1 Algemeen

In de navolgende paragrafen is het huidige nationaal, regionaal en lokaal beleid ten aanzien van stedelijk waterbeheer beknopt toegelicht. Gelet op het lokale karakter van de waterproblematiek (zoals wateroverlast in de vorm van kwel in het rivierengebied en verdroging in het zuiden van Nederland), wordt het stedelijk waterbeleid voor een groot gedeelte ingevuld door de lokale en regionale overheid, in dit geval gemeente Geertruidenberg en Waterschap Brabantse Delta. Het Rijk stelt enkel de beleidsgrenzen vast.

3.2 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);
- Nationaal Bestuursakkoord Water (2003);
- Europese Kaderrichtlijn Water, KRW (2000);
- Vijfde Nota Ruimtelijke Ordening, NRO5 (2002).

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;
- 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 allereerst binnen de eigen plangrenzen gekeken worden. Alleen in bijzondere gevallen kan naar oplossingsmogelijkheden buiten de eigen grenzen gezocht worden. Dit dient in nauw overleg met de gemeente, het waterschap en/of de provincie te geschieden;
- indien bij de herinrichting van het terrein grootschalige graafwerkzaamheden zijn gepland (o.a. voor ondergronds bergen en/of infiltreren van regenwater), dient de provincie Noord-Brabant hiervan op de hoogte te worden gesteld. Door hen zal worden bepaald of voor deze werkzaamheden een melding volstaat, dan wel een vergunning in het kader van de Ontgrondingenwet moet worden aangevraagd.

3.3 Overleg inzake watertoets

In het kader van de watertoets is in september 2006 telefonisch overleg gevoerd met de gemeente Geertruidenberg (o.a. met dhr. Oome op 27 september 2006), waarin de eisen, randvoorwaarden en verdere wensen ten aanzien van het afkoppelen van regenwater zijn

besproken en richting is gegeven aan de waterhuishoudkundige invulling van het nieuwe zorgcentrum. Door waterschap Brabantse Delta zijn eisen en randvoorwaarden gesteld. In de volgende twee paragrafen zijn de richtlijnen met betrekking tot het stedelijk waterbeleid van het waterschap en de gemeente beknopt benoemd en toegelicht.

3.4 Eisen en randvoorwaarden Waterschap Brabantse Delta

Het Waterschap Brabantse Delta kent binnen haar beheersgebied enkele specifieke eisen en randvoorwaarden inzake het stedelijk waterbeheer. Het waterschap heeft in mei 2005 de beleidsnotitie "Beleidsregel hydraulische randvoorwaarden" opgesteld. Deze notitie beschrijft het waterbeleid met betrekking tot de hydraulische randvoorwaarden. De voor het plangebied in Raamsdonk geldende eisen en randvoorwaarden zijn hieronder genoemd:

- ingrepen dienen waterneutraal te geschieden. Ontwikkelingen die een negatief effect hebben op het watersysteem zijn in principe niet toegestaan;
- de noodzakelijke berging van het relatief schone regenwater moet in principe geheel binnen de perceelsgrenzen worden gerealiseerd. Alleen bij kleinschalige ingrepen in het bestaand bebouwd gebied biedt het waterschap de mogelijkheid om berging buiten de perceelsgrenzen, maar nog binnen het afwateringsgebied, te realiseren;
- met betrekking tot het regenwater dient de gewenste situatie te worden getoetst aan:
 - een (ontwerp)regenbui die zich eens in de 2 jaar in het winterhalfjaar voordoet (T2-regenbui) in geval van de aanleg van een gescheiden rioolstelsel. Dit komt overeen met 21,3 mm neerslag in 12 uur;
 - een (ontwerp)regenbui die zich eens in de 10 jaar voordoet (T10-regenbui) in geval van een oppervlakkige retentie- of infiltratievoorziening. Dit komt overeen met een 44,4 mm neerslag in 12 uur.
- tijdens een T2-regenbui mag het peil in het rioolstelsel maximaal tot aan de overstortdrempel reiken en moet het water geheel binnen de perceelsgrenzen worden geborgen (geen vertraagde afvoer naar het regionaal watersysteem);
- in geval van een T10-regenbui bedraagt de maximale peilstijging voor een oppervlakkige bergingsvoorziening 0,50 m, waarbij het regenwater vertraagd (met een maximum van 1,67 l/s/ha) wordt afgevoerd naar het buitengebied;
- tijdens beide ontwerpregenbuien bedraagt de berging op straat 1 mm;
- de maximale leeglooptijd van een bergingsvoorziening bedraagt 3 dagen. Dit wil zeggen dat na iedere maatgevende regenbui de bergingsruimte binnen 3 dagen weer geheel beschikbaar moet zijn voor een eventuele volgende regenbui;
- bij de bergingsberekeningen mag het verlies aan regenwater als gevolg van infiltratie in de bodem niet worden meegenomen;
- afhankelijk van het type verharding en het gebruik ervan, kan het regenwater direct op de bergingsvoorziening worden geloosd (bijvoorbeeld in geval van dakoppervlak, waarbij niet-uitloogbare materialen zijn toegepast), of moet het water eerst door een filtervoorziening worden geleid alvorens te lozen op de bergingsvoorziening (zoals bij intensief bereden terreinoppervlakken). Door het waterschap wordt als zuiveringsmethode de voorkeur gegeven aan het toepassen van een bermpassage of lammelenfilters. Wanneer de kans op vervuiling van het afstromend regenwater groot is (bijvoorbeeld bij laad- en losplaatsen voor vrachtauto's) wordt geadviseerd het regenwater middels een verbeterd gescheiden stelsel af te voeren;
- het waterschap zal het eventueel te realiseren openbare *oppervlaktewater* binnen het toekomstig bedrijventpark gaan onderhouden en beheren. Het onderhoud aan en beheer van de *ondergrondse* hemelwatervoorzieningen is in principe voor rekening van de gemeente. Het beheer van en onderhoud aan de voorzieningen op particuliere terreindelen is voor rekening van de betreffende terreinbeheerder(s);

- om een goed onderhoud aan de oppervlakkige voorzieningen mogelijk te maken dienen deze te zijn voorzien van een (obstakelvrij) onderhoudspad.

3.5 Eisen en randvoorwaarden gemeente Geertruidenberg

De gemeente Geertruidenberg stelt ten aanzien van de geplande ontwikkeling in ieder geval de volgende eisen:

- de gunstige geohydrologische omstandigheden van een locatie dienen zo veel mogelijk te worden benut;
- de benodigde dekking boven het riool bedraagt 1,4 meter. Indien alle huizen op inspectieputten worden aangesloten kan worden volstaan met een dekking van 1 meter;
- om calamiteiten op het ontwikkelingsterrein te voorkomen kan een (nood)overstort worden aangebracht die is aangesloten op het gemeentelijk riool. In de omliggende straten is onder de openbare weg sprake van een *gemengd* rioolstelsel;
- de infiltratievoorziening en het vuilwaterriool moeten worden aangesloten op het gemengde riool in de Griffiershof. De druklijn ter plaatse van het aansluitpunt ligt op 1,01 m + NAP (bij bui 8). De minimale drooglegging bedraagt 30 centimeter. Hieruit volgt dat de ashoogte van de wegen in het nieuwe plangebied minstens 1,30 m + NAP moet zijn.

Verder wordt door dhr. Oome aangegeven dat het niet wenselijk is om het gebied lager te laten liggen dan de omliggende straten. Het wordt aanbevolen om het plangebied schuin af te laten lopen van het niveau van de Molenstraat in het noorden tot het niveau van de Heemraadsingel in het zuiden.

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 4.

De mogelijkheid tot het infiltreren van hemelwater in de bodem op het onderzoeksterrein is onder andere afhankelijk van de grondwaterstand, de bodemopbouw (tot enkele meters beneden het maaiveldniveau) en de doorlatendheid van de bodem in de onverzadigde zone ter plaatse. Aangezien op basis van de beschikbare gegevens onvoldoende inzicht bestaat in de grondwatersituatie en in de doorlatendheid zijn ter plaatse van het onderzoeksterrein de volgende veldwerkzaamheden verricht:

- het uitvoeren van een veldinspectie ter vaststelling van de huidige waterhuishoudkundige situatie;
- het verrichten van 3 boringen tot 1,5 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 3 in-situ doorlatendheidsmetingen in de onverzadigde zone (Hooghoudt-proef).

Het verrichten van de boringen en de in-situ doorlatendheidsmetingen hebben plaatsgevonden op 22 juni 2006. De situering van de boorpunten en de geplaatste peilbuizen is weergegeven in bijlage 1.2.

In de bijlage 4 en 5 is een toelichting gegeven op voornoemde gehanteerde methodieken.

4.2 Veldwerkresultaten

4.2.1 Bodemopbouw

In bijlage 2 is de bodemopbouw ter plaatse van de uitgevoerde boringen in de vorm van boorbeschrijvingen aangegeven. De in het veld aangetroffen bodemopbouw is tevens schematisch weergegeven in tabel 4.1.

Tabel 4.1: Lokale bodemopbouw ontwikkelingsterrein

diepte (m-mv)	bodemsamenstelling	Bijzonderheden
0,0 – 1,0 à 1,5*	Zwak tot matig siltig, zeer fijn tot matig fijn zand	Geroerd In boring 3 is tot aan de einddiepte geroerd zand gevonden
1,0 à 1,5 – 1,5*	Matig fijn, matig siltig zand	--

* einde diepste boring

Uit de boorbeschrijvingen blijkt dat het bovenste deel van de bodem binnen de ontwikkelingslocatie bestaat uit geroerd zand. De korrelgrootte van dit geroerde zand varieert van zeer fijn tot matig fijn. De ongeroerde bodem die in boring 1 en 2 werd gevonden vanaf een diepte van ongeveer 1 meter bestaat uit matig fijn zand.

Het matig fijne zand dat in de boringen is aangetroffen komt niet overeen met het matig grove zand dat volgens REGIS op de locatie aanwezig zou zijn. Het zand dat is aangetroffen laat zien dat Raamsdonk op een echte donk ligt. Dit is een zandheuvel die tijdens de laatste ijstijd door de wind is gevormd. Later, tijdens het Holoceen, werden de omliggende lagere gebieden opgevuld met grovere rivierafzettingen, dit is het matig grove zand dat volgens REGIS op de locatie aanwezig zou zijn. Het matig fijne zand van de donk waarop Raamsdonk ontstaan is steekt echter nog boven de matig grove rivierafzettingen uit en wordt dus in het plangebied aan het maaiveld gevonden.

Op basis van een eerder door Geofox-Lexmond bv uitgevoerde boring in de nabijheid van het plangebied wordt verwacht dat het matig fijne zand tot op een diepte van minstens 4 m-mv aanwezig is.

4.2.2 Doorlatendheid

In de drie geplaatste boringen is een Hooghoudt-proef uitgevoerd om de doorlatendheid te bepalen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.2. In boring 3 was de bodem te goed doorlatend om een goede omgekeerde boorgatmethode uit te voeren.

Tabel 4.2: Resultaten doorlatendheidsmetingen (diepte 0,5-1,5 m-mv)

boringnummer	doorlatendheid (m/dag)		
	meting 1	meting 2	meting 3
1	2,4	2,3	2,2
2	2,9	2,6	2,2
3			>10

Uit de berekeningsresultaten kan worden afgeleid dat de horizontale doorlatendheid van de matig siltige, matig tot zeer fijne zandlaag die is aangetroffen bij boring 1 en 2 redelijk tot goed is voor het toepassen van infiltratie (2,2 m/dag). De doorlatendheid in de geroerde grond rond boring 3 is veel groter (> 10 m/dag).

De doorlatendheidsberekeningen zijn opgenomen in bijlage 3.

5 Afwegingen in afkoppeling van hemelwater

5.1 (On)mogelijkheden voor verwerking van hemelwater binnen het woongebied

5.1.1 Algemeen

In de huidige situatie is het plangebied geheel onverhard. Het hemelwater infiltreert ter plekke in de bodem. Voor de toename van verhard oppervlak als gevolg van de ontwikkelingen op het plangebied moeten oplossingen gevonden worden voor het infiltreren en bergen van de neerslag. In de nieuwe situatie zal 70% van het terrein verhard zijn.

5.1.2 Mogelijkheid tot hergebruik van hemelwater binnen de perceelsgrenzen

Het benutten van hemelwater voor huishoudelijke activiteiten (bijvoorbeeld voor wasmachine, toilet of besproeiing van tuin) is één van de mogelijke maatregelen ten behoeve van een duurzaam watergebruik. De mogelijkheid tot hergebruik hangt sterk af van het (toekomstige) gebruik: indien sprake is van "risicogroepen" (zoals jonge kinderen, minder validen, zieken en ouderen), wordt het gebruik van hemelwater niet toepasbaar geacht. Daarnaast dient het gebouw te zijn voorzien van voldoende dakoppervlak (voor toepassing van hemelwater voor toiletspoeling en wasmachine is ongeveer 25 m² dakoppervlak per persoon nodig om aan de vraag te kunnen voldoen) en is het van belang dat het dakmateriaal geen verkleuring of verontreiniging van het hemelwater tot gevolg kan hebben.

De hoeveelheid regenwater die hierbij wordt ondervangen (en dus niet wordt afgevoerd richting een infiltratie- of bergingsvoorziening) hangt met name af van de inhoud van het hergebruikssysteem.

Gezien de geplande woningsamenstelling binnen de wijk wordt verwacht dat zowel kinderen als ouderen tot de doelgroep van de wijk behoren. In deze rapportage is dan ook uitgegaan van de minst gunstige situatie en is aangenomen dat geen regenwater wordt benut voor huishoudelijke doeleinden. Het regenwater, afkomstig van het verhard oppervlak *en* van daken, dient dan te worden afgevoerd richting een infiltratie- of bergingsvoorziening, het oppervlaktewater of een gescheiden rioolstelsel.

5.1.3 Mogelijkheid tot toepassing van vegetatiedaken

In plaats van het hergebruiken van regenwater, afkomstig van daken, kan gekozen worden voor het toepassen van een vegetatiedak. Een vegetatiedak kan zorgen voor een grote reductie in de afvoer (tot wel 90%). Een dergelijk dak heeft namelijk een bufferende werking, waardoor afvoerpieken van hevige buien worden opgevangen. Het regenwater dat op een vegetatiedak valt wordt vertraagd afgevoerd en na verloop van tijd komt de berging weer volledig beschikbaar. Op deze wijze is geen sprake van een (noemenswaardige) toename van de afvoer ten opzichte van de huidige situatie. Het riool of oppervlaktewater raakt dan ook niet of minder snel overbelast. De toepasbaarheid van een vegetatiedak hangt van een aantal factoren af:

- de uitvoering van de daken. Platte daken en daken met een flauwe helling (tot circa 25°) zijn over het algemeen goed geschikt voor het toepassen van vegetatiedaken. Voor daken

met een hellingshoek groter dan 25° dienen aanvullende maatregelen te worden getroffen tegen afschuiving;

- de constructie van de toekomstige bebouwing. Naar alle waarschijnlijkheid zijn voor de woningen reeds constructieberekeningen uitgevoerd. Het is echter op dit moment niet duidelijk of de extra druk van het vegetatiedak door de constructie van de woningen kan worden ondervangen;
- esthetische en financiële aspecten. Een vegetatiedak moet "passen" binnen het ruimtelijk ontwerp en is in de regel duurder in aanschaf en onderhoud dan een regulier dak.

De woningen in het plangebied zullen een sterk hellend dak hebben, dergelijke daken zijn niet geschikt voor het toepassen van vegetatiedaken.

5.1.4 Mogelijkheid tot infiltratie van hemelwater in de bodem

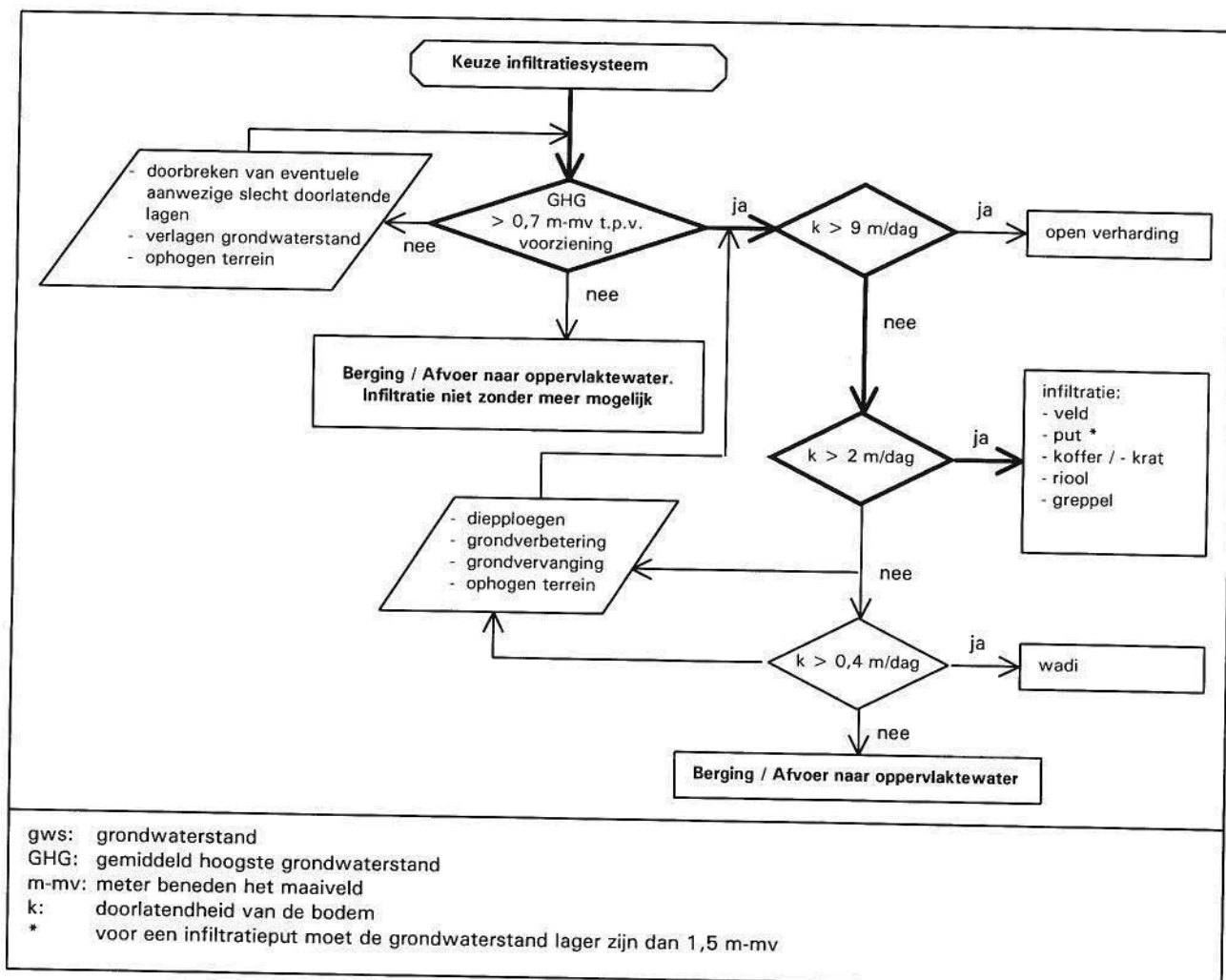
In figuur 5.1 is voor verwerking van hemelwater binnen een perceelsgrens schematisch de (geohydrologische) afweging gemaakt tussen het wel of niet infiltreren in de bodem en worden voorbeelden van mogelijke infiltratietechnieken gegeven. Het betreft hier een algemene besismethodiek. Ieder geval dient 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.

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 de onderzoekslocatie.



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"

Uit de voor de ontwikkelingslocatie geschatte GHG (1,0 m-mv) en uit 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, zeer fijne tot matig fijne zandlaag (circa 2,2 m/dag), worden volgens de beslisboom voor het terrein geen problemen verwacht ten aanzien van het infiltreren van hemelwater in de bodem middels infiltratiekratten, -riolen, -greppels en -velden. Tevens wordt, voor wat betreft de doorlatendheid van de bodem, het toepassen van wadi's goed mogelijk geacht. Het toepassen van ondergrondse berging, bijvoorbeeld onder de openbare binnenplaats of ter plaatse van de parkeervoorzieningen, wordt geprefereerd boven een bovengrondse voorziening.

5.1.5 Mogelijkheid tot oppervlakkige en/of ondergrondse waterberging

De volgende stap in de voorkeursvolgorde is het bergen van hemelwater binnen het terrein, bijvoorbeeld in de vorm van een vijver. In plaats van het infiltreren in de bodem wordt het geborgen regenwater vertraagd (bijvoorbeeld middels een knijp- of overlaatconstructie) afgevoerd naar het oppervlaktewater of (in dit geval) het gemeentelijk rioolstelsel. De geohydrologische omstandigheden (GHG en dorlatendheid) binnen het terrein zijn echter voldoende gunstig voor het toepassen van infiltratie.

5.1.6 Mogelijkheid tot afvoer van hemelwater op oppervlaktewater of riool

De minst gunstige wijze van verwerking van hemelwater (hydrologisch gezien) is de afvoer ervan richting een gescheiden rioolstelsel.

Wanneer infiltratie en berging van het hemelwater (bijvoorbeeld bij extreme regenval in combinatie met ongunstige bodemomstandigheden) 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 richting het gemeentelijk stelsel is ook een mogelijkheid. Deze optie wordt echter beschouwd als de minst gunstige wijze van de verwerking van het schone hemelwater.

5.2 Kans op (grond)wateroverlast

5.2.1 Noodzaak tot maaiveldophoging t.a.v. ontwateringsnormen

De noodzaak tot het ophogen van het maaiveld in het plangebied wordt onder andere bepaald door:

- de in het plangebied heersende grondwaterstand en de fluctuaties ervan over het jaar gezien;
- de algemeen gestelde eisen ten aanzien van de ontwateringsdiepte;
- de druklijn in het gemengde riool in de Griffiershof en de minimaal geëiste drooglegging boven die druklijn.

De in het algemeen gehandhaafde ontwateringsnorm bedraagt 0,7 m ten opzichte van het toekomstige straatpeil (en 1,0 m ten opzichte van het toekomstige vloerpeil). Dit wil zeggen dat de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) minimaal 0,7 m onder het toekomstige straatpeil dient te liggen. De GHG voor het plangebied in Raamsdonk in de huidige situatie is geschat op 0,0 m + NAP. De geplande hoogte voor de toekomstige ontsluitingswegen zal 1,3 m + NAP zijn (telefonisch overleg met dhr. Bol, Rijn en Vechtontwikkeling, 9-10-2006). Hieruit volgt dat de ontwateringsdiepte ruim voldoende zal zijn.

Het afvalwaterriool in het plangebied wordt aangesloten op het gemengde riool in de Griffiershof. De druklijn ter plaatse van het aansluitpunt ligt op 1,01 m + NAP (bij bui 8). De minimale drooglegging bedraagt 30 centimeter (bron: dhr. Oome, gemeente Geertruidenberg), bij een kleinere drooglegging bestaat het gevaar dat bij een hevige bui het water op straat blijft staan.

Uit de druklijn en de vereiste drooglegging volgt dat de ashoogte van de wegen in het nieuwe plangebied minstens 1,30 m + NAP moet zijn.

5.3 Conclusies en aanvullende opmerkingen

5.3.1 Haalbaarheid oplossingsrichtingen

Conform het principe *hydrologisch neutraal bouwen* zal gezocht moeten worden naar mogelijkheden voor waterberging en infiltratie voor het hemelwater dat op het verharde deel van het terrein valt.

Om de mogelijkheden voor het afkoppelen van hemelwater voor het onderzoeksterrein inzichtelijk te maken, is in de navolgende tabel de haalbaarheid van verschillende afkoppeltechnieken schematisch weergegeven.

Tabel 5.1: Haalbaarheid van de oplossingsrichtingen voor de inbreidingslocatie

Oplossingsrichting	Haalbaarheid			
	Geohydrologisch		Technisch / organisatorisch	Algemeen
Hergebruik	-	niet mogelijk, als gevolg van aanwezigheid risicogroep	- n.v.t.	- niet mogelijk
Vegetatiedak	-	niet mogelijk als gevolg van hellende daken	- n.v.t.	- niet mogelijk
Oppervlakkig infiltreren	+	mogelijk	- niet mogelijk a.g.v. beperkte ruimte	- niet mogelijk
Ondergronds infiltreren	+	mogelijk, in de vorm van infiltratiekratten of -riolen	+ mogelijk	+ mogelijk
Oppervlakkig bergen	+	mogelijk	- niet mogelijk a.g.v. beperkte ruimte	- niet mogelijk
Ondergronds bergen	+	mogelijk	+ mogelijk	+ mogelijk
Afvoer naar elders	+	mogelijk, maar niet wenselijk	+ mogelijk, maar niet wenselijk geacht door gemeente en waterschap	+ mogelijk, maar niet wenselijk

Op de locatie zullen gezinswoningen gebouwd worden. Er is dus sprake van de aanwezigheid van een risicogroep (kinderen). Het toepassen van een hergebruikstelsel binnen het plangebied wordt dan ook niet mogelijk geacht.

Gelet op de locatiespecifieke omstandigheden (GHG en doorlatendheid), wordt het toepassen van infiltratie beschouwd als een geschikte oplossingsrichting. Op de locatie is niet voldoende ruimte aanwezig voor bovengronds infiltreren. Het toepassen van ondergrondse infiltratie, bijvoorbeeld onder de openbare binnenplaats of ter plaatse van de parkeervoorzieningen, is echter wel mogelijk.

Ook het toepassen van bergende voorzieningen en het direct afvoeren van regenwater naar het gemeentelijk stelsel zijn haalbare opties voor het verwerken van regenwater, deze oplossingsrichtingen worden zowel door de gemeente als het waterschap echter beschouwd als minder wenselijk.

6 Dimensionering regenwatersysteem

6.1 Voorgesteld ontwerp hemelwatersysteem

Aan de hand van de lokale geohydrologische karakteristieken, de eisen van waterschap Brabantse Delta, de eisen van de gemeente Geertruidenberg en de gewenste invulling van het plangebied is gekeken naar geschikte oplossingen voor het infiltreren en bergen van hemelwater in het plangebied.

6.2 Benodigde bergings en/of infiltratiecapaciteit hemelwatersysteem

Het totaal aan verhard oppervlak bedraagt voor het te ontwikkelen plan ongeveer 8.400 m². In de huidige situatie is de locatie geheel onverhard, er is dus een toename in verhard oppervlak van 8.400 m².

De maximale afvoer via het hemelwaterstelsel voor nieuwe stedelijke gebieden waar de bodem bestaat uit zand is 1,67 l/s/ha bij een T = 10 bui. Het totale plangebied beslaat in totaal 1,2 ha waardoor de totale hoeveelheid water die bij een T = 10 bui mag worden afgevoerd 2,00 l/s, oftewel 7,2 m³/uur, bedraagt.

Uit de globale berekeningen van het te infiltreren en/of te bergen hemelwater blijkt dat de T = 10 bui maatgevend is voor de bepaling van het te bergen regenwater. De berekening van de benodigde berging is opgenomen in bijlage 3. Bij de bepaling van de berging is er van uitgegaan dat vanaf het begin van de bui de maximaal toelaatbare afvoer vanuit het plangebied richting rioolstelsel wordt aangesproken.

In tabel 6.1 is een T = 10 regenbui omgezet naar te infiltreren en/of te bergen hemelwater.

Tabel 6.1: Benodigde berging T = 10

Tijd	Neerslag	Neerslag	Verhard Oppervlak	Benodigde Berging	Benodigde berging (zonder afvoer)
min	l/s/ha	mm	m ²	m ³	m ³
0	0,0	0,0	8.400	0	0
5	330,0	9,9	8.400	83	83
15	197,8	17,8	8.400	150	148
30	127,8	23,0	8.400	193	190
45	94,8	25,6	8.400	215	210
60	75,8	27,3	8.400	229	222
90	55,0	29,7	8.400	249	239
120	43,3	31,2	8.400	262	248
180	31,8	34,3	8.400	288	266
240	25,3	36,4	8.400	306	277
300	21,1	37,9	8.400	318	282
360	18,1	39,0	8.400	328	284
480	14,3	41,3	8.400	347	289
600	12,0	43,1	8.400	362	290
720	10,3	44,4	8.400	373	286

De berekeningsresultaten geven aan dat de maximaal te bergen hoeveelheid hemelwater bij een $T = 10$ bui 290 m^3 bedraagt.

Voor een bui $T = 2$ blijkt het te infiltreren en/of te bergen hoeveelheid hemelwater 72 m^3 te bedragen.

6.3 Dimensionering hemelwatersysteem

De hoeveelheid regenwater die middels infiltratierolering kan worden afgekoppeld (en op de locatie zelf kan worden geïnfiltreerd en of geborgen) hangt sterk af van de infiltratiecapaciteit en de effectieve berging (de afmetingen) van het systeem.

In deze rapportage is een globale dimensionering van het afwateringsysteem beschreven. Een meer gedetailleerd ontwerp zal in een later stadium worden uitgevoerd.

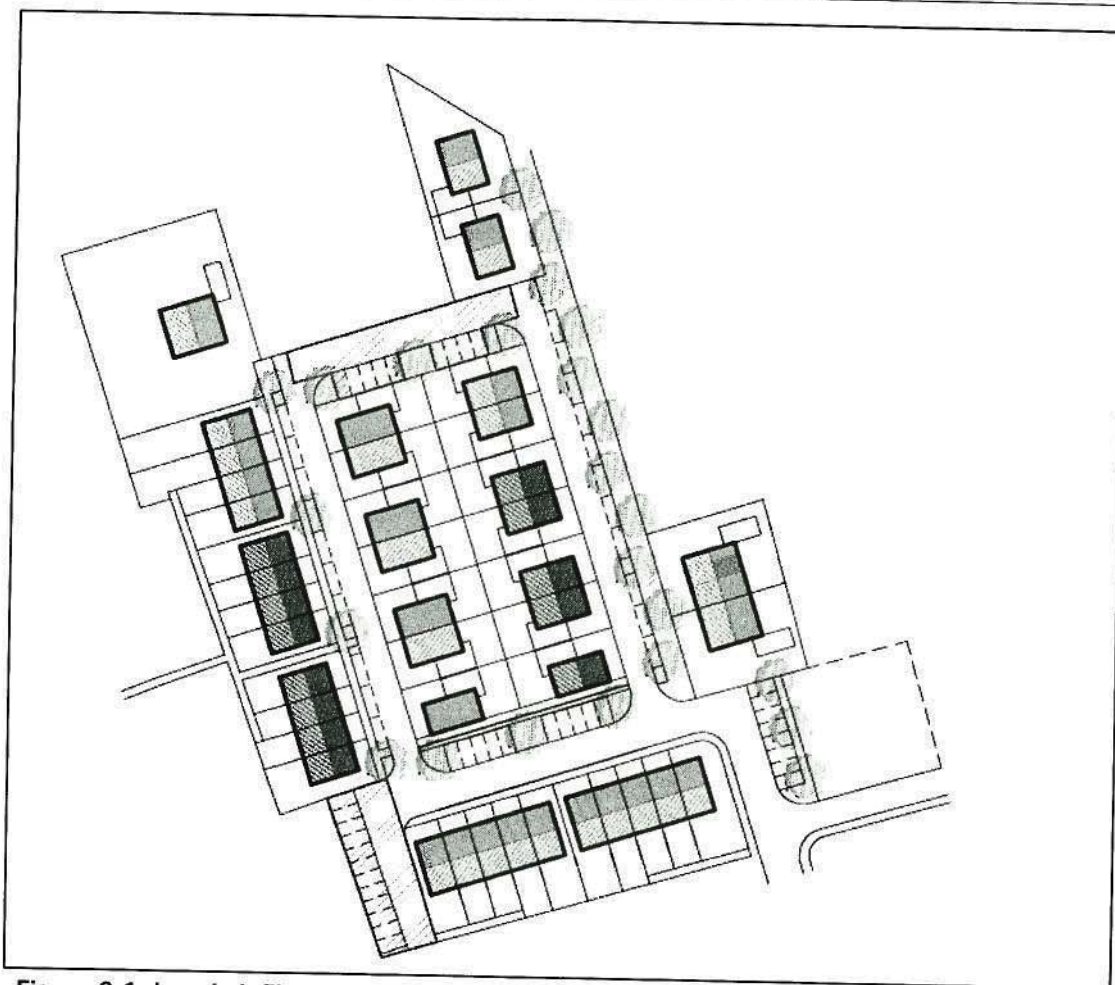
6.4 Afweging in waterhuishoudkundig systeem

In de voorgaande paragrafen is een voorstel gedaan voor een waterhuishoudkundig systeem voor het te ontwikkelen inbreidingsplan. Hierbij is gekeken naar de benodigde inspanning om aan de voorwaarde "hydrologisch neutraal" te voldoen.

Om de totale hoeveelheid neerlag, op basis van een $T = 10$ -bui te bergen in een infiltratieriool met een doorsnede van 400 mm , is een rioollengte van 1500 meter nodig. De totale lengte van de toekomstige wegen in het plangebied bedraagt ongeveer 300 meter . Het is duidelijk dat er in het plangebied niet voldoende ruimte is om 1500 meter infiltratierolering aan te leggen.

Uit telefonisch overleg met dhr. Oome van de gemeente Geertruidenberg is gebleken dat boven een infiltratieriool een dekking van $1,4 \text{ meter}$ aanwezig moet zijn. Eventueel kan de benodigde dekking teruggebracht worden tot 1 meter door alle woningen individueel op de inspectieputten aan te sluiten. Een infiltratieriool moet echter wel boven de GHG liggen. Aangezien de geschatte GHG op de planlocatie $0,0 \text{ m} + \text{NAP}$ is en de toekomstige weghoogte $1,3 \text{ m} + \text{NAP}$ zal er niet voldoende verticale ruimte zijn voor een infiltratierolering.

Een geschiktere oplossing om de van de daken en wegen afkomstige neerslag te bergen is het gebruik van infiltratiekratjes. Doordat de kratzen rechthoekig zijn hebben ze een veel grotere inhoud dan de ronde infiltratiebuizen. De kratzen zijn in verschillende hoogtes leverbaar. De kleinste hoogte is $0,45 \text{ m}$. Als de infiltratiekratzen net boven de GHG gelegd worden is $0,85 \text{ m}$ dekking mogelijk. Dit is voor een dergelijk systeem ruim voldoende. Wel moet rekening gehouden worden met de door de Gemeente Geertruidenberg gestelde eisen ten aanzien van de dekking. Die is minimaal $1,4$ à $1,0 \text{ meter}$ om ruimte te hebben voor kabels en leidingen. Door de infiltratiekratzen te leggen op een locatie waar geen kabels en leidingen liggen wordt dit probleem ondervangen. Binnen het onderzoeksgebied zijn hiervoor twee geschikte locaties. De parkeerplaats in het zuidwesten van het onderzoeksgebied en het weggedeelte in het noorden van het onderzoeksgebied. De locaties zijn rood gearceerd weergegeven in de navolgende figuur.



Figuur 6.1: locatie infiltratiekratten

Om de benodigde hoeveelheid water (290 m^3) te bergen in infiltratiekratjes van 0,45 meter hoog is een oppervlak van 680 m^2 nodig. Bij deze berekening is geen rekening gehouden met het feit dat tijdens de regenbui al water zal infiltreren (conform eis Waterschap Brabantse Delta). Op de aangegeven locaties is deze ruimte aanwezig.

De bebouwing en de wegen zullen met een gesloten buis aangesloten kunnen worden op het infiltratiesysteem. Daarnaast zal er een afvoer naar de riolering aangelegd moeten worden om de toegestane afvoer naar het riool te leiden en als overstort te dienen.

Bij de keuze van het krattensysteem is het belangrijk om aandacht te besteden aan het beheer en onderhoud van het systeem. Op de onderzoekslocatie zal naast water afkomstig van daken ook water afkomstig van wegen naar de infiltratievoorziening geleid worden. Het in dit water aanwezige zand en bladafval kan zorgen voor verstopping. Door het aanbrengen van een bladvang en zandvang kan dit risico minimaal gehouden worden. Het is aan te raden om voor een systeem te kiezen dat goed en eenvoudig geïnspecteerd en gereinigd kan worden.

In de Elsevier-publicatie "Hemelwater in de praktijk" (Elsevier Waterwijzer, 2001/2002) is een indicatie gegeven van kosten voor verschillende infiltratiesystemen. Uit deze publicatie blijkt dat de aanleg van een krattensysteem ongeveer even duur, of zelfs iets goedkoper, zal zijn dan de aanleg van een infiltratieriolering.

Voor een gedetailleerde dimensionering en prijsopgaaf kan contact opgenomen worden met een leverancier van infiltratiesystemen.

7 Samenvatting (voorstel *waterparagraaf*)

7.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de voornaamste zaken uit voorliggend waterhuishoudkundig plan nogmaals vermeld. De tekst kan worden opgevat als een opzet tot de uiteindelijke waterparagraaf die onderdeel vormt van de ruimtelijke onderbouwing. Benadrukt wordt echter dat het waterhuishoudkundig plan door de verschillende betrokken instanties (in dit geval Waterschap Brabantse Delta en de gemeente Geertruidenberg) dient te worden ingezien en/of goedgekeurd, alvorens de definitieve ruimtelijke onderbouwing, inclusief de waterparagraaf, ter beoordeling aan het bevoegd gezag aan te bieden.

7.2 Voorstel waterparagraaf

7.2.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Croonen Adviseurs heeft Geofox-Lexmond bv een waterhuishoudkundig plan opgesteld voor de inbreidingslocatie Molenstraat te Raamsdonk. Projectontwikkelaar "Rijn en Vecht Ontwikkeling", initiatiefnemer voor de ontwikkeling, is voornemens om op de locatie 40 woningen te bouwen. Voor deze herontwikkeling dient conform artikel 19.1 van de Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO) een ruimtelijk plan te worden opgesteld. Onderdeel van dit ruimtelijk plan vormt de *waterparagraaf*, waarin de gewenste waterhuishoudkundige invulling van het gebied wordt toegelicht.

7.2.2 Huidige situatie ontwikkelingsterrein

Algemeen

Het te beschouwen gebied heeft een oppervlakte van circa 12.000 m² en is op dit moment in gebruik als grasland en als tuin voor de omliggende woningen. Het terrein is in de huidige situatie geheel onverhard. De maaiveldhoogte varieert sterk van 0,6 tot 2,3 m + NAP. Het grootste deel van het terrein ligt lager dan de omliggende wegen en bebouwing.

Riolering

In de aangrenzende wegen Molenstraat, Raadhuisstraat, Heemraadsingel en Griffiershof bevindt zich een gemengd rioolstelsel. De rioolleiding in de Griffiershof ligt het dichtst bij de locatie en is het meest geschikt om de nieuw te bouwen woningen op aan te sluiten. De b.o.b.-hoogte van dit riool (Ø300 mm) ter hoogte van de inbreidingslocatie bedraagt -0,21 m + NAP.

Oppervlaktewater

Het regenwater (hemelwater) dat op de onverharde terreindelen terecht komt infiltreert geheel in de bodem. Op en in de directe omgeving van de inbreidingslocatie bevindt zich geen oppervlaktewater.

Grondwater en bodemopbouw

Uit veldgegevens blijkt dat de bovenste meter van de bodem binnen de ontwikkelingslocatie bestaat uit geroerd zand. Tussen 1 m-mv en minstens 4 m-mv bestaat de bodem uit matig fijn zand met een doorlatendheid van ongeveer 2,2 m/dag. Hieronder bevindt zich het eerste

watervoerende pakket dat bestaat uit matig grof tot zeer grof zand met plaatselijk grind. De bovenkant van de eerste scheidende laag bevindt zich op 35 m-mv.

Op basis van de grondwaterstandsmetingen die in mei 2004 zijn gedaan en gegevens uit TNO-peilbuizen in de omgeving is een schatting gemaakt van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) op de ontwikkelingslocatie. Aan de hand van deze gegevens wordt voor de GHG een waarde van ongeveer 1,0 m-mv (0,0 m + NAP) aangehouden voor de inbreidingslocatie. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) ter plaatse wordt geschat op 1,5 m-mv (-0,5 m + NAP).

Overige relevante aspecten

Het onderzoeksterrein ligt in het bebouwd gebied van Raamsdonk en is niet binnen een grondwaterbeschermingsgebied of een ecologisch waardevol gebied gelegen. Evenmin valt het terrein binnen een kwetsbaar gebied in het kader van de Nota lozingen buitengebied.

In de nabije omgeving van het terrein bevindt zich geen (zoek)gebied voor regionale waterberging (inundatie met oppervlaktewater bij extreme neerslag, waarbij het aanwezige grondgebruik behouden blijft).

Door Insight is op de onderzoekslocatie in mei 2004 een verkennend bodemonderzoek verricht. Hieruit is gebleken dat plaatselijk in de grond een verhoogd gehalte aan PAK is aangetroffen en dat in het grondwater een verhoogd gehalte chroom is aangetroffen ten opzicht van de streefwaarde. De overschrijdingen zijn dusdanig klein dat het gerechtvaardigd is om de locatie onverdacht te noemen. Op basis hiervan kan worden gesteld dat er geen gebruiksbeperkingen zijn gesteld aan de onderzoekslocatie.

7.2.3 Gewenste situatie ontwikkelingsterrein

Toelichting herontwikkeling

In het plangebied Molenstraat zullen circa 40 woningen met tuinen gerealiseerd worden. Het betreft rijtjeswoningen, twee-onder-een-kap woningen en vrijstaande woningen. In de plannen voor de locatie is geen openbaar groen opgenomen. Het gebied zal ontsloten worden door één rondlopende weg die aansluit op de bestaande Griffiershof. Het totaal aan verhard oppervlak (dak- en terreinoppervlak) zal na realisatie van de nieuwbouw circa 70% zal bedragen.

Het terrein wordt opgehoogd tot circa 1,3 m + NAP. Het terrein ligt dan iets hoger dan de Raadhuisstraat, de Heemraadsingel en de Griffiershof. Alleen de Molenstraat zal ook na de ophoging nog beduidend hoger liggen dan het plangebied.

Noodzaak buffering regenwater

Conform het principe *hydrologisch neutraal bouwen* zal moeten worden gezocht naar mogelijkheden voor het infiltreren en/of bergen van het hemelwater dat afkomstig is van de 70% van de locatie die in de toekomstige situatie verhard zal zijn.

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

Hergebruik van regenwater

In de toekomstige situatie (na realisatie van de nieuwbouw) is sprake van de aanwezigheid van risicogroepen (kinderen en ouderen). Het toepassen van een hergebruikstelsel binnen het plangebied wordt dan ook niet mogelijk geacht.

Toepassing van vegetatiedaken

De woningen in het plangebied zullen steile daken hebben en zijn daarom minder geschikt voor het toepassen van vegetatiedaken.

Infiltreren van regenwater

Gelet op de locatiespecifieke omstandigheden (GHG en doorlatendheid), wordt het toepassen van infiltratie beschouwd als een goede oplossingsrichting. Op de locatie is niet voldoende ruimte aanwezig voor bovengrondse infiltratie, ondergrondse infiltratie is daarentegen wel goed mogelijk.

Bergen en afvoeren van regenwater

Ook het toepassen van bergende voorzieningen en het direct afvoeren van regenwater naar het gemeentelijk stelsel zijn haalbare opties voor het verwerken van regenwater, deze oplossingsrichtingen worden zowel door de gemeente als het waterschap echter beschouwd als minder wenselijk.

Kans op (grond)wateroverlast

De in het algemeen gehandhaafde ontwateringsnorm bedraagt 0,7 m ten opzichte van het toekomstige straatpeil (en 1,0 m ten opzichte van het toekomstige vloerpeil). De GHG voor het plangebied in de huidige situatie is geschat op 0,0 m + NAP. Voor wat betreft de ontwateringsnorm voldoet de locatie aan de eisen (maaiveldhoogte 1,3 m + NAP). Ook moet rekening gehouden worden met de vereiste drukhoogte in het infiltratiesysteem en het DWA-riool. Deze systemen zullen in de Griffiershof aansluiten op het bestaande gemengde rioolstelsel. De druklijn ter plaatse van het aansluitpunt ligt op 1,01 m + NAP (bij bui 8) en de minimale drooglegging boven deze druklijn bedraagt 30 centimeter. Hieruit volgt dat de ashoogte van de wegen in het nieuwe plangebied minstens 1,30 m + NAP moet zijn. Als niet wordt voldaan aan de minimale drooglegging bestaat het gevaar dat bij een hevige regenbui water op straat blijft staan.

Inrichting regenwaterstelsel

Eisen waterschap Brabantse Delta

Bij de dimensionering van het infiltratiesysteem is gerekend conform de volgende eisen van waterschap Brabantse Delta:

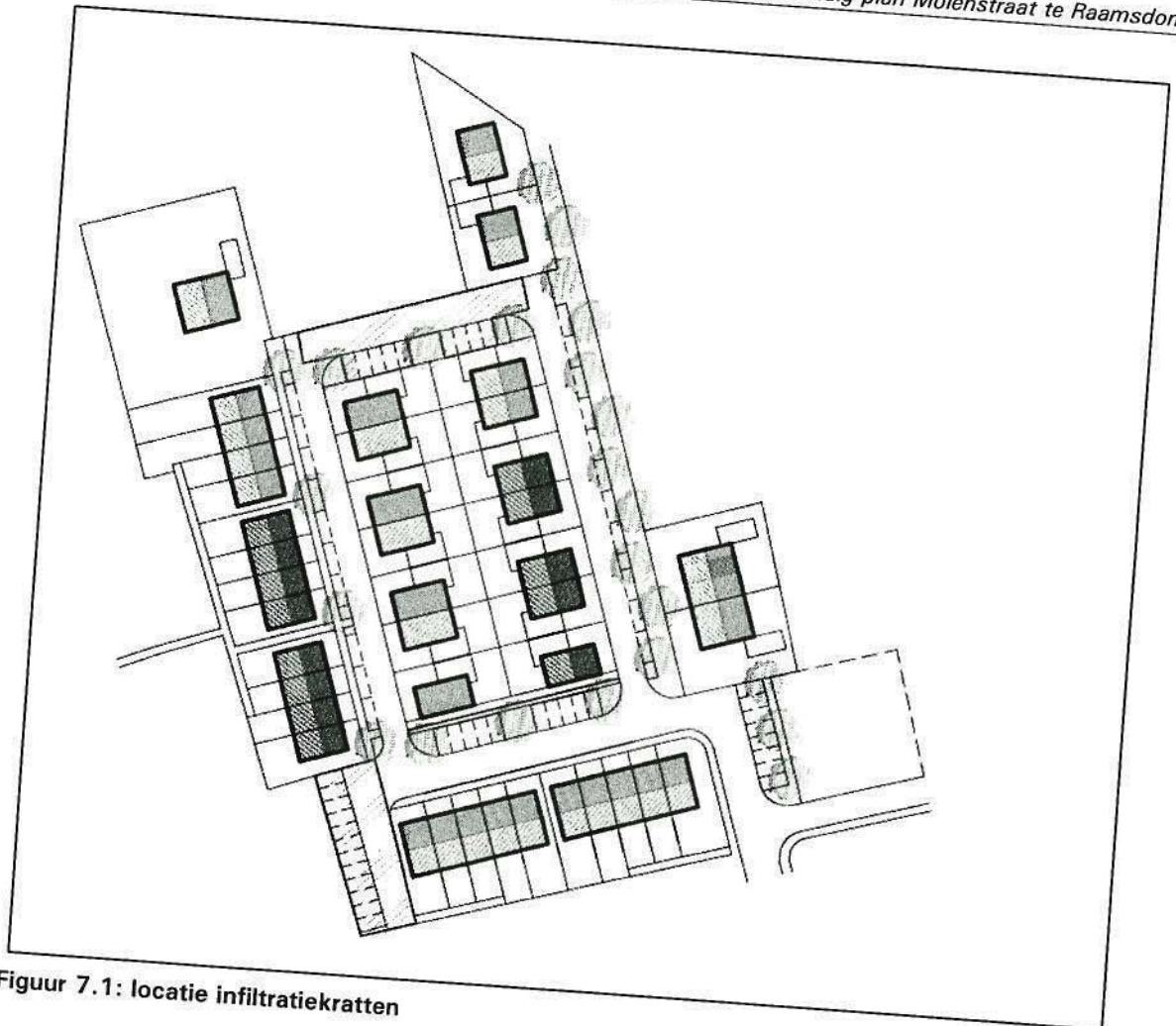
- ingrepen dienen waterneutraal te geschieden;
- de noodzakelijke berging van het relatief schone regenwater moet geheel binnen de perceelsgrenzen worden gerealiseerd;
- in het systeem moet een (ontwerp)regenbui die zich eens in de 10 jaar voordoet kunnen worden geborgen;
- bij de bergingsberekeningen mag het verlies aan regenwater als gevolg van infiltratie in de bodem niet worden meegenomen;
- toegestane afvoer naar gescheiden rioolstelsel is 1,67 l/sec/ha.

Benodigde waterberging

De locatie heeft een oppervlak van 1,2 ha. Uit de door het waterschap gestelde eisen blijkt dat de toegestane afvoer van de locatie naar het rioolstelsel 1,67 l/s/ha bedraagt. Na de geplande ontwikkeling zal ongeveer 70% van het terreinoppervlak verhard en/of bebouwd zijn (8.400 m²). Om het hemelwater dat tijdens een T = 10 (ontwerp)regenbui op deze verharde oppervlakken valt, minus de toegestane afvoer, te bergen is een berging van 290 m³ nodig.

Voorstel inrichting hemelwatersysteem

Aangeraden wordt om de van de daken en wegen afkomstige neerslag te bergen in een systeem met infiltratiekratjes. Het infiltratiesysteem kan geplaatst worden onder de parkeerplaats in het zuidwesten van het onderzoeksgebied en het weggedeelte in het noorden van het onderzoeksgebied. De locaties zijn rood gearceerd weergegeven in de navolgende figuur.



Figuur 7.1: locatie infiltratiekratten

Gezien de beperkte ruimte tussen de GHG en het maaiveld is gekozen voor kratjes met een hoogte van 0,45 m. Om de benodigde hoeveelheid water (290 m^3) te bergen in infiltratiekratjes van 0,45 meter hoog is een bergingsoppervlak van 680 m^2 nodig. Die ruimte is op de aangegeven locaties aanwezig.

Door de twee infiltratielocaties met een gesloten buis op elkaar aan te sluiten wordt voorkomen dat het ene infiltratiesysteem al vol is terwijl in het andere systeem nog ruimte over is. De gesloten buizen kunnen onder de hele ontsluitingsweg liggen en het af te koppelen verharde oppervlak kan direct op de gesloten buis worden aangesloten. Daarnaast zal er een afvoer naar de riolering aangelegd moeten worden om de toegestane afvoer naar het riool te leiden en als overstort te dienen.

Bij de keuze van het krattensysteem is het belangrijk om aandacht te besteden aan het beheer en onderhoud van het systeem. Op de onderzoekslocatie zal naast water afkomstig van daken ook water afkomstig van wegen naar de infiltratievoorziening geleid worden. Het in dit water aanwezige zand en bladafval kan zorgen voor verstopping. Door het aanbrengen van een bladvang en zandvang kan dit risico minimaal gehouden worden. Het is aan te raden om voor een systeem te kiezen dat goed en eenvoudig geïnspecteerd en gereinigd kan worden.

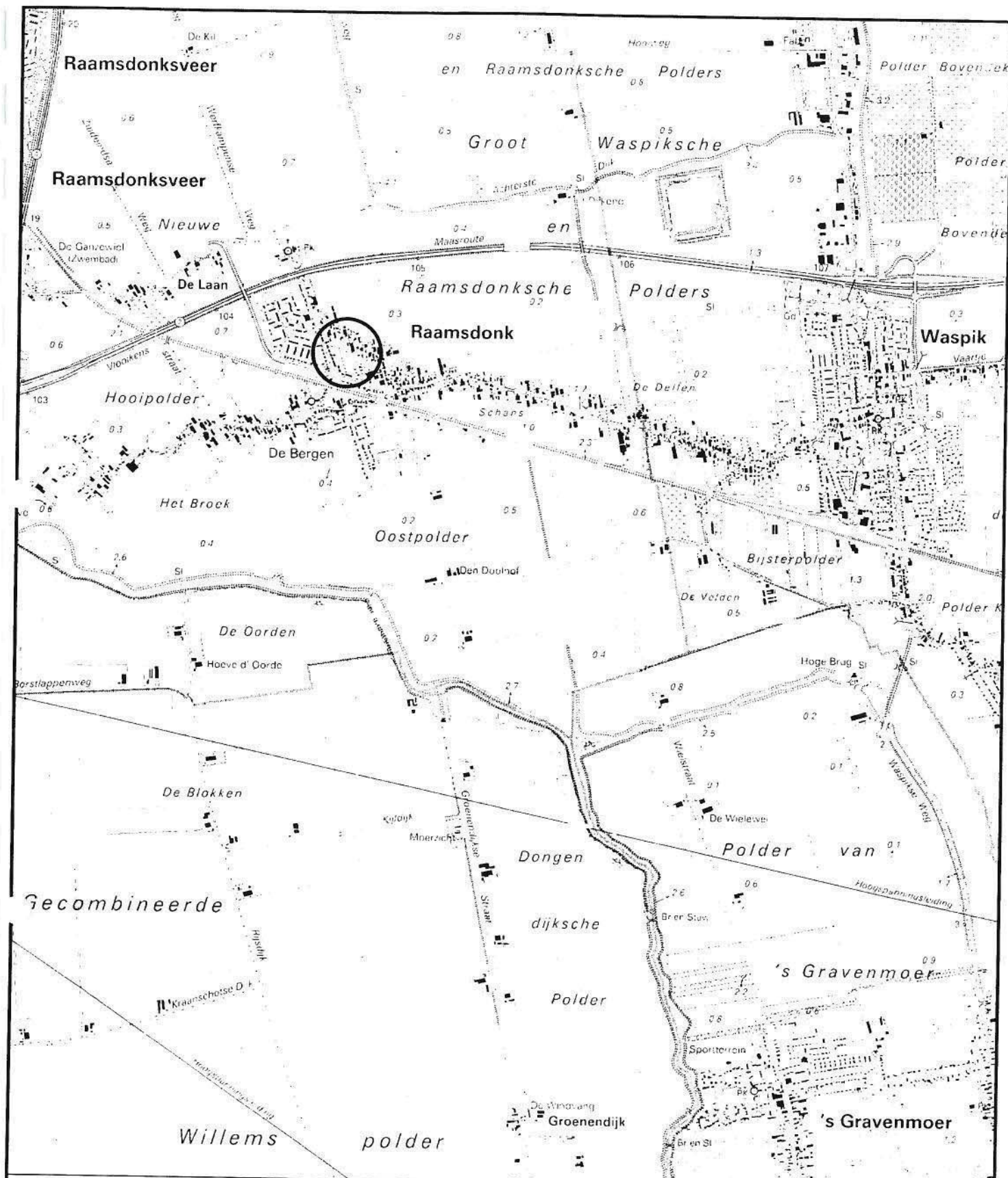
Naar verwachting zal de aanleg van een krattensysteem ongeveer even duur, of zelfs iets goedkoper zijn, dan de aanleg van een infiltratierolering.

7.2.4 Overleg watertoets

In het kader van het opstellen van de watertoets heeft telefonisch overleg plaatsgevonden met het Waterschap Brabantse Delta en de gemeente Geertruidenberg (o.a. op 26 september, 2 oktober en 9 oktober 2006). Het voorliggende ontwerp is mede tot stand gekomen op basis van de richtlijnen en criteria van het waterschap en de gemeente. Het waterhuishoudkundige plan zal ter beoordeling en goedkeuring worden voorgelegd aan het waterschap.



Bijlage 1: Situatietekeningen



Omschrijving:
Topografische ligging locatie

Bijlage
1.1

Tekenaar
MDAL

Schaal
1:25.000

Formaat
A4

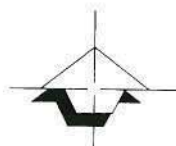
Datum
3-10-2006

Accoord

Revisie

Project:
Molenstraat
te Raamsdonk
Opdrachtgever
Croonen Adviseurs

Projectnummer
20061232



vestiging Tilburg
Pegasusweg 2
Postbus 2205
5001 CE Tilburg
(013) 458 21 61
(013) 455 30 85
www.geolox-tekent.nl
info@geolox-tekent.nl

Legenda

- boring tot 1,5 m-maaiveld
- └─● bestaande peilbuis

The map shows the Oostvaardersplassen area with a grid of coordinates. The horizontal axis (X) ranges from 10 to 50, and the vertical axis (Y) ranges from 0 to 40. A legend indicates that a black dot represents a 'boring tot 1,5 m-maaiveld' (drilling to 1.5 m above ground level) and a black line with a dot represents a 'bestaande peilbuis' (existing level pipe). The map shows a network of these pipes and drilling points across the area, with a concentration of points in the central and eastern parts of the map.

- Legenda**

 - boring tot 1,5 m-maaiveld
 - └─● bestaande peilbuis

The map shows the Oostvaardersplassen area with a scale bar from 0 to 50 meters. A legend indicates that a black dot represents a 'boring tot 1,5 m-maaiveld' (boring to 1.5 m ground level) and a black line with a dot represents a 'bestaande peilbuis' (existing level pipe). The map shows a network of waterways and a central area labeled 'Oostvaardersplassen'.



Opdrachtgever: **Groenen Adviseurs**

Project: **Molenstraat
te Raamsdonk**

Omschrijving: **Situatieschets met boorlocaties**

Bijlage: **1.2**

Projectnummer: **20061232**

Tekenaar: **MDAL**

Schaal: **1:1000**

Formaat: **A3**

Datum: **3-10-2006**

Accoord: **.....**

Revisie: **.....**

Opdrachtgever: **Groenen Adviseurs**

Project: **Molenstraat
te Raamsdonk**

Omschrijving: **Situatieschets met boorlocaties**

Bijlage: **1.2**

Projectnummer: **20061232**

Tekenaar: **MDAL**

Schaal: **1:1000**

Formaat: **A3**

Datum: **3-10-2006**

Accoord: **.....**

Revisie: **.....**

Opdrachtgever: **Groenen Adviseurs**

Project: **Molenstraat
te Raamsdonk**

Omschrijving: **Situatieschets met boorlocaties**

Bijlage: **1.2**

Projectnummer: **20061232**

Tekenaar: **MDAL**

Schaal: **1:1000**

Formaat: **A3**

Datum: **3-10-2006**

Accoord: **.....**

Revisie: **.....**

Opdrachtgever: **Groenen Adviseurs**

Project: **Molenstraat
te Raamsdonk**

Omschrijving: **Situatieschets met boorlocaties**

Bijlage: **1.2**

Projectnummer: **20061232**

Tekenaar: **MDAL**

Schaal: **1:1000**

Formaat: **A3**

Datum: **3-10-2006**

Accoord: **.....**

Revisie: **.....**

Opdrachtgever: **Groenen Adviseurs**

Project: **Molenstraat
te Raamsdonk**

Omschrijving: **Situatieschets met boorlocaties**

Bijlage: **1.2**

Projectnummer: **20061232**

Tekenaar: **MDAL**

Schaal: **1:1000**

Formaat: **A3**

Datum: **3-10-2006**

Accoord: **.....**

Revisie: **.....**

Opdrachtgever: **Groenen Adviseurs**

Project: **Molenstraat
te Raamsdonk**

Omschrijving: **Situatieschets met boorlocaties**

Bijlage: **1.2**

Projectnummer: **20061232**

Tekenaar: **MDAL**

Schaal: **1:1000**

Formaat: **A3**

Datum: **3-10-2006**

Accoord: **.....**

Revisie: **.....**




**Geofox-
Lexmond**

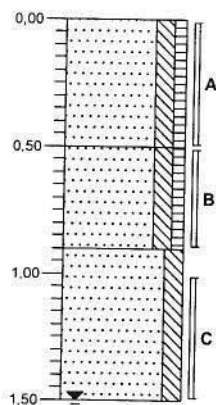
vergeving Tilburg
Pogestraatweg 2
Postbus 2205
5001 CE Tilburg
T 0161 445 30 89
F 0161 445 30 89
www.geofox-lexmond.nl
info@geofox-lexmond.nl



Bijlage 2: Boorstaten

Boring: 1

22-06-2006



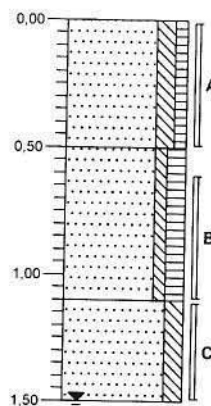
braak, Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, resten baksteen, donkerbruin-bruin, geroerd

Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin-bruin, geroerd

Zand, matig fijn, matig siltig, lichtbruin-bruin, ongeroerd

Boring: 2

22-06-2006



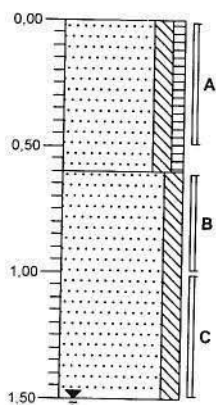
braak, Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin-bruin, geroerd

Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, donkerbruin-bruin, geroerd

Zand, matig fijn, matig siltig, bruin-bruin, ongeroerd

Boring: 3

22-06-2006



braak, Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, donkerbruin-bruin, geroerd

Zand, matig fijn, matig siltig, bruin-bruin, geroerd

Zand, matig fijn, matig siltig, bruin-bruin, ongeroerd



Bijlage 3: Doorlatendheidsberekeningen

Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode

Geofox-
Lexmond

Administratieve gegevens

project <= Molenstraat te Raamsdonk
ordernr <= 20061232
peilbuis <= boring 1, meting 1
meetdatum <= 22-06-2006
waarnemer <=

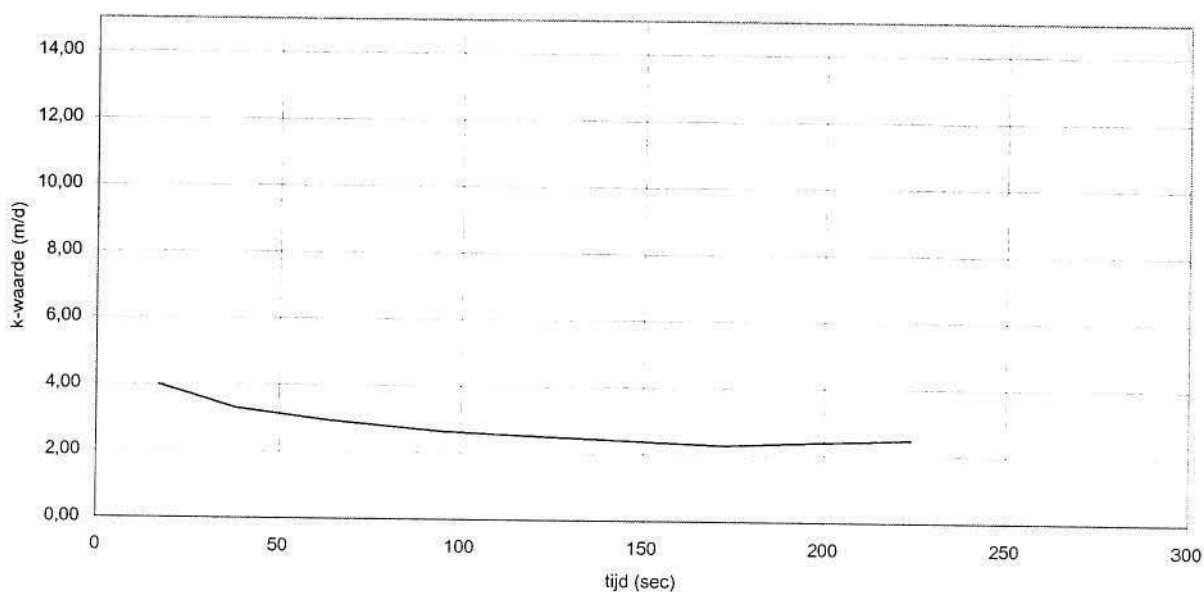
Input basisparameters

L (m) <= 2,00 toelichting
rw (m) <= 0,025 lengte peilbuis
rc (m) <= 0,016 straal filteromstorting
straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,00	1,00	1,01	
17	1,05	0,95	0,96	4,0
38	1,10	0,90	0,91	3,3
63	1,15	0,85	0,86	3,0
95	1,20	0,80	0,81	2,6
129	1,25	0,75	0,76	2,5
172	1,30	0,70	0,71	2,3
197	1,35	0,65	0,66	2,4
224	1,40	0,60	0,61	2,5

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,5-1,5 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m) <= 1,01 toelichting
t' (s) <= 224 gecorr. h0 voor dh/dz>1 (grafisch)
h'(t) (m) <= 0,61 referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d) => 2,4

Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode

Geofox-
Lexmond

Administratieve gegevens

project <= Molenstraat te Raamsdonk
ordernr <= 20061232
peilbuis <= boring 1, meting 2
meetdatum <= 22-06-2006
waarnemer <=

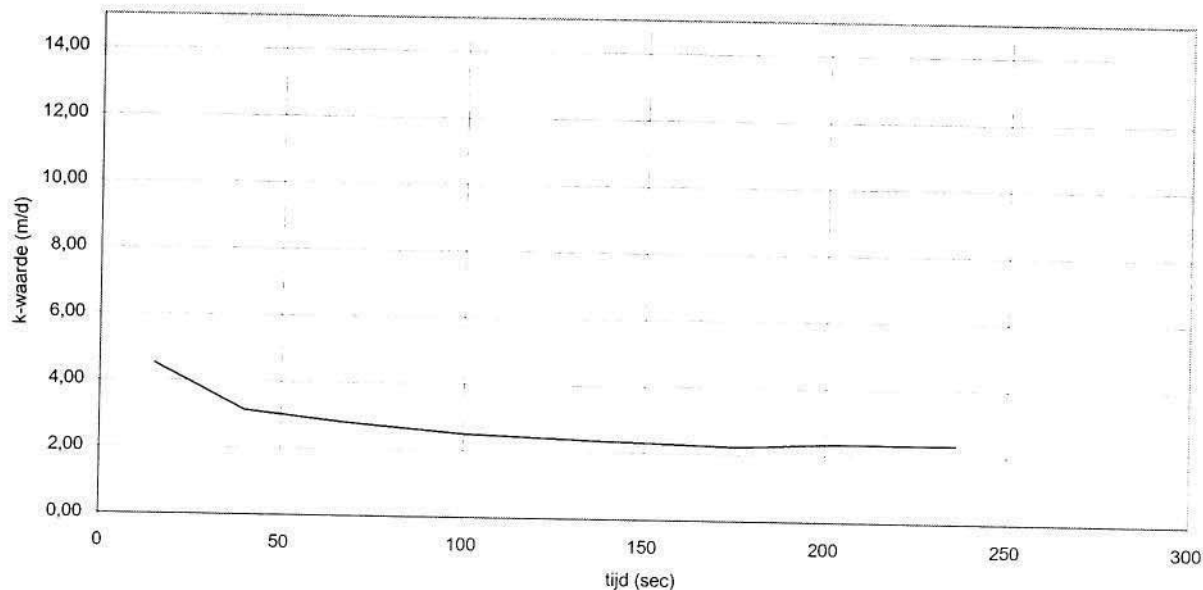
Input basisparameters

L (m) <= 2,00 toelichting
rw (m) <= 0,025 lengte peilbuis
rc (m) <= 0,016 straal filteromstorting
straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,00	1,00	1,01	
15	1,05	0,95	0,96	4,5
40	1,10	0,90	0,91	3,1
66	1,15	0,85	0,86	2,8
100	1,20	0,80	0,81	2,5
135	1,25	0,75	0,76	2,4
176	1,30	0,70	0,71	2,2
201	1,35	0,65	0,66	2,3
236	1,40	0,60	0,61	2,4

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,5-1,5 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m) <= 1,01 toelichting
t' (s) <= 236 gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m) <= 0,61 referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d) => 2,3

Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode

Geofox-
Lexmond

Administratieve gegevens

project <= Molenstraat te Raamsdonk
 ordernr <= 20061232
 peilbuis <= boring 1, meting 3
 meetdatum <= 22-06-2006
 waarnemer <=

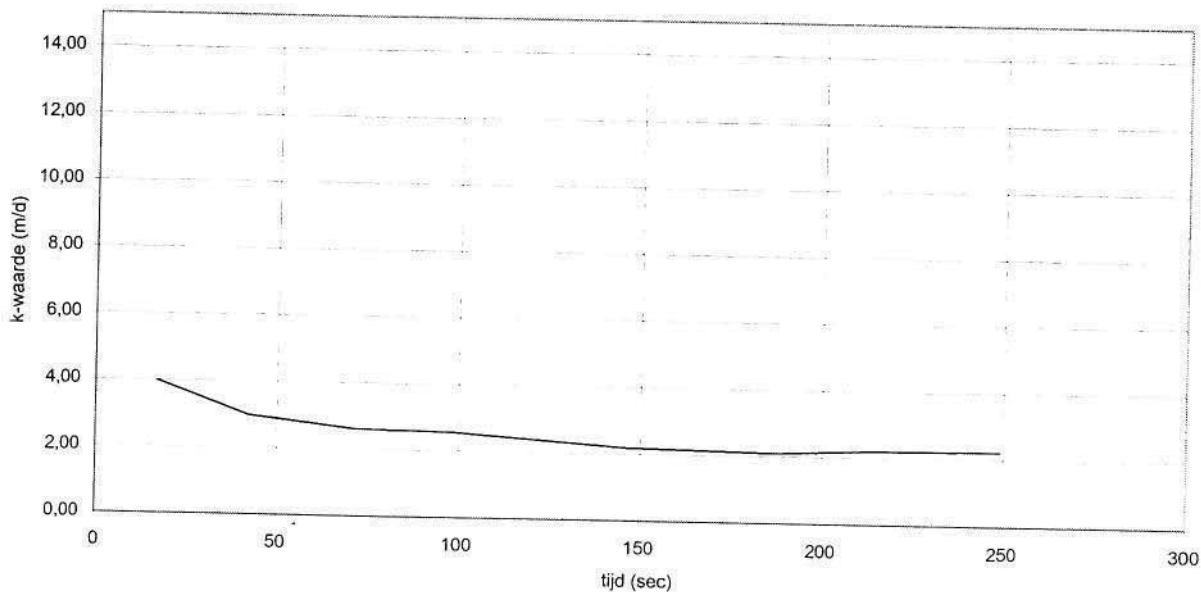
Input basisparameters

L (m) <= 2,00 toelichting
 rw (m) <= 0,025 lengte peilbuis
 rc (m) <= 0,016 straal filteromstorting
 straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,00	1,00	1,01	
17	1,05	0,95	0,96	4,0
42	1,10	0,90	0,91	3,0
71	1,15	0,85	0,86	2,6
98	1,20	0,80	0,81	2,6
146	1,25	0,75	0,76	2,2
187	1,30	0,70	0,71	2,1
213	1,35	0,65	0,66	2,2
249	1,40	0,60	0,61	2,2

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,5-1,5 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m) <= 1,01 toelichting
 t' (s) <= 249 gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
 h'(t) (m) <= 0,61 referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d) => 2,2

Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode

Geofox-
Lexmond

Administratieve gegevens

project <= Molenstraat te Raamsdonk
ordernr <= 20061232
peilbuis <= boring 2, meting 1
meetdatum <= 22-06-2006
waarnemer <=

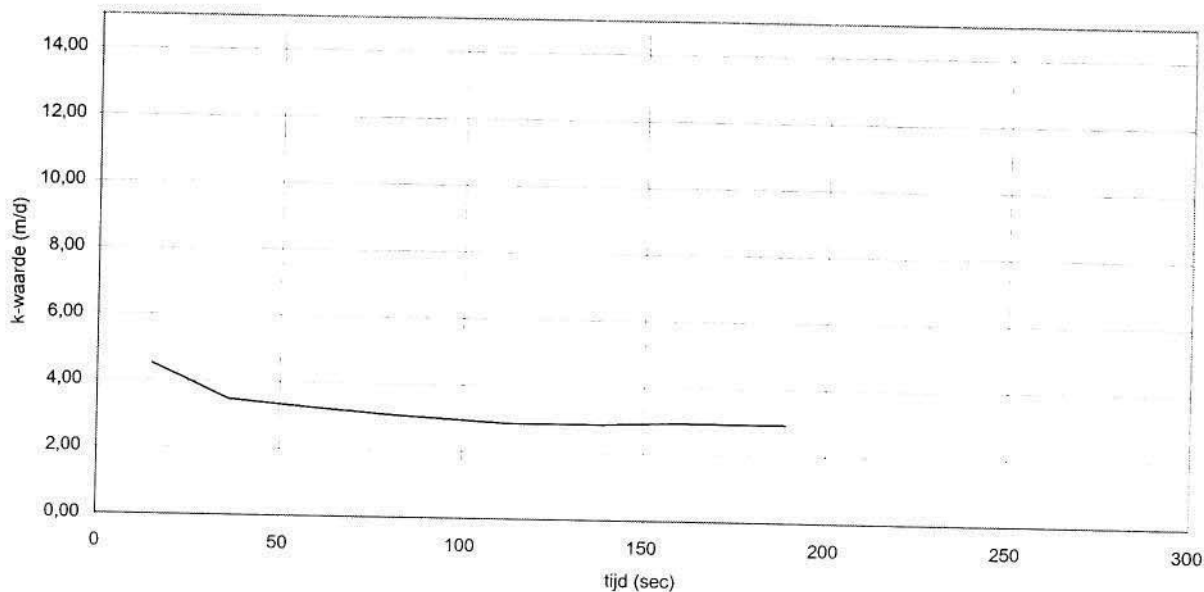
Input basisparameters

L (m) <= 2,00 toelichting
rw (m) <= 0,025 lengte peilbuis
rc (m) <= 0,016 straal filteromstorting
straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,00	1,00	1,01	
15	1,05	0,95	0,96	4,5
36	1,10	0,90	0,91	3,5
57	1,15	0,85	0,86	3,3
82	1,20	0,80	0,81	3,1
111	1,25	0,75	0,76	2,9
137	1,30	0,70	0,71	2,9
160	1,35	0,65	0,66	2,9
189	1,40	0,60	0,61	2,9

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,5-1,5 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m) <= 1,01 toelichting
t' (s) <= 189 gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m) <= 0,61 referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d) => 2,9

Bepaling doorlaatfactor van de onverzadigde zone m.b.v. Hooghoudt-methode

Geofox-
Lexmond

Administratieve gegevens

project <= Molenstraat te Raamsdonk
ordernr <= 20061232
peilbuis <= boring 2, meting 3
meetdatum <= 22-06-2006
waarnemer <=

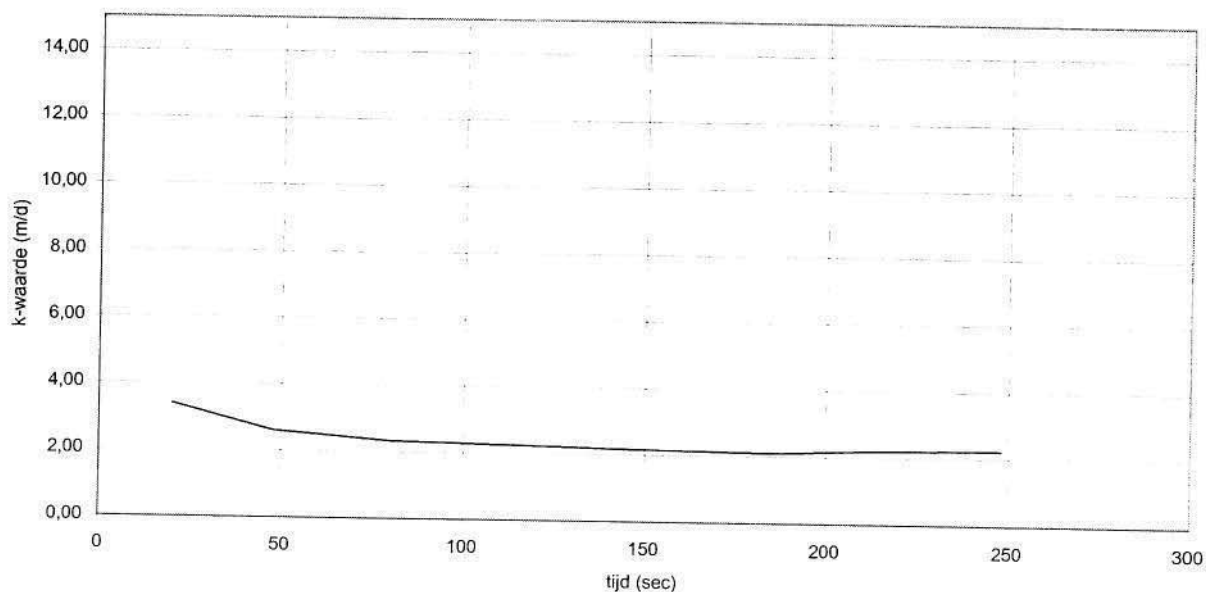
Input basisparameters

L (m) <= 2,00 toelichting
rw (m) <= 0,025 lengte peilbuis
rc (m) <= 0,016 straal filteromstorting
straal filter

Meetgegevens/tussenberekeningen

t (s)	z (t)	h (t)	h(t)+rw/2	K(t')
<=	<=	=>	=>	=>
0	1,00	1,00	1,01	
20	1,05	0,95	0,96	3,4
48	1,10	0,90	0,91	2,6
80	1,15	0,85	0,86	2,3
111	1,20	0,80	0,81	2,3
147	1,25	0,75	0,76	2,2
186	1,30	0,70	0,71	2,1
213	1,35	0,65	0,66	2,2
248	1,40	0,60	0,61	2,2

Verloop horizontale verzadigde doorlatendheid 0,5-1,5 m-mv in de tijd



Beoordeling meetgegevens

h'0 (m) <= 1,01 toelichting
t' (s) <= 248 gecorr. h0 voor dh/dz > 1 (grafisch)
h'(t) (m) <= 0,61 referentietijdstip (grafisch)

Berekening doorlaatfactor

K (m/d) => 2,2

Bijlage 4: Toelichting bodemonderzoek

De korrelgrootteverdeling van een bepaalde bodemlaag heeft een directe relatie met de verzadigde doorlatendheid van deze laag. Ieder type bodem vertoont namelijk een vrij specifieke korrelgrootteverdeling en sortering.

Een eerste benadering van de doorlatendheid kan worden verkregen door te werken met een globale boorbeschrijving. Een meer nauwkeurige schatting verkrijgt men door gebruik te maken van korrelgrootte-analyses. Er zijn verschillende empirische vergelijkingen opgesteld die de relatie tussen de verzadigde doorlatendheid en de korrelgrootteverdeling beschrijven. In voornoemd onderzoek zijn twee van deze empirische vergelijkingen meegenomen, welke zijn:

- vergelijking van Hazen;
- vergelijking van Kozeny-Carmen.

De uiteindelijke waarde voor de doorlatendheid wordt verkregen door middeling van de berekeningsresultaten.

Hieronder zijn de twee vergelijkingen nader beschreven.

Een van de oudste empirische vergelijkingen werd opgesteld door Hazen in 1911:

$$k = C \cdot d_{10}^2$$

Waarin:

- k = de verzadigde doorlatendheid van de betreffende bodemlaag (mm/s);
 C = een verhoudingsgetal, dat varieert van 10 tot 15 ((mm·s)⁻¹);
 d_{10} = de korrelgrootte, waarbij 10% van de deeltjes fijner en 90% grover is (mm).

Kozeny-Carmen stelde een empirische vergelijking op, waarin tevens de invloed van de capillaire krachten op de doorlatendheid is opgenomen:

$$k = \frac{d_{10}^2 \cdot \rho_w \cdot g \cdot n^3}{270 \cdot \eta \cdot (1-n)^2}$$

Waarin:

- ρ_w = dichtheid van water (kg/m³);
 g = versnelling van de zwaartekracht (m/s²);
 η = dynamische viscositeit (Pa·s);
 n = porositeit (-).

Bijlage 5: Toelichting doorlatendheidsproef

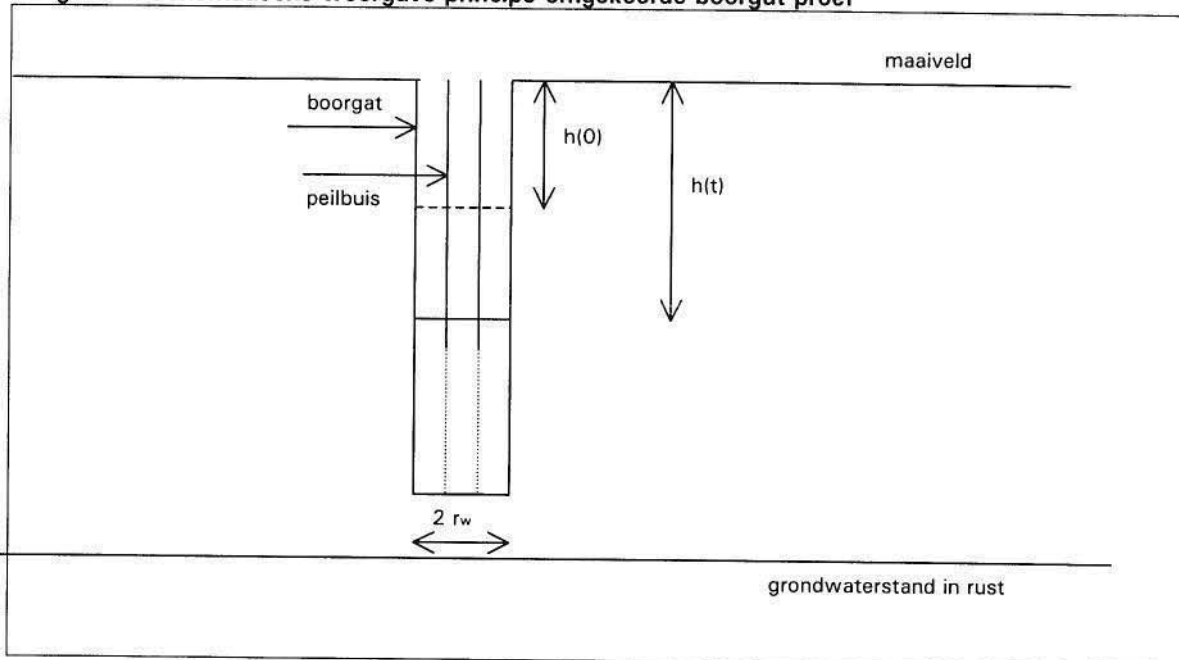
Voor de bepaling van de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone in de bodem kan de zogenaamde omgekeerde boorgat-proef, ook wel Hooghoudt-proef of Porchet-proef genaamd, worden uitgevoerd.

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 1: 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);

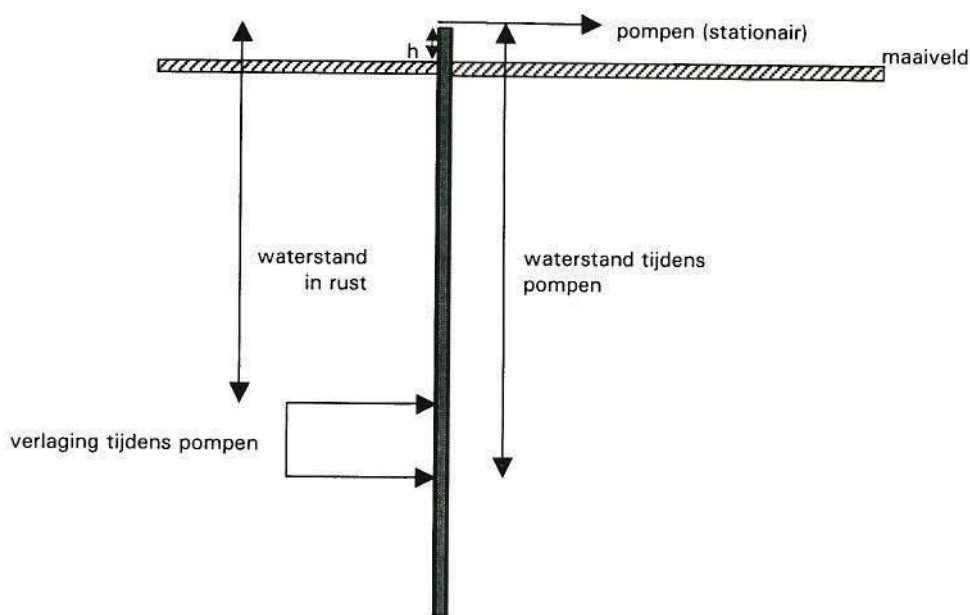
$h(t)$ = waterhoogte in het boorgat op tijdstip t t.o.v. een vast referentiepunt (m);

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.

Bij goed doorlatende bodems is een constant-debiet pompproef een methode om de doorlatendheid te bepalen. Tijdens deze proef wordt met een pomp een constant debiet uit een filterbuis onttrokken over een bepaalde periode. Het debiet dat wordt afgenomen wordt per tijdsinterval gemeten (l/min). Daarnaast wordt de verlaging van de waterstand in de buis gemeten. Des te kleiner de verlaging van de waterstand in de buis, des te beter de toestroom naar de peilbuis. Deze toestroom is afhankelijk van de doorlatendheid. Door dit verband kan een uitspraak gedaan worden over de verzadigde doorlatendheid van de bodem op deze locatie.



De k-waarde kan met de volgende formule worden berekend:

$$k = \frac{Q * 100}{2\pi * L * \Delta h} * \ln \frac{L}{0,5 * D}$$

k	= doorlatendheid	(cm/s)
Q	= debiet	(l/min)
L	= filterlengte	(cm)
Δh	= verlaging tijdens pompen	(cm)
D	= diameter peilbuis	(cm)



Bijlage 6: Foto's onderzoekslocatie



foto 1: ontwikkelingsgebied



foto 2: terrein ontwikkelingsgebied



foto 3: locatie in gebruik als "tuin" voor omliggende woningen



foto 4: bebouwing rondom ontwikkelingsgebied