

Bijlage 3

Waterhuishoudkundig plan
Vliegende Vennen Noord-Oost,
Geofox-Lexmond, 4 juni 2013

Waterhuishoudkundig plan

Vliegende Vennen Noord-
Oost te Rijen

Opdrachtgever

Gemeente Gilze en Rijen
de heer J.G.W. Tolboom
Postbus 73
5120 AB RIJEN

Adviesbureau

Geofox-Lexmond bv
Jules Verneweg 21-15
Postbus 2205
5001 CE TILBURG
Tel. 013 - 4582161
Fax 013 - 4553089

Status

Definitief, versie 1

Datum

4 juni 2013

Projectnummer

20130355/DSMU

Documentkenmerk

20130355_a2RAP.doc

Auteur

De heer D.M. Smulders MSc

Paraaf:

Controle / vrijgave

De heer ing. M.A.J. van Seeters

Paraaf:

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Gebiedsbeschrijving	2
2.1	Algemene locatiegegevens	2
2.2	Huidige waterhuishoudkundige situatie	4
2.3	Regionale geohydrologie en bodemopbouw	4
2.4	Beleidsmatige aspecten	7
3	Relevant beleid waterschap en gemeente	8
3.1	Algemeen	8
3.2	Eisen en randvoorwaarden Waterschap Brabantse Delta	8
3.3	Eisen en randvoorwaarden gemeente Gilze en Rijen	8
4	Uitgevoerde veldwerkzaamheden	9
4.1	Geohydrologisch onderzoek	9
4.2	Veldwerkresultaten	9
5	Afwegingen in afkoppeling van hemelwater	13
5.1	(On)mogelijkheden voor afkoppeling van hemelwater	13
5.2	Noodzaak tot maaiveldophoging t.a.v. ontwatering	16
5.3	Conclusies en aanbevelingen	17
6	Ontwerp en dimensionering van het hemelwatersysteem	19
6.1	Ontwerp hemelwatersysteem	19
6.2	Dimensionering en toetsing hemelwatersysteem	20
6.3	Aanvullende opmerkingen	23
7	Samenvatting (voorstel waterparagraaf)	24
7.1	Algemeen	24
7.2	Voorstel waterparagraaf	24
7.3	Aanvullende opmerkingen	26

Bijlagen

1	Situatietekeningen
1.1	Topografische ligging locatie
1.2	Situatietekening met ligging boringen en peilbuizen
2	Boorstaten
3	Toelichting bodemonderzoek
4	Toelichting SCG-Zeefkromme
5	Toelichting constant-debiet putproef
6	Uitwerking bergingsberekeningen
6.1	Bergingsresultaten retentievoorzieningen VVNO bij T = 10 + 10% bui
6.2	Bergingsresultaten retentievoorzieningen VVNO bij T = 100 + 10% bui

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Gilze en Rijen heeft Geofox-Lexmond bv, als onafhankelijk adviesbureau¹, een waterhuishoudkundig plan opgesteld voor het plangebied Vliegende Vennen Noord-Oost (VVNO) te Rijen.

De aanleiding voor het opstellen van het plan wordt gevormd door de voorgenomen ontwikkeling van de locatie waarbij grondgebonden woningen worden gerealiseerd.

Het waterhuishoudkundig onderzoek heeft tot doel het bepalen van de mogelijkheden met betrekking tot de toekomstige waterhuishouding van het gebied. Dit betreft het beschrijven van de mogelijke toekomstige waterhuishoudkundige invulling van het plangebied, waarbij met name de wijze van verwerking van het hemelwater wordt beschouwd. In voorliggend rapportage is de toekomstige waterhuishoudkundige invulling op hoofdlijnen uitgewerkt, waarbij rekening is gehouden met de gestelde randvoorwaarden door de gemeente en het waterschap.

Onderhavig waterhuishoudkundig onderzoek dient als basis voor de uiteindelijke *waterparagraaf*. Deze waterparagraaf dient in het kader van de Wet ruimtelijke ordening (Wro) opgenomen te worden in de ruimtelijke onderbouwing van het plan. In hoofdstuk 7 (samenvatting) is een voorstel gedaan voor deze 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 regionoale beleid ten aanzien van waterbeheer (hoofdstuk 3);
- de uitvoering en resultaten van de (uitgevoerde) veldwerkzaamheden (hoofdstuk 4);
- de (on)mogelijkheden voor verwerking van hemelwater binnen het plangebied (hoofdstuk 5);
- een globaal ontwerp en dimensionering van het voorgestelde hemelwatersysteem (hoofdstuk 6);
- samenvatting van het uitgevoerde waterhuishoudkundige plan (hoofdstuk 7).

¹ De opdrachtgever is geen zuster- of moederbedrijf en komt niet uit de eigen organisatie zodat de onafhankelijkheid van het onderzoek is gewaarborgd.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Algemene locatiegegevens

Het plangebied Vliegende Vennen Noord-Oost (VVNO) met een oppervlakte van circa 15 ha, is gelegen in het oosten van Rijen (zie figuur 2.1). Aan de oostelijke zijde wordt het plangebied begrensd door de Hannie Schaftlaan. De noordgrens wordt gevormd door de Zwarte Dijk, waarbij een aantal percelen grotendeels buiten het plangebied zijn gelaten. De westelijke zijde wordt begrensd door de bebouwing (achtertuinten) aan de Marga Klompélaan. De zuidzijde wordt begrensd door het Wiebautplein. Het gebied is in de huidige situatie met name in gebruik voor agrarische doeleinden en (reeds) deels bebouwd.

In figuur 2.1 is een luchtfoto met de afbakening van het gebied weergegeven (rode omlijning). De topografische ligging van de locatie is weergegeven in bijlage 1.1. Een situatietekening van het plangebied is opgenomen in bijlage 1.2.



Figuur 2.1: Luchtfoto van de huidige situatie voor het plangebied Vliegende Vennen Noord-Oost (VVNO) (bron: Bing Maps)

In tabel 2.1 zijn de locatiegegevens beknopt weergegeven.

Tabel 2.1: Topografische informatie plangebied

locatiegegevens	
plangebied	: VVNO: gebied ingesloten door de Hannie Schaftlaan, de Zwarte Dijk, de Marga Klompélaan en het Wiebautplein
waterschap	: Brabantse Delta
plaats	: Rijen, gemeente Gilze en Rijen
situering	: in het oosten van Rijen
oppervlakte	: circa 15 ha
RD- coördinaten	: X : 123.300 – 123.700
(centrum)	Y : 399.800 – 400.300
	Z : ca 7,6 – 8,2 m + NAP ¹

¹ Op basis van aangeleverde hoogtegegevens afkomstig van gemeente Gilze en Rijen.

Vigerend bestemmingsplan

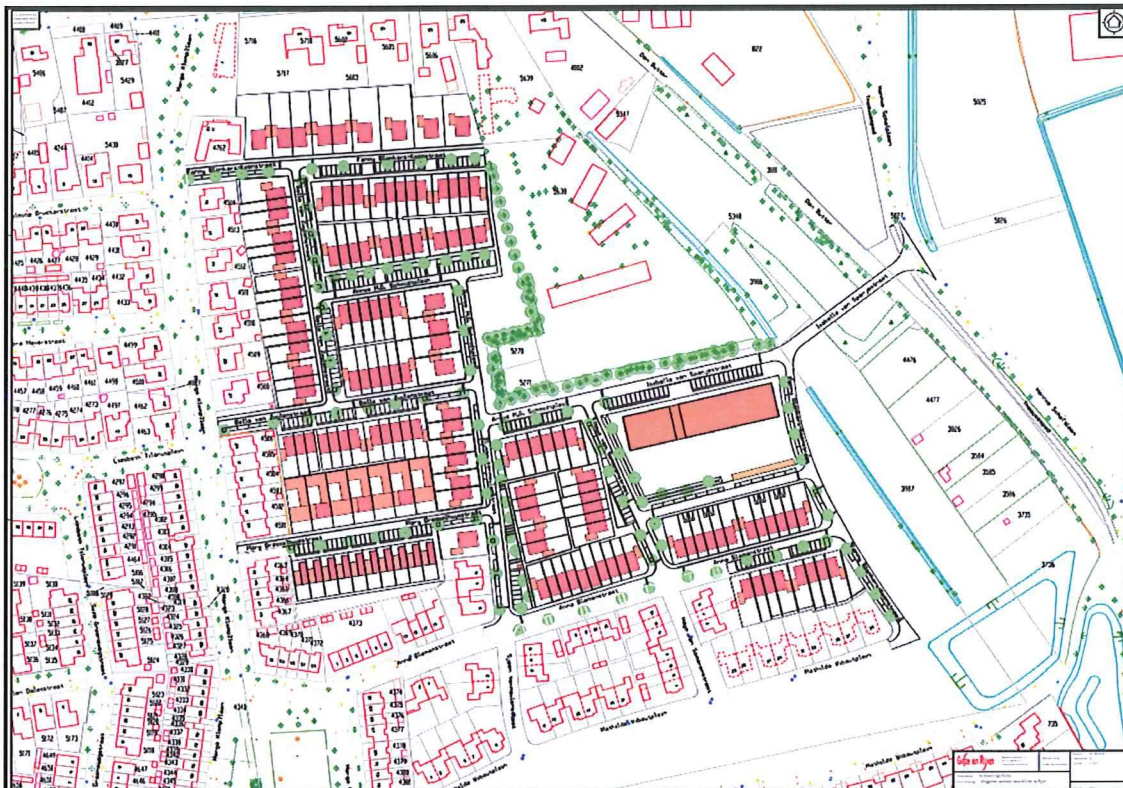
Onderhavig onderzoek is uitgevoerd ten behoeve van de toekomstige aanleg van het laatste van de vier kwadranten, namelijk Vliegende Vennen Noord-Oost (VVNO). In plangebied VVNO worden, volgens het concept bestemmingsplan (2013)², maximaal circa 250 grondgebonden woningen gerealiseerd met bijbehorende ontsluitingswegen (zie figuur 2.2). Ter plaatse van het Wiebautplein worden retentievoorzieningen gerealiseerd, waaronder een kunstmatige vijver en een wadi. De kunstmatige vijver wordt, gezien de beperkte infiltratiemogelijkheden (foliemat), ook beschouwd als verhard oppervlakte.

Als gevolg van deze ontwikkelingen zal de hoeveelheid verharding in totaal uitkomen op de volgende (afgeronde) oppervlakten:

- openbaar 27.000 m²;
- particulier 35.000 m²;
- kunstmatige vijver (foliemat) 3.500 m².

Het maximaal aan totaal verhard oppervlakte komt daarmee uit op 65.500 m² (ca. 6,5 ha).

² "Concept ontwerpbestemmingsplan Herziening Vliegende Vennen Noord-Oost", indentificatienummer: NL.IMRO.0784.bpherzieningVVNO-on01, Gemeente Gilze en Rijen, d.d. 20-12-2013.



Figuur 2.2: Impressie van de verkavelingsstudie van het plangebied Vliegende Vennen Noord-Oost, (2013).

2.2 Huidige waterhuishoudkundige situatie

Riolering

Het hemelwater in het plangebied komt grotendeels op onverhard terrein terecht waarna een groot deel van het hemelwater direct infiltreert in de bodem. Op het plangebied is reeds een deel (ca. 50%) van het geplande (gescheiden) rioolstelsel bouwrijp aangelegd.

Oppervlaktewater

Ten zuiden van het plangebied zijn reeds vier natuurlijke vijvers aangelegd. Hierop wordt het hemelwater, afkomstig van het verhard oppervlakte van het woongebied Vliegende Vennen en Parse Stroom (VVPS), afgevoerd, geïnfiltreerd en geborgen.

2.3 Regionale geohydrologie en bodemopbouw

2.3.1 Grondwaterstand en fluctuatie

Op basis van de langjarige meetreeksen (tot 2007) van omliggende TNO-peilbuizen (B44G0059, B44G0055 en B44G0054) blijkt dat gedurende de maanden december tot en met maart sprake is van de "hydrologische natte periode" (periode waarin de hoogste grondwaterstanden worden verwacht). De "hydrologisch droge periode" betreft de maanden augustus tot en met oktober.

Om een indicatie van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), de gemiddelde grondwaterstand (GG), de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en de fluctuatie in het grondwaterpeil te verkrijgen is het landelijke TNO-meetnet geraadpleegd. Dit levert de volgende resultaten op:

Tabel 2.2: Regionale grondwaterstandgegevens (tot 2007)

type meetnet	afstand tot locatie (m) en richting	peilbuiscode	x-coörd.	y-coörd.	maaiveldhoogte (m + NAP)	GLG (m + NAP)	Gem. (m + NAP)	GHG (m + NAP)
TNO	1700 nw	B44G0059	122.080	401470	7,40	5,31	5,67	6,16
TNO	1000 w	B44G0054	122.270	400.290	9,69	7,34	7,65	7,97
TNO	800 w	B44G0055	122.410	400.330	8,82	5,73	6,06	6,45

Opgemerkt wordt, dat de werkelijke gemiddelde grondwaterstand, GHG en GLG ter plaatse van het onderzoeksgebied hiervan kunnen afwijken, afhankelijk van onder andere de lokale maaiveldhoogte en bodemopbouw.

Uit de bodemkaart van Nederland blijkt het grondwater op de onderzoekslocatie te voldoen aan grondwatertrap VII. In tabel 2.3 is een overzicht van de GHG en GLG gegeven op basis van de bodemkaart van Nederland.

Tabel 2.3: Overzicht van de GHG en GLG op basis van de bodemkaart van Nederland

Parameter	Bodemkaart van Nederland ¹⁾
GHG	Gt VII: H 80-140
GLG	Gt VII: L > 120

¹⁾ Uit de bodemkaart van Nederland blijkt het grondwater op de onderzoekslocatie te voldoen aan grondwatertrap VII;

Naast de bovengenoemde gegevens zijn er op en rondom het gebied in 1991 meerdere peilbuizen geplaatst door de sector gemeentewerken Gilze en Rijen om de grondwaterstanden te monitoren. Een groot aantal van deze peilbuizen is in de loop van de jaren verdwenen. Van de meeste peilbuizen zijn slechts tweewekelijks metingen over een periode van één jaar bekend. Van peilbuis 20 zijn echter over een lange periode (tot 2007) gegevens bekend. Deze peilbuis is gelegen op circa 700 meter van de zuidgrens van het plangebied. Op basis van de langdurige gegevens over de grondwaterstanden van deze peilbuis is de GLG, GG en GHG van deze peilbuis bepaald.

Door de langdurige metingen (tot 2007) in peilbuis 20 te vergelijken met kortdurende metingen in een aantal peilbuizen gelegen binnen het plangebied is een schatting gegeven van de verwachte GLG, GG en GHG van deze peilbuizen. Dit levert de volgende resultaten op:

Tabel 2.4: Overzicht van de GHG en GLG op basis van bekende grondwaterstandsgegevens

type meetnet	afstand tot locatie (m) en richting	peilbuiscode	maaiveldhoogte (m + NAP)	GLG (m + NAP)	GG (m + NAP)	GHG (m + NAP)
Gilze-Rijen	700 z	20	8,00	6,00	6,3	6,7
Op basis van peilbuis 20 verwachte grondwaterstanden						
type meetnet	Plaats binnen plangebied	peilbuiscode	maaiveldhoogte (m + NAP)	GLG (m + NAP)	GG (m + NAP)	GHG (m + NAP)
Gilze-Rijen	zuidoost	5	7,59	5,6	5,9	6,3
Gilze-Rijen	noordwest	13	8,00	5,0	5,3	5,8
Gilze-Rijen	noordoost	15	7,90	4,8	5,2	5,8
Gilze-Rijen	centraal	16	7,60	5,1	5,5	5,9

Interpretatie grondwaterstanden

Na het combineren van de beschikbare gegevens wordt voor de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) een waarde van 5,9 (noord) à 6,3 (zuid) m + NAP aangehouden voor het plangebied. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) ter plaatse bedraagt naar schatting 5,0 (noord) à 5,4 (zuid) m + NAP.

Dit betekent dat de grondwaterstand in het noorden van het beschouwde gebied naar verwachting gedurende een gemiddeld jaar fluctueert tussen de 5,0 en 5,9 m + NAP en dat de grondwaterstand in het zuiden van het beschouwde gebied fluctueert tussen de 5,4 en 6,3 m + NAP. Omdat gemiddelde jaren niet bestaan, is het mogelijk dat in (veel) nattere jaren de grondwaterstand verder zal stijgen en in (veel) drogere jaren deze verder zal dalen.

De gemiddelde grondwaterstand in het gebied wordt derhalve geschat op 5,4 (noord) à 5,8 (zuid) m + NAP.

Opgemerkt wordt dat, gezien de geringe hoeveelheid beschikbare (langdurige) geohydrologische gegevens in de directe omgeving van de locatie, de genoemde waarden voor de GHG en GLG slechts schattingen zijn. De werkelijke GHG en GLG ter plaatse van het plangebied kunnen, afhankelijk van lokale invloeden, zoals oppervlaktewater en grondwateronttrekkingen, verschillen van de geschatte GHG en GLG.

2.3.2 Bodemopbouw

Op basis van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000 (kaartblad 50 B), komen in de omgeving van het plangebied van nature voornamelijk hoge zwarte enkeerdgronden (kaartcode zEZ23) voor. De Bodemkaart van Nederland geeft een beschrijving van de ondiepere bovengrond tot circa 1,2 m-mv. Een beschrijving van de diepere bodemopbouw (> 1,2 m-mv) volgt in de geologische beschrijving.

Ter plaatse van het plangebied wordt de bovengrond (tot circa 5 m-mv) volgens de Geologische kaart van Nederland (NITG-TNO, 2003) gevormd door de kaarteerbare eenheid St1: de Formatie van Sterksel met een dek van de formatie van Boxtel. Deze fluvioperiglaciale afzetting (smeltwaterafzettingen die in de "warmere" perioden van een ijstijd zijn ontstaan) bestaat uit rivierzand en -grind met een zanddek.

Op basis van de Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 50B (Dienst Grondwaterverkenning TNO, 1976) blijkt het zanddek ca. 2 meter dik te zijn. Hieronder ligt een redelijk tot goed doorlatend eerste watervoerend pakket tot een diepte van circa 25 meter. Deze watervoerende laag bestaat met name uit fijne tot grove grindhoudende zanden. De onderliggende slecht doorlatende, eerste scheidende laag (samengesteld uit fijne slibhoudende zanden en kleilagen) heeft een dikte van ongeveer 30 m.

In tabel 2.5 is schematisch de globale geologische bodemopbouw weergegeven. De verschillende afzettingen zijn van boven naar beneden weergegeven (respectievelijk van jong naar oud).

Tabel 2.5: Regionale bodemopbouw

diepte (m-mv)	formatienaam	samenstelling	geohydrologische eenheid
0 - 2	Zanddek (formatie van Bortel)	fijne, slibhoudende zanden, zandige lemen, klei en veen	deklaag
2 - 25	Formatie van Sterksel	matig fijne tot grove grindhoudende zanden	1 ^e watervoerend pakket (k-waarde 30 – 50 m/dag)
25 – 55	Formatie van Kedichem en Tegelen	fijne slibhoudende zanden en kleila-gen	scheidende laag

Bron: Grondwaterkaart van Nederland, Dienst Grondwaterverkenning TNO, 1972.

De stroming van het grondwater in het eerste watervoerende pakket is globaal noordnoordwestelijk gericht en heeft een gradiënt van circa 1,0 m/km. Lokaal kan de stroming hiervan afwijken.

2.4 Beleidsmatige aspecten

Het plangebied ligt niet binnen een grondwaterbeschermingsgebied (Provinciale milieuvordering (PMV), 2010) dan wel een beschermd waterhuishoudkundig gebied (Provinciaal Waterplan 2010-2015). Bij de provincie Noord-Brabant zijn geen relevante grondwateronttrekkingen geregistreerd in de omgeving van het plangebied.

3 Relevant beleid waterschap en gemeente

3.1 Algemeen

In de navolgende paragrafen is het huidige beleid ten aanzien van stedelijk waterbeheer beknopt weergegeven. Het stedelijk beheer wordt met name ingevuld door het waterschap Brabantse Delta en de gemeente Gilze en Rijen. Verder zijn relevante beleidsstukken op het gebied van water de Europese Kaderrichtlijn Water, Nationaal Waterplan 2009-2015, Nationaal Bestuursakkoord Water 2011, Provinciaal Waterplan Noord-Brabant 2010-2015 en het Waterbeheerplan 2010-2015.

3.2 Eisen en randvoorwaarden Waterschap Brabantse Delta

Het beleid en de uitwerking van het waterschap staat beschreven in het Waterbeheerplan 2010-2015 en zijn uitgewerkt in de beleidsregel "Hydraulische randvoorwaarden 2009". Hierin staat beschreven hoe duurzaam dient te worden omgegaan met het watersysteem. Hieronder worden de relevante uitgangspunten beschreven:

- randvoorwaarde bij een ruimtelijk plan is om hydrologisch neutraal te bouwen;
- de keur van het waterschap verbiedt het lozen van hemelwater dat afkomstig is van verhard oppervlak met een totale oppervlakte van 2.000 m² of meer zonder vergunning van het waterschap;
- de maximale toelaatbare afvoer vanuit nieuwe stedelijke gebieden bij een T = 10 + 10% en T = 100 + 10% bui bedraagt respectievelijk 0,94 l/s/ha en 1,34 l/s/ha voor vrij afwaterende gebieden waar de bodem uit zand bestaat;
- de gewenste situatie dient te worden getoetst aan een bui van T = 10 + 10% en een bui van T = 100 + 10%;
- voor de afvoer van schoon regenwater geldt de volgende lozingsvoorkeur op grond van doelmatigheid: a) infiltratie in de bodem, b) retentie binnen het plangebied, c) retentie aanleg buiten het plangebied, d) berging zoeken in bestaand watersysteem;
- de algemeen geldende norm met betrekking tot de ontwateringsdiepte voor het verhard oppervlak is 0,7 m. Voor groen in het stedelijk gebied is 0,5 m vaak al voldoende;
- de algemeen geldende droogleggingseis³ in woongebieden is circa 1,2 m.

3.3 Eisen en randvoorwaarden gemeente Gilze en Rijen

De gemeente Gilze en Rijen stelt ten aanzien van nieuwbouwprojecten in het stedelijk gebied in ieder geval de volgende eisen:

- bij voorkeur dient er op de locatie een (verbeterd) gescheiden stelsel te worden toegepast;
- in de woonwijk VVPS ten zuiden van het plangebied zijn retentievijvers aangelegd. Bij voorkeur dient de waterhuishouding van het plangebied VVNO soortgelijk (en aansluitend) te worden aangelegd.

³ de droogleggingseis is het hoogteverschil tussen het toekomstige maaiveld (ter plaatse van gevoelige functies) en het peil in rust van het oppervlaktewater.

4 Uitgevoerde veldwerkzaamheden

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

4.1 Geohydrologisch onderzoek

In tabel 4.1 is een overzicht opgenomen van de uitgevoerde veldwerkzaamheden die reeds gerapporteerd zijn in het geohydrologisch onderzoek met kenmerk 20051577/NIJS d.d. 3 augustus 2005. De veldwerkzaamheden zijn gecombineerd met het uitgevoerde verkennend bodemonderzoek met kenmerk 20051577/SROI d.d. 5 augustus 2005.

Tabel 4.1: Overzicht uitgevoerde veld- en laboratoriumwerkzaamheden

omschrijving	veldwerkzaamheden			analyses/metingen
	ondiepe boringen ¹	diepe boringen ¹	peilbuis ²	grondwater
verkennend bodemonderzoek	52	7	13	
infiltratieonderzoek				6 x putproef ³ 13 x grondwaterstand 3 x SCG-Zeefkromme

¹: ondiepe boringen in principe tot 0,5 m-mv, diepe boringen in principe tot 2,0 m-mv.

²: boringen met peilbuizen tot een maximum diepte van 4,0 m-mv;

³: putproef: veldproef waarmee de doorlatendheid van de bodem in de verzadigde zone kan worden bepaald

Op 13 en 14 juli 2005 zijn de boringen verricht, waarbij nauwkeurige boorbeschrijvingen zijn gemaakt conform NEN5104. Gelet op de zandige bodemopbouw ter plaatse (en de daarmee gepaard gaande hoge infiltratiesnelheden), bleek het uitvoeren van veldproeven ter bepaling van de doorlatendheid niet mogelijk doordat er geen verzadiging van de bodem mogelijk bleek. Uitgeweken is naar een analytische methode (op basis van SCG-zeefkromme). Een toelichting op deze analytische methode is gegeven in bijlage 4. Daarnaast is er aan de hand van putproeven een indruk verkregen van de horizontale verzadigde doorlatendheden. Deze putproeven hebben voor een deel plaatsgevonden in lagen die qua bodemsamenstelling overeenkomen met de grond boven de grondwaterstand. Een toelichting op deze putproeven is opgenomen in bijlage 5.

Dertien boringen zijn voorzien van een peilbuis. In deze peilbuizen zijn een week na plaatsing de grondwaterstanden gemeten.

4.2 Veldwerkresultaten

4.2.1 Bodemopbouw

In de boorstaten (bijlage 2) is de bodemopbouw van het onderzochte terrein weergegeven. Een globale beschrijving van de bodemopbouw is opgenomen in tabel 4.2.

Tabel 4.2: Globale bodemopbouw

diepte (m-mv)	bodemsamenstelling	opmerkingen
0 – 4,5*	zwak siltig, matig fijn zand	Lokaal matig siltig zand
Waarin : 1,5 à 2,6 – 2,5 à 4,5	zwak siltig, matig grof, zwak grindig zand	Laagdikte variërend van 0,3 tot ca. 2,2 m. Niet in alle boringen is deze laag aangetoond

* einde diepste boring

Uit de boorbeschrijvingen blijkt dat de horizontale variatie in de bodemsamenstelling binnen het plangebied klein is. De bodem bestaat tot ca. 4,5 m-mv uit zwak siltig (lokaal matig siltig), matig fijn zand. Vanaf een diepte van ca. 2,0 m is in een groot gedeelte van het plangebied een zwak grindige bijmenging aangetoond variërend in dikte van 0,3 tot 2,2 m.

4.2.2 Grondwaterstand

In tabel 4.3 is de gemeten grondwaterstand in de geplaatste peilbuizen weergegeven. De grondwaterstanden zijn op 22 juli 2005 gemeten.

Tabel 4.3: Gemeten grondwaterstanden

peilbuisnr.	maaienveldhoogte m + NAP	filterstelling (m-mv)	Grondwaterstand (m-mv)	m + NAP
1	7,5	3,0 – 4,0	2,47	5,03
2	7,9	3,0 – 4,0	2,53	5,37
3	7,9	3,0 – 4,0	2,58	5,32
4	7,4	3,0 – 4,0	2,40	5,00
10	7,6	3,0 – 4,0	2,44	5,16
12	7,9	3,0 – 4,0	2,63	5,27
13	8,0	3,0 – 4,0	2,63	5,37
14	7,8	3,0 – 4,0	2,35	5,45
15	7,6	2,5 – 3,5	1,93	5,67
17	7,4	2,4 – 3,4	1,97	5,43
18	onbekend	2,0 – 3,0	1,65	onbekend
22	8,0	3,0 – 4,0	2,89	5,11

Op basis van bovenstaande gegevens is de grondwaterstromingsrichting noordelijk gericht. De hoogste grondwaterstanden ten opzichte van NAP worden gemeten in het zuiden van het gebied (boring 14 en 15), de laagste grondwaterstanden worden gemeten in het noorden van het gebied (boring 1 en 4).

Verwacht wordt dat de grondwaterstand op 22 juli 2005 zich nabij de gemiddeld laagste grondwaterstand bevond.

Na het combineren van de gemeten grondwaterstanden met de in paragraaf 2.2 verwachte grondwaterstanden blijven deze in paragraaf 2.2 genoemde waarden voor de gemiddeld laagste, gemiddelde en gemiddeld hoogste grondwaterstanden gehandhaafd. Voor de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) wordt een waarde van 5,9 (noord) à 6,3 (zuid) m + NAP aangehouden voor het plangebied. Voor de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) ter plaatse wordt een waarde van 5,0 (noord) à 5,4 (zuid) m + NAP aangehouden.

4.2.3 Doorlatendheid

Voor de bepaling van de mogelijkheden tot infiltratie van regenwater in de bodem is de horizontale doorlatendheid van de bodem een belangrijk gegeven. De resultaten van de bepalingen van de horizontale doorlatendheden op basis van de putproeven in de verzadigde zone zijn weergegeven in tabel 4.4. In bijlage 5 is een toelichting op de methode opgenomen.

Tabel 4.4: Berekeningsresultaten verzadigde doorlatendheid (metingen)

peilbuisnr.	monstertraject (m-mv)	bodemsamenstelling rondom filter	doorlatendheid (m/dag)
1	3,0 – 4,0	matig fijn, zwak siltig, zwak grindig zand	21
2	3,0 – 4,0	Zwak siltig, matig grof, zwak grindig zand	40
14	3,0 – 4,0	Leem, zwak zandig	1
15	2,5 – 3,5	Matig fijn, matig siltig zand	14
17	2,4 – 3,4	Matig fijn, zwak siltig zand	25
22	3,0 – 4,0	Matig fijn, zwak siltig zand	Niet representatief

De verzadigde doorlatendheid van de bodem in de onverzadigde zone varieert van 1 m/dag in de zeer lokaal aanwezige leemlaag tot 40,1 m/dag in de matig siltig, matig grove, zwak grindige zandlaag.

Voor de bepaling van de mogelijkheden tot infiltratie van regenwater in de bodem is daarnaast de horizontale doorlatendheid op basis van de analytische methode bepaald. In tabel 4.5 zijn de resultaten van de analytische methode weergegeven. Een beschrijving van deze analytische methode (SCG-zeefkromme) is opgenomen in bijlage 4.

Tabel 4.5: Berekeningsresultaten verzadigde doorlatendheid (analyses)

boringnr.	monstertraject (m-mv)	bodemsamenstelling	doorlatendheid (m/dag)
10	1,0 – 1,5	Matig fijn, zwak siltig zand	4
2	1,0 – 1,5	Matig fijn, zwak siltig zand	5
49	1,0 – 1,5	Matig fijn, matig siltig zand	4

Benadrukt wordt dat de berekende doorlatendheid, de doorlatendheid van een verzadigde bodemlaag betreft. Omdat deze verzadiging pas optreedt na een lange periode van regen, worden aan het begin van een regenbui hogere waarden van de doorlatendheid verwacht. De vastgestelde k-waarde voor de bodem wordt zodoende beschouwd als een minimale waarde.

De analytische bepaling heeft plaatsgevonden op het ondiepere traject, hier is de k-waarde lager dan het diepere traject waar de putproeven plaats hebben gevonden. Het diepere traject heeft op basis van de metingen en de boorstaten een grovere samenstelling.

4.2.4 Conclusies doorlatendheid

Op basis van de huidige gegevens blijkt dat voor het gehele plangebied de doorlatendheid reeds vanaf het maaiveld (redelijk) goed is. In het hele plangebied bestaat de bovengrond tot een diepte van 2,0 m-mv uit een zwak siltige, matig fijne zandlaag (lokaal matig siltig). Tijdens het uitvoeren van de infiltratieproeven bleek de doorlatendheid van deze laag zeer goed te zijn. Vanwege deze goede doorlatendheid is het niet mogelijk gebleken om door middel van infiltratieproeven een betrouwbare k-waarde voor deze zwak siltige, matig fijne zandlaag te bepalen.

Uitgeweken is naar bepaling van de k-waarde door middel van putproeven in de diepere ondergrond en naar bepaling van de k-waarde middels een analytische methode. Uit deze bepaling blijkt wederom dat de doorlatendheid van de bovengrond goed is. De waarden variëren van 3,7 tot 25 m/dag, waarbij aangetekend dat de analytische bepaling heeft plaatsgevonden op een ondieper traject.

Wanneer daarnaast gekeken wordt naar de boorbeschrijvingen (opgenomen in bijlage 2), dan blijkt dat met name het noordwestelijke gedeelte zich kenmerkt door de aanwezigheid van een zwak grindige laag op ongeveer 2 m-mv met een k-waarde van ongeveer 40 m/dag. Hier blijkt de bovengrond ook goed doorlatend. In dit gedeelte van het gebied zijn de beste infiltratiemogelijkheden.

In de nabijheid van Den Butter worden op basis van de uitgevoerde proeven en analyses en de boorbeschrijvingen de laagste waarden voor de doorlatendheid verwacht. Ook hier is echter de doorlatendheid redelijk goed (minstens 4 m/dag). Zodoende blijken er voor het gehele plangebied goede infiltratiemogelijkheden te zijn.

5 Afwegingen in afkoppeling van hemelwater

5.1 (On)mogelijkheden voor afkoppeling van hemelwater

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 (hergebruiken/infiltreren → bergen → afvoeren) als randvoorwaarde meegenomen. Dit betekent dat eerst onderzocht dient te worden of:

- het hemelwater plaatselijk kan worden benut (hergebruik) of in de bodem kan worden vastgehouden (infiltratie);
- indien de omstandigheden dit niet toelaten, dient onderzocht te worden of het water oppervlakkig of ondergronds 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.

5.1.1 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 hergebruikstelsel.

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.

5.1.2 Mogelijkheid tot toepassing vegetatiedaken

Een gedeelte van het toekomstig verhard oppervlak betreft dakoppervlak. Door het maken van een weloverwogen keuze van het type dakverharding kan de afvoer van regenwater sterk worden verminderd.

Een vegetatiedak kan zorgen voor een grote reductie in de afvoer (tot wel 90%). Een vegetatiedak heeft namelijk de eigenschap het regenwater te bufferen, waardoor afvoerpieken van hevige buien worden opgevangen. Een vertraagde afvoer zorgt ervoor dat het vegetatiedak na verloop van tijd "leegloopt" en de berging weer beschikbaar komt, terwijl geen sprake is van een (noemenswaardige) toename van de afvoer ten opzichte van de huidige situatie. Het riool of oppervlaktewater raakt daardoor niet of minder snel overbelast. De mate van afname hangt met name af van het type vegetatiedak en van de helling van het dak.

Na overleg met verschillende partijen en met inachtneming van de kosten, de bouwkundige consequenties van de aanleg en de onderhoudswerkzaamheden en -kosten van vegetatiedaken, wordt deze oplossing niet reëel geacht voor het toekomstige plan.

5.1.3 Mogelijkheid tot het (oppervlakkig of ondergronds) infiltreren van hemelwater in de bodem

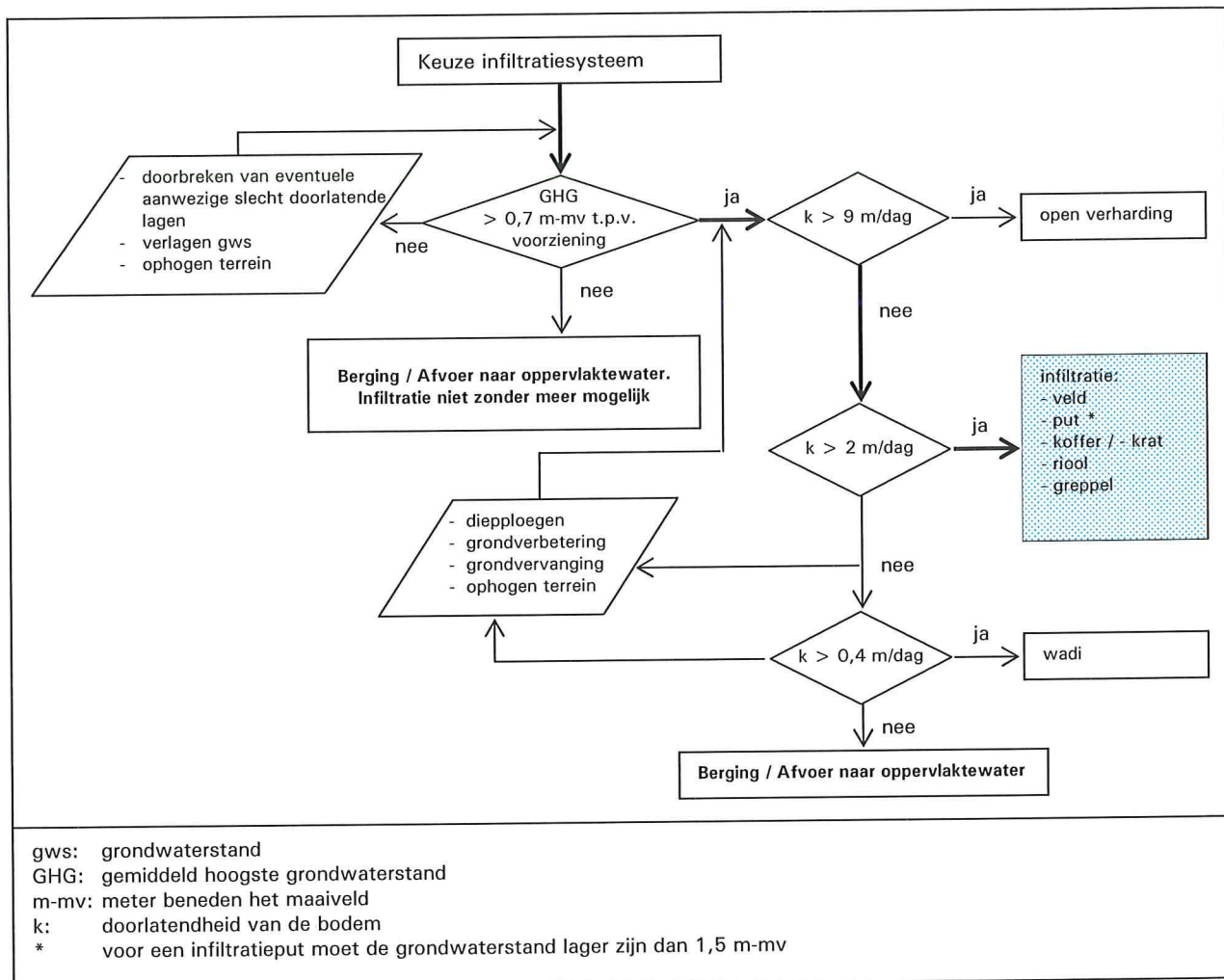
In figuur 5.1 is voor verwerking van hemelwater binnen een perceelsgrens schematisch de afweging tussen het wel of niet infiltreren in de bodem en de keuze van een bepaalde infiltratietechniek (op basis van de heersende grondwaterstand en de doorlatendheid van de bodem) weergegeven. Het betreft hier 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.

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 plangebied.



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").

Op basis van de resultaten van de doorlatendheid van de onverzadigde zone en van de grondwaterstandsgegevens is voor het onderzoeksgebied een afweging gemaakt met betrekking tot de geschiktheid voor het infiltreren van hemelwater in de bodem. De vetgedrukte pijlen in figuur 5.1 geven de te bewandelen weg aan voor onderhavige locatie.

Op grond van de verwachte GHG en de actuele grondwaterstand die voor het gebied bepaald zijn, kan worden geconcludeerd dat het gebied in principe geschikt is voor de infiltratie van neerslag. Op basis van de voor de locatie berekende doorlatendheid van de onverzadigde zone, minimaal 4 m/dag, kan uit figuur 5.1 worden afgeleid dat infiltratie mogelijk is door middel van technieken als een infiltratieveld, infiltratiekoffers of -kratten, een put, een riool of een infiltratiegreppel.

Hierbij wordt aangegeven dat op basis van de boorbeschrijvingen (opgenomen in bijlage 2) en de uitgevoerde proeven en analyses, het noordwestelijke gedeelte van het terrein zich het beste

leent voor infiltratie van hemelwater. Dit noordwestelijke gedeelte kenmerkt zich door de aanwezigheid van een zwak grindige laag op ongeveer 2 m-mv met een k-waarde van ongeveer 40 m/dag en een bovengrond die ook goed doorlatend is.

In de nabijheid van Den Butter worden op basis van de uitgevoerde proeven en analyses en de boorbeschrijvingen de laagste waarden voor de doorlatendheid verwacht. Ook hier is echter de doorlatendheid redelijk goed (minstens 4 m/dag).

5.1.4 Mogelijkheid tot oppervlakkige en/of ondergrondse waterberging binnen het plangebied

De volgende stap in de voorkeursvolgorde, na hergebruik en infiltratie, is het bergen van hemelwater binnen het plangebied. In het algemeen wordt door het waterschap infiltratie geprefereerd boven een (ondergronds) bergingssysteem.

In het stedenbouwkundig plan Vliegende Vennen Zuid-Oost, dat grenst aan de zuidzijde van het plangebied, zijn ten behoeve van de waterhuishouding meerdere retentievijvers aan de oostzijde van het gebied aangelegd. Door de gemeente is aangegeven dat bij de inrichting van het huidige plangebied zoveel mogelijk naar een aansluiting moet worden gezocht met dit zuidoostelijke gedeelte.

Oppervlakkige berging lijkt dan ook een goede oplossing voor het plangebied.

5.1.5 Mogelijkheid tot afvoer van hemelwater

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 (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 tevens een mogelijkheid. Deze optie wordt beschouwd als de minst gunstige wijze van de verwerking van het schone hemelwater en is alleen toegestaan als geen alternatief voor handen is.

5.2 Noodzaak tot maaiveldophoging t.a.v. ontwatering

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

- de in het plangebied heersende grondwaterstand en de fluctuaties ervan over het jaar gezien;
- de door Waterschap Brabantse Delta gestelde eisen ten aanzien van de ontwateringsdiepte.

De ontwateringsnorm bedraagt 0,7 m ten opzichte van het toekomstige straatpeil. Dit wil zeggen dat de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) minimaal 0,7 m onder het toekomstige straatpeil dient te liggen.

In het zuidoostelijke gedeelte van het plangebied zijn de grondwaterstanden het hoogst. Op basis van de verwachte GHG (6,3 m + NAP) dient het maaiveld minstens op een hoogte van 7,0 m + NAP gelegen zijn. Op basis van de huidige gegevens is zodoende het ophogen van het maaiveld niet noodzakelijk. Dit geldt ook voor het overige gedeelte van het plangebied.

5.3 Conclusies en aanbevelingen

5.3.1 Haalbaarheid oplossingsrichtingen

In de navolgende tabel zijn de verschillende oplossingsrichtingen en hun haalbaarheid op deze specifieke locatie schematisch weergegeven.

Tabel 5.1: Haalbaarheid van de oplossingsrichtingen voor het plangebied

Oplossingsrichting	Voorbeeld	Haalbaarheid					
		Geohydrologisch		Technisch / organisatorisch		Algemeen	
Hergebruik	Regenton	±	wellicht mogelijk	±	wellicht mogelijk	±	afhankelijk van o.a.: - aanwezigheid risicogroep - dakmateriaal
Vegetatiedak	Sedum daken	+	mogelijk	±	mogelijk, maar in het algemeen niet wenselijk	±	afhankelijk van o.a.: - constructie woningen - extra kosten vegetatiedak
Oppervlakkig infiltreren	Infiltratiegreppels	+	goed mogelijk	+	goed mogelijk	+	goed mogelijk
Ondergronds infiltreren	Infiltratiekratten	+	goed mogelijk	+	mogelijk	+	goed mogelijk
Oppervlakkig bergen	Retentievijver	+	mogelijk	+	goed mogelijk	+	goed mogelijk
Ondergronds bergen	Bergbezinkbassin	+	mogelijk	±	mogelijk, maar in het algemeen niet wenselijk	±	mogelijk, maar in het algemeen niet wenselijk
Afvoer naar oppervlakte water	Sloten en watergangen	±	mogelijk, maar niet wenselijk ¹	±	mogelijk	±	mogelijk, maar alleen toe te passen wanneer er geen betere alternatieven voor handen zijn en in bij extreme regenval
Afvoer naar rioolstelsel	Gescheiden rioolstelsel	±	mogelijk, ¹	+	mogelijk	±	mogelijk, maar niet wenselijk

¹ Het afvoeren van hemelwater naar elders wordt in het huidige waterbeleid beschouwd als de minst gunstige wijze van verwerking van hemelwater en is in de regel alleen toegestaan als geen alternatief voor handen is. Wel wordt er vertraagde afvoer (max 0,94 l/s/ha bij een T = 10 + 10% bui) van hemelwater toegestaan.

Gezien de geplande woningsamenstelling binnen de wijk wordt verwacht dat zowel kinderen als ouderen tot de doelgroep van de wijk behoren. Er wordt van uitgegaan dat vanwege deze aanwezigheid van risicogroepen geen regenwater wordt benut voor huishoudelijke doeleinden.

Na overleg met verschillende partijen en met inachtneming van de kosten, de bouwkundige consequenties van de aanleg en de onderhoudswerkzaamheden van vegetatiedaken, wordt de toepassing van vegetatiedaken niet reëel geacht voor het toekomstige plan.

Gezien de gunstige geohydrologische situatie ter plaatse van het plangebied, dient het hemelwater, afkomstig van het toekomstig verhard dak- en terreinoppervlak, binnen het plangebied te worden opgevangen in infiltratie- en/of bergingsvoorzieningen en gefaseerd te worden afgevoerd (bij zeer zware regenval) uit het plangebied.

Op grond van onder andere locatiespecifieke omstandigheden zijn er voldoende kansen om het water in het gebied te infiltreren. Hierbij kan gekozen worden voor zowel ondergrondse als oppervlakkige infiltratie. Gezien de ruime opzet van het toekomstige plan, waarin veel onverhard

oppervlak en ruimte voor berging aanwezig is, behoort bergen binnen het plangebied, waarbij de bergende voorziening tevens als infiltratievoorziening werkt, tot een haalbare oplossing.

Wanneer bovenstaande voorzieningen niet afdoende blijken te zijn (bijvoorbeeld bij extreme regenval) is afvoer van het hemelwater de enige alternatieve methode. Bij voorkeur vindt deze afvoer richting het oppervlaktewater plaats. De afvoer van hemelwater via een gescheiden rioolstelsel behoort ook tot de mogelijkheden. Deze optie wordt door het waterschap echter beschouwd als de minst gunstige wijze van de verwerking van het schone hemelwater en is alleen toegestaan als geen alternatief voor handen is. Het voor het plangebied meest geschikt geachte hemelwatersysteem wordt in het volgende hoofdstuk beschreven.

5.3.2 Verdere aanbevelingen ten aanzien van de infiltratiemogelijkheden

Voor het toepassen van één of meerdere van voornoemde oplossingsrichtingen worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- naast het toepassen van één van voornoemde oplossingsrichtingen, kan ook gekozen worden voor een combinatie van deze opties. Een dergelijke combinatie kan leiden tot een meer effectieve wijze van afkoppeling;
- bij de aanleg van het verbeterd gescheiden rioolstelsel, en de aansluiting van het vuilwatergedeelte op het gemeentelijke rioolstelsel, dient rekening te worden gehouden met de b.o.b.-hoogte van het gemeentelijke rioolstelsel.

6 Ontwerp en dimensionering van het hemelwatersysteem

6.1 Ontwerp hemelwatersysteem

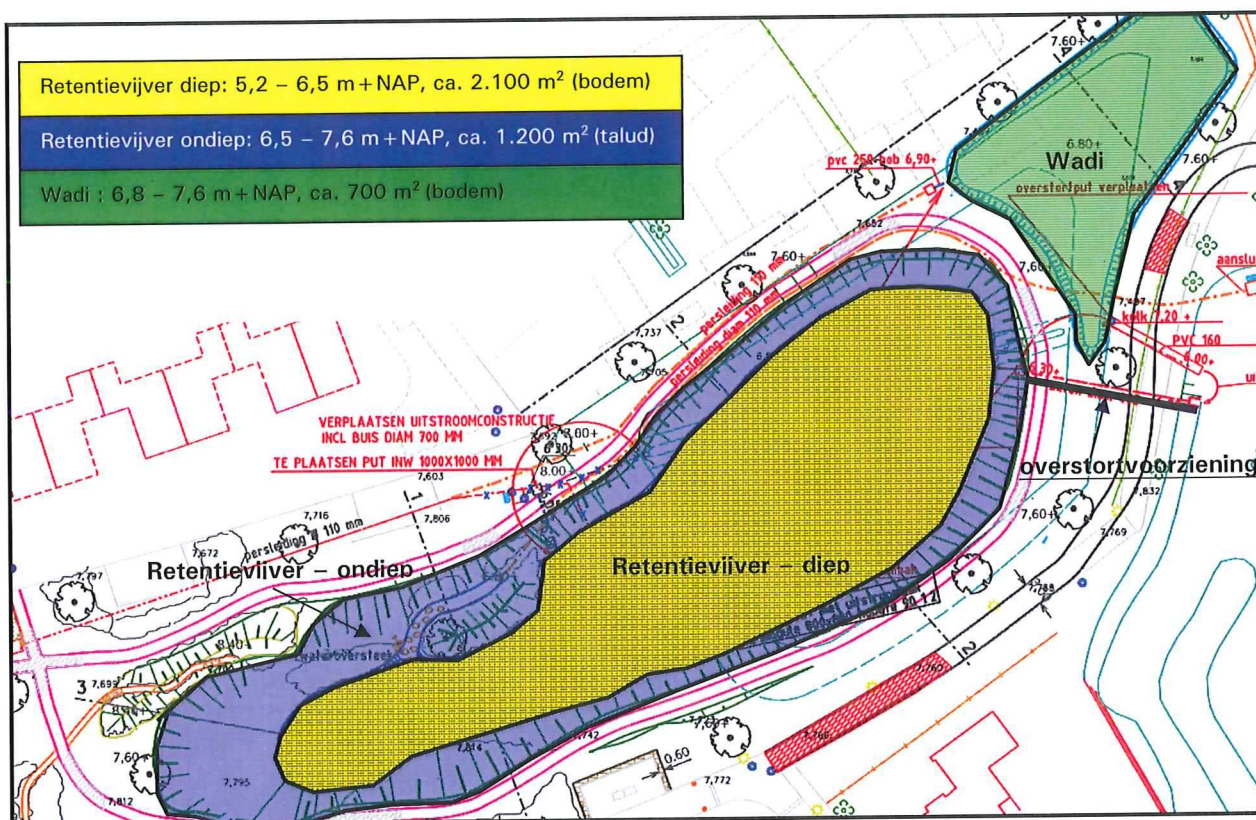
Aan de hand van de lokale geohydrologische karakteristieken, de eisen van waterschap Brabantse Delta en de gewenste invulling van het plangebied zoals aangegeven door de gemeente Gilze en Rijen, is gekeken naar geschikte oplossingen voor het verwerken van hemelwater in het plangebied.

Voor de berging van hemelwater is door de gemeente gekozen voor de toepassing van een kunstmatige vijver met een afdichting (kunststof foliemat) en een wadi. Om het hemelwater afkomstig van het verhard oppervlak op de retentievoorzieningen (kunstmatige vijver en de wadi) aan te sluiten is gekozen voor de toepassing van een verbeterd gescheiden rioolstelsel. Het verbeterd gescheiden stelsel heeft als voordeel dat de eerste golf hemelwater (waarin relatief de meeste verontreinigingen aanwezig zijn), na filtratie in de wadi, kan worden afgevoerd. De wadi heeft zowel een infiltrerende als bergende functie, en bevat alleen water na periodes van flinke neerslag. Op basis van de bodemopbouw en doorlatendheid blijken er voor het gehele plangebied goede infiltratiemogelijkheden te zijn.

Het overtollig hemelwater wordt aangesloten op de kunstmatige vijver en wadi (zie figuur 6.1). Vooralsnog is in het ontwerpplan geen knijpvoorziening voorzien voor de kunstmatige vijver. Middels een overstortvoorziening wordt overtollig hemelwater vanuit de vijver afgevoerd naar de vier natuurlijke vijvers (parallel aan Theeuwespad). Op deze vier natuurlijke vijvers wordt tevens het hemelwater, afkomstig van het verhard oppervlakte woongebied VVPS (7,8 ha), aangesloten en geborgen.

Als eerste aanleiding om een kunstmatige vijver te maken is een constant peil, voor de functie 'spelen'. Het betreft een wijkproject, waarbij de bewoners zelf het ontwerp hebben gemaakt voor hun eigen omgeving. Door het constante peil kunnen met stapstenen en loopbruggen gewerkt worden, wat in een natuurlijke omgeving met een peilverschil van ca. 50 -70 cm niet mogelijk is. Ten behoeve van het instandhouden van een goede waterkwaliteit van de kunstmatige vijver zijn een aantal maatregelen in het plan meegenomen. Zo zijn de taludhellingen en de waterdiepte aangepast in overleg met een ecooloog van het waterschap Brabantse Delta. De beplanting rondom de vijver is dusdanig aangepast, teneinde bladinvall van de omliggende beplanting te beperken. Verder wordt het constante peil van de vijver gevoed door een pomp die water aanvoert vanuit de natuurlijke vijvers, waardoor het water rond kan stromen en daarbij ververst wordt. Het beheer van de kunstmatige vijver is in handen van de gemeente.

In de dimensionering is vooralsnog geen rekening gehouden met afvoer vanuit het gebied naar buiten het gebied gelegen watergangen of rioolstelsel (worst-case uitgangspunt).



Figuur 6.1: Detailtekening retentievoorzieningen VVNO, inclusief situering overstortvoorziening.

6.2 Dimensionering en toetsing hemelwatersysteem

Aanvullende uitgangspunten

De ontwikkeling van het plangebied VVNO dient hydrologisch neutraal te worden uitgevoerd. Hiertoe dient de maximale toename aan verharding (ca. 65.500 m²) gecompenseerd te worden middels berging en infiltratie. De benodigde compensatie⁴ bedraagt ca. 8.200 m³ bij een T = 10 + 10% bui (op t = 14.400 minuten), en ca. 10.250 m³ bij een T = 100 + 10% bui (op t = 14.400 minuten).

De resultaten van de berekeningen voor de retentievijver en wadi staan als grafiekvorm in bijlage 6.1 en 6.2 weergegeven. In figuur 6.1 is de situering van de retentievoorzieningen weergegeven. Voor de berekeningen zijn de volgende (aanvullende) uitgangspunten gehanteerd:

- geen neerslagverliezen en/of berging op verhard oppervlakte (worst-case uitgangspunt);
- het bergend volume onder de drempel in het (volledig gerealiseerde) rioolstelsel is berekend op ca. 175 m³;
- de eerste flush hemelwater van 4 mm wordt afgevoerd naar de wadi, waar het vervolgens infiltreert. Het totaal bergend volume van de wadi⁵ is berekend op 560 m³;
- het totaal bergend volume van de retentievijver⁶ is berekend op 2.970 m³;
- het totaal bergend volume binnen plangebied VVNO komt daarmee uit op ca. 3.700 m³ (= 175 + 560 + 2.970 m³).

⁴ De benodigde compensatie [in m³] = (neerslagsom (0,14 m of 0,16 m) – eerste flush hemelwater (0,004 m)) * totaal aangesloten verhard oppervlakte (65.500 m²).

⁵ Totaal bergend volume wadi [in m³] = peilopzet (0,8 m) * bergend oppervlakte (700 m²).

⁶ Totaal bergend volume retentievijver [in m³] = peilopzet (1,1 m) * bergend oppervlakte diep + ondiep (2.700 m²).

Zodra het waterpeil in de retentievijver uitkomt boven het overstortpeil (ca. 7,1 m + NAP), wordt middels een overstort overtollig (hemel)water afgevoerd richting de vier natuurlijke vijvers met een retentieoverschot van circa 12.000 m³. Hierbij is rekening gehouden met berging onder de drempel in het stelsel (400 m³), en infiltratie (1 mm) in de vier natuurlijk vijvers (800 m³) en wadi (300 m³).

Resultaten dimensioneringsberekeningen

Op basis van de berekeningen en de gestelde uitgangspunten (zie tabel 6.1 en bijlage 6.1 en 6.2), blijkt in het geval van een T = 100 + 10% bui, binnen plangebied VVNO sprake te zijn van een tekort aan bergend vermogen van ca. 350 m³ (op t = 1440 minuten). Gezien het retentieoverschot van de natuurlijke vijvers, wordt verwacht dat dit tekort hierop (direct) kan worden geborgen. Voor een T = 10 + 10% bui is voldoende bergend vermogen binnen plangebied VVNO aanwezig. Opgemerkt dient te worden dat het maximale waterpeil mogelijk wel tot aan het omliggend maaiveld (7,6 m + NAP) reikt.

Tabel 6.1: Uitgangspunten en resultaten dimensioneringsberekeningen

Algemene uitgangspunten VVNO:

Nr.	omschrijving	waarde
A	Aangesloten verhard oppervlakte	65.500 m ²
B	Neerslagverliezen	0 mm
C	Bergend volume verhard oppervlakte	0 m ³
D	Bergend volume in stelsel onder drempel	175 m ³
E	Bergend volume wadi (6,8 - 7,6 m + NAP)	560 m ³
F	Infiltratie wadi	4 mm
G	Bergend volume retentievijver (6,5 - 7,6 m + NAP)	2.970 m ³
H	Infiltratie retentievijver	0 mm
I	Retentieoverschot natuurlijke vijvers	12.000 m ³
J	Potentiële afvoercapaciteit overstortvoorziening	1 m ³ / min

T = 10 + 10% bui

Tijd	Netto neerslagsom ¹⁾	Inloopsom VVNO ²⁾	Som afvoer overstort VVPS ³⁾	Som te bergen VVNO ⁴⁾	Bergend volume VVNO ⁵⁾	Bergingstekort VVNO ⁶⁾	Peil retentievijver ⁷⁾
[min.]	[mm]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m + NAP]
0	0	0	0	0	3.750	0	6,5
360	43,2	2.829	80	2.749	3.750	0	7,2
480	45,6	2.987	200	2.787	3.750	0	7,3
720	51,7	3.384	440	2.944	3.750	0	7,3
1440	61,3	4.018	1.160	2.858	3.750	0	7,3
2880	74,7	4.890	2.540	2.350	3.750	0	7,1
5760	92,8	6.078	3.729	2.350	3.750	0	7,1
10080	114,6	7.505	5.155	2.350	3.750	0	7,1
14400	133,9	8.773	6.423	2.350	3.750	0	7,1

T = 100 + 10% bui

Tijd	Netto neerslagsom ¹⁾	Inloopsom VVNO ²⁾	Som afvoer overstort VVPS ³⁾	Som te bergen VVNO ⁴⁾	Bergend volume VVNO ⁵⁾	Bergingstekort VVNO ⁶⁾	Peil retentievijver ⁷⁾
[min.]	[mm]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m + NAP]
0	0	0	0	0	3.750	0	6,5
360	60,9	3.989	240	3.749	3.750	0	7,6
480	64,2	4.205	360	3.845	3.750	95	7,6
720	70,8	4.637	600	4.037	3.750	287	7,6
1440	82,9	5.430	1.320	4.110	3.750	360	7,6
2880	97,2	6.367	2.760	3.607	3.750	0	7,6
5760	115,9	7.591	5.241	2.350	3.750	0	7,1
10080	135,7	8.888	6.538	2.350	3.750	0	7,1
14400	153,3	10.041	7.691	2.350	3.750	0	7,1

Toelichting berekeningen tabel 6.1:

- 1) Netto neerslagsom = neerslagsom – neerslagverliezen (B) - infiltratie wadi (F)
- 2) Inloopsom VVNO = netto neerslagsom (1) * aangesloten verhard oppervlakte (A)
- 3) Som afvoer overstort VVPS = potentiële afvoercapaciteit overstortvoorziening (J) * tijd
-- vanaf overstortpeil (met een maximumsom van 12.000 m³ (I))
- 4) Som te bergen VVNO = Inloopsom VVNO (2) – Som afvoer overstort VVPS (3)
- 5) Bergend volume VVNO = Bergend volume onder de drempel (D) + Bergend volume wadi (E) + Bergend volume retentievijver (G)
- 6) Bergingstekort VVNO = Bergend volume VVNO (5) – Som te Bergen VVNO (4)
- 7) Peil retentievijver = 6,5 m + NAP + ((Som te bergen VVNO (4) – bergend volume onder drempel (D) - bergend volume wadi (E))/ 2.700 m²)
-- waterpeil zakt na een bui in theorie niet tot beneden 7,1 m + NAP (geen infiltratie)

6.3 Aanvullende opmerkingen

Uit de berekeningen blijkt dat bij een maximaal te realiseren verharding (65.500 m^2) en een $T = 100 + 10\%$ bui sprake is van een tekort van circa 350 m^3 aan bergend vermogen binnen plangebied VVNO. Gezien het retentieoverschot van de natuurlijke vijvers binnen plangebied VVPS, wordt verwacht dat dit tekort hierop (direct) kan worden geloosd en geborgen. Binnen het plangebied (en dan met name het oostelijk deel hiervan) blijkt voldoende ruimte om een dergelijke aansluiting (eventueel bovengronds) te realiseren. Op basis hiervan worden geen belemmeringen verwacht met betrekking tot de hoeveelheid bergend vermogen.

Opgemerkt dient te worden dat bij de berekeningen als belangrijk uitgangspunt gehanteerd is dat het (gescheiden) rioolstelsel de piekafvoer bij een $T = 100 + 10\%$ bui kan verwerken. Om belemmeringen bij de aansluitingen op de retentievoorzieningen te voorkomen, kan gekozen worden deze van bladvangsers te voorzien, waardoor de instroom van slib/bladafval wordt beperkt. Het is verder van groot belang dat de bewoners van de wijk goed op de hoogte zijn van de waterhuishoudkundige inrichting van hun wijk. Het doel hiervan is dat bewoners rekening houden met de eventuele consequenties van hun gedrag. Het dient bij de bewoners bekend te zijn dat ze voorzichtig om moeten gaan met bijvoorbeeld strooizout, autowassen, olie e.d. Aangeraden wordt om deze voorlichting periodiek te herhalen.

7 Samenvatting (voorstel waterparagraaf)

7.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de voornaamste zaken uit voorliggend waterhuishoudkundig plan nogmaals vermeld. In dit hoofdstuk worden de voornaamste zaken uit voorliggend waterhuishoudkundig plan nogmaals vermeld.

7.2 Voorstel waterparagraaf

7.2.1 Aanleiding en doel

In opdracht van de Gemeente Gilze en Rijen heeft Geofox-Lexmond bv een waterhuishoudkundig plan opgesteld voor de locatie Vliegende Vennen Noord-Oost te Rijen. De aanleiding voor het laten opstellen van het waterhuishoudkundig plan (ook wel watertoets genoemd) wordt gevormd door de geplande woningbouw ten oosten van Rijen. De voorgenomen woningbouwontwikkeling betreft de vierde en laatste fase van het nieuwbouwproject "Vliegende Vennen Noord-Oost". Voor de gewenste woningbouw dient onder meer een waterparagraaf opgesteld te worden dat in het nog op te stellen ruimtelijk plan opgenomen wordt.

Door de gemeente Gilze en Rijen is aangegeven dat voor de noodzakelijke wijzigingen op het huidige bestemmingsplan de artikel 19 procedure van de Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO) moet worden gevolgd. Voor de gewenste woningbouw dient onder meer een waterparagraaf opgesteld te worden dat in het ruimtelijk plan opgenomen kan worden.

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

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. Bij een toename in het verharde oppervlak betekent dit dat het hemelwater afkomstig van het toegenomen verharde oppervlak volgens de wettelijke voorkeursvolgorde (hergebruik/infiltratie/berging/afvoer) verwerkt dient te worden.

Hergebruik

Omdat de aanwezigheid van risicogroepen (ouderen, minder validen en jonge kinderen) op dit moment niet kan worden uitgesloten, wordt het benutten van regenwater voor huishoudelijke doeleinden vooralsnog afgeraden.

Infiltratie en berging

Na overleg met verschillende partijen en met inachtneming van de kosten, de bouwkundige consequenties van de aanleg en de onderhoudswerkzaamheden van vegetatiedaken, wordt de toepassing van vegetatiedaken niet reëel geacht voor de toekomstige woonwijk.

Op grond van onder andere locatiespecifieke omstandigheden zijn er voldoende kansen om het water in het gebied te infiltreren. Hierbij kan gekozen worden voor zowel ondergrondse als oppervlakkige infiltratie. Gezien de ruime opzet van het toekomstige plan, waarin veel onverhard oppervlak en ruimte voor berging aanwezig is, behoort bergen binnen het plangebied, waarbij de bergende voorziening tevens als infiltratievoorziening werkt, tot een haalbare oplossing.

Afvoer

Wanneer bovenstaande voorzieningen niet afdoende blijken te zijn (bijvoorbeeld bij extreme regenval) is afvoer van het hemelwater de enige alternatieve methode. Bij voorkeur vindt deze afvoer richting het oppervlaktewater plaats. De afvoer van hemelwater via een gescheiden rioolstelsel behoort ook tot de mogelijkheden. Deze optie wordt door het waterschap echter beschouwd als de minst gunstige wijze van de verwerking van het schone hemelwater en is alleen toegestaan als geen alternatief voor handen is.

7.2.3 Noodzaak tot maaiveldophoging

In het zuidoostelijke gedeelte van het plangebied zijn de grondwaterstanden het hoogst. Op basis van de verwachte GHG (6,3 m + NAP) dient het maaiveld minstens op een hoogte van 7,0 m + NAP gelegen zijn (de ontwateringnorm bedraagt 0,7 meter minus het toekomstig straatpeil). Op basis van de huidige gegevens is zodoende het ophogen van het maaiveld niet noodzakelijk. Dit geldt ook voor het overige gedeelte van het plangebied.

7.2.4 Ontwerp en dimensionering hemelwatersysteem

Algemene uitgangspunten en randvoorwaarden

Bij het ontwerp en de dimensionering van het hemelwatersysteem zijn de randvoorwaarden en eisen, vastgesteld door het rijk, door Waterschap Brabantse Delta en de gemeente Gilze en Rijen, meegenomen. De voornaamste eisen zijn hieronder vermeld:

- voor de afvoer van schoon regenwater geldt de volgende lozingsvoorkeur op grond van doelmatigheid: a) infiltratie in de bodem, b) retentie binnen het plangebied, c) retentie aanleg buiten het plangebied, d) berging zoeken in bestaand watersysteem;
- randvoorwaarde bij een ruimtelijk plan is om hydrologisch neutraal te bouwen;
- de gewenste situatie dient te worden getoetst aan een regenbui van $T = 10 + 10\%$ bui en een $T = 100 + 10\%$ bui;
- de maximale toelaatbare afvoer vanuit nieuwe stedelijke gebieden bij een $T = 10 + 10\%$ en $T = 100 + 10\%$ bui bedraagt respectievelijk 0,94 l/s/ha en 1,34 l/s/ha voor vrij afwaterende gebieden waar de bodem uit zand bestaat.

Ontwerp hemelwatersysteem

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

In het stedenbouwkundig plan is aan de zuidzijde van het gebied ruimte gereserveerd voor waterberging in de vorm van een retentievijver en wadi. Op basis van de globale hoogteligging van het terrein en de verwachte GHG voor het plangebied wordt deze optie als een goede mogelijkheid beschouwd. De aan te leggen vijver heeft vooralsnog alleen een bergende functie. Als eerste aanleiding om een kunstmatige vijver te maken is een constant peil, voor de functie 'spelen'. Het betreft een wijkproject, waarbij de bewoners zelf het ontwerp hebben gemaakt voor hun eigen omgeving.

Door het constante peil kunnen met stapstenen en loopbruggen gewerkt worden, wat in een natuurlijke omgeving met een peilverschil van ca. 50 -70 cm niet mogelijk is. Ten behoeve van het in stand houden van een goede waterkwaliteit van de kunstmatige vijver zijn een aantal maatregelen in het plan meegenomen. Zo zijn de taludhellingen en de waterdiepte aangepast in overleg met een ecooloog van het waterschap Brabantse Delta. De beplanting rondom de vijver is dusdanig aangepast, teneinde bladinvall van de omliggende beplanting te beperken. Verder wordt het constante peil van de vijver gevoed door een pomp die water aanvoert vanuit de natuurlijke vijvers, waardoor het water rond kan stromen en daarbij ververst wordt.

Om het water afkomstig van verhard oppervlak op de vijver aan te sluiten is gekozen voor een verbeterd gescheiden rioolstelsel. Het verbeterd gescheiden stelsel heeft als voordeel dat de eerste golf regenwater (waarin relatief de meeste verontreinigingen aanwezig zijn) naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie wordt afgevoerd.

Dimensionering hemelwatersysteem

Hieronder volgt een overzicht van de benodigde capaciteit van de vijver bij verschillende buifrequenties. Hierbij is geen rekening gehouden met de landbouwkundige afvoer van hemelwater tot buiten het gebied, en is infiltratie vanuit de retentievoorziening niet meegenomen. Er wordt echter wel verwacht dat een deel van het water vanuit de retentievoorziening zal afvoeren richting de zuidelijk gelegen natuurlijke vijvers, dit heeft een gunstig effect op de peilstijging.

Situatie	Totale berging (m ³)	Maximaal bergingstekort (m ³) op tijd (minuten)	Maximaal waterpeil retentievijver (m + NAP)
T = 10 + 10%	8.750	n.v.t. / n.v.t.	7,3
T = 100 + 10%	10.050	360 / 1440	7,6

Uit de tabel blijkt dat bij een T = 10 + 10% bui voldoende bergend volume aanwezig is binnen het gebied. Echter, het maximale waterpeil (7,3 m + NAP) reikt mogelijk wel tot nabij het omliggend maaiveld, en er dient op te worden toegezien dat de overstortvoorziening voldoende kan afvoeren richting de natuurlijke vijvers.

Bij een T = 100 + 10% bui is bij een toename aan verhard oppervlakte van 65.000 m² net niet voldoende bergend vermogen binnen plangebied VVNO aanwezig. Gezien het retentieoverschot van de natuurlijke vijvers, wordt verwacht dat dit tekort hierop (direct) kan worden geborgen. Binnen het plangebied (en dan met name het oostelijk deel hiervan) blijkt voldoende ruimte om een dergelijke aansluiting (eventueel bovengronds) te realiseren. Op basis hiervan worden geen belemmeringen verwacht met betrekking tot de hoeveelheid bergend vermogen. Wel dient opgemerkt te worden dat het maximale waterpeil mogelijk tot aan het omliggend maaiveld (7,6 m + NAP) reikt.

7.3 Aanvullende opmerkingen

Uit de berekeningen blijkt dat bij een maximaal te realiseren verharding (65.500 m²) en een T = 100 + 10% bui sprake is van een tekort van circa 350 m³ aan bergend vermogen binnen plangebied VVNO. Gezien het retentieoverschot van de natuurlijke vijvers binnen plangebied VVPS, wordt verwacht dat dit tekort hierop (direct) kan worden geloosd en geborgen. Binnen het plangebied (en dan met name het oostelijk deel hiervan) blijkt voldoende ruimte om een dergelijke aansluiting (eventueel bovengronds) te realiseren. Op basis hiervan worden geen belemmeringen verwacht met betrekking tot de hoeveelheid bergend vermogen.

Opgemerkt dient te worden dat bij de berekeningen als belangrijk uitgangspunt gehanteerd is dat het (gescheiden) rioolstelsel de piekafvoer bij een $T = 100 + 10\%$ bui kan verwerken. Om belemmeringen bij de aansluitingen op de retentievoorzieningen te voorkomen, kan gekozen worden deze van bladvangsers te voorzien, waardoor de instroom van slib/bladafval wordt beperkt. Het is verder van groot belang dat de bewoners van de wijk goed op de hoogte zijn van de waterhuishoudkundige inrichting van hun wijk. Het doel hiervan is dat bewoners rekening houden met de eventuele consequenties van hun gedrag. Het dient bij de bewoners bekend te zijn dat ze voorzichtig om moeten gaan met bijvoorbeeld strooizout, autowassen, olie e.d. Aangeraden wordt om deze voorlichting periodiek te herhalen.

Het is van groot belang dat de bewoners van de wijk goed op de hoogte zijn van de waterhuishoudkundige inrichting van hun wijk. Het doel hiervan is dat bewoners rekening houden met de eventuele consequenties van hun gedrag. Het dient bij de bewoners bekend te zijn dat ze voorzichtig om moeten gaan met bijvoorbeeld strooizout, autowassen, olie e.d. Aangeraden wordt om deze voorlichting periodiek te herhalen.

Bijlage 1: Situatietekeningen

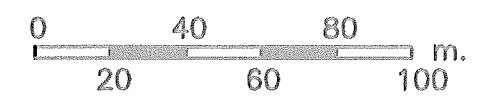
Bijlage 1.1 Topografische ligging locatie

Bijlage 1.2 Situatietekening met ligging boringen en peilbuizen



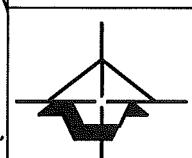
Legenda

- boring
- ♪ peilbuis
- ⊙ diepe boring
- ♪ peilbuis voorgaand onderzoek
- onderzoekslocatie



Omschrijving: Situatschets met boorlocaties
Project: Vliegende Vennen te Rijen
Opdrachtgever: Croonen Adviseurs
Projectnummer: 20051577/SROI
Tekenaar: JAKE
Schaal: 1:2000
Formaat: A3
Datum: 02-08-05
Accoord:

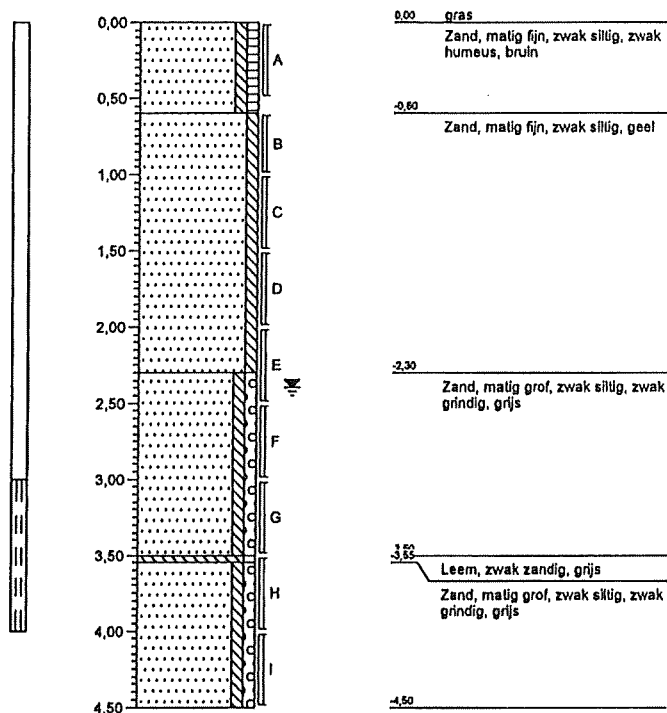
Bijlage: 1.2



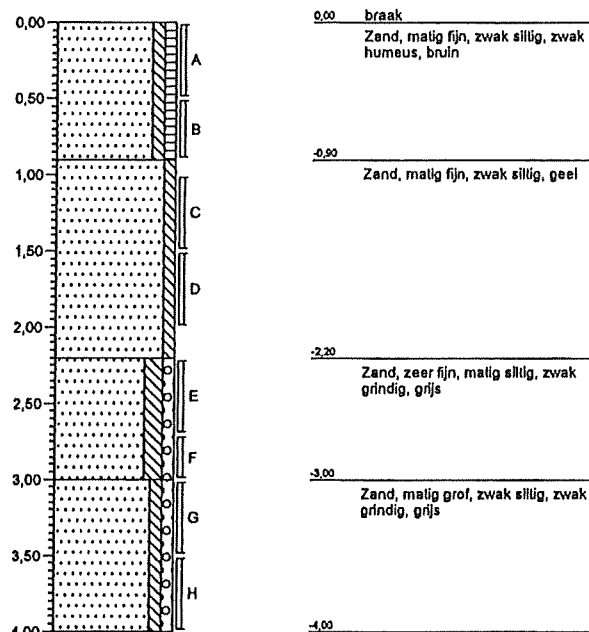
vestiging Tilburg
Pegasusweg 2
Postbus 2205
5001 CE Tilburg
(013) 458 21 61
www.geofox-texmond.nl
info@geofox-texmond.nl

Bijlage 2: Boorstaten

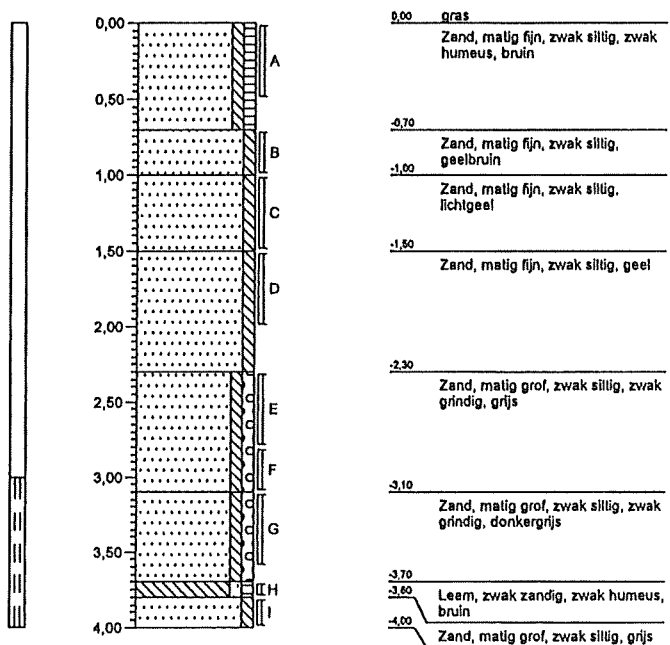
Boring: 1
Datum: 13-07-2005



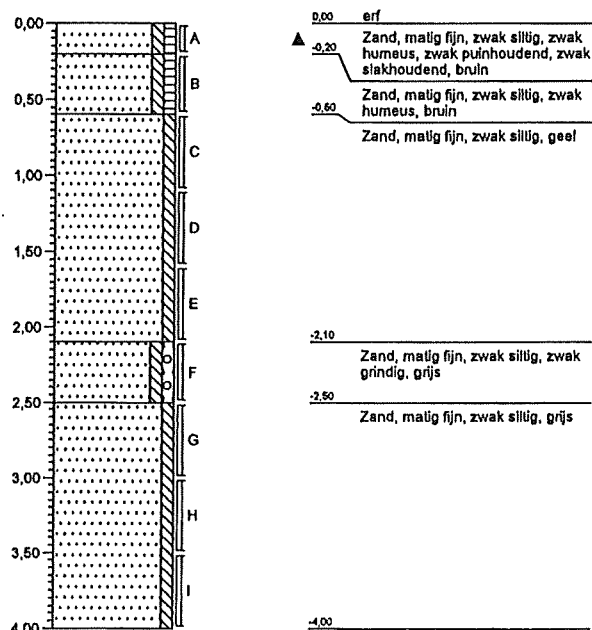
Boring: 2
Datum: 13-07-2005



Boring: 3
Datum: 13-07-2005



Boring: 4
Datum: 13-07-2005

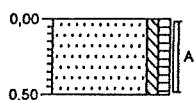


Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

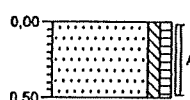
datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

Boring: 5
Datum: 13-07-2005



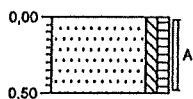
0.00 erf
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0.50

Boring: 6
Datum: 13-07-2005



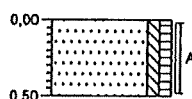
0.00 erf
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0.50

Boring: 7
Datum: 13-07-2005



0.00 braak
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, geroerd
-0.50

Boring: 8
Datum: 13-07-2005



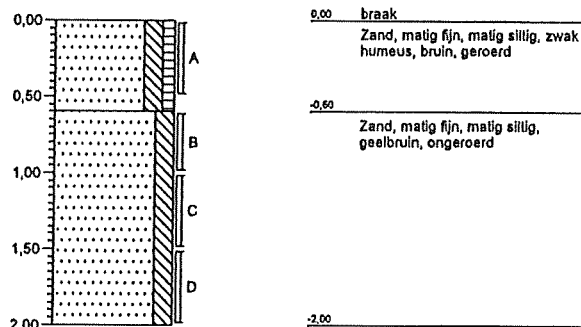
0.00 braak
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, geroerd
-0.50

Projectnaam: Rijen

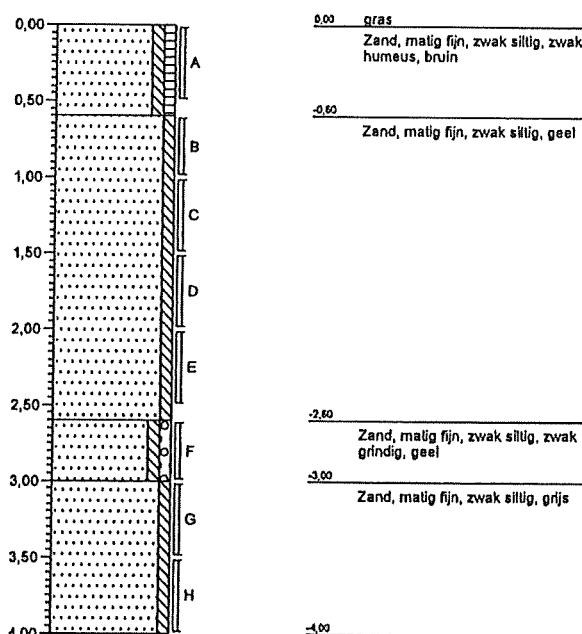
Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

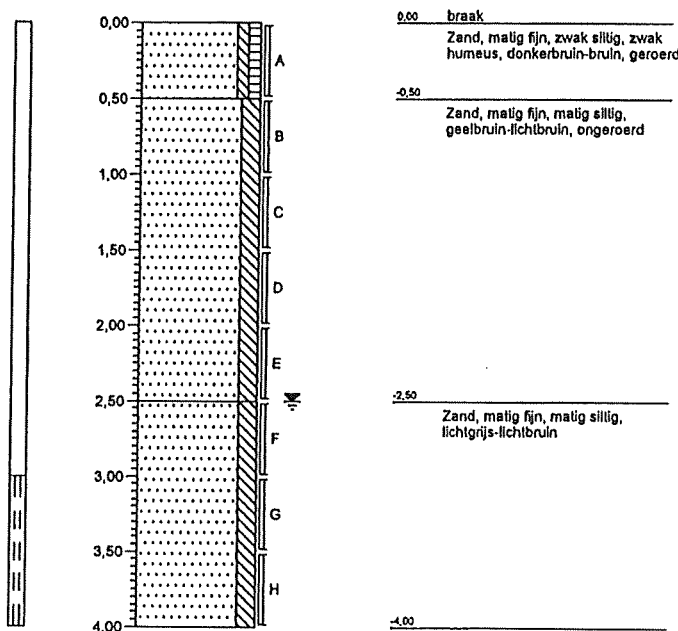
Boring: 9
Datum: 13-07-2005



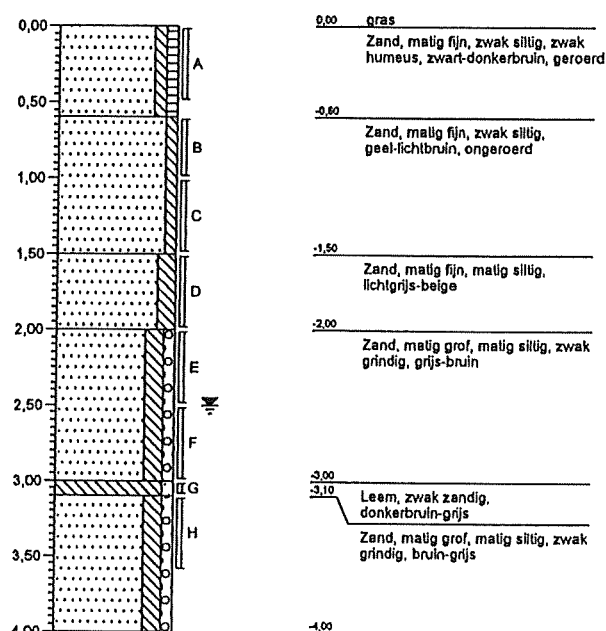
Boring: 10
Datum: 13-07-2005



Boring: 11
Datum: 13-07-2005



Boring: 12
Datum: 13-07-2005



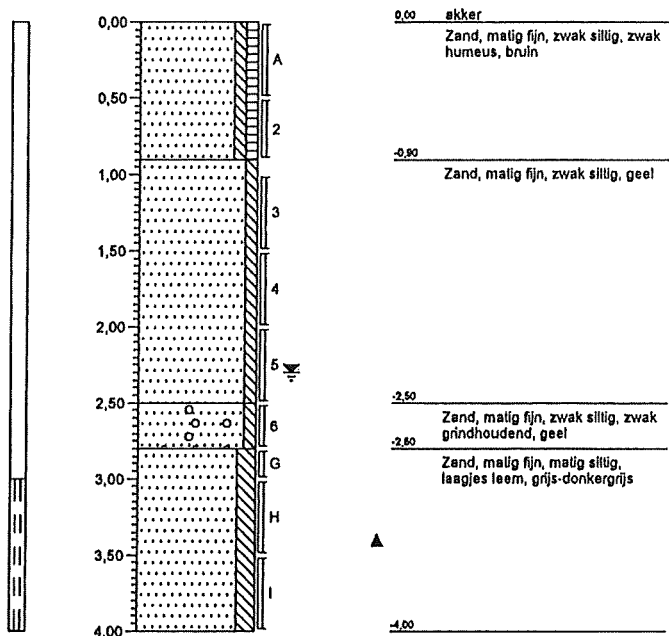
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

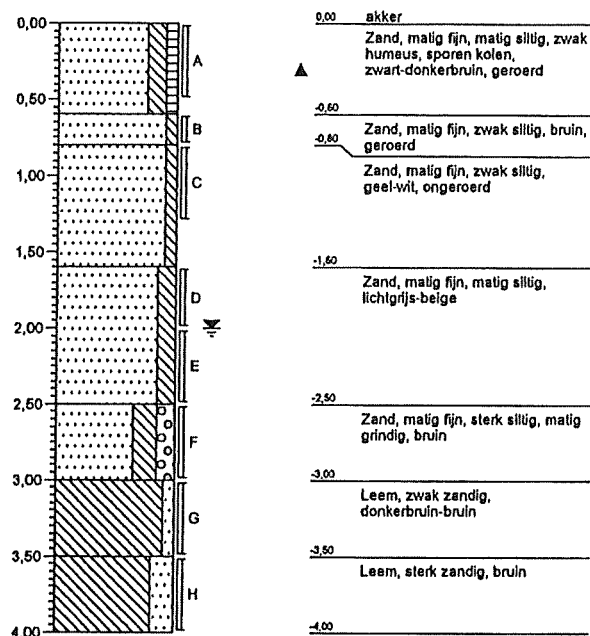
Boring: 13

Datum: 13-07-2005



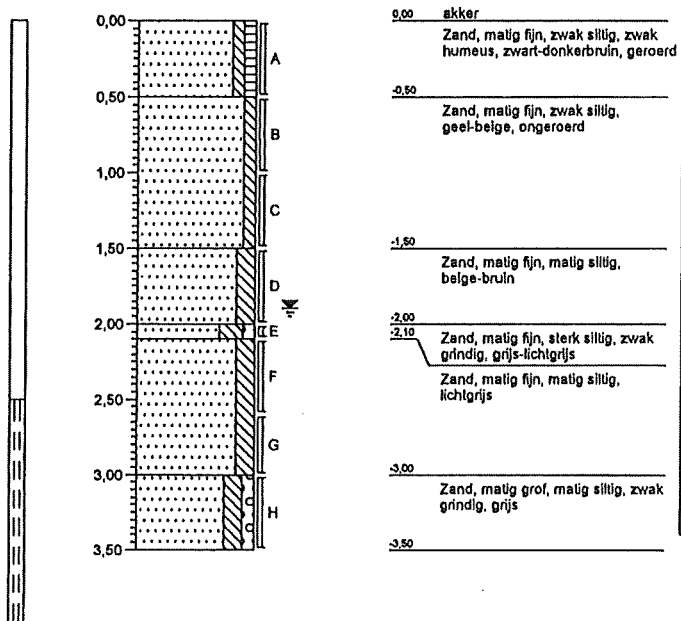
Boring: 14

Datum: 13-07-2005



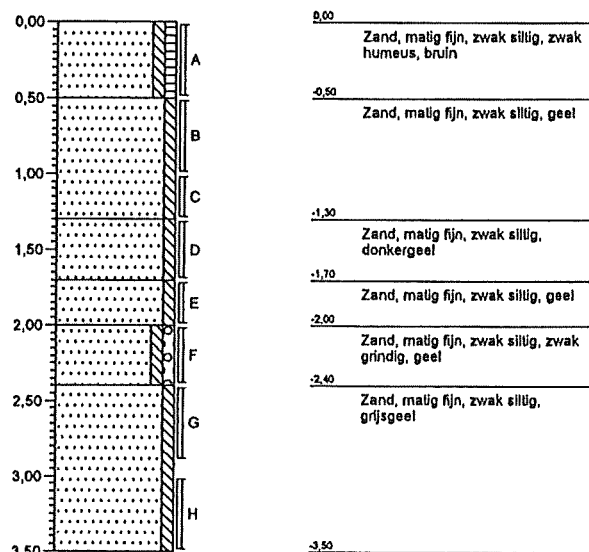
Boring: 15

Datum: 13-07-2005



Boring: 16

Datum: 13-07-2005



Projectnaam: Rijen

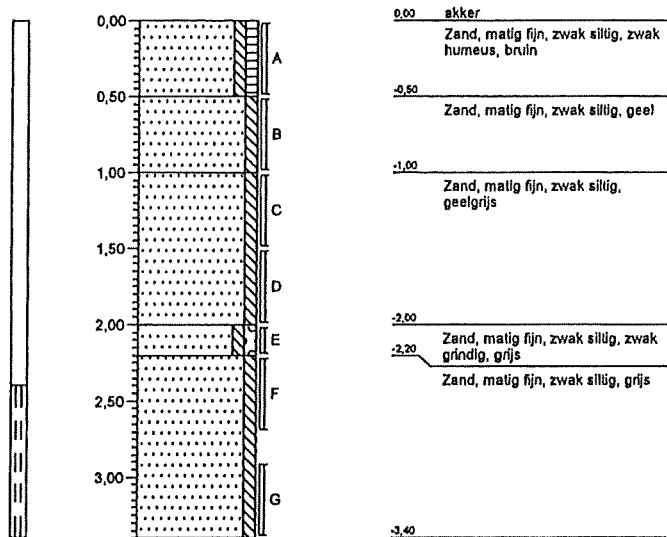
Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005

getekend volgens NEN 5104

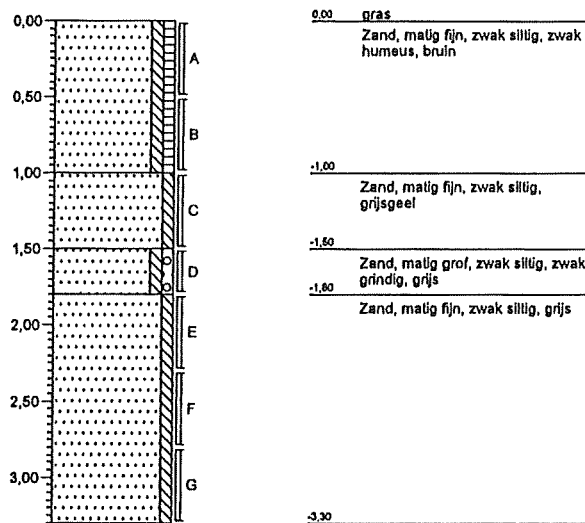
Boring: 17

Datum: 14-07-2005



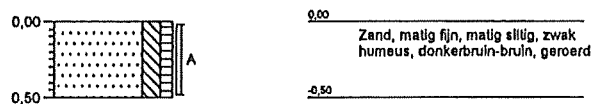
Boring: 18

Datum: 14-07-2005



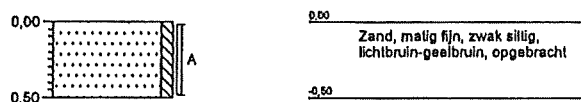
Boring: 19

Datum: 14-07-2005



Boring: 20

Datum: 14-07-2005

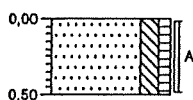


Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

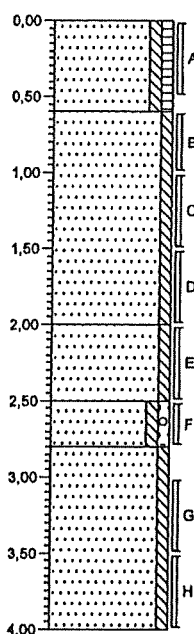
datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

Boring: 21
Datum: 14-07-2005



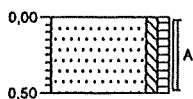
0,00
Zand, matig fijn, matig siltig, zwak
humeus, donkerbruin-bruin, geroerd
-0,50

Boring: 22
Datum: 14-07-2005



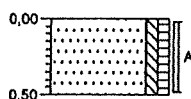
0,00 braak
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,60
Zand, matig fijn, zwak siltig, beige
-2,00
Zand, matig fijn, zwak siltig, geel
-2,50
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
grindig, geelgrijs
-2,80
Zand, matig fijn, zwak siltig, grijs
-4,00

Boring: 23
Datum: 14-07-2005



0,00 braak
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, geelbruin, geroerd
-0,50

Boring: 24
Datum: 14-07-2005



0,00 braak
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,50

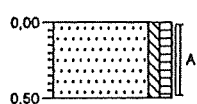
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
geleend volgens NEN 5104

Boring: 25

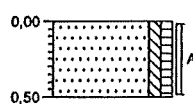
Datum: 14-07-2005



0,00 tuin
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin
-0,50

Boring: 26

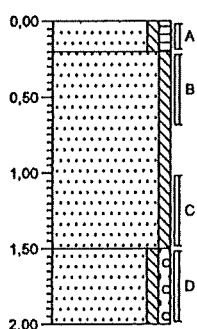
Datum: 14-07-2005



0,00 tuin
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin
-0,50

Boring: 27

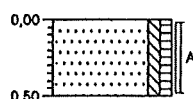
Datum: 14-07-2005



0,00 braak
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin
-0,20
Zand, matig fijn, zwak siltig, geel
-1,50
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, geel
-2,00

Boring: 28

Datum: 14-07-2005



0,00 tuin
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, bruin
-0,50

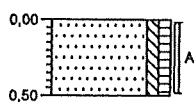
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

Boring: 29

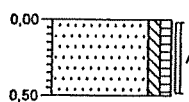
Datum: 14-07-2005



0.00 break
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0.50

Boring: 30

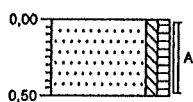
Datum: 14-07-2005



0.00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0.50

Boring: 31

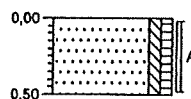
Datum: 14-07-2005



0.00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0.50

Boring: 32

Datum: 14-07-2005



0.00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0.50

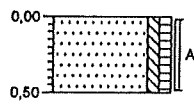
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

Boring: 33

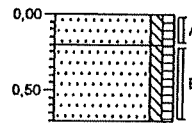
Datum: 14-07-2005



0,00 braak
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,50

Boring: 34

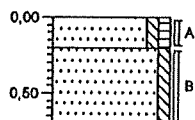
Datum: 14-07-2005



0,00 puin
▲ -0,20 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, uiterst puinhoudend,
roodbruin, puinpad, baksteen
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,70

Boring: 35

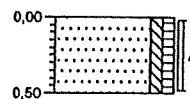
Datum: 14-07-2005



0,00 puin
▲ -0,20 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, uiterst puinhoudend,
roodbruin
Zand, matig fijn, zwak siltig, geel
-0,70

Boring: 36

Datum: 14-07-2005



0,00
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,60

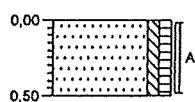
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

Boring: 37

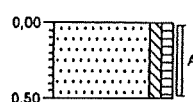
Datum: 14-07-2005



0.00 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, mals
-0.50

Boring: 38

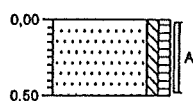
Datum: 14-07-2005



0.00 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, mals
-0.50

Boring: 39

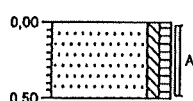
Datum: 14-07-2005



0.00
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0.50

Boring: 40

Datum: 14-07-2005



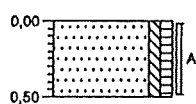
0.00 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, geroerd
-0.50

Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

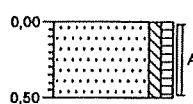
datum: 04-08-2005
geleend volgens NEN 5104

Boring: 41
Datum: 14-07-2005



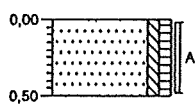
0.00 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, geroerd
-0.50

Boring: 42
Datum: 14-07-2005



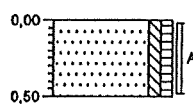
0.00 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, geroerd
-0.50

Boring: 43
Datum: 14-07-2005



0.00 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, geroerd
-0.50

Boring: 44
Datum: 14-07-2005



0.00 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, geroerd
-0.50

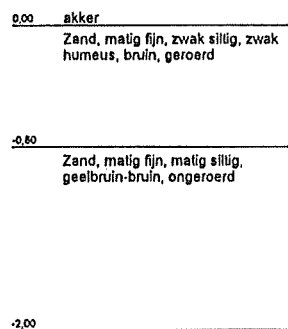
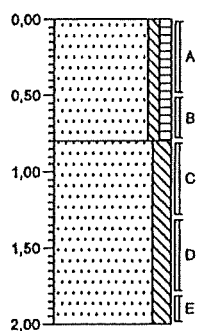
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

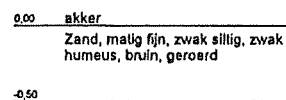
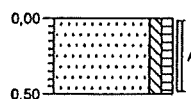
Boring: 45

Datum: 14-07-2005



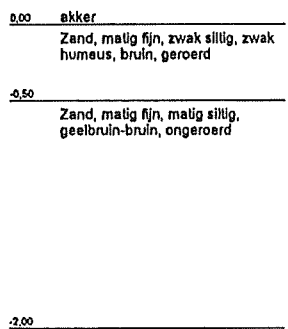
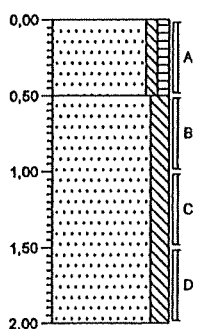
Boring: 46

Datum: 14-07-2005



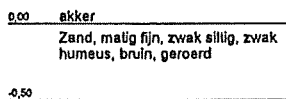
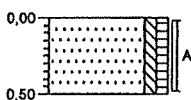
Boring: 47

Datum: 14-07-2005



Boring: 48

Datum: 14-07-2005



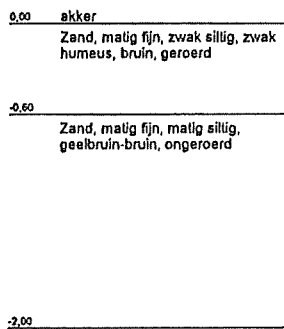
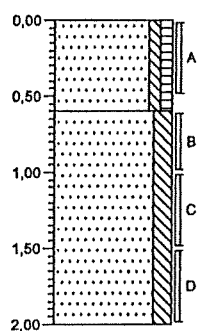
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

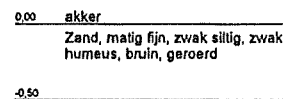
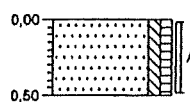
Boring: 49

Datum: 14-07-2005



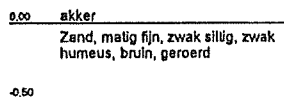
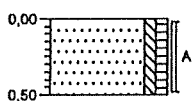
Boring: 50

Datum: 14-07-2005



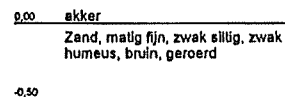
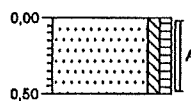
Boring: 51

Datum: 14-07-2005



Boring: 52

Datum: 14-07-2005



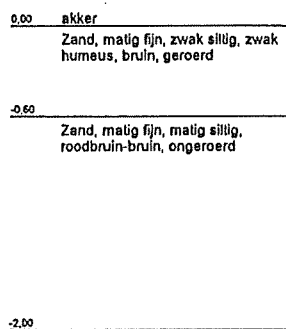
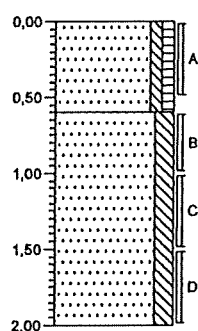
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

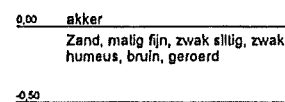
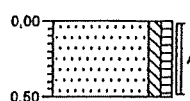
Boring: 53

Datum: 14-07-2005



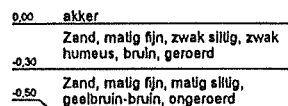
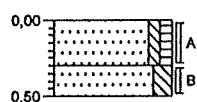
Boring: 54

Datum: 14-07-2005



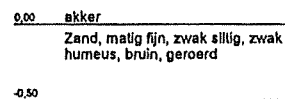
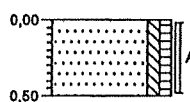
Boring: 55

Datum: 14-07-2005



Boring: 56

Datum: 14-07-2005



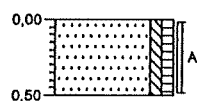
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

Boring: 57

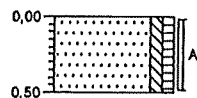
Datum: 14-07-2005



0.00 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, geroerd
-0.50

Boring: 58

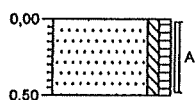
Datum: 14-07-2005



0.00 gazon
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruineel, geroerd
-0.50

Boring: 59

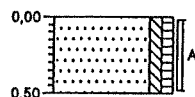
Datum: 14-07-2005



0.00 akker
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin, geroerd
-0.50

Boring: 60

Datum: 14-07-2005



0.00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0.50

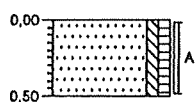
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

Boring: 61

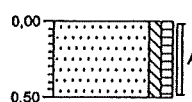
Datum: 14-07-2005



0,00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,50

Boring: 62

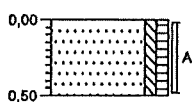
Datum: 14-07-2005



0,00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,50

Boring: 63

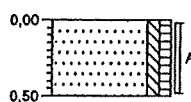
Datum: 14-07-2005



0,00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,50

Boring: 64

Datum: 14-07-2005



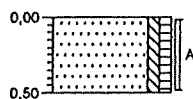
0,00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,50

Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

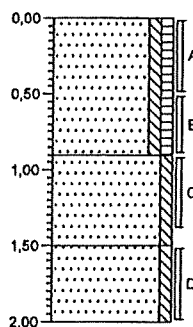
datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

Boring: 65
Datum: 14-07-2005



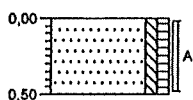
0,00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,50

Boring: 66
Datum: 14-07-2005



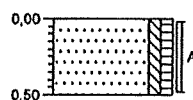
0,00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus
-0,50
Zand, matig fijn, zwak siltig, geel
-1,50
Zand, matig fijn, zwak siltig, beige
-2,00

Boring: 67
Datum: 14-07-2005



0,00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,50

Boring: 68
Datum: 14-07-2005



0,00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
-0,50

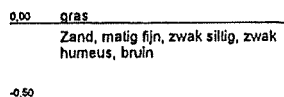
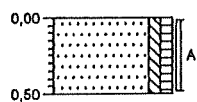
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
getekend volgens NEN 5104

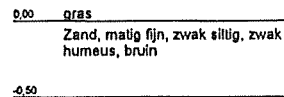
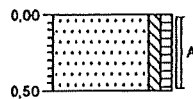
Boring: 69

Datum: 14-07-2005



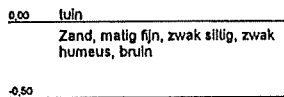
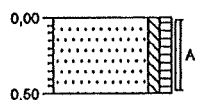
Boring: 70

Datum: 14-07-2005



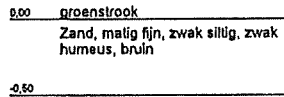
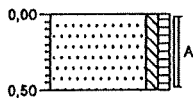
Boring: 71

Datum: 14-07-2005



Boring: 72

Datum: 14-07-2005



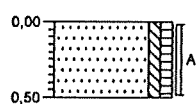
Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
geleend volgens NEN 5104

Boring: 73

Datum: 14-07-2005



0,00 gras
Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak
humeus, bruin
0,50

Projectnaam: Rijen

Projectcode: 20051577

datum: 04-08-2005
geleend volgens NEN 5104

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 rambuts 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 monstername. Monstername vindt plaats na minimaal een week standtijd. Voor het afpompen en bemonsteren van het grondwater wordt gebruik gemaakt van een slangenpomp. 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 schroefdp.

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 SCG-Zeefkromme

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 drie van deze empirische vergelijkingen meegenomen, welke zijn:

- vergelijking van Hazen;
- vergelijking van Krumbein en Monk;
- vergelijking van Kozeny-Carmen.

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

Hieronder zijn de drie 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).

Krumbein en Monk breidde in 1943 de formule van Hazen uit met de spreiding van de korrelgrootte:

$$k = C \cdot d^2 \cdot e^{1,3\sigma}$$

Waarin:

- d = het geometrische gemiddelde van de korrelgrootteverdeling (mm);
 σ = de standaardafwijking van de korrelgrootteverdeling (-).

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

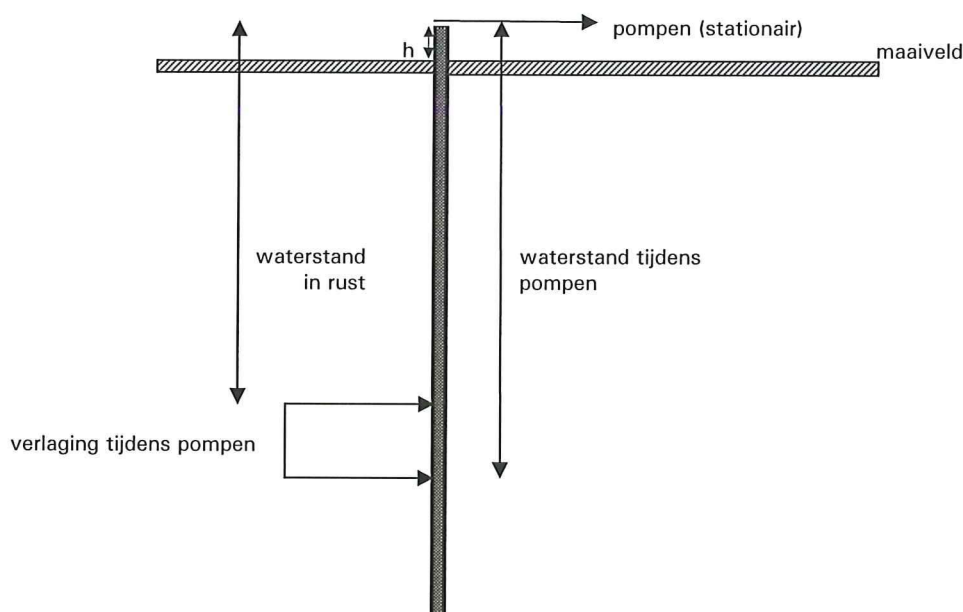
$$k = \frac{d_{10}^2 \cdot \rho_w \cdot g \cdot n^3}{270 \cdot \eta \cdot (1-n)^2}$$

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 constant-debiet putproef

Bij goed doorlatende bodems is een constant-debiet putproef 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.



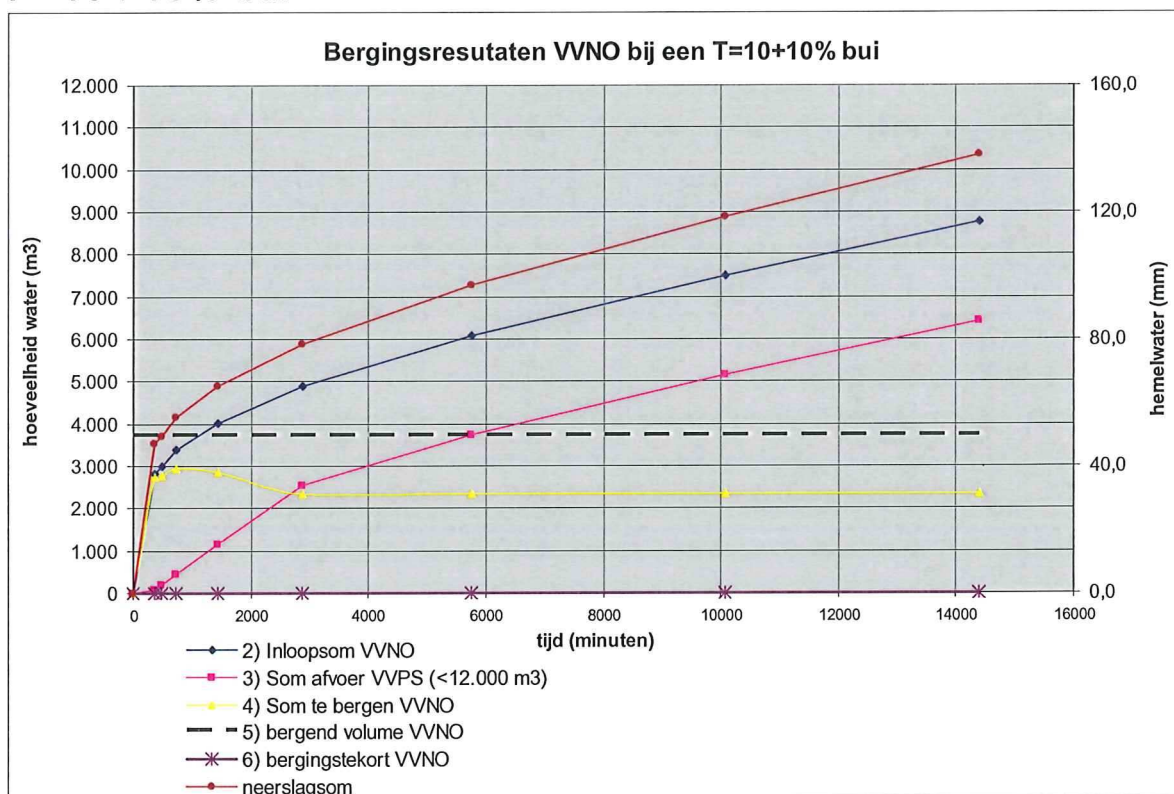
De k-waarde kan met de volgende formule worden berekend:

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

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

Bijlage 6: Uitwerking Bergingsberekeningen

Bijlage 6.1: Bergingsresultaten retentievoorzieningen VVNO bij T = 10 + 10% bui



Bijlage 6.2: Bergingsresultaten retentievoorzieningen VVNO bij T = 100 + 10% bui

