

B10-215

Waterhuishouding Sphinx Belvédère

Gemeente Maastricht	Titel
203411	Projectnummer
203411.rm.221.R001	Documentnummer
1	Versie
Definitief	Datum
10 april 2007	
	Auteur(s)
me. dr. P.L.M. Tjibbe	e-mail adres
post.geschiedenis@grontmij.nl	Gecontroleerd
dr. ing. A.A.B. Tolman	Parti gecontroleerd
	Gevalideerd
me. dr. P.L.M. Tjibbe	Parti gevalideerd
	Contact
Postbus 221	
6201 BZ Maastricht	
Postbus 110	
6200 VA Maastricht	
T +31 43 37 00 00	
F +31 43 37 00 00	
E oost@grontmij.nl	

Gemeente Maastricht
Postbus 1992
6201 BZ MAASTRICHT

Grontmij Nederland bv
Roermond, 15 april 2007

Verantwoording

Titel : Waterhuishouding Sphinx Belvédère
Projectnummer : 203411
Documentnummer : 203411.rm.221.R001
Versie : 3
Datum : 16 april 2007

Auteur(s) : mw. drs. P.J.M. Thijs-Spee
e-mail adres : petra.spee-thijs@grontmij.nl
Gecontroleerd : dhr. ing. A.A.E.P. Teeuwen
Paraaf gecontroleerd :
Goedgekeurd : mw. drs. P.J.M. Thijs-Spee
Paraaf goedgekeurd :
Contact :
Bredeweg 239
6043 GA Roermond
Postbus 410
6040 AK Roermond
T +31 475 39 00 00
F +31 475 31 96 95
E zuid@grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Aanleiding en doelstelling	5
1.3	Leeswijzer	6
2	Huidige situatie	7
2.1	Algemeen	7
2.2	Beschrijving plangebied	7
2.3	Maaiveldhoogten	8
2.4	Bodem	9
2.4.1	Bodemopbouw	9
2.4.2	Milieuhygiënische kwaliteit	9
2.4.3	Doorlatendheid	10
2.5	Grondwater	10
2.5.1	Geohydrologische schematisatie	10
2.5.2	Grondwaterstroming	11
2.5.3	Grondwateronttrekkingen	11
2.5.4	Grondwaterstanden	12
2.6	Oppervlaktewater	13
2.7	Riolering	14
3	Vigerend beleid	15
3.1	Algemeen	15
3.2	Rijksbeleid	15
3.3	Provinciaalbeleid	17
3.4	Waterschap Roer en Overmaas	18
3.5	Gemeente Maastricht	18
3.6	Waterhuishoudkundige doelen en maatstaven	18
3.6.1	Algemeen	18
3.6.2	Relevante waterhuishoudkundige aspecten	19
3.6.3	Doelen en maatstaven	20
4	Toekomstige situatie	21
4.1	Algemeen	21
4.2	Toekomstige planontwikkeling	21
5	Grondwater systeemanalyse	24
5.1	Algemeen	24
5.2	Ontwatering plangebied	24
5.3	Stopzetten grondwateronttrekking Sphinx	25
5.4	Opstuwning als gevolg van aanleg parkeergarage	25
6	Hemelwater systeemanalyse	27
6.1	Algemeen	27
6.2	Uitgangspunten en randvoorwaarden	27
6.3	Inventarisatie toe te passen technieken	28
6.3.1	Wadi	28

Inhoud (vervolg)

6.3.2	Doorlatende en bergende verharding.....	30
6.3.3	Bovengrondse bergende en afvoerende greppel-/grachtensysteem.....	31
6.3.4	Ondergrondse berging.....	32
6.3.5	Infiltratiepalen.....	32
6.3.6	Conclusie.....	33
6.4	Bronmaatregelen.....	34
6.5	Zichtbaar water.....	34
7	Samenvatting.....	36
7.1	Huidige situatie.....	36
7.2	Beleidskader en locatiekeuze.....	36
7.3	Toekomstige inrichting.....	37
7.4	Advisering toekomstige situatie.....	38
7.4.1	Grondwater.....	38
7.4.2	Hemelwater.....	38

Bijlagen

Bijlage 1

Situering boringen en boorprofielen Verkennend bodemonderzoek

Bijlage 2

Boorprofielen TNO boringen

Bijlage 3

Modelopbouw

Bijlage 4

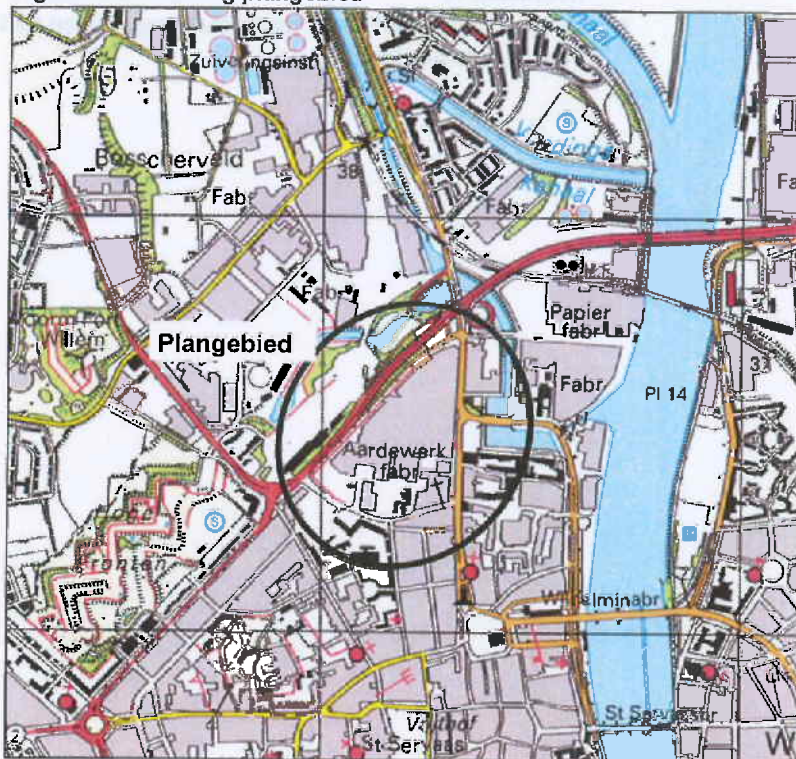
Berekeningen hemelwatersystemen

1 Inleiding

1.1 Algemeen

De gemeente Maastricht heeft Grontmij Nederland bv opdracht verleend voor het opstellen van een wateradvies ten behoeve van de Milieu Effect Rapportage voor de locatie Sphinx aan de Boschstraat in Maastricht. De situering van het plangebied is weergegeven in figuur 1.1.

Figuur 1.1: Situering plangebied



1.2 Aantekening en doelstelling

De herinrichting van het gebied Belvédère aan de noordwest rand van Maastricht vormt een belangrijke schakel in de ontwikkeling van de stad in de komende tientallen jaren. Er bestaat een grote behoefte aan woningen, de werkgelegenheid moet een nieuwe impuls krijgen, de vrijetijdsvoorzieningen verdienen meer ruimte en de verkeersstromen vragen om ingrijpende maatregelen.

Ten behoeve van het structuurplan Belvédère is een MER (Milieu Effect Rapportage) opgesteld. De MER wordt op locatieniveau nader uitgewerkt. Op dit moment wordt de MER voor de locatie Sphinx aan de Boschstraat verder uitgewerkt.

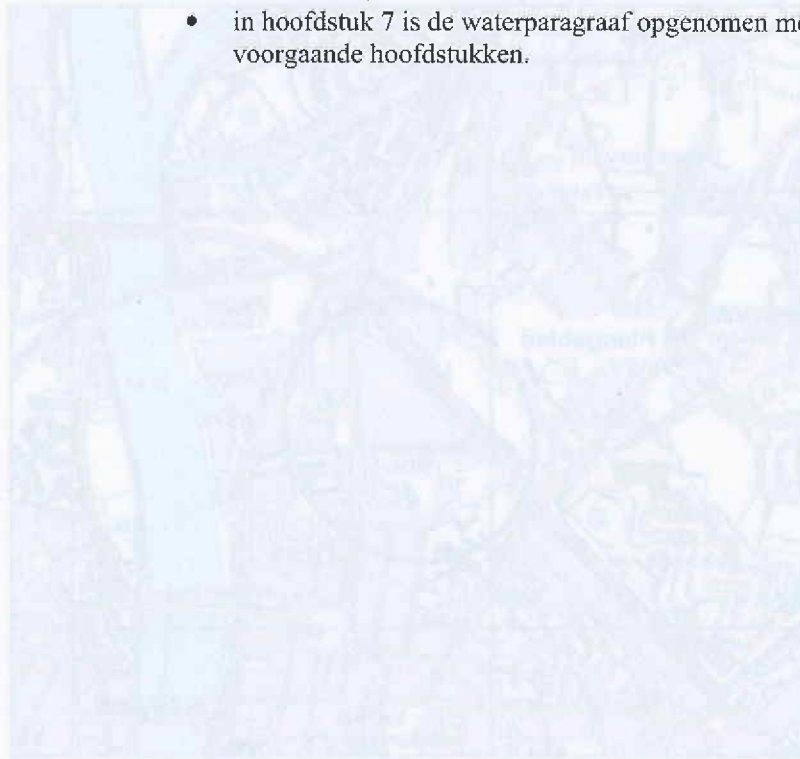
Het onderzoek heeft tot doel om, gelet op de toekomstige ontwikkelingen, meer inzicht te krijgen in de knelpunten en de gevolgen voor de waterhuishouding op het gebied van hemelwaterafvoer, grondwater en oppervlaktewater.

De beschrijving van de mogelijkheden en beperkingen met de eventuele oplossingsrichtingen vormen samen de betreffende waterparagraaf voor de verdere uitwerking van de MER.

1.3 Leeswijzer

Het rapport is als volgt opgebouwd:

- in hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van het plangebied verder omschreven;
- in hoofdstuk 3 is het vigerende beleid weergegeven;
- hoofdstuk 4 geeft inzicht in de toekomstige situatie;
- in hoofdstuk 5 worden de effecten op het grondwater als gevolg van de toekomstige planontwikkeling verder toegelicht;
- een toelichting op de keuze van het hemelwatersysteem is beschreven in hoofdstuk 6;
- in hoofdstuk 7 is de waterparagraaf opgenomen met een samenvatting van de voorgaande hoofdstukken.



2 Huidige situatie

2.1 Algemeen

In de onderstaande paragrafen wordt allereerst ingegaan op de huidige situatie van het plangebied. De huidige situatie is hierbij beschreven op basis van de beschikbare informatie en/of aanvullende metingen.

De geïnventariseerde gegevens van de bodemopbouw, grondwaterstanden en oppervlaktewater zijn afkomstig van de volgende bronnen:

- 'Grondwaterkaart van Nederland, DGV-TNO Maastricht/Heerlen, kaartblad 61 oost-62 west', Dienst grondwaterverkenning TNO Delft, september 1980;
- 'Grondwaterplan Limburg', Rijks Geologische Dienst Geologisch Bureau Heerlen, oktober 1985, rapportnr.: GB 2008;
- Bodem- en grondwatergegevens uit DINO (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) van TNO-NITG.

Verder is gebruik gemaakt van de gegevens uit de volgende rapporten:

- Provinciale Milieuverordening Limburg (8^e tranche);
- Waterplan Maastricht, Witteveen+Bos, MT700-1 Waterplan Maastricht definitief 2, d.d. 17 januari 2006;
- Verkennend en T-eind-bodemonderzoek op de locatie Boschstraat 24 (Sphinx) te Maastricht", udm adviesbureau, concept, d.d. 23 februari 2006, rapportnr.: 05.03.0724.

2.2 Beschrijving plangebied

Het plangebied ligt aan de noordwestelijke rand van het centrum van Maastricht en wordt aan de noordwestzijde begrensd door de Frontensingel, aan de zuidzijde door de Maagdendries en aan de oostzijde door de Boschstraat. Het plangebied heeft een totale oppervlakte van circa 8 ha.

In de huidige situatie is het terrein in gebruik van de aardewerkfabriek Sphinx en is vrijwel volledig verhard en ingericht met hoofdzakelijk fabrieksgebouwen in het noordelijk deel en parkeerplaatsen en verbindingswegen in het zuidelijk deel. In het zuidoostelijk deel van het plangebied staan momenteel een aantal particuliere woningen en de Andrieskapel.

Het plangebied is niet binnen de contourlijnen van de beleidslijn 'Ruimte voor water' gelegen.

Een luchtfoto van het plangebied is weergegeven in figuur 2.1.

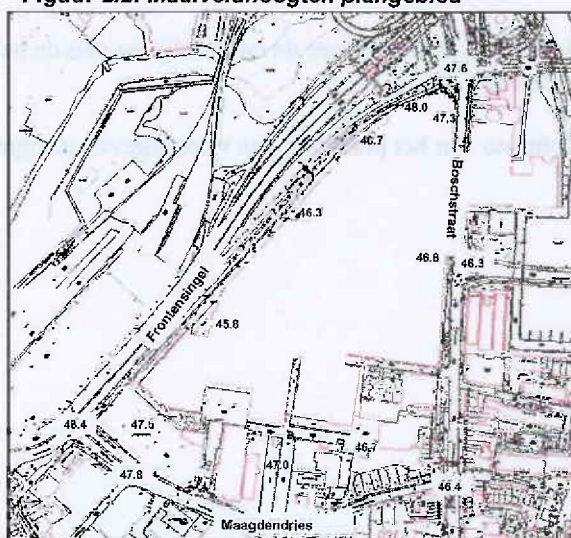
Figuur 2.1: Luchtfoto plangebied



2.3 Maaiveldhoogten

Het maaiveld, ter plaatse van het gehele plangebied, varieert tussen 45,8 en 48 m +NAP. Globaal gezien loopt het gehele plangebied in zuidelijke richting af. Opvallend is het grote hoogteverschil (circa 2 m) op vrij korte afstand ter plaatse van zuidelijk gelegen parkeerterrein en het aangrenzende noordelijk deel van het terrein. Het wegpeil van de Frontensingel ligt plaatselijk circa 2 meter hoger dan het maaiveld van het plangebied. Het wegpeil van de singel neemt in noordelijke richting af. Het wegpeil van de Maagdensingel ligt deels hoger dan het maaiveld ter plaatse van het plangebied. Het wegpeil van de Boschstraat ligt over het algemeen enkele tientallen centimeters hoger dan het maaiveld van het plangebied. De maaiveldhoogten ter plaatse van het plangebied en de omringende wegen zijn weergegeven in figuur 2.2.

Figuur 2.2: Maaiveldhoogten plangebied



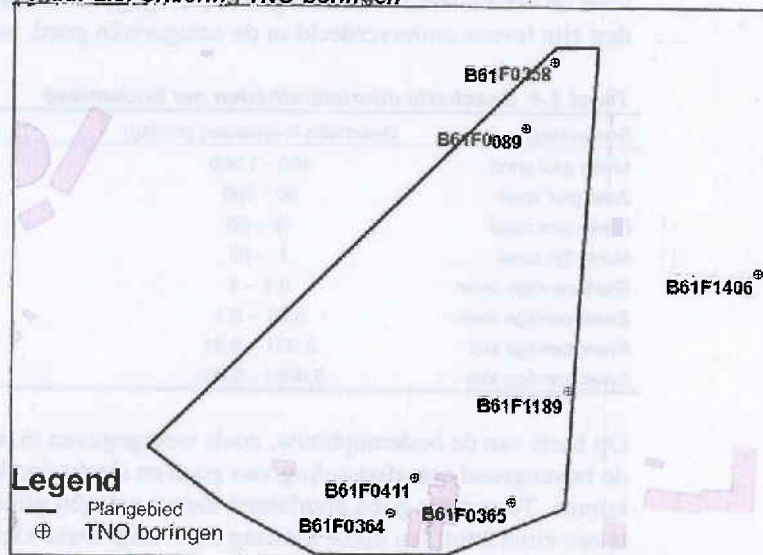
2.4 Bodem

2.4.1 Bodemopbouw

Binnen het plangebied zijn boringen tot een diepte van maximaal 6 m-mv verricht. De situering van de boringen en de boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 1. Daarnaast is, met behulp van het Dino-loket, de nabij gelegen TNO-boringen opgevraagd. Binnen het plangebied zijn 6 boringen aanwezig. De boringen zijn tot een diepte variërend van 11 tot 80 m-mv verricht. De situering van de boringen is weergegeven in figuur 2.3. De boorprofielen van de TNO-boringen zijn weergegeven in bijlage 2.

Uit deze boorprofielen blijkt dat de opbouw van de bodem tot een diepte van circa 2 tot 3 m-mv zeer wisselend is. In deze bodemlaag (ophooglaag) komt afwisselend matig fijn tot zeer grof zand, zwak tot sterk zandige leem, zwak siltige klei, kalksteen en grind voor. Onder deze afwisselende lagen bestaat de bodem tot een diepte van circa 4 tot 5 m-mv uit zwak zandige leem en zwak siltige klei. De kleilaag gaat over in een matig grof grindpakket. De grindlaag gaat op een diepte van circa 10 m-mv over in een kalklaag. De kalklaag heeft een totale dikte van circa 140 m.

Figuur 2.3: Situering TNO-boringen



2.4.2 Milieuhygiënische kwaliteit

Door udm Adviesbureau b.v. is een verkennend bodemonderzoek op het onverdachte gedeelte en een T-eind-bodemonderzoek op de verdachte locaties verricht¹. Op basis van de resultaten van het onderzoek kan worden gesteld dat de bodemkwaliteit ter plaatse van het plangebied over het algemeen overeenkomt met de bodemkwaliteit in deelgebied 'ophoging' uit het bodembeheersplan van de gemeente Maastricht.

¹ "Verkennend en T-eind-bodemonderzoek op de locatie Boschstraat 24 (Sphinx) te Maastricht", udm adviesbureau, concept, d.d. 23 februari 2006, rapportnr.: 05.03.0724

Ter plaatse van enkele spots binnen het plangebied komen matig tot sterk verhoogde gehalten aan PAK, koper, kwik of lood voor. De omvang van de sterk verontreinigde grond ter plaatse van deze spots wordt gering geacht. Bij herinrichting van de locatie dienen deze sterk verontreinigde spots, middels een bodemsaneringsplan, gescheiden van de overige grond te worden ontgraven.

In het grondwater zijn licht verhoogde gehalten aan chroom, 1,1,1-trichloorethaan, tetrachlooretheen- en tetrachloormethaan vastgesteld.

Indien binnen het plangebied hemelwater in de ophooglaag wordt geïnfiltreerd dient uitlooggedrag van de ophooglaag te worden onderzocht. Indien uit het uitloogonderzoek blijkt dat een ongewenste vracht aan zware metalen of PAK uitloogt dient te worden gekozen voor een duurzaam watersysteem, waarbij geen hemelwater in de ophooglaag wordt geïnfiltreerd.

2.4.3 Doorlatendheid

Vooralsnog zijn binnen het plangebied geen infiltratieproeven voor het bepalen van de doorlatendheid van de bodem verricht.

Op basis van de bodemprofielen van de boringen binnen het plangebied zijn, op basis van literatuurgegevens en ervaringen, voor de verschillende bodemlagen de range van de doorlatendheden weergegeven. De range van de doorlatendheden voor de verschillende bodemlagen is weergegeven in tabel 2.4. De doorlatendheden zijn tevens onderverdeeld in de categorieën goed, matig en slecht doorlatend.

Tabel 2.4: Geschatte doorlatendheden per bodemlaag

Bodemlaag	Geschatte K-waarden (m/dag)	Categorie
Matig grof grind	100 - 1.000	goed
Zeer grof zand	50 - 100	goed
Matig grof zand	10 - 50	goed
Matig fijn zand	1 - 10	goed
Sterk zandige leem	0,1 - 1	matig
Zwak zandige leem	0,01 - 0,1	slecht
Sterk zandige klei	0,001 - 0,01	slecht
Zwak zandige klei	0,0001 - 0,001	slecht

Op basis van de bodemopbouw, zoals weergegeven in paragraaf 2.4, blijkt dat in de bovengrond een afwisseling van goed en slecht doorlatende bodemlagen voorkomen. Tussen het goed doorlatend dieper gelegen grindpakket en de bovengrond is een circa 2 tot 3 m dikke kleilaag aanwezig. Deze kleilaag is slecht doorlatend. Als gevolg van deze kleilaag kan hemelwater niet goed in de ondergrond infiltreren. Mogelijk dat vanwege deze kleilaag in het plangebied plaatselijk hangwater (stagnerend infiltrerend hemelwater op een slecht doorlatende bodemlaag) voorkomt. In het verrichte bodemonderzoek is dit niet vastgesteld.

Op basis van de beschikbare informatie is infiltratie in de bovengrond niet mogelijk. Infiltratie in de dieper gelegen grindlaag is wel mogelijk.

2.5 Grondwater

2.5.1 Geohydrologische schematisatie

Bij een geohydrologische schematisatie worden watervoerende pakketten en slecht doorlatende (scheidende) lagen onderscheiden. In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. Watervoerende pakket-

ten worden beschreven met het doorlaatvermogen (kD-waarde in m²/dag), hetgeen het product is van de horizontale doorlaatfactor (m/dag) en de verzadigde dikte van het pakket (m). Scheidende lagen worden beschreven met een hydraulische weerstand (c-waarde: in dagen), hetgeen het quotiënt is van de dikte (in m) en de verticale doorlaatfactor (in m/dag) van de laag. De geohydrologische basis is een slecht doorlatende laag die, vanwege de dikte en/of opbouw, vrijwel ondoorlatend is.

De geohydrologische schematisatie en geohydrologische parameters zijn opgenomen in de tabellen 2.5 en 2.6. Hierbij is uitgegaan van een gemiddelde maai-veldhoogte van 46 m +NAP.

Tabel 2.5. Bodemopbouw en geohydrologische schematisatie

Diepte (m-mv)	Diepte (m +NAP)	Lithologie	Stratigrafie	Geohydrologische indeling
0 - 5	46 - 41	Klei- en leemlagen met plaatselijk zand en grindlagen	Lossafzettingen	Deklaag
5 - 10	41 - 36	Matig grof grind	Maasafzettingen	1° watervoerend pakket
10 - 140	36 - (-94)	Kalksteen	Formatie van Houthorn, Maastricht en Gulpen	2° watervoerend pakket

Tabel 2.6. Geohydrologische parameters

Diepte (m-mv)	Diepte (m +NAP)	Geohydrologische indeling	Doorlatendheid (k) m/dag	Weerstand (c) dagen	Doorlaatvermogen (kD) m ² /dag
0 - 5	46 - 41	Deklaag	-	300	-
5 - 10	41 - 36	1° Watervoerend pakket	500	-	2.500
10 - 140	36 - (-94)	2° Watervoerend pakket	4	-	500

- niet van toepassing

2.5.2 Grondwaterstroming

Uit de Grondwaterkaart van Nederland blijkt, dat het grondwater regionaal gezien oostelijk in de richting van de Maas stroomt. De lokale stromingsrichting van het grondwater wordt zeer waarschijnlijk beïnvloed door nabij gelegen oppervlaktewater van de Lage Fronten. Ter plaatse van het plangebied stroomt het grondwater in noord tot noordoostelijke richting.

Het plangebied is niet binnen een grondwaterbeschermings- of grondwaterwingebied gelegen².

2.5.3 Grondwateronttrekkingen

Uit navraag bij de provincie Limburg blijkt dat binnen een straal van 1 km van het plangebied grondwateronttrekkingen aanwezig zijn, zoals weergegeven in tabel 2.7 en figuur 2.8. Deze onttrekkingen kunnen een directe invloed hebben op het grondwater ter plaatse van het plangebied. Uit de grondwateronttrekkingsvergunningen kan worden opgemaakt dat indien de grondwateronttrekkingen, met uitzondering van de onttrekking van Sphinx, worden stopgezet het grondwater ter plaatse van het plangebied hooguit 10 tot 20 cm stijgt. Het stopzetten van de onttrekking van Sphinx wordt in hoofdstuk 5 verder toegelicht.

² Provinciale Milieuvordering Limburg (8^e tranche)

Het is niet bekend of in de omgeving van het plangebied niet geregistreerde (particuliere) grondwateronttrekkingen aanwezig zijn.

Tabel 2.7: Gegevens industriële onttrekkingen in m³/jaar

Bedrijfsnaam	Vergunde hoeveelheid	Onttrokken hoeveelheid in 2004	Watervoerend pakket
WML	2.500.000	1.940.827	Kalksteen
Radium Foam BV	300.000	67.818	Kalksteen
CI&A	630.000	13.922	Kalksteen
Thomas Regout	80.000	16.472	Kalksteen
SAPPI	1.500.000	354.773	Kalksteen
Koninklijke Shinx	200.000	145.830	Kalksteen

Figuur 2.8: Industriële grondwateronttrekkingen



2.5.4 Grondwaterstanden

Voor het plangebied zijn gegevens van nabijgelegen TNO-peilbuizen opgevraagd. Binnen het plangebied zijn twee TNO-peilbuizen aanwezig. De gegevens van de TNO-peilbuizen zijn opgenomen in tabel 2.9. De ligging van de TNO-peilbuizen is weergegeven in figuur 2.10.

Op basis van de peilbuisgegevens is een inschatting gedaan van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) ter plaatse van het plangebied. Op basis van de gegevens wordt voor het plangebied een GHG verwacht van 43,5 m +NAP (circa 3,5 m-mv, uitgaande van een maaiveldniveau van 47 m +NAP) in het zuidwestelijk deel en 42,5 in het noordoostelijk deel (4,0 m-mv, uitgaande van een maaiveldniveau van 46,5 m +NAP). De GLG varieert van 41,3 m +NAP in het zuidwesten (circa 5,7 mv, uitgaande van een maaiveldniveau van 47 m +NAP) en 40,3 m +NAP (circa 6,2 m-mv uitgaande van een maaiveldniveau van 46,5 m +NAP).

Tijdens het verkennend bodemonderzoek is het grondwater vastgesteld op een diepte van 3,9 en 5,5 m-mv. Dit komt overeen met de vastgestelde GHG en GLG.

Tijdens hoogwatersituaties in de Maas is het mogelijk dat het grondwater in het plangebied stijgt tot boven de bovengenoemde GHG. Echter op basis van de beschikbare gegevens kan hier geen uitspraak over worden gedaan. De stijging van het grondwater tijdens een hoogwatersituatie in de Maas binnen het plangebied is

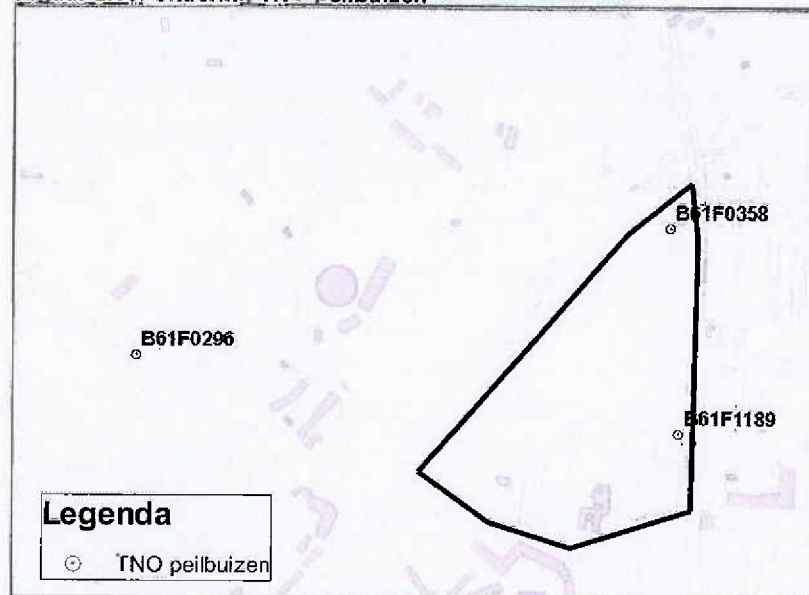
afhankelijk van het waterpeil in de Maas, duur van de hoogwatersituatie en reactie van het watersysteem.

Tabel 2.9: Gegevens nabijgelegen peilbuizen uit het TNO grondwaterarchief (Dino)

Peilbuisnr	Coördinaten		Maaiveld (m +NAP)	Filterdiepte (m +NAP)	Gemeten grondwaterstanden (m +NAP)	Gemeten grondwaterstanden (m +NAP)		
	x	y				GHG	max.	GLG
B61F0296	175588	318523	51,45	(-178,55) - (-188,55)	58,0	58,20	57,6	56,90
B61F0296	175588	318523	51,45	(-408,55) - (-428,55)	57,81	58,20	55,19	54,40
B61F0358	176293	318695	47,76	36,51 - 38,51	42,4	42,61	42,12	41,87
B61F1189	176305	318421	46,50	37,50 - 40,50	42,56	42,80	40,31	n.b.
B61F1189	176305	318421	46,50	27,50 - 30,50	42,54	42,80	40,54	n.b.

n.b. niet bekend

Figuur 2.10: Situering TNO-peilbuizen



2.6 Oppervlaktewater

Op een afstand van circa 400 m ten oosten van het plangebied stroomt de Maas. De Maas heeft hier een peil variërend van 44,05 m +NAP in de zomer tot 44,10 m +NAP in de winter. Tijdens hoogwaterafvoeren van de Maas kan het waterpeil stijgen tot 47,25 m +NAP (gebeurtenis die eenmaal in de 1.250 jaar voorkomt).

Ten noorden van het plangebied liggen de grachten Lage Fronten. De grachten hebben een algemene ecologische functie. Conform het waterplan³ is de kwaliteit van het oppervlaktewater in deze grachten op het gebied van beleving ecologie oever en ecologie water matig tot slecht. Ten oosten van het plangebied ligt het Bassin. Het Bassin staat, middels een stuw, in verbinding met de Maas. Het waterpeil in het bassin ligt op 42,5 m +NAP. Het oppervlaktewater is in het beheer van de gemeente Maastricht.

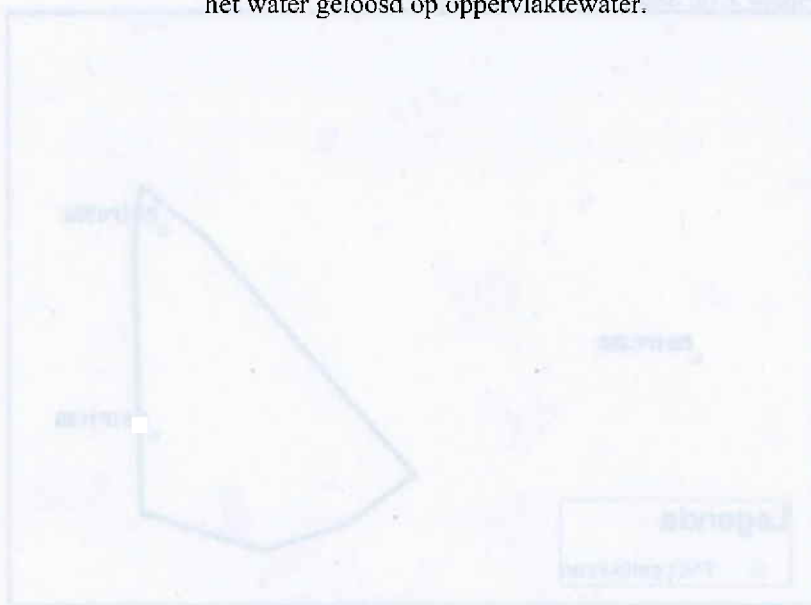
³ Waterplan Maastricht, Witteveen+Bos, MT700-1 Waterplan Maastricht definitief 2, d.d. 17 januari 2006

Uit het "Waterplan Maastricht" blijkt dat voor het water in de omgeving van de Lage Fronten enkele knelpunten bestaan. Het oppervlaktewater is versnipperd en in de verdrinking geraakt. Hierdoor is de zichtbaarheid van het water verdwenen. Er is overlast als gevolg van illegaal vissen en recreëren op de oevers.

Voor zover bekend heeft het plangebied geen problemen met wateroverlast. Ook niet tijdens hoogwaterafvoeren in de Maas.

2.7 Riolering

De huidige bebouwingen en verhardingen, binnen het plangebied, zijn aangesloten op het gemeentelijke riool. Het betreft hier een gemengd rioolstelsel. Zowel het afvalwater als het hemelwater wordt uiteindelijk afgevoerd naar de afvalzuiveringsinstallatie (RWZI) van Waterschapsbedrijf Limburg. Na zuivering wordt het water geloosd op oppervlaktewater.



3 Vigerend beleid

3.1 Algemeen

In de onderstaande paragrafen wordt het beleid van het rijk, de provincie, het waterschap en de gemeente Maastricht, dat van toepassing is op het watersysteem binnen het plangebied, verder toegelicht.

3.2 Rijksbeleid

4^e Nota Waterhuishouding

De Vierde nota waterhuishouding legt de belangrijkste beleidsdoelstellingen voor waterbeheer vast voor met name de periode 1998-2006. In de 4e Nota Waterhuishouding worden de aspecten veiligheid, verdroging, emissies, waterbodems en stedelijk waterbeheer benadrukt. Onderstaand worden voor het plangebied relevante thema's verder toegelicht.

Ten aanzien van verdroging is het doel om een vermindering van het verdroogd areaal te bereiken, conform de doelstelling uit de Evaluatienota Water met 25% in 2000 en 40% in 2010, ten opzichte van het referentiejaar 1989. Om dit te realiseren is een aanpak in samenhang met andere problemen in het waterbeheer tot stand gebracht. Uiteindelijk dient overal de gewenste grondwatersituatie bereikt te zijn.

Hiervoor zijn binnen de 4^e Nota Waterhuishouding een aantal acties geformuleerd. Kijkende naar de toekomstige ontwikkelingen binnen het plangebied zijn de volgende acties waarschijnlijk van toepassing:

- de provincies stellen uiterlijk in 2002 de gewenste grondwaterstand vast;
- provincies werken, conform het BDIV, in hun waterhuishoudingsplannen het streven uit naar beëindiging van de landelijke groei van de grondwaterwinning per 2000. Door reallocatie van grondwaterwinningen wordt de invloed daarvan in verdroogde gebieden teruggedrongen. Voor de eigen winning van grondwater door de industrie, dient gestreefd te worden naar een vermindering van het grondwatergebruik in 2000 van tenminste 40% t.o.v. de prognoses;
- provincies en gemeenten worden gevraagd met ruimtelijke planning de verdrogingsbestrijding te ondersteunen en te voorkomen dat het areaal verdroogd gebied toeneemt;
- waterschappen wordt gevraagd in hun beheersplannen aan te geven hoe zij de gewenste grondwatersituatie voor de diverse bestemmingen en voor de verdroogde natuurgebieden in het bijzonder door hun beheer willen realiseren.

Ten aanzien van de aanpak van emissies staat de ketenbenadering van materiaal tot en met product en afval centraal. Het gebruik van milieuvriendelijke producten, schone technologie en het sluiten van stofkringlopen vormen belangrijke elementen in die benadering. Bij de afweging van maatregelen ter beperking van de emissies naar water wordt gekeken naar het rendement op langere termijn, de effecten op andere milieucompartimenten dan water en de effecten op het duurzame gebruik van grondstoffen. Ook al vragen ze soms meer tijd, toch hebben duurzame maatregelen de voorkeur boven korte termijnoplossingen. De verdere vermindering van de verontreiniging en monitoring daarvan komt, in nauw overleg tussen overheden en doelgroepen, tot stand. Naast maatwerk per doelgroep, is een gebiedsgerichte benadering een essentiële aanvulling op het generieke beleid voor de prioriteitstelling in de aanpak van diffuse bronnen. Doelgroepen op lan-

delijk en regionaal niveau zijn in eerste instantie zelf verantwoordelijk voor het samenstellen van een plan van aanpak; de overheid geeft daarvoor de kaders aan.

Ten aanzien van emissie zijn binnen de 4^e Nota Waterhuishouding een aantal acties geformuleerd. Kijkende naar de toekomstige ontwikkelingen binnen het plangebied, zijn de volgende acties waarschijnlijk van toepassing:

- meer aandacht voor de ketenbenadering bij het verminderen van de emissies uit zowel punt- als diffuse bronnen;
- bouw: in nieuwbouw en bij renovatie de toepassing van duurzame bouwmaterialen bevorderen;
- industrie: vergunningverlening en handhaving afstemmen op bedrijfsinterne milieuzorgsystemen en bedrijfsmilieuplannen, stimuleren van de toepassing van schone technologie en preventie bij de industrie, Implementatie van de methode voor totaal-effluent-beoordeling; uitvoering convenanten, stimuleren vergunning op hoofdzaken;
- stedelijk afvalwater: Programma stikstofverwijdering op RWZI's afronden, beperken van riooloverstortingen in samenhang met de functies van het ontvangende water, beperken bestrijdingsmiddelen in openbaar groen in beheer bij overheden en andere terreinbeheerders.

Met betrekking tot het stedelijk waterbeheer dient gedacht te worden aan waterbesparende maatregelen in de woning/bedrijven, het afkoppelen van verhard oppervlak van de riolering, het vasthouden van regenwater in vijvers en in de bodem, en herwaardering van watersystemen bij de ruimtelijke inrichting van (nieuwe) woon- en industriegebieden.

Kaderrichtlijn Water (KRW)

De Kaderrichtlijn Water stelt ten aanzien van de toekomstige ontwikkelingen binnen het plangebied de volgende milieudoelstellingen voor:

- oppervlaktewater:
 - bereiken van een goede ecologische en chemische toestand van het oppervlaktewater in 2015;
- grondwater;
 - het beschermen, verbeteren en herstellen van alle grondwaterlichamen en zorgen voor een evenwicht tussen onttrekking en aanvulling van grondwater;
 - een vermindering van de grondwaterverontreiniging
- beschermde gebieden: niet van toepassing

De doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water moeten op 22 december 2015 zijn bereikt.

Waterbeleid 21^e eeuw

In de startovereenkomst Waterbeleid 21^e eeuw is het beleid, zoals vastgelegd in het kabinetsstandpunt "Anders omgaan met waterbeleid in de 21^e eeuw", uitgewerkt in de vorm van afspraken over de te treffen integrale waterhuishoudkundige maatregelen. Deze maatregelen zijn nodig om de veiligheid, onder invloed van de klimaatsverandering in de 21^e eeuw, te waarborgen en wateroverlast te voorkomen (trits: vasthouden – bergen – afvoeren en schoonhouden – scheiden – zuiveren).

3.3 Provinciaalbeleid

Provinciaal omgevingsplan Limburg (POL)

In het Provinciaal Omgevingsplan, zoals in 2001 vastgesteld, zijn het streekplan, het milieubeleidsplan, het waterhuishoudingsplan, het verkeers- en vervoersplan en het grondstoffenplan geïntegreerd. In het POL zijn op hoofdlijnen provincie brede uitgangspunten, ten aanzien van het stedelijke waterbeheer, opgenomen.

Als belangrijkste uitgangspunten, die voor het onderhavige plangebied van belang zijn, worden onderstaand weergegeven:

- beter benutten van waterstromen binnen het stedelijk gebied:
 - hergebruik van regenwater voor specifieke doeleinden;
 - infiltratie van kwalitatief schoon (hemel)water in de bodem;
 - afkoppelen van schoon regenwater met lozing op oppervlaktewater;
 - aangepaste inrichting (open verharding, infiltratiebekkens, etc.);
- afkoppelen van verhard oppervlak bij zowel nieuwbouw als bestaande bebouwing;
- minimalisering verontreinigingsbronnen;
- stimuleren watervriendelijke inrichting;
- gezamenlijke planvorming uitvoering, beheer en samenwerking tussen de waterbeheerders en gemeenten.

Stroomgebiedvisie Limburg

Er wordt gestreefd naar een situatie, waarbij zowel de waterkwantiteit als de waterkwaliteit in evenwicht zijn met het neerslagpatroon en het gebruik van water voor allerlei functies.

In Limburg is de integrale visie van het Waterbeleid 21^e eeuw opgenomen in de Stroomgebiedvisie Limburg (SGVL).

Het herstel van de veerkracht in Limburg wordt bereikt door de volgende drietrapsstrategie⁴:

- vasthouden:
 - waterconservering:
 - dempen van sloten en greppels en verlaging van de afvoercapaciteit;
 - herinrichting beken, extensief onderhoud en benutten bergingscapaciteit in natuurgebieden;
 - aanleg regelbare stuwen en gronddammen.
 - brongerichte erosie maatregelen:
 - verandering in landgebruik op hellingen en droge dalen;
 - afkoppelen verhard oppervlak (stedelijk water):
 - hemelwater opvangen in bergings- en infiltratievoorzieningen;
- bergen:
 - ecologische herinrichting:
 - hermeandering en extensivering van het onderhoud van beken;
 - retentie:
 - vrije meandering beken in een verhoogde bedding;
 - aanleg inundatiegebieden met natuurlijke begroeiingen;
 - beperking riooloverstorten;
 - erosie- en regenwaterbuffers;
- afvoeren:
 - knelpunten oplossen.

⁴ “Stroomgebiedvisie Limburg”, Vastgestelde versie Gedeputeerde Staten van Limburg, september 2003

Duurzaam waterbeheer betekent het niet afwentelen van problemen in de ruimte en tijd.

3.4 Waterschap Roer en Overmaas

In het Waterbeheersplan Waterschap Roer en Overmaas voor de periode 2004-2007 is de huidige watersituatie in Midden en Zuid-Limburg beschreven. Het Waterbeheersplan laat zien hoe het waterschap inhoud geeft aan het (water-)beleid, zoals omschreven is in het Provinciaal Omgevingsplan Limburg (POL) van de Provincie Limburg.

De visie van het waterschap is dat het bebouwde gebied geen nadelige invloed mag hebben op het benedenstrooms gelegen deel van het betreffende watersysteem in het landelijk gebied en zo mogelijk zelfs een bijdrage levert aan het herstel ervan. Daarnaast dient de inrichting, het beheer en het onderhoud van stadswateren zelf ook te leiden tot een gezond, soortenrijk ecosysteem en een aantrekkelijke woonomgeving. Stadswateren kunnen bovendien een belangrijke rol als ecologische verbindingzone hebben. Belangrijke thema's hierin zijn: het voorkomen van wateroverlast, samenwerking, optimalisatie van de waterketen, riolering, inrichting en belevingswaarde van stadswateren, achterstallig onderhoud van gemeentelijke waterbodems, het afkoppelen van regenwater van het riool, waterkwaliteit en water als medeordenend principe voor het ruimtelijk gemeentelijk beleid.

3.5 Gemeente Maastricht

Voor de gemeente Maastricht heeft een waterplan⁵ opgesteld. De doelstelling van dit waterplan is om het beleid van de verschillende overheden te vertalen in een gezamenlijke visie op integraal waterbeheer, vertaald in een streefbeeld. Dit streefbeeld vormt de toetsingskader voor de uit te voeren maatregelen en projecten.

In het Waterplan Maastricht⁵ is voor het plangebied Belvédère het streefbeeld op het gebied van water toegelicht. De groene zone noordwestelijk van de Hoge Fronten wordt in de toekomst benut voor de berging en infiltratie van schoon afgekoppeld hemelwater vanuit Caberg en Malpertuis. In het gehele plangebied Belvédère moet een detailwaterstructuur worden verweven, zodat afgekoppeld hemelwater kan worden geborgen en afgevoerd. In het plangebied dient alle nieuwbouw te worden afgekoppeld en een (verbeterd) gescheiden rioolstelsel te worden aangelegd. De mogelijkheden voor infiltratie zijn in dit plangebied beperkt, vanwege het voorkomen van verontreinigingen in de bodem.

3.6 Waterhuishoudkundige doelen en maatstaven

3.6.1 Algemeen

In deze paragraaf zijn de relevante waterhuishoudkundige aspecten met bijbehorende doelen en maatstaven weergegeven. Een en ander is gebaseerd op de beschrijving van de huidige situatie, het vigerende beleid (Waterplan Maastricht) en afstemming met de betrokken partijen (waterschap Roer en Overmaas en gemeente Maastricht). In het kader van de watertoets heeft een vooroverleg plaatsgevonden tussen de gemeente Maastricht en waterschap Roer en Overmaas. De richtlij-

⁵ Waterplan Maastricht, Witteveen+Bos, MT700-1 Waterplan Maastricht definitief 2, d.d. 17 januari 2006

nen van de waterbeheerders zijn opgenomen de brochure "Regenwater schoon naar beek en bodem".

Het doel van deze waterparagraaf is het vroegtijdig en gezamenlijk vastleggen van de waterhuishoudkundige doelen en maatstaven (criteria). Dit betekent, dat bij de verdere uitwerking van de waterhuishouding rekening gehouden dient te worden met de betreffende aspecten en criteria. Het waterschap beoordeelt vervolgens hierop (toetsen). Op deze wijze wordt helderheid verschaft over de inbreng en reikwijdte van waterhuishoudkundige aspecten.

3.6.2 Relevante waterhuishoudkundige aspecten

Onderstaand worden eerst de relevante waterhuishoudkundige aspecten onderscheiden. Vervolgens worden voor de relevante aspecten de specifieke doelen en maatstaven uitgewerkt. In tabel 3.1 is aangegeven welke waterhuishoudkundige aspecten relevant zijn.

Tabel 3.1: Relevantie waterhuishoudkundige aspecten

Waterhuishoudkundig aspect	Relevant?	Toelichting
Veiligheid hoog water	Ja	Het plangebied mag tijdens hoogwatersituaties niet overstromen
Wateroverlast (oppervlaktewater)	Ja	Wateroverlast door nabij gelegen oppervlaktewater moet worden voorkomen Voorkomen afwentelen van hydrologische knelpunten
Riolering	Ja	Voorkomen afvoer hemelwater van schoon verhard oppervlak. Doelmatige verwijdering.
Watervoorziening	Ja	Ruimte voor vasthouden en bergen van water in stedelijk gebied
Natuurlijke watersystemen	Nee	Binnen het plangebied zijn geen bestaande watergangen/vijvers gelegen
Waterkwaliteit (oppervlaktewater en grondwater)	Ja	Geen nadelige effecten op de waterkwaliteit van het omliggende (grond)watersysteem
Waterbeleving	Ja	Optimaal benutten belevingswaarde van water en reserveren van ruimte voor oppervlaktewater t.b.v. kwaliteit van de leefomgeving
Grondwateroverlast	Ja	Functie is bebouwd gebied. Wateroverlast als gevolg van hoge grondwaterstanden dient te worden voorkomen
Verdroging	Nee	In de omgeving van het plangebied zijn geen geohydrologisch gevoelige gebieden aanwezig.
Erosie	Nee	Geen bodemerosie en daarmee gepaard gaande wateroverlast aanwezig
Scheepvaart	Nee	Scheepvaart maakt geen deel uit van de toekomstige ontwikkeling binnen het plangebied

3.6.3 Doelen en maatstaven

De doelen en maatstaven van de relevante waterhuishoudkundige aspecten zijn in tabel 3.2 uitgewerkt.

Tabel 3.2: doelen en maatstaven waterhuishoudkundige aspecten

Waterhuishoudkundig aspect	Doel	Maatstaf
Veiligheid hoog water	Beperking van schade voor nieuwe activiteiten	Het plangebied is, door de aanwezige stuw in het bassin beschermd tegen hoogwater
Wateroverlast	Vasthouden gebiedseigen water	De doorlatendheid van de bovengrond is zeer wisselend. Infiltratie in de diepere grindlaag is wel mogelijk Water eerst bergen en daarna afvoeren naar het Bassin of grachten Lage Fronten
Riolering	Doelmatige verwijdering afvalwater Geen afvoer hemelwater van schoon verhard oppervlak naar riolering	Voorziening dimensioneren voor T=25 (met doorkijk naar T=100, (WB21)) DWA plangebied aansluiten op bestaand gemengd rioolstelsel van de gemeente Maastricht 100% van de nieuwbouw afkoppelen van de riolering Het watersysteem dient te worden voorzien van een overlaat naar het bassin of grachten Lage Fronten
Watervoorziening	Zie wateroverlast	-
Waterkwaliteit (oppervlaktewater en grondwater)	Geen negatieve beïnvloeding naar omliggend gebied	Geen toepassing uitlogende materialen (DuBo) Beperken gebruik chemische bestrijdingsmiddelen bij beheer en onderhoud openbaar gebied Afhankelijk van het uitlooggedrag van de verontreiniging in de ophooglaag wordt het hemelwater niet in de ophooglaag geïnfilteerd vanwege verspreiding van verontreinigingen naar het grondwater
Waterbeleving	Schoon grondwater	Water zoveel mogelijk zichtbaar houden
Grondwateroverlast	Vooldoende ontwateringsdiepte.	Gewenste ontwateringsdiepte: - 70 cm voor wegen en verharding; - 100 cm voor bebouwing; - 70 cm voor tuinen en beplantingsstroken; - 50 cm langs watergangen

4 Toekomstige situatie

4.1 Algemeen

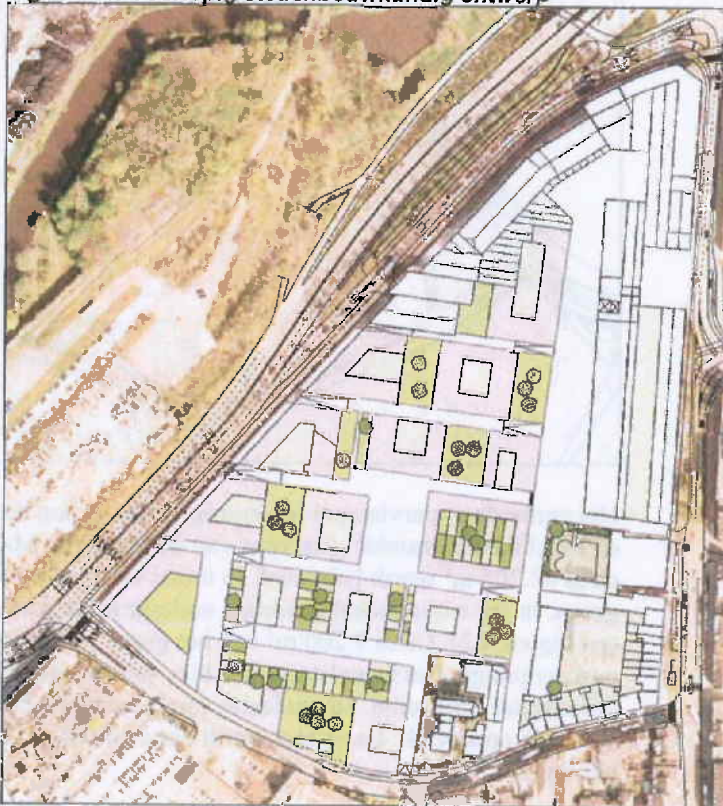
Op basis van de omschrijving van de huidige situatie en de beleidsrichtlijnen van de waterbeheerders en de gemeente wordt in dit hoofdstuk een opzet gemaakt van de toekomstige waterhuishouding.

4.2 Toekomstige planontwikkeling

Voor het plangebied is door Palmboom & van den Bout een ontwerpproces doorlopen voor de inrichting van het plangebied Sphinx. In het ontwerpproces is, gezien de urgentie, toegespitst op het woongedeelte, ten westen van het binnenplein. Het eindverslag Stap 2 heeft hier de status van een D.O. Stedenbouw. Daarnaast is aandacht besteed aan de verbinding met de Eiffel en Mouleurs. Hier is de status van een D.O. Stedenbouw nog niet bereikt. De onderstaande toelichting op het plangebied is gebaseerd op het resultaat van Stap 2 in het ontwerpproces van 29 augustus 2006.

Binnen het plangebied Sphinx worden commerciële doeleinden gecombineerd met woondoeleinden (appartementen en grondgebonden woningen). Het voorlopig stedenbouwkundig ontwerp is weergegeven in figuur 4.1.

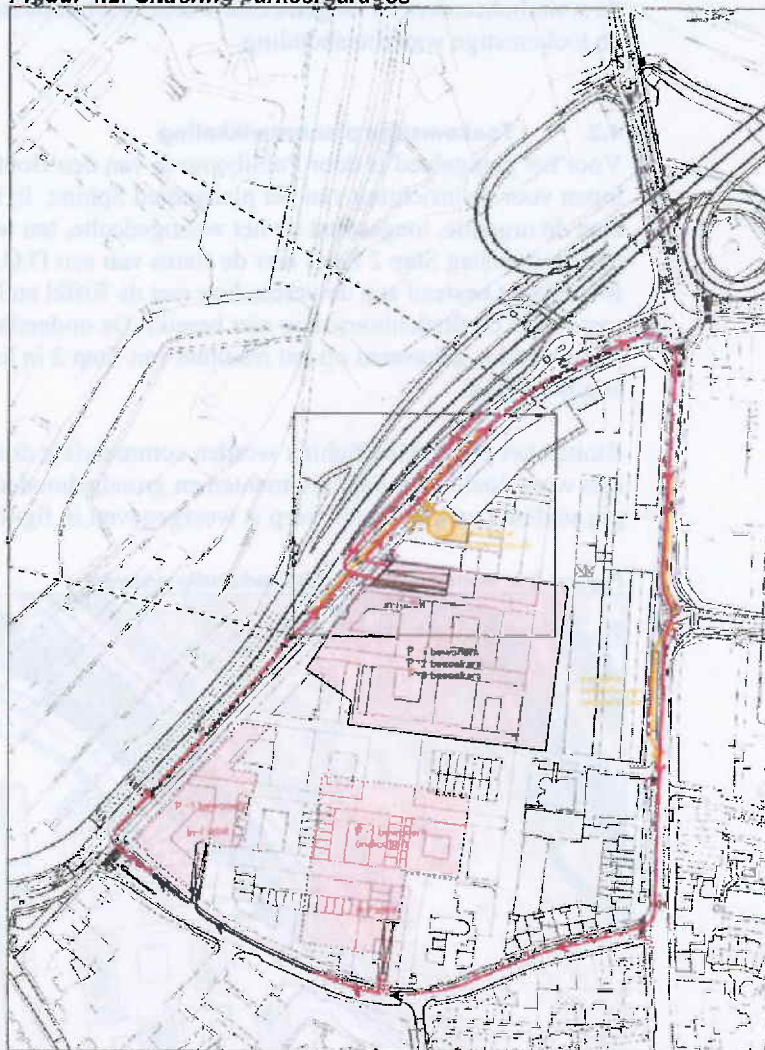
Figuur 4.1: Voorlopig stedenbouwkundig ontwerp



Het plangebied wordt ingericht met autovrije stegen, straten en hoven met een afwisselend patroon van bebouwing en begroeiing. In het westelijk deel van het plangebied ligt het bouwpeil op 47,4 m +NAP. Het bouwpeil van het oostelijke gedeelte ligt op 46,4 m +NAP.

In het noordelijk deel is een grote aaneengesloten, publieksgarage gesitueerd met drie ondergrondse verdiepingen. In het zuidelijk deel worden een tweetal 1-laags parkeergarages aangelegd ten behoeve van de gebiedsbewoners. De situering van deze parkeergarages is weergegeven in figuur 4.2.

Figuur 4.2: Situering parkeergarages



Het verharde oppervlak per woonprogramma is nog niet definitief vastgesteld. Uit de beschikbaar gestelde gegevens van de gemeente Maastricht blijkt dat in totaal circa 43.205 m² wordt bebouwd. In totaal wordt circa 15.730 m² ingericht als groen. In het woongedeelte worden ondergrondse parkeergarages gerealiseerd (zie figuur 4.2). Circa 9.200 m² van het groen bevindt zich boven het dek van de parkeergarage. Het hemelwater wat hier valt kan niet in de bodem naar het grondwater infiltreren. Dit gedeelte van het groen wordt meegerekend bij het verharde oppervlak. Daarnaast wordt circa 14.065 m² ingericht als openbare verharding.

In tabel 4.3 is een overzicht gegeven van de verharde oppervlakten voor het gehele plangebied.

Tabel 4.3: Oppervlakten gehele plangebied in m²

Bebouwd	Openbare verharding	Groen		Overig (onverhard)	Totaal
		Met parkeer garage	Zonder parkeer garage		
43.250	14.065	9.200	6.530	6.955	80.000

5 Grondwater systeemanalyse

5.1 Algemeen

In het "Waterplan Maastricht" zijn gewenste ontwateringsdiepten opgenomen voor bebouwing, wegen, tuinen en beplantingsstroken. Voor het plangebied gelden de volgende ontwateringseisen:

- 70 cm voor wegen en verharding;
- 100 cm voor bebouwing;
- 70 cm voor tuinen en beplantingsstroken;
- 50 cm langs watergangen.

Aan deze gewenste ontwatering dient in de nieuwbouwplannen te worden voldaan. Indien niet aan de ontwatering kan worden voldaan kan wateroverlast optreden. Bij het bepalen van de toekomstige ontwatering dienen ook de toekomstige ontwikkelingen die het niveau van de grondwaterstand kunnen beïnvloeden worden meegenomen. De toekomstige ontwikkelingen die de grondwaterstand binnen het plangebied kunnen beïnvloeden zijn het stopzetten van de grondwateronttrekking van Sphinx en de aanleg van ondergrondse parkeergarages. Door de aanleg van de parkeergarages is het mogelijk dat, als gevolg van opstuwning, de grondwaterstand aan stroomopwaartse zijde van de parkeergarages wordt verhoogd. Onderstaand wordt de ontwatering ter plaatse van in de omgeving van het plangebied verder toegelicht.

Om de beïnvloeding van de bovengenoemde ontwikkelingen te kunnen bepalen is voor het plangebied in MicroFem een grondwatermodel opgezet. Een toelichting op het grondwatermodel is opgenomen in bijlage 3. Het betreft hier een globaal, niet gekalibreerd model. Met behulp van het model kan een inschatting van de beïnvloeding van het grondwater worden gedaan.

5.2 Ontwatering plangebied

Binnen het plangebied wordt een GHG verwacht variërend van 43,5 tot 42,5 m +NAP (overeenkomend met 3,5 tot 4,0 m-mv). Aan de ontwateringseis van 70 tot 100 cm wordt ruimschoots voldaan.

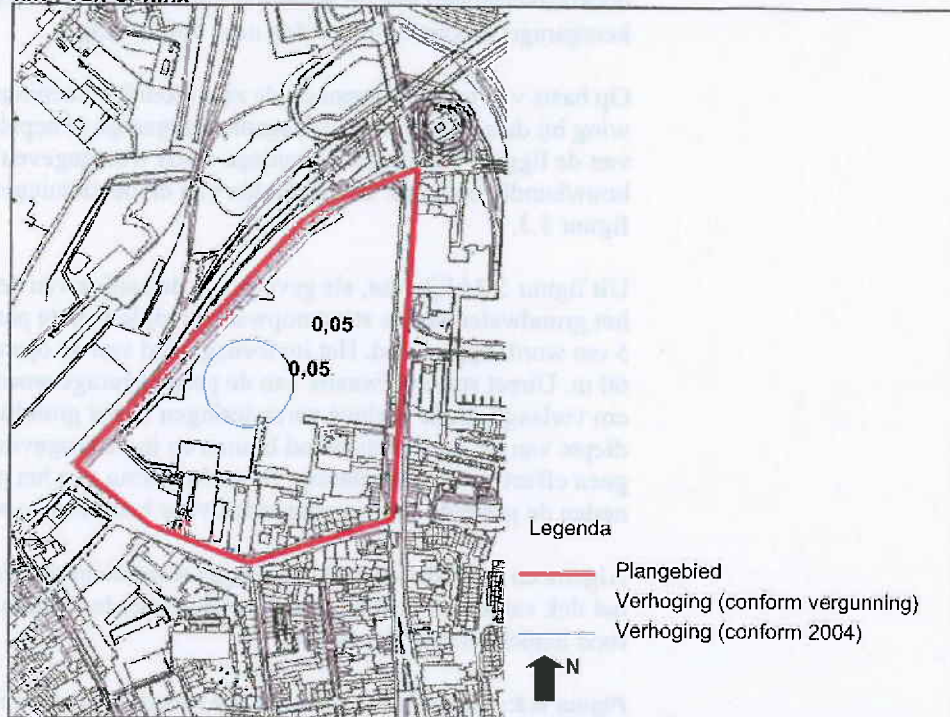
Tijdens hoogwaterafvoeren van de Maas stijgt het grondwater naar verwachting ook in het plangebied. Echter met betrekking tot de mate van grondwaterstijging zijn geen gegevens beschikbaar. De stijging van het grondwater in het plangebied is afhankelijk van het waterpeil en de duur van de hoogwatergolf. In de huidige situatie is geen sprake van wateroverlast tijdens hoogwatersituaties in de Maas. Voor de toekomstige situatie wordt verwacht dat, gezien de relatief korte duur van de hoogwatergolven, eveneens geen wateroverlast wordt veroorzaakt.

5.3 Stopzetten grondwateronttrekking Sphinx

Voor Sphinx is een grondwateronttrekkingsvergunning afgegeven voor het onttrekken van 200.000 m³ grondwater per jaar (circa 550 m³/dag). In 2004 is door Sphinx een hoeveelheid van circa 145.830 m³ onttrokken (circa 400 m³/dag). Het grondwater wordt onttrokken in het kalksteenpakket op een diepte van circa 80 m-mv.

Het stopzetten van de grondwateronttrekking heeft een zeer lichte stijging van het grondwater tot gevolg. De beïnvloeding van het stopzetten van de onttrekking is weergegeven in figuur 5.1. Hierbij is gekeken naar de vergunde onttrekkingshoeveelheden en de onttrekkingshoeveelheden van 2004. Het grondwater stijgt ter plaatse van de onttrekkingsput met maximaal 10 cm. De beïnvloeding van het grondwater neemt op korte afstand snel af. Het invloedsgebied bedraagt maximaal circa 100 m en blijft beperkt tot het plangebied.

Figuur 5.1: verhoging grondwaterstand als gevolg stopzetten grondwateronttrekking van Sphinx



Uit figuur 5.1 blijkt dat het stopzetten van de grondwateronttrekking van Sphinx het grondwater in het freatische pakket van het plangebied niet tot nauwelijks wordt beïnvloed. Gezien de diepte van de grondwaterstand binnen het plangebied (3,5 tot 6,2 m-mv) blijft de ontwatering van het plangebied ruim beneden de gestelde ontwateringseisen.

5.4 Opstuwung als gevolg van aanleg parkeergarage

Ter plaatse van het plangebied wordt in het zuidelijk deel twee kleinere 1-laags parkeergarage aangelegd. In het noordelijk deel van het plangebied wordt een grote 3-laagsparkeergarage aangelegd. Afhankelijk van de aanlegdiepte van een parkeergarage en de dikte van het watervoerende pakket, kan de parkeergarage een stagnerende werking hebben op de doorstroming van het grondwater. Aan de

stroomopwaartse zijde van de parkeergarage ontstaat, bij voldoende barrièrewerking, een verhoging van de grondwaterstand. In tabel 5.2 is voor de verschillende dieptes van de parkeergarages een overzicht gegeven van de resterende dikte van het doorvoerende watervoerend pakket.

Tabel 5.2: Doorstroming watervoerende grindlaag na aanleg parkeergarage

Parkeergarage	Diepte parkeergarage (m-mv)	Dikte watervoerend pakket ¹ (m)	Doorlaatvermogen (m ² /dag)
1-laags	3	5	2.500
3-laags	9	1	500

¹ resterende dikte van de watervoerende grindlaag. Hierbij is conform de bodemopbouw rekening gehouden met een dikte van de watervoerende grindlaag van 5 m-mv

Uit tabel 5.2 blijkt dat, indien de parkeergarage uit 1 laag bestaat, de watervoerende grindlaag niet wordt aangesneden. Ter plaatse van de 1-laags parkeergarage in het zuidelijk deel van het plangebied wordt dan ook geen opstuwning verwacht. Bij de aanleg van de 3-laags parkeergarage in het noordelijk deel van het plangebied wordt, op 1 meter na, de gehele watervoerende grindlaag doorsneden. Het doorlaatvermogen van de watervoerende grindlaag neemt, ter plaatse van de parkeergarage, af van 2.500 m²/dag naar 500 m²/dag.

Op basis van het bovengenoemde zijn modelberekeningen verricht om de opstuwning bij de aanleg van de 3-laagsparkeergarage te bepalen. Hierbij is uitgegaan van de ligging van de parkeergarage zoals weergegeven in het voorlopig stedenbouwkundig ontwerp. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in figuur 5.3.

Uit figuur 5.3 blijkt dat, als gevolg van de aanleg van de 3-laags parkeergarage, het grondwater aan de stroomopwaartse zijde van de parkeergarage met maximaal 5 cm wordt opgestuwd. Het invloedsgebied van de opstuwning bedraagt circa 60 m. Direct stroomafwaarts van de parkeergarage wordt het grondwater met 5 cm verlaagd. Deze geringe veranderingen in het grondwater hebben, gezien de diepte van de grondwaterstand binnen en in de omgeving van het plangebied, geen effect op de ontwatering. De ontwatering van het plangebied blijft ruim beneden de gestelde ontwateringseisen voor bebouwing, wegen en groen.

Algemeen geldt dat de parkeergarages waterdicht dienen te worden afgewerkt. Op het dek van de parkeergarages dient drainage te worden aangelegd om in filterend hemelwater af te vangen.

Figuur 5.3: Opstuwning grondwater a.g.v de aanleg van de 3-laags parkeergarage



6 Hemelwater systeemanalyse

6.1 Algemeen

De keuze voor het toe te passen hemelwatersysteem binnen het plangebied is afhankelijk het beleid van de gemeente Maastricht en Waterschap Roer en Overmaas en de locatiespecifieke omstandigheden, zoals;

- doorlatendheden;
- grondwaterstanden;
- oppervlaktewaterpeil;
- verhardingspercentage;
- verhardingstype;
- kans op vervuiling als gevolg van het gebruik van de verharding.

Gestreefd wordt naar een meer natuurlijk afvoerregime in de stromende wateren, dat wil zeggen lagere piekafvoeren, geen droogval maar een continue en bij voorkeur natuurlijk afvoerloop in de waterlopen. Het schone water uit het bebouwde gebied wordt daartoe zoveel mogelijk vastgehouden en zo langzaam mogelijk afgevoerd, bij voorkeur door infiltratie in de bodem.

6.2 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Naast de uitgangspunten en randvoorwaarden, zoals vastgesteld in het 'Waterplan Maastricht', zijn voor het bepalen van de systeemkeuze de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden gehanteerd;

- de gemiddeld hoogste grondwaterstand bevindt zich op een diepte variërend van 43,5 tot 42,5 m +NAP (overeenkomend met 3,5 tot 4,0 m-mv);
- de bodem binnen het plangebied is opgebouwd uit een afwisseling van slecht en goed doorlatende lagen. De zeer gelaagde bodemopbouw wordt aan de onderzijde op een diepte van circa 4 tot 5 m-mv begrensd door een slecht doorlatende leem- en kleilaag. Gezien deze bodemopbouw wordt ervan uitgegaan dat het hemelwater niet aan het maaiveld geïnfilteerd kan worden. Het hemelwater kan wel in de dieper gelegen grindlaag worden geïnfilteerd;
- voor de verdere uitwerking van het hemelwatersysteem is uitgegaan van de verharde oppervlakten zoals weergegeven in tabel 6.1. Hierbij is ervan uitgegaan dat het groen boven de parkeergarages niet op natuurlijke wijze kan afwateren en is derhalve bij het verhard oppervlak meegerekend. Bij de oppervlakten zoals weergegeven in tabel 6.1 dient te worden opgemerkt dat het hier indicatieve oppervlakten betreffen, aangezien het stedenbouwkundig ontwerp nog gewijzigd kan worden of verder ingevuld dient te worden;

Tabel 6.1: Verharde oppervlakten (in m²)

	Bebouwd	'Verhard' groen ¹	Openbare verharding	Totaal
Sphinx	43.205	9.200	14.065	66.470

¹ groen boven ondergrondse parkeergarage

- geen infiltratie van verontreinigd hemelwater. Hemelwater afkomstig van het dakoppervlak van de bebouwing is schoon (uitloogbare materialen worden niet toegepast). Het plangebied wordt uitgerust met autovrije straten, waardoor ook het hemelwater van het verharde oppervlak van de openbare ruimten als schoon kan worden beschouwd. Binnen het plangebied hoeft geen bodempassage te worden aangelegd;

- in de ophooglaag zijn verontreinigingen aanwezig. Afhankelijk van het uitlooggedrag van deze verontreinigingen kunnen de verontreinigingen zich naar het grondwater verspreiden. Infiltratie van hemelwater in de ophooglaag is vanwege mogelijke uitspoeling van verontreinigingen naar het grondwater niet wenselijk;
- in de directe omgeving van het plangebied ligt het oppervlaktewater van de grachten Lage Fronten en het Bassin. Aangezien het hemelwater niet in de bodem kan infiltreren wordt het hemelwater van het plangebied vertraagd afgevoerd naar het oppervlaktewater van het Bassin. Het hemelwater dient onder vrij verval naar het oppervlaktewater te worden afgevoerd;
- conform de eisen van waterschap Roer en Overmaas dient het hemelwatersysteem te worden gedimensioneerd op een T=25 (regenduurlijn voor een situatie die 1 keer in de 25 jaar voorkomt, 31 mm in 45 minuten). Het dimensioneren van een hemelwatersysteem aan het maaiveld voor een T=25 vraagt, gezien de verhardingsgraad van het ontwerp, een ruimtebeslag die binnen het plangebied niet of moeilijk gerealiseerd kan worden. Gezien de zeer nabije ligging van oppervlaktewater met voldoende bergingsmogelijkheden is, in telefonisch overleg met waterschap Roer en Overmaas, besloten dat voor het toepassen van hemelwatersystemen aan het maaiveld kan worden volstaan met het dimensioneren van een hemelwatersysteem binnen het plangebied voor een T=10 (26 mm in 45 minuten), waarbij de overige berging (5 mm) wordt gezocht in het nabij gelegen oppervlaktewater. Ondergrondse voorzieningen worden wel gedimensioneerd voor een T=25. Eventuele risico's voor een situatie die eenmaal in de 100 jaar voorkomt dienen in beeld te worden gebracht;
- er is rekening gehouden met twee 1-laags parkeergarages in het zuidelijk deel van het plangebied en een 3-laags parkeergarage in het noordelijk deel van het gebied. Voor de ruimte tussen wegpeil en bovenzijde dek parkeergarage wordt voornamelijk 50 cm gehanteerd.

6.3 Inventarisatie toe te passen technieken

Op basis van de uitgangspunten en randvoorwaarden, zoals beschreven in paragraaf 6.2, dient het hemelwatersysteem het water tijdelijk te bergen, waarna het water wordt afgevoerd naar het Bassin. Onderstaand zijn de theoretisch toepasbare systemen verder uitgewerkt, zijnde:

1. wadi;
2. doorlatende en bergende verharding;
3. bovengrondse bergende en afvoerende goten (greppel/grachtensysteem);
4. ondergrondse centrale berging;
5. infiltratiepalen.

Gestreefd wordt naar een hemelwatersysteem, waarbij geen gebruik wordt gemaakt van pompen. Onderstaand worden de bovengenoemde systemen verder uitgewerkt.

Op basis van het Voorlopig Stedenbouwkundig ontwerp, zijn de verschillende technieken globaal gedimensioneerd om een idee te krijgen van het ruimtebeslag en berging. De berekeningen zijn opgenomen in bijlage 4.

6.3.1 Wadi

De bodempassage (wadi) bestaat uit een verlaagd gelegen strook van circa 0,3 tot 0,4 m (greppel) die optimaal is ingericht om het water gedurende het hele jaar te kunnen laten filteren door de bodem. De lengte en breedte hiervan zijn afhanke-

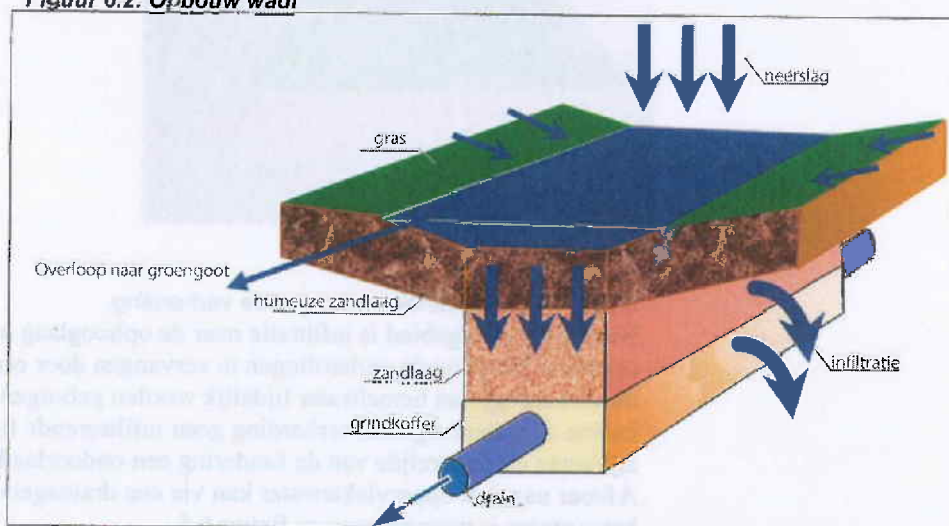
lijk van het aangesloten afgekoppelde oppervlak. De opbouw is weergegeven in figuur 6.2.

Binnen het plangebied is infiltratie naar de bodem niet mogelijk, daardoor heeft de wadi in het plangebied geen infiltrerende, maar een bergende en afvoerende functie.

Vanuit de laag gelegen strook zijgt het hemelwater weg in de toplaag. In de toplaag wordt de zwevende stof afgevangen en hechten veel verontreinigingen zich aan de gronddeeltjes. Het water percoleert door de toplaag en komt vervolgens via het transportdeel (aangebracht zandbed) in de bodem of in de drainagekoffer. De drainagekoffer dient te worden voorzien van een drain die het water kan afvoeren naar het oppervlaktewater van het Bassin.

De drainage heeft in het plangebied een afvoerende functie en kan plaatselijk tevens worden gecombineerd met het drainagesysteem ten behoeve van de afvoer van het hemelwater op het dek van de parkeergarage.

Figuur 6.2: Opbouw wadi



In tabel 6.3 is een overzicht gegeven van het ruimtegebruik indien binnen de verschillende locaties een wadi dient te worden aangelegd. Hierbij is uitgegaan van een bodembreedte van 0,5 m, een diepte van 0,3 m en een talud van 1:3.

Een voorbeeld van de toepassing van een wadi in een stadswijk is weergegeven in figuur 6.4.

Tabel 6.3: Ruimtebeslag wadi in m²

	Lengte (m)	Infiltratieoppervlak	Oppervlakte wadi	Beschikbare ruimte openbaar gebied
Sphinx	4.900	6.815	11.270	6.530

Uit tabel 6.3 blijkt dat de openbare ruimte dat is bestemd als groen niet voldoende is voor de aanleg van een wadi.

Figuur 6.4: Voorbeeld wadi in een wijk

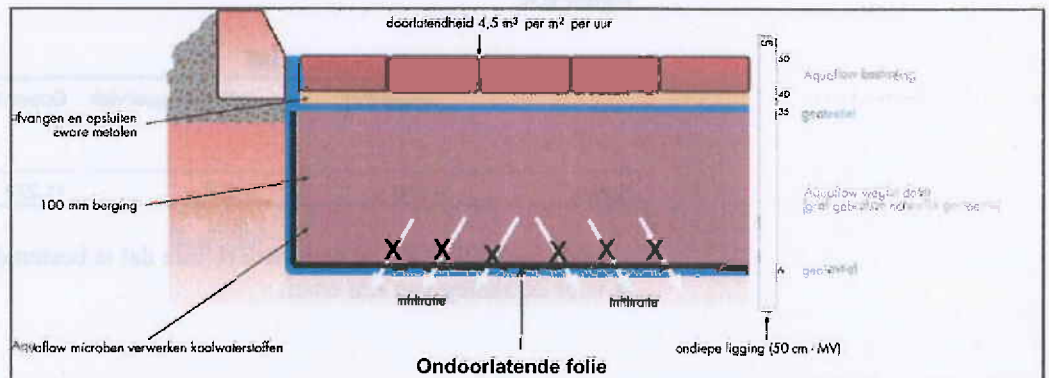


6.3.2 Doorlatende en bergende verharding

Binnen het plangebied is infiltratie naar de ophooglaag niet mogelijk. Door de openbare traditionele verhardingen te vervangen door een doorlatende en bergende verharding kan hemelwater tijdelijk worden geborgen en eventueel gereinigd. Indien de waterbergende verharding geen infiltrerende functie heeft wordt aan de zijkanten en onderzijde van de fundering een ondoorlaatbare folie aangelegd. Afvoer naar het oppervlaktewater kan via een drainagebuis. Een voorbeeld van het systeem is weergegeven in figuur 6.5.

In tabel 6.6 is een overzicht gegeven van het ruimtegebruik indien binnen de verschillende woonprogramma's doorlatende en bergende verharding onder de openbare verhardingen wordt aangelegd.

Figuur 6.5: Overzicht werking doorlatende en bergende verharding



Tabel 6.6: Ruimtebeslag doorlatende verharding (in m²)

	Oppervlak doorlatende verharding	Beschikbare ruimte openbare verharding
Sphinx	31.500	14.065

Uit tabel 6.6 blijkt dat het oppervlakte dat is gereserveerd voor openbare verhardingen zoals wegen en trottoirs niet voldoende is om de berging te kunnen garanderen.

6.3.3 Bovengrondse bergende en afvoerende greppel-/grachtensysteem

Voor het bergen van het hemelwater kan ook worden gekozen voor een soort greppel-/grachtensysteem. Om hemelwater in het greppel-/grachtensysteem te kunnen bergen dienen de greppels en grachten in compartimenten te worden opgedeeld, met een overstort naar het volgende compartiment van het greppel-/grachtensysteem. De dimensionering (lengte en breedte) van de greppels en grachten kan worden aangepast, zodat het systeem in het straatbeeld past. Voorbeelden van een greppel-/grachtensysteem zijn weergegeven in figuur 6.7.

Figuur 6.7: Greppel/grachtensysteem

De diepte van de greppel en het aantal compartimenten wordt plaatselijk beperkt door de bovenzijde van de parkeergarage. Indien wordt uitgegaan van een verdieping in het dek van de garage is een greppel/grachtensysteem met een diepte van 1 m-mv mogelijk. Uitgaande van een breedte van 1,0 m en een diepte van 1 m (1 m³ berging per strekkende meter) dient per woonprogramma, een minimale lengte te worden gehanteerd zoals weergegeven in tabel 6.8.

Tabel 6.8 Ruimtebeslag greppel/grachtensysteem

	Afvoerend opp. (m ²)	Berging (m ³)	Lengte (m)
Sphinx	66.470	1.730	1.730

Het plangebied heeft een breedte van circa 260 m en een lengte van circa 440 m. Met de stedenbouwkundige adviseur dient te worden overlegd of het greppel-/grachtensysteem binnen het plangebied op een of andere manier kan worden geïntegreerd.

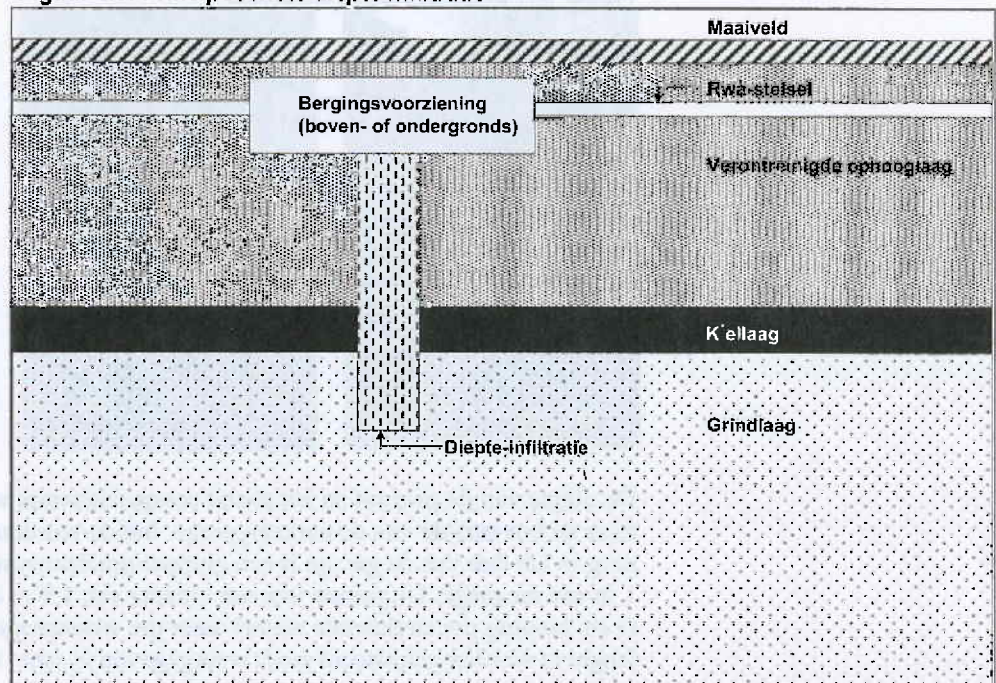
6.3.4 Ondergrondse berging

Het hemelwater kan ook middels een rwa-riool (regenwater afvoer) worden afgevoerd naar een centrale ondergrondse berging. Deze berging kan bijvoorbeeld in het oostelijk deel van het plangebied worden aangelegd. Voor het plangebied dient in totaal 2.060 m^3 ondergronds te worden geborgen. Het voordeel van een centrale ondergrondse berging is dat in het stedenbouwkundige ontwerp geen rekening hoeft te worden gehouden met het inpassen van een oppervlakkig hemelwatersysteem. Dit heeft tevens als nadeel dat verkeerde aansluitingen op het rwa-riool moeilijk te controleren zijn. De ondergrondse berging dient te worden voorzien van een geleidelijke leegloop naar het oppervlaktewater van het Bassin.

6.3.5 Infiltratiepalen

Binnen het plangebied mag, gezien de aanwezigheid van verontreinigingen in de ophooglaag, geen verspreiding van verontreinigingen uit de ophooglaag naar het grondwater plaatsvinden. Derhalve mag in de ophooglaag geen hemelwater worden geïnfilteerd. Een andere mogelijkheid is om hemelwater in de grindlaag onder de ophoog- en kleilaag te infiltreren met behulp van infiltratiepalen. Een principeschets van diepte-infiltratie is weergegeven in figuur 6.9.

Figuur 6.9: Principeschets diepte-infiltratie



Indien wordt uitgegaan van 15 infiltratiepalen (circa 4.430 m^2 verharding per paal), een doorlatendheid van de grindlaag van 500 m/dag (met een veiligheidsfactor van 2) en een buisdiameter van de drainagepaal van 1.500 mm is per drainagepaal een bergingscapaciteit van 53 m^3 nodig. Uitgaande van een grondwaterstand die direct onder de kleilaag aanwezig is, is per infiltratiepaal nog een maximale berging van 11 m^3 ($1,5$ bij $1,5$ bij 5 m) beschikbaar. Per drainagepaal dient een extra berging van 42 m^3 te worden gerealiseerd.

6.3.6 Conclusie

Voor het aanleggen van een hemelwatersysteem dient rekening te worden gehouden met de aanleg van twee 1-laags parkeergarages onder het zuidelijk deel van het plangebied en een 3-laags parkeergarage onder het noordelijk deel van het plangebied. In de voorgaande paragrafen zijn de theoretisch toepasbare systemen verder uitgewerkt, zijnde:

- wadi;
- doorlatende en bergende verharding;
- greppel/grachtensysteem;
- ondergrondse centrale berging;
- infiltratiepalen.

Uit de analyse blijkt dat het toepassen van een greppel/grachtensysteem, een centrale ondergrondse berging en diepte-infiltratie (in combinatie met berging) met een overstortmogelijkheid richting het bassin mogelijke oplossingen zijn om een regenduurlijn van eenmaal in de 25 jaar (31 mm in 45 minuten) te kunnen bergen. De toepasbaarheid van de systemen dienen te worden overlegd met de stedenbouwkundige adviseur.

Conform de richtlijnen van de waterbeheerders dient in nieuwe plangebieden een regenduurlijn die eenmaal in de 25 jaar voorkomt (31 mm in 45 minuten) te worden geborgen. Gezien de nabije ligging van het oppervlaktewater van het Bassin is de mogelijkheid aanwezig om overtollig hemelwater af te voeren naar het Bassin. De afvoerhoeveelheden zijn in tabel 6.10 voor verschillende regenduurlijnen weergegeven. Hierbij is ervan uitgegaan dat het greppel/grachtensysteem is gedimensioneerd voor een T=10 en de ondergrondse systemen voor een T=25.

Tabel 6.10: Afvoer hemelwater naar oppervlaktewater van het bassin (in m³)

Hemewatersysteem	Benodigde berging			Afvoer naar Bassin	
	T=10	T=25	T=100	T=25	T=100
Greppel/grachtensysteem	1.730	2.060	2.525	330	795
Ondergronds systeem	1.730	2.060	2.525	-	465

Uit tabel 6.10 blijkt dat, indien het hemelwatersysteem in het plangebied het hemelwater niet meer kan verwerken, dat afhankelijk van het toe te passen systeem een hoeveelheid variërend tussen 330 en 795 m³ hemelwater rechtstreeks naar het oppervlaktewater van het Bassin wordt afgevoerd. Uitgaande van een wateroppervlak van het Bassin van circa 12.700 m² betekent dit een extra peilverhoging van het water van 3 tot 6 cm.

Indien binnen het plangebied geen tijdelijke berging wordt gerealiseerd, maar hemelwater direct wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater stijgt het water in het bassin met circa 16 cm bij een T=25 en circa 20 cm uitgaande van een T=100.

Bij het afkoppelen van hemelwater kunnen een aantal beperkingen in het gebruik van de openbare ruimte niet worden voorkomen. De beperkingen van de openbare ruimte dienen in een zo vroeg mogelijk stadium met de nieuwe eigenaren te worden besproken.

6.4 Bronmaatregelen

De systemen zoals beschreven in paragraaf 6.3.4 kunnen worden uitgebreid door het plaatselijk toepassen van vegetatiedaken. Op gebouwen kan water worden vastgehouden met vegetatiedaken. Regenwater dat op deze daken valt, verdampt gedeeltelijk. Het overschot aan neerslag stroomt vertraagd af. Naast het bergen van hemelwater heeft een vegetatiedak ook als voordeel dat:

- het stedelijk microklimaat wordt verbeterd door verdamping en stofbinding;
- het geluid isoleert;
- de dakisolatie en dakbedekking wordt beschermd.

Er kan onderscheidt worden gemaakt tussen extensieve en intensieve vegetatiedaken. Op een extensief vegetatiedak zit een dunne laag sedum-plantjes, mos en/of kruiden. Een dun vegetatiedak stelt geen bijzondere eisen aan de sterkte van de constructie. Bij een intensief vegetatiedak wordt op de waterkerende laag een dikke laag aarde aangebracht waarin zelfs bomen kunnen groeien. Deze laag stelt bijzondere eisen aan de onderliggende constructie.

Het bergende vermogen van vegetatiedaken is met name afhankelijk van de dikte van het substraat. In de onderstaande tabel is, bij verschillende opbouwdikten, het percentage van het hemelwater weergegeven dat tot afvoer komt.

Tabel 6.11: Afvoerpercentage hemelwater bij verschillende opbouwdikten

Opbouwdikte (cm)	Vertragingcoëfficiënt (-)	Afvoerpercentage (%)
< 10	-0,5	50
10 – 25	-0,3	30
25 – 50	-0,2	20
> 50	-0,1	10

Bron: *Richtlijnen für die Planung, Ausführung und Pflege von Dachbegrünungen* in der überarbeiteten Ausgabe (FLL 1995)

Daarnaast dient binnen het plangebied rekening te worden gehouden met de volgende bronmaatregelen:

- gebruik van niet-uitloogbare materialen, zoals aangegeven in DuBo;
- voor gladheidsbestrijding wordt geen of in een zeer beperkte mate strooizout gebruikt;
- voor onkruidbestrijding wordt geen of in zeer beperkte mate gebruik gemaakt van bestrijdingsmiddelen.

6.5 Zichtbaar water

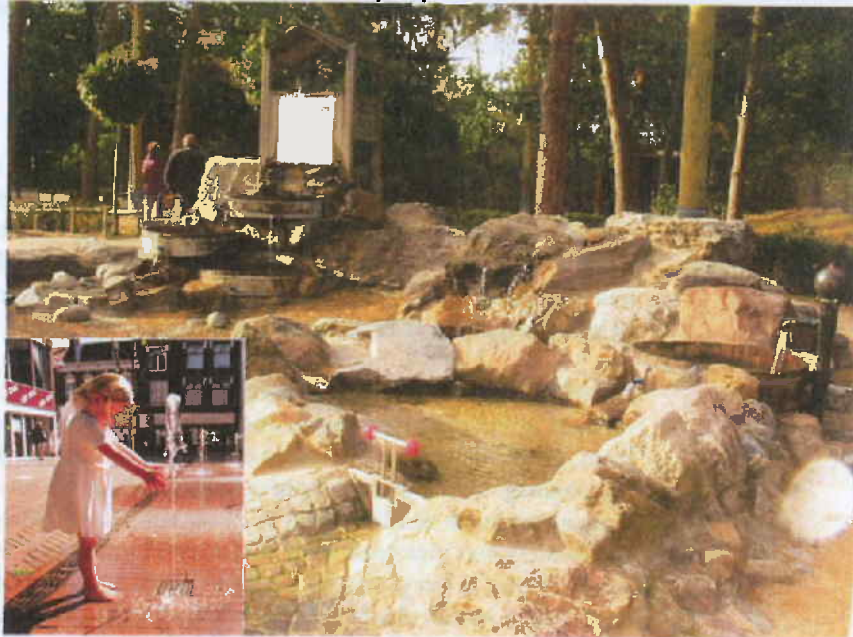
Het hemelwatersysteem binnen het plangebied kan naar wens worden uitgebreid met aspecten, waardoor het duurzaam omgaan met hemelwater meer wordt gevisualiseerd en waardoor mensen meer betrokken raken bij het hemelwatersysteem.

Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld waterspeeltuinen voor kinderen. Een gedeelte van het hemelwater in de bergende voorziening dient te worden opgevangen, zodat het hemelwater niet wordt geïnfiltreerd of afgevoerd naar het oppervlaktewater van het Bassin. Voorbeelden van een waterspeelplaats is weergegeven in figuur 6.12.

Daarnaast kan water ook op andere manieren in het plangebied zichtbaar worden gemaakt. Zo kan bijvoorbeeld in het plangebied op de grens van het meest oostelijk gelegen opgetilde gebied en het middenmotief het water, dat tijdens een regenbui uit de bergende verharding stroomt, zichtbaar worden gemaakt middels

een glazen wand. Ook kan het water op andere plaatsen binnen het plangebied zichtbaar worden gemaakt door bijvoorbeeld een meanderend gootje (zie figuur 6.13).

Figuur 6.12: Voorbeelden waterspeelplaatsen



Figuur 6.13: Voorbeeld meanderend gootje



7 Samenvatting

Onderstaand wordt een beknopte samenvatting gegeven van de voorgaande hoofdstukken. Deze samenvatting kan worden gebruikt voor het opstellen van de waterparagraaf voor de Milieu Effect Rapportage.

7.1 Huidige situatie

Het plangebied ligt aan de noordwestelijke rand van het centrum van Maastricht en wordt aan de noordwestzijde begrensd door de Frontensingel, aan de zuidzijde door de Maagdendries en aan de oostzijde door de Boschstraat. Het plangebied heeft een totale oppervlakte van circa 8 ha. Het maaiveld, ter plaatse van het gehele plangebied, varieert tussen 45,8 en 48 m +NAP. Globaal gezien loopt het gehele plangebied af in zuidelijke richting.

De opbouw van de bodem is tot een diepte van circa 2 tot 3 m-mv zeer wisselend met een afwisseling van matig fijn tot zeer grof zand, zwak tot sterk zandige leem, zwak siltige klei, klaksteen en grind. Het betreft hier zeer waarschijnlijk een ophooglaag. Onder de ophooglaag bestaat de bodem tot een diepte van circa 4 tot 5 m-mv uit zwak zandige leem en zwak siltige klei. Als gevolg van deze kleilaag kan hemelwater niet goed in de ondergrond infiltreren. Mogelijk dat vanwege deze kleilaag in het plangebied plaatselijk hangwater (stagnerend infiltrerend hemelwater op een slecht doorlatende bodemlaag) voorkomt. In het verrichte bodemonderzoek is dit niet vastgesteld. De kleilaag gaat over in een matig grof grindpakket. De grindlaag gaat op een diepte van circa 10 m-mv over in een kalklaag. De kalklaag heeft een totale dikte van circa 140 m.

Op basis van de bodemopbouw kan worden gesteld dat de oppervlakkige infiltratiemogelijkheden binnen het plangebied beperkt zijn. Infiltratie in de dieper gelegen grindlaag is wel mogelijk.

Voor het plangebied wordt een GHG verwacht van 43,5 m +NAP (circa 3,5 m-mv, uitgaande van een maaiveldniveau van 47 m +NAP) in het zuidwestelijk deel en 42,5 in het noordoostelijk deel (4,0 m-mv, uitgaande van een maaiveldniveau van 46,5 m+NAP). De GLG varieert van 41,3 m +NAP in het zuidwesten (circa 5,7 mv, uitgaande van een maaiveldniveau van 47 m +NAP) en 40,3 m +NAP (circa 6,2 m-mv uitgaande van een maaiveldniveau van 46,5 m +NAP).

Ten noorden van het plangebied liggen de grachten Lage Fronten. Ten oosten van het plangebied ligt het Bassin. Het Bassin staat, middels een stuw, in verbinding met de Maas. Het waterpeil in het Bassin ligt op 42,5 m +NAP. Voor zover bekend heeft het plangebied geen problemen met wateroverlast. Ook niet tijdens hoogwaterafvoeren in de Maas. De huidige bebouwingen en verhardingen, binnen het plangebied, zijn aangesloten op het gemeentelijke riool. Het betreft hier een gemengd rioolstelsel.

7.2 Beleidskader en locatiekeuze

Het algemene waterbeleid dat op het plangebied van toepassing is, staat beschreven in de Vierde Nota Waterhuishouding van de rijksoverheid, het Provinciaal Omgevingsplan Limburg (POL), de notitie 'Plaats voor water' van Provincie Limburg, het Waterbeheersplan van het waterschap Roer en Overmaas en het Waterplan Maastricht. In het kort schrijven al deze plannen voor, dat een meer duurzaam watersysteem moet ontstaan, waarbij neerslag zoveel mogelijk moet

worden vastgehouden op de plaats waar het valt, daarna moet worden geborgen en als het echt niet anders kan, moet worden afgevoerd.

Conform de eisen van waterschap Roer en Overmaas dient het hemelwatersysteem te worden gedimensioneerd op een T=25 (regenduurlijn voor een situatie die 1 keer in de 25 jaar voorkomt, 31 mm in 45 minuten). Het dimensioneren van een hemelwatersysteem aan het maaiveld voor een T=25 vraagt, gezien de verhardingsgraad van het ontwerp, een ruimtebeslag die binnen het plangebied niet of moeilijk gerealiseerd kan worden. Gezien de zeer nabije ligging van oppervlaktewater met voldoende bergingsmogelijkheden is, in telefonisch overleg met waterschap Roer en Overmaas, besloten dat voor het toepassen van hemelwatersystemen aan het maaiveld kan worden volstaan met het dimensioneren van een hemelwatersysteem binnen het plangebied voor een T=10 (26 mm in 45 minuten), waarbij de overige berging (5 mm) wordt gezocht in het nabij gelegen oppervlaktewater. Ondergrondse voorzieningen worden wel gedimensioneerd voor een T=25. Eventuele risico's voor een situatie die eenmaal in de 100 jaar voorkomt in beeld dienen te worden gebracht;

7.3 Toekomstige inrichting

Voor het plangebied is door Palmboom & van den Bout een ontwerpproces doorlopen voor de inrichting van het plangebied Sphinx. In het ontwerpproces is, gezien de urgentie, toegespitst op het woongedeelte, ten westen van het binnenplein. Het eindverslag Stap 2 heeft hier de status van een D.O. Stedenbouw. Daarnaast is aandacht besteed aan de verbinding met de Eiffel en Mouleurs. Hier is de status van een D.O. Stedenbouw nog niet bereikt. De onderstaande toelichting op het plangebied is gebaseerd op het resultaat van Stap 2 in het ontwerpproces van 29 augustus 2006.

Binnen het plangebied Sphinx worden commerciële doeleinden gecombineerd met woondoeleinden (appartementen en grondgebonden woningen). Het plangebied wordt ingericht met autovrije stegen, straten en hoven met een afwisselend patroon van bebouwing en begroeiing. In het westelijk deel van het plangebied ligt het bouwpeil op 47,4 m +NAP. Het bouwpeil van het oostelijke gedeelte ligt op 46,4 m +NAP.

In het noordelijk deel is een grote aaneengesloten, publieksgarage gesitueerd met drie ondergrondse verdiepingen. In het zuidelijk deel worden een tweetal 1-laags parkeergarages aangelegd ten behoeve van de gebiedsbewoners.

Op basis van het Voorlopig stedenbouwkundig ontwerp zijn, ten aanzien van het verhard en onverhard de uitgangspunten gehanteerd zoals weergegeven in tabel 7.1

Tabel 7.1: Oppervlakten gehele plangebied in m²

Bebouwd	Openbare verharding	Groen		Overig (onverhard)	Totaal
		Met Parkeergarage	Zonder Parkeergarage		
43.250	14.065	9.200	6.530	6.955	80.000

7.4 Advisering toekomstige situatie

7.4.1 Grondwater

Binnen het plangebied wordt een GHG verwacht variërend van 43,5 tot 42,5 m +NAP (overeenkomend met 3,5 tot 4,0 m-mv). Aan de ontwateringseis van 70 tot 100 cm wordt ruimschoots voldaan. In de huidige situatie is geen sprake van wateroverlast tijdens hoogwatersituaties in de Maas. Voor de toekomstige situatie wordt, gezien de relatief korte duur van de hoogwatergolven, eveneens geen wateroverlast verwacht.

Het stopzetten van de grondwateronttrekking van Sphinx beïnvloedt het grondwater ter plaatse van het plangebied niet tot nauwelijks (hooguit 10 cm ter plaatse van de onttrekkingssput). Gezien de diepte van de grondwaterstand binnen het plangebied (3,5 tot 6,2 m-mv) blijft de ontwatering van het plangebied ruim beneden de gestelde ontwateringseisen.

In het zuidelijk deel van het plangebied worden twee 1-laags parkeergarage aangelegd. In het noordelijk deel van het plangebied wordt een 3-laagsparkeergarage gerealiseerd. Door de aanleg van ondergrondse parkeergarages kan de watervoerende grindlaag deels worden afgesloten. Als gevolg van de afname in de doorstroming ter plaatse van de parkeergarage kan opstuwning aan de stroomopwaartse zijde van de parkeergarage optreden.

De aanleg van de twee 1-laagsparkeergarages in het zuidelijk deel van het plangebied vindt boven de watervoerende grindlaag plaats, waardoor deze parkeergarages geen invloed hebben op de grondwaterstand. Bij de aanleg van de 3-laags parkeergarage in het noordelijk deel, wordt de watervoerende grindlaag deels afgesloten. Als gevolg van de afname in de doorstroming ter plaatse van deze parkeergarage wordt het grondwater met circa 5 cm opgestuwd. Het invloedsg gebied van de opstuwning bedraagt circa 60 m. Gezien de beperkte opstuwning en de diepte van de grondwaterstand binnen en in de omgeving van het plangebied blijft de ontwatering van het plangebied, bij de aanleg van de 3-laags parkeergarage, ruim beneden de gestelde ontwateringseisen voor bebouwing, wegen en groen.

Algemeen geldt dat de parkeergarages waterdicht dienen te worden afgewerkt. Op het dek van de parkeergarages dient drainage te worden aangelegd om in filtrierend hemelwater af te vangen.

7.4.2 Hemelwater

Onderstaand zijn de theoretisch toepasbare systemen verder uitgewerkt, zijnde:

- wadi;
- doorlatende en bergende verharding;
- greppel-/grachtensysteem;
- ondergrondse centrale berging;
- diepte-infiltratie

Uit de analyse blijkt dat het toepassen van een greppel-/grachtensysteem, een centrale ondergrondse berging en diepte-infiltratie (in combinatie met berging) met een overstortmogelijkheid richting het bassin, mogelijke oplossingen zijn om een regenduurlijn van eenmaal in de 25 jaar (31 mm in 45 minuten) te kunnen bergen. De toepasbaarheid van de systemen dienen te worden overlegd met de stedenbouwkundige adviseur.

Voor het aanleggen van een greppel-/grachtensysteem dient rekening te worden gehouden met een ruimtebeslag van circa 1.730 m². De ondergrondse berging en de diepte-infiltratie zijn ondergrondse voorzieningen, waarvoor geen ruimte hoeft te worden gereserveerd. Bij de uitwerking van de ondergrondse infrastructuur dient hiermee wel rekening te worden gehouden.

Conform de richtlijnen van de waterbeheerders dienen in nieuwe plangebieden een regenduurlijn die eenmaal in de 25 jaar voorkomt (31 mm in 45 minuten) te worden geborgen. Indien het hemelwatersysteem in het plangebied het hemelwater niet meer kan verwerken wordt het hemelwater rechtstreeks naar het oppervlaktewater van het Bassin afgevoerd. Dit heeft een peilverhoging van 3 tot 6 cm tot gevolg.

Indien binnen het plangebied geen tijdelijke berging wordt gerealiseerd, maar hemelwater direct wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater stijgt het water in het bassin met circa 16 cm bij een T=25 en circa 20 cm uitgaande van een T=100.

Het hemelwatersysteem binnen het plangebied kan worden uitgebreid door het plaatselijk toepassen van vegetatiedaken. Daarnaast dient binnen het plangebied rekening te worden gehouden met de volgende bronmaatregelen:

- gebruik van niet-uitlogbare materialen, zoals aangegeven in DuBo;
- voor gladheidbestrijding wordt geen of in zeer beperkte mate strooizout gebruikt;
- voor onkruidbestrijding wordt geen of in zeer beperkte mate gebruik gemaakt van bestrijdingsmiddelen.

Bij het afkoppelen van hemelwater kunnen een aantal beperkingen in het gebruik van de openbare ruimte niet worden voorkomen. De beperkingen van de openbare ruimte dienen in een zo vroeg mogelijk stadium met de nieuwe eigenaren te worden besproken.

De afmetingen van een standaard-gebruiksvoorwerp zijn te vinden in de tabel hieronder. De afmetingen van een standaard-gebruiksvoorwerp zijn te vinden in de tabel hieronder.

De afmetingen van een standaard-gebruiksvoorwerp zijn te vinden in de tabel hieronder. De afmetingen van een standaard-gebruiksvoorwerp zijn te vinden in de tabel hieronder.

De afmetingen van een standaard-gebruiksvoorwerp zijn te vinden in de tabel hieronder. De afmetingen van een standaard-gebruiksvoorwerp zijn te vinden in de tabel hieronder.

De afmetingen van een standaard-gebruiksvoorwerp zijn te vinden in de tabel hieronder. De afmetingen van een standaard-gebruiksvoorwerp zijn te vinden in de tabel hieronder.

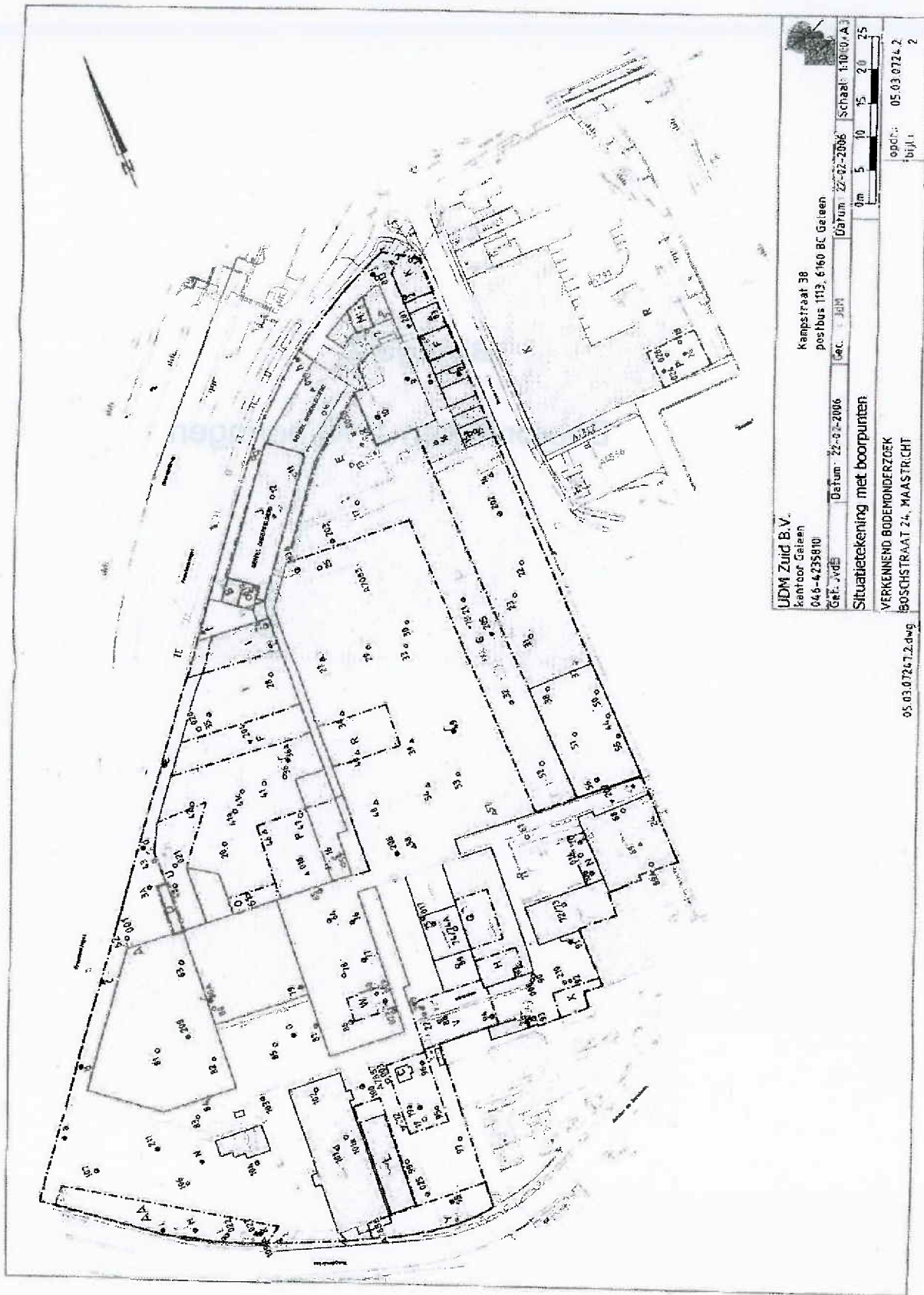
Bijlage 1

Situering boringen en boorprofielen Verkenkend bodemonderzoek

De afmetingen van een standaard-gebruiksvoorwerp zijn te vinden in de tabel hieronder. De afmetingen van een standaard-gebruiksvoorwerp zijn te vinden in de tabel hieronder.

Bijlage 1

Situering boringen en boorprofielen Verkennend bodemonderzoek



Bijlage 2

Boorprofielen TNO boringen



Bijlage 2

Boorprofielen TNO boringen

ALGEMENE GEGEVENS BORING

NITG-nummer: B61F0358
X-coördinaat (m): 176293
Y-coördinaat (m): 318695
Coördinatenstelsel: RD2000
Plaatsnaam: Maastricht
Provincie: Limburg
Kaartblad: 61F
Bepaling locatie: Onbekend
Maaiveldhoogte (meter t.o.v. NAP): 47.76
Bepaling maaiveldhoogte: Onbekend
Boormethode: Pulsbooring
Einddiepte (meter beneden maaiveld): 11.25
Datum boring: 1-11-1986
Eigenaar: Gem. Bedrijven Maastricht
Uitvoerder: ICF, Maastricht

ALGEMENE GEGEVENS LITHOLOGIE

Beschrijver lagen: Ranssen, L.H.
Organisatie beschrijver: RGD
Beschrijvingsmethode: Onbekend
Nat/Droog beschreven: Onbekend
Datum laagbeschrijving: Onbekend
Kwaliteitscode beschrijving lithologie: A

LITHOLOGIE LAGEN

Bovenkant laag (m-mv)	Onderkant laag (m-mv)	Kleur	Hoofdgroondsoort	Bijmenging silt	Bijmenging zand	Bijmenging grind	Bijmenging humus	Kalkgehalte
0	5.4	bruin-grijs	riet benoemd	zwak siltig	zandig	---	---	---
5.4	6.5	bruin-geel	leem	---	sterk zandig	---	---	kalkarm
6.5	7	geel-bruin	grind	zwak siltig	zandig	---	---	kalkrijk
7	10	bruin-grijs	grind	---	zandig	---	---	---
10	11.25	groen-bruin klei	klei	zwak siltig	---	zwak grincig	matig humeus	ka krijk

Bijlage 2 (vervolg 1)

ALGEMENE GEGEVENS BORING

NITG-nummer: B61F0089
X-coördinaat (m): 176270
Y-coördinaat (m): 318640
Coördinatenstelsysteem: RD2000
Plaatsnaam: Maastricht
Provincie: Limburg
Kaartblad: 61F
Bepaling locatie: Onbekend
Maaiveldhoogte (meter t.o.v. NAP): 48
Bepaling maaiveldhoogte: Onbekend
Boormethode: Onbekend
Einddiepte (meter beneden maaiveld): 11.41
Datum boring: 01-01-1881
Eigenaar: dhr. Regout
Uitvoerder: Onbekend

ALGEMENE GEGEVENS LITHOLOGIE

Beschrijver lagen: Onbekend
Organisatie beschrijver: Onbekend
Beschrijvingsmethode: Onbekend
Nal/Droog beschreven: Onbekend
Datum laagbeschrijving: Onbekend
Kwaliteitscode beschrijving lithologie: E

LITHOLOGIE LAGEN

Bovenkant laag (m-mv)	Onderkant laag (m-mv)	Kleur	Hoofdgrondsoort	Bijmenging klei	Bijmenging silt
0	6	6 onbekend zand	kleilig	---	---
6	11	11 onbekend grind	---	---	---
11	11.4	11.4 onbekend klei	---	---	zwak siltig
11.4		11.41 onbekend mergel	---	---	---

Bijlage 2 (vervolg 2)

ALGEMENE GEGEVENS BORING

NITG-nummer: B61F1189
X-coördinaat (m): 176305
Y-coördinaat (m): 318421
Coördinatenstelsel: RD2000
Plaatsnaam: Maastricht, Boschstraat
Provincie: Limburg
Kaartblad: 61F
Bepaling locatie: Geschat, Top. Kaart 1:10.000
Maaiveldhoogte (meter t.o.v. NAP): 46.5
Bepaling maaiveldhoogte: geschat, Hoogtekaart 1:10.000
Boormethode: Pulsboring
Einddiepte (meter beneden maaiveld): 30
Datum boring: 17-11-1995
Eigenaar: Sphinx Sanitair bv
Uitvoerder: Gruner

ALGEMENE GEGEVENS LITHOLOGIE

Beschrijver lagen: Onbekend
Organisatie beschrijver: Onbekend
Beschrijvingsmethode: Onbekend
Nat/Droog beschreven: Onbekend
Datum laagbeschrijving: Onbekend
Kwaliteitscode beschrijving lithologie: E

Deze boring bevat sublagen

LITHOLOGIE LAGEN

Bovenkant laag (m -mv)

Onderkant laag (m -mv)	Kleur	Hoofdgrondsoort	Bijmenging zand
0	2 ---	zand	---
2	3.4 ---	leem	---
3.4	4.9 ---	grind	---
4.9	7.6 ---	grind	---
7.6	10 ---	grind	zandig
10	30 geel-grijs	mergel	---

Bijlage 2 (vervolg 3)

ALGEMENE GEGEVENS BORING

NITG-nummer: B61F0365
X-coördinaat (m): 176260
Y-coördinaat (m): 318330
Coördinaatsysteem: RD2000
Plaatsnaam: Maastricht
Provincie: Limburg
Kaartblad: 61F
Bepaling locatie: Onbekend
Maaiveldhoogte (meter t.o.v. NAP): 46.7
Bepaling maaiveldhoogte: Onbekend
Boormethode: Pulsboring
Einddiepte (meter beneden maaiveld): 15
Datum boring: 1-4-1987
Eigenaar: Sphinx Maastricht
Uitvoerder: Haijema, H., Dedemsvaart

ALGEMENE GEGEVENS LITHOLOGIE

Beschrijver lagen: Kisters, P.
Organisatie beschrijver: RGD
Beschrijvingsmethode: Onbekend
Nat/Droog beschreven: Onbekend
Datum laagbeschrijving: Onbekend
Kwaliteitscode beschrijving lithologie: E

LITHOLOGIE LAGEN

Bovenkant laag (m-mv)	Onderkant laag (m-mv)	Kleur	Hoofgrondsoort	Bijmenging zand
0		2 onbekend	niet benoemd	---
2		3 bruin	leem	---
3		10 grijs-bruin	grind	zandig
10		15 grijs-geel	kalksteen	---

Bijlage 2 (vervolg 4)

ALGEMENE GEGEVENS BORING

NFTG-nummer: B61F0364
X-coördinaat (m): 176160
Y-coördinaat (m): 318320
Coördinatensysteem: RD2000
Plaatsnaam: Maastricht
Provincie: Limburg
Kaartblad: 61F
Onbekend
Bepaling locatie: 47
Maaveldhoogte (meter t.o.v. NAP): geschat, Hoogtekaart 1:10.000
Bepaling maaveldhoogte: Pulsboring
Boormethode: 24,8
Einddiepte (meter beneden maaiveld): 1-4-1987
Datum boring: Sphinx
Eigenaar: Haijema, H., Dedemsvaart
Uitvoerder:

ALGEMENE GEGEVENS LITHOLOGIE

Beschrijver lagen: Kisters, P.
Organisatie beschrijver: RGD
Beschrijvingsmethode: Onbekend
Nat/Droog beschreven: Onbekend
Datum laagbeschrijving: Onbekend
Kwaliteitscode beschrijving lithologie: C

LITHOLOGIE LAGEN

Bovenkant laag (m-mv)	Onderkant laag (m-mv)	Kleur	Hoofdgrondsoort	Bijmenging zand	Bijmenging grind	Kalkgehalte
0	1	1 onbekend	niet benoemd	---	---	---
1	4	4 bruin	ieem	---	---	kalkarm
4	5.5	5.5 grijs-bruin	klei	---	grindig	kalkarm
5.5	9.5	9.5 bruin-grijs	grind	zandig	---	---
9.5	10.4	10.4 zwart	grind	---	---	---
10.4	19.5	19.5 grijs-geel	kalksteen	---	---	---
19.5	20.5	20.5 grijs-geel	kalksteen	---	---	---
20.5		24.8 grijs-geel	kalksteen	---	---	---

Bijlage 2 (vervolg 5)

ALGEMENE GEGEVENS BORING

NTC-nummer: 176180
 X-coördinaat (m): 318350
 Y-coördinaat (m):
 Coördinaatsysteem:
 Plaatsnaam:
 Provincie:
 Kaartblad:
 Lepaling locatie:
 Maaielhoopte (meter t.o.v. NAP): 46.5
 Bepaling maaielhoopte:
 Boormethode:
 Einddiepte (meter beneden maaielveld): 80
 Datum boring: 1-2-1989
 Eigenaar:
 Uitvoerder: Sphinx Maastricht
 Gruner, R., Stiaard

ALGEMENE GEGEVENS LITHOLOGIE

Beschrijver lagen:
 Organisatie beschrijver:
 Beschrijvingsmethode:
 Nat/Droog beschreven:
 Datum laagbeschrijving:
 Kwaliteitscode beschrijving lithologie: C

LITHOLOGIE LAGEN

Bovenkant laag (m-mv)	Onderkant laag (m-mv)	Kleur	Hoofdgrondsoort	Bimenging zand
0	4.5	5 onbekend	niet benoemd	
4.5	5	6.4 onbekend	grind	zwak zandig
5	6.4	6.6 onbekend	grind	
6.4	10.9	10.9 onbekend	grind	zwak zandig
10.9	11.1	11.1 onbekend	grind	
11.1	15	15 geel	kalksteen	
15	17	17 geel	kalksteen	
17	23	23 geel	kalksteen	
23	29	29 geel	kalksteen	
29	31	31 geel	kalksteen	
31	33	33 geel	kalksteen	
33	37	37 geel	kalksteen	
37	41	41 geel-grijs	kalksteen	
41	43	43 geel-grijs	kalksteen	
43	45	45 geel-grijs	ka ksteen	
45	47	47 geel-grijs	ka ksteen	
47	51	51 geel-grijs	ka ksteen	
51	57	57 grijs	ka ksteen	
57	69	69 grijs	ka ksteen	
69	71	71 grijs	kalksteen	
71	80	80 grijs	kalksteen	

Algemeen

- * de naam van de organisatie
- * de naam van de afdeling
- * de naam van de functie

Bijlage 3

Modelopbouw

Algemeen

- * de naam van de organisatie
- * de naam van de afdeling
- * de naam van de functie

Algemeen

- * de naam van de organisatie
- * de naam van de afdeling
- * de naam van de functie

Algemeen

- * de naam van de organisatie
- * de naam van de afdeling
- * de naam van de functie

Algemeen

- * de naam van de organisatie
- * de naam van de afdeling
- * de naam van de functie

Bijlage 3

Modelopbouw

Algemeen

Voor situaties waarvan de vereenvoudigde analytische modellen en randvoorwaarden niet langer de fysische toestand juist beschrijven, kunnen de partiële differentiaal vergelijkingen numeriek worden opgelost. Er zijn verschillende numerieke technieken ontwikkeld waarmee genoemde differentiaalvergelijkingen bij benadering kunnen worden opgelost. De belangrijkste zijn:

- eindige elementen methode;
- eindige differentie methode;
- de rand integraal vergelijking methode.

Microfem is een grondwaterstromingsmodel, waarbij zowel van de eindige elementen als van de eindige differentie methode gebruik wordt gemaakt. De horizontale grondwaterstroming wordt met behulp van de eindige elementen methode berekend en de verticale grondwaterstroming wordt met behulp van de eindige differentie methode berekend.

Microfem werkt uitsluitend met een netwerk opgebouwd uit driehoekige elementen, waarbij maximaal 20 watervoerende lagen gegenereerd kunnen worden. Elke driehoek heeft drie knooppunten. Per knooppunt kunnen de volgende gegevens ingevoerd worden:

- hydraulische weerstand;
- doorlaatvermogen;
- onttrekkingsdebiet;
- stijghoogte.

Op basis van de gegevensinvoer wordt een semi-gespannen grondwaterpakket, een gespannen grondwaterpakket of een freatisch grondwaterpakket gedefinieerd.

Modellering Sphinx

De bodemopbouw ter plaatse van het plangebied kan als volgt worden beschreven (hoofdstuk 3):

- semi-permeabele deklaag tot 5 m-mv;
- 1^e watervoerend pakket van 5 tot 10 m-mv met een doorlaatvermogen (kD) van 2.500 m²/dag;
- Fictieve scheidende laag van 10 tot 10 m-mv met een weerstand van 1 dag;
- 2^e watervoerend pakket van 10 tot 150 m-mv met een doorlaatvermogen (kD) van 500 m²/dag.

Bij het modelleren is uitgaan van het volgende:

- modelgebied bedraagt 10 bij 10 km;
- knooppuntafstand:
 - nabij plangebied = 10 m;
 - modelrand = 1.000m;
- vaste stijghoogte op de modelrand. Dit wil zeggen dat stroming van water over de randen kan plaatsvinden;
- stationaire grondwaterstroming;
- bij het modelleren van de grondwaterstroming is rekening gehouden met de aanwezigheid van de Maas, het Bassin, Lage Fronten en Zuid-Willemsvaart op enige afstand van het plangebied.

Bijlage 3 (vervolg 1)

Modellering oppervlaktewater

De nabij gelegen oppervlaktewater zijn minder breed dan de knooppuntafstand in het model. Wanneer hiermee geen rekening wordt gehouden wordt de invloed van nabij gelegen oppervlaktewateren op het grondwater overschat. De uittreeweerstand is daarom met de volgende formule gecorrigeerd:

$$RU1 = RU * a / (l - w)$$

Waarbij:

RU1 = gecorrigeerde uittreeweerstand (dagen);

Ru = uittreeweerstand (dagen);

a = oppervlakte element (meter);

l = lengte element (meter);

w = werkelijke breedte van de rivier (meter)

Voor de nabij gelegen oppervlaktewateren zijn de gegevens gehanteerd zoals weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Gegevens nabij gelegen waterlopen

Oppervlaktewater	Waterpeil (m +NAP)	Weerstand (dagen)	Breedte (m)
Zuid-Willemsvaart	42,5	5	7
Lage Fronten	42,5	1	3
Het Bassin	42,5	3	3
Maas	45,35 – 42,3	3	20

In het modelgebied liggen een aantal onttrekkingen. De onttrekking zijn meegenomen in het model. De gegevens van de onttrekking zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Onttrekkingsgegevens

Onttrekking	X-coördinaat	Y-coördinaat	Vergunde hoeveelheid (m3/jaar)	Ontrokken hoeveelheid 2004 (m3/jaar)	Watervoerend pakket
WML	174280	320730	2500000	1940827	kalksteen
RADIUM FOAM BV	175600	318690	300000	67818	kalksteen
CIBA	175750	319735	630000	13922	kalksteen
THOMAS REGOUT	175975	319310	80000	16472	kalksteen
SAPPI MAASTRICHT BV	176640	318750	1500000	354773	kalksteen
KONINKLIJKE SPHINX	176170	318470	200000	145830	kalksteen
WML	174280	320730	2500000	1940827	kalksteen

Bijlage 4

Berekeningen hemelwatersystemen

Grontmij Nederland bv

Infiltratieberekening **Wadi Sphinx**

Afvoerend oppervlak	66470 [m²]	Berekening met partiële duurreeks voor het in De Bill met een herhalingsstijg van 1 keer per 10 jaar
Langte infiltratievoorziening	4900 [m]	Bron: Buishand en Velds, NEERSLAG EN VERDAMPING; KNMI; 1980
Bodembreedte infiltratievoorziening	0.5 [m]	
Diepte infiltratievoorziening	0.30 [m]	
Taludhelling infiltratievoorziening	3.00 [1/x]	
K-waarde verticaal	1.0 [m/dag]	Oppervlak voor stoot
K-waarde horizontaal	1.0 [m/dag]	11270 [m²]
GHC-lijn t.o.v. bodem	-0.1 [m]	
Maximale waterstand:	0.30 [m]	Max. overstortdebiet
Op tijdstip:	180 [min]	0.000 [m³/s]
		Max. infiltratie-oppervlak
		6815 [m²]

tijd [min]	tijd [uur]	neerslag [mm]	neerslag [m³]	wandinfilt. [m³]	bodeminfilt. [m³]	bergings [m³]	waterstand [m]	overstort-volume [m³]	debiet [m³/s]	golfhoogte [m]	snelheid [m/s]
1			153.925	0.000	0.000	153.93	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
2			307.850	0.331	1.701	305.82	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
3			461.776	0.898	3.403	457.48	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
4			615.701	1.658	5.104	608.94	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
5		9.9	769.626	2.588	6.806	760.23	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
15		17.8	1383.772	15.685	23.819	1344.26	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00
30		23.0	1788.020	40.972	49.340	1697.71	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
45		25.6	1990.144	68.865	74.861	1846.42	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
60	1	27.3	2122.302	97.868	100.382	1924.05	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
90		29.7	2308.878	157.339	151.424	2000.12	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
120	2	31.2	2425.488	217.560	202.465	2005.44	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
180	3	34.3	2666.482	338.490	304.549	2023.44	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
240	4	36.4	2829.736	458.662	406.632	1964.44	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
300	5	37.9	2946.346	575.838	508.715	1861.79	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
360	6	39.0	3031.860	688.600	610.799	1732.46	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
480	8	41.3	3210.662	899.499	814.965	1496.20	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
600	10	43.1	3350.594	1089.641	1019.132	1241.82	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00
720	12	44.4	3451.856	1255.605	1223.299	972.75	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
840	14	46.0	3576.040	1396.505	1427.465	752.07	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
960	16	47.3	3677.102	1511.953	1631.632	533.52	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
1080	18	48.4	3762.616	1598.891	1835.799	327.93	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
1200	20	49.7	3863.678	1656.216	2039.965	167.50	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
1440	24	51.4	3995.836	1679.410	2448.299	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1680	28	53.3	4143.542	1679.410	2856.632	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1920	32	55.1	4283.474	1679.410	3264.965	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2160	36	56.9	4423.406	1679.410	3673.299	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2400	40	58.7	4563.338	1679.410	4081.632	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2640	44	60.5	4703.270	1679.410	4489.965	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2880	48	62.2	4835.428	1679.410	4835.428	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3360	56	64.9	5045.326	1679.410	5045.326	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3840	64	67.7	5262.998	1679.410	5262.998	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4320	72	70.4	5472.896	1679.410	5472.896	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Bijlage 4 (vervolg 1)

tijd [min]	tijd [uur]	neerslag [mm]	instroom [m ³]	wandinfil. [m ³]	bodeminfilt. [m ³]	berging [m ³]	vuiling [m]
5		9.9	658.053	0.000	0.000	658.053	0.07
15		17.8	1183.166	0.000	0.000	1183.166	0.13
30		23.0	1528.810	0.000	0.000	1528.810	0.16
45		25.6	1701.632	0.000	0.000	1701.632	0.18
60	1	27.3	1814.631	0.000	0.000	1814.631	0.19
90		29.7	1974.159	0.000	0.000	1974.159	0.21
120	2	31.2	2073.864	0.000	0.000	2073.864	0.22
180	3	34.3	2279.921	0.000	0.000	2279.921	0.24
240	4	36.4	2419.508	0.000	0.000	2419.508	0.26
300	5	37.9	2519.213	0.000	0.000	2519.213	0.27
360	6	39.0	2592.330	0.000	0.000	2592.330	0.27
480	8	41.3	2745.211	0.000	0.000	2745.211	0.29
600	10	43.1	2864.857	0.000	0.000	2864.857	0.30
720	12	44.4	2951.268	0.000	0.000	2951.268	0.31
840	14	46.0	3057.620	0.000	0.000	3057.620	0.32
960	16	47.3	3144.031	0.000	0.000	3144.031	0.33
1080	18	48.4	3217.148	0.000	0.000	3217.148	0.34
1200	20	49.7	3303.559	0.000	0.000	3303.559	0.35
1440	24	51.4	3416.558	0.000	0.000	3416.558	0.36
1680	28	53.3	3542.851	0.000	0.000	3542.851	0.37
1920	32	55.1	3662.497	0.000	0.000	3662.497	0.39
2160	36	56.9	3782.143	0.000	0.000	3782.143	0.40
2400	40	58.7	3901.789	0.000	0.000	3901.789	0.41
2640	44	60.5	4021.435	0.000	0.000	4021.435	0.43
2880	48	62.2	4134.434	0.000	0.000	4134.434	0.44
3360	56	64.9	4313.903	0.000	0.000	4313.903	0.46
3840	64	67.7	4500.019	0.000	0.000	4500.019	0.48
4320	72	70.4	4679.468	0.000	0.000	4679.468	0.50

Herhalingstijd 10 jaar
Reeks voor gehele jaar

Grontmij Nederland bv

Infiltratieberekening

Doorlatende verharding Sphinx

Gesloten voorziening (infiltratie via bodem en wanden)

Afvoerend oppervlak: 66470.00 [m²]

Oppervlak infiltratievoorziening 31500.00 [m²]

Lengte infiltratievoorziening 180.00 [m]

Breedte infiltratievoorziening 175.00 [m]

Diepte infiltratievoorziening 0.50 [m]

Poriërvolume 30 [%] (=100% bij open voorzieningen)

K-waarde wanden 0.000 [m/dag]

K-waarde bodem 0.000 [m/dag]

Maximale waterstand: 0.50 [m]

Op tijdstip: 4320 [min]

Berekening met partiële duurreeks voor
het gehele jaar in De Bilt met een
herhalingstijd van 1 keer per 10 jaar
Bron: Buishand en Velds;
NEERSLAG EN VERDAMPING; KNMI; 1990

Ledigingstijd #DEEL/0!

Bijlage 4 (vervolg 2)

Herhalingstijd 25 jaar
Reeks voor gehele jaar

Grontmij Nederland bv
Diepte-infiltratie Sphinx

Infiltratieberekening
Gesloten voorziening

Afvoerend oppervlak: 4431,00 [m²]
Infiltratie-oppervlak: 23,56 [m²]

Diameter boorgat: 1500 [mm]
Diameter filter: 1500 [mm]
Lengte filter: 5,00 [m]

K-Waarde wanden: 250,000 [m/dag]

Maximale berging: 54,36 [m3]
Op tijdstip: 15 [min]

Berekening met partiële duurreeks voor het gehele jaar in De Bilt met een herhalingstijd van 1 keer per 25 jaar
Bron: Buijsland en Velds;
NEERSLAG EN VERDAMPING; KNMI; 1980

Bedijgingstijd 0 dag(en)

tijd [min]	tijd [uur]	neerslag [mm]	instroom [m ³]	infiltratie [m ³]	berging [m ³]	waterstand filter [m]
5		11,8	52,286	0,000	52,286	5,00
15		21,5	95,267	40,906	54,360	5,00
30		27,7	122,739	102,265	20,473	5,00
45		30,7	136,032	136,032	0,000	0,00
60	1	32,6	144,451	144,451	0,000	0,00
90		35,3	156,414	156,414	0,000	0,00
120	2	36,9	163,504	163,504	0,000	0,00
180	3	40,4	179,012	179,012	0,000	0,00
240	4	42,9	190,090	190,090	0,000	0,00
300	5	44,4	196,736	196,736	0,000	0,00
360	6	45,5	201,611	201,611	0,000	0,00
480	8	48,1	213,131	213,131	0,000	0,00
600	10	50,0	221,550	221,550	0,000	0,00
720	12	51,5	228,197	228,197	0,000	0,00
840	14	53,2	235,729	235,729	0,000	0,00
960	16	54,7	242,376	242,376	0,000	0,00
1080	18	55,9	247,693	247,693	0,000	0,00
1200	20	57,4	254,339	254,339	0,000	0,00
1440	24	59,2	262,315	262,315	0,000	0,00
1680	28	61,3	271,620	271,620	0,000	0,00
1920	32	63,3	280,482	280,482	0,000	0,00
2160	36	65,3	289,344	289,344	0,000	0,00
2400	40	67,2	297,763	297,763	0,000	0,00
2640	44	69,2	306,625	306,625	0,000	0,00
2880	48	71,1	315,044	315,044	0,000	0,00
3360	56	74,2	328,780	328,780	0,000	0,00
3840	64	77,4	342,959	342,959	0,000	0,00
4320	72	80,5	356,696	356,696	0,000	0,00

