

Libéma Exploitatie B.V.

Uitbreiding Beekse Bergen

Waterhuishoudkundig plan

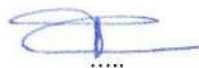
LIBÉMA EXPLOITATIE B.V.

Uitbreiding Beekse Bergen

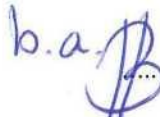
Waterhuishoudkundig plan

Projectnummer: ARC041-0912 / MVB
Rapportnummer: ARC041
Status: Concept
Datum: 01-03-2016

Opsteller:
Petra Thijs-Spee


.....

Verificatie:
Peter Geraats

b.a. 
.....

Validatie:
Peter v.d. Akker



Inhoudsopgave

Samenvatting	ix
1 Inleiding	1
1.1 Algemeen	1
1.2 Aanleiding.....	1
1.3 Doelstelling.....	1
1.4 Leeswijzer	1
2 Huidige situatie.....	3
2.1 Algemeen	3
2.2 Beschrijving plangebied	3
2.3 Maaivelhoogte	3
2.4 Bodem	4
2.4.1 Bodemopbouw.....	4
2.4.2 Bodemkwaliteit	4
2.4.3 Doorlatendheid	4
2.5 Grondwater	5
2.5.1 Geohydrologie	5
2.5.2 Grondwaterstanden.....	5
2.5.3 Peilbuizen SMA.....	7
2.5.4 Grondwatermodellering Haskoning	7
2.5.5 Conclusie GHG en GLG	9
2.5.6 Grondwaterstroming.....	9
2.6 Oppervlaktewater	9
2.7 Keur en overige beschermde gebieden	10
2.8 Riolering	11
3 Beleid en autonome ontwikkelingen	13
3.1 Beleidskaders.....	13
3.1.1 Europa	13
3.1.2 Nationaal.....	13
3.1.3 Provinciaal	13
3.1.4 Waterschap de Dommel.....	13
3.1.5 Gemeente Hilvarenbeek.....	15
3.2 Autonome ontwikkelingen	15
4 Planontwikkeling	17
4.1 Stedenbouwkundig plan	17
4.2 Dempden bestaande watergang.....	17
4.3 Ontgraving Savanne	18
5 Uitgangspunten watersysteem	21
5.1 Algemeen	21
5.2 Bodemeigenschappen	21
5.3 Verhard oppervlak	21
5.4 Waterbeheerders.....	22
5.5 Drooglegging/ontwatering	23

6	Inrichting Savanne	25
6.1	Algemeen	25
6.2	Ontgraving gracht	25
6.2.1	Ontwerp	25
6.2.2	Effectbepaling	25
6.2.3	Conclusie	28
6.3	Dempen Okavango	28
6.3.1	Ontwerp	28
6.3.2	Effectbepaling	29
6.3.3	Conclusies	29
7	Hemelwatersysteem	31
7.1	Algemeen	31
7.2	Hoogteplan	31
7.3	Afwateringsysteem	31
7.4	Bergingsopgave	34
8	Vuilwatersysteem	37
8.1	Algemeen	37
8.2	Gegevens persleiding en gemaal	37
8.3	Indicatieve analyse	37
8.4	Uitbreiding	38
8.5	Conclusie	38

Bijlagen

1	Huidige maaiveldhoogten en stedenbouwkundig ontwerp	1
2	Gegevens TNO-peilbuizen	3
3	Gegevens peilbuizen onderzoek SMA Zeeland BV	5
4	Geohydrologisch onderzoek Beekse Bergen, Haskoning 2010	7
5	Riooltekening	9

Tabellenlijst

Tabel 1: Ontgravingshoeveelheden gracht om savanne	18
--	----

Afbeeldingenlijst

Afbeelding 1: Situering plangebied Safariresort, inclusief indicatieve begrenzing recreatiepark Beekse Bergen	3
Afbeelding 2: Resultaten infiltratieonderzoek	5
Afbeelding 3: Situering TNO-peilbuizen	6
Afbeelding 4: Resultaten GHG en GLG bepaling van de TNO-peilbuizen	6
Afbeelding 5: Berekende GLG in de huidige situatie ten opzichte van maaiveld	8
Afbeelding 6: Berekende GLG in de huidige situatie ten opzichte van maaiveld	8
Afbeelding 7: Gegevens legger waterschap De Dommel	9
Afbeelding 8: Metingen oppervlaktewater	10
Afbeelding 9: Contouren beregeningsgebied conform de Keur 2015	10
Afbeelding 10: Contour beschermde gebieden Keur 2015	11

Afbeelding 11: Stedenbouwkundig ontwerp Safari Resort	17
Afbeelding 12: Situering te dempen watergang Okavango	18
Afbeelding 13: Situering Savanne A en B en gracht	19
Afbeelding 14: Overzicht verhard oppervlak	22
Afbeelding 15: Principedetail van de gracht tussen de savanne en de recreatiewoningen	25
Afbeelding 16: Ontwerp inrichtingsschets Safari Resort, behorende bij het Priovinciaal Inpassingsplan, datum 28 juni 2011 (links), Stedenbouwkundig ontwerp 02-02-2016 (rechts)	26
Afbeelding 17: Verandering GHG toekomstige situatie ten opzichte van de huidige situatie (+ = verhoging, - = verlaging)	27
Afbeelding 18: Verandering GLG toekomstige t.o.v. huidige situatie (+ = verhoging, - = verlaging)	27
Afbeelding 19: Globale ligging te dempen gedeelte Okavango	28

Samenvatting

Huidige situatie

Libéma B.V. is voornemens om een nieuw, kwalitatief hoogstaand product aan het bestaande Safaripark Beekse Bergen toe te voegen. Hierbij is gekozen voor een uniek concept van Safari Lodges rondom een tweetal savannes. Het bestaande park van Beekse Bergen wordt derhalve uitgebreid met verblijfsrecreatieve voorzieningen in een nieuw te realiseren Safari Resort mét verblijf voor Afrikaanse savannedieren. De nieuwe Afrikaanse savannes komen tegen de bestaande savanne aan de zuidzijde van het Safaripark te liggen, maar worden van elkaar gescheiden door een hekwerk. De uitbreiding wordt deels gerealiseerd op het huidige Safari Camp en deels in het bosgebied ten zuiden van Beekse Bergen.

Uit de keur blijkt dat het plangebied binnen de contouren beregeningsbeleid - invloedsgebied Natura 2000 met opheffen voorjaars- en uren verbod ligt. Hieraan zijn restricties verbonden ten aanzien van grondwateronttrekkingen. Verder ligt een deel van het gebied binnen een beekdal. Verder ligt het plan niet binnen een beschermd gebied.

De aanleg van Safaripark Beekse Bergen, met het graven van de watergangen en het aanleggen van dierverblijven en parkinfrastructuur, hebben geleid tot het nagenoeg geheel verdwijnen van de landduinen. Ten zuiden van het bosgebied hebben agrarische activiteiten geleid tot egalisatie van het oorspronkelijke reliëf ten behoeve van de landbouw. Binnen het resort zijn nog enkele landduinen aanwezig. De hoogte binnen het plangebied varieert van circa 14,5 m +NAP ter plaatse van de lager gelegen delen in het noordoosten tot circa 19 m +NAP in het zuidwesten. Vanaf het maaiveld tot een diepte van circa 15 m worden fijn tot grof zandige afzettingen aangetroffen, die behoren tot de Formatie van Boxtel. Lokaal komen binnen dit pakket leemhoudende lagen voor, die echter geen ononderbroken waterremmende lagen vormen. Dit pakket wordt beschouwd als deklaag en het eerste watervoerend pakket.

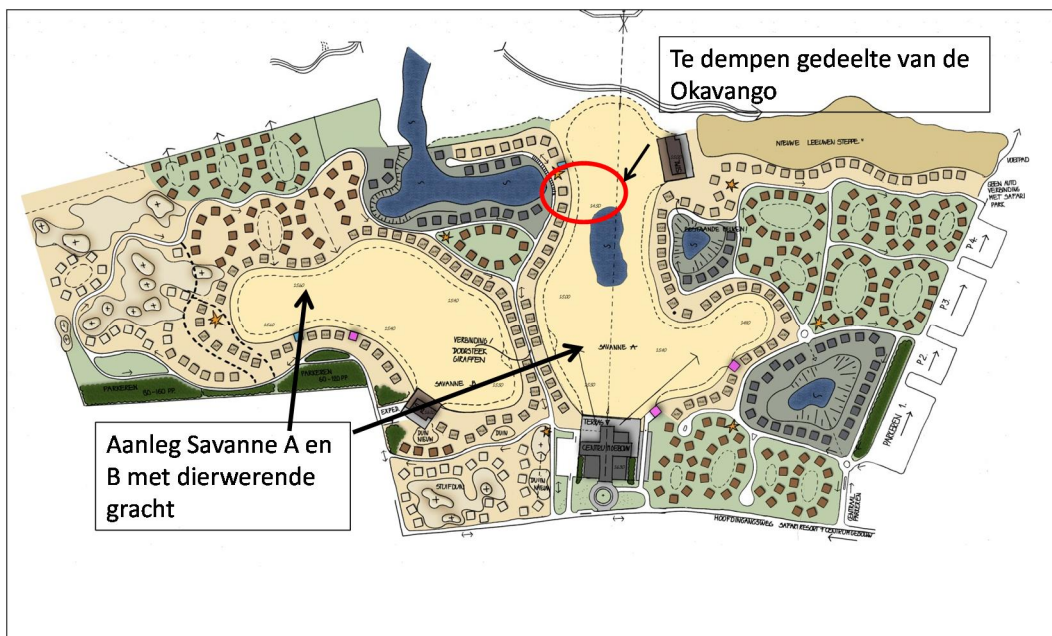
De aangetroffen milieuhygiënische gehalten in de grond zijn dusdanig gering dat ze geen risico's opleveren voor de volksgezondheid en het milieu. In het grondwater zijn matig verhoogde gehalten aan cadmium vastgesteld. Aangezien het plangebied is gelegen binnen de grootschalige diffuse verontreiniging van de Kempen dienen de consequenties ten aanzien van de matig verhoogde gehalten aan cadmium met de provincie Noord-Brabant worden bepaald.

De doorlatendheid van bodem bedraagt circa 0,5 m/dag. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in de bodem leem en verkitte lagen voorkomen, die mogelijk stagnatie van infiltrerend grondwater tot gevolg hebben.

De grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is globaal in zuidelijke richting. Uit de beschikbare informatie kan voor het plangebied een GHG worden gehanteerd die van 13,2 m +NAP (1,2 tot 1,4 m-mv) in het noordoosten oploopt tot 14,2 m +NAP (3 m-mv) in het zuidwesten. De GLG varieert van 12,6 tot 12,8 (1,6 tot 1,8 m-mv) in het noordoosten tot 13,4 tot 13,6 m +NAP (> 3m-mv) in het zuidwesten. Het oppervlaktewater binnen de Beekse Bergen bestaat uit een aantal gegraven plassen. De plassen (Okavango en een tweetal vijvers) ten westen van de N269 (17 ha) zijn sinds enkele jaren via een ondergronds buizenstelsel verbonden met de "grote" plas gelegen ten oosten van de N269 (59 ha). De "grote" plas ten oosten van de N269 staat in open verbinding met het Wilhelminakanaal. Hierdoor is het peil in deze plas gelijk aan het peil in het kanaal. Het waterpeil in de Okavango en de vijvers nemen het peil van het grondwater aan zijnde minimaal 12,1 en maximaal 14,8 m +NAP. De Beekse Bergen beschikken over een eigen rioleringssysteem dat bestaat uit een druk- en vacuümriolering. Deze riolering prikt in op het riool van Biest-Houtakker.

Planontwikkeling

Voor de realisatie van het Safari Resort wordt een andere fasering aangehouden dan de fases die in het kader van de ontheffingsverlening (fase 1 en 2) is gehanteerd. Realisatiefase 1 bestaat uit de realisatie van de savannes en de stallen. Hiervoor worden binnen het plangebied gronden ontgraven in de Savanne, bomen gekapt en wordt een deel van de bestaande waterplas Okavango gedempt. In een of meer volgende realisatiefasen worden het centrumgebouw en de verblijfsgebouwen gerealiseerd.



De ontgravingen in de Savanne en de gracht en het dempen van de Okavango hebben vrijwel geen invloed (enkele centimeters) op de grondwaterstand en stromingsrichting binnen het plangebied.

Ontwikkeling				Bestaande situatie	Verschil
	Verhard (m2)	Aantal	Totaal verhard (m2)	(m2)	(m2)
Recreatiewoningen (incl. terras)					
6-persoons	116	365	42231	0	42231
8 persoons	152	40	6080	0	6080
14-persoons	215	20	4307	0	4307
Stallen					
Grote Stal Noord					
Gebouw	-	-	1022	0	1022
Expositie	-	-	2221	0	2221
Grote Stal Zuid					
Gebouw	-	-	1098	0	1098
Expositie	-	-	1532	0	1532
Kleine stallen					
Gebouw	100	10	1000	0	1000
verharding om gebouw	100	10	1000	0	1000
Verkeer					
Wegen	-	-	14000	12500	1500
Parkeerplaatsen *					
p1	4500	200	1925	0	1925
P2	2250	100	963	0	963
P3	3375	150	1444	0	1444
P4	2250	100	963	0	963
Parkeerplaatsen (optioneel) *	6300	280	2646	0	2646
Totale verharding (incl. optioneel 280 plaatsen)			82430	12500	69930

* Parkeerplaats zelf wordt uitgerust met een halfverharding en de toegangsweg tot parkeerplaats met asfalt

Op basis van het stedenbouwkundig ontwerp is het verhard oppervlak globaal weergegeven. Het verhard oppervlak is gebaseerd op het ontwerp Stedenbouw-Totaal (Kragten, d.d. 02-02-2016, tek.nr.: 2016-0283). De totale uitbreiding van het verhard oppervlak bedraagt circa 69.930 m². Hierbij dient te worden opgemerkt dat de parkeerplaatsen zelf met een halfverharding worden uitgerust. De aanrijweg naar de parkeerplaatsen wordt wel met asfalt uitgerust.

Wateropgave

Vanwege de sterke geaccidenteerdheid van het terrein en ingesloten laagten wordt de projectie van de recreatievoorzieningen, opstallen en ontsluitingen afgestemd teneinde mogelijke wateroverlast te voorkomen. Langs de vijvers worden bouwpeilen gerealiseerd boven een niveau van 15,00 m + NAP. De afwatering van verharding naar de natuurlijke infiltratie- en transportvoorzieningen dient in het maaiveldverloop te zijn gewaarborgd. Bij het tijdelijk niet goed functioneren van de voorzieningen of bij zeer extreme neerslaggebeurtenissen ($T > 100$) mag het water tijdelijk op het maaiveld komen. Echter dient te worden voorkomen dat water de recreatievoorzieningen en opstallen instroomt.

Door de huidige hoogteverschillen in het terrein kan hemelwater niet overal vrij afstromen richting het oppervlaktewater. Om dit toch mogelijk te maken worden plaatselijk terreinmodellerings uitgevoerd en relatief ondiepe greppels gegraven. Met name aan de randen van het resort is het niet altijd mogelijk om het water op een aanvaardbare wijze naar de gracht te transporteren. Voor deze gebieden wordt het regenwater in natuurlijke en/of kunstmatig laagten geborgen en geïnfiltreerd. Vanwege de vrije afwatering en grote afstrooimengtes in het gebied infiltreert een groot deel van het neerslagwater onderweg en komt daardoor niet in de gracht terecht. De greppels hebben binnen het uitbreidingsgebied een van nature bodemfilterwerking (licht humeus en lemig zandpakket met grasbegroeiing). Hierdoor wordt het water van het verhard oppervlak al voorbehandeld.

In de gracht kan een totale berging van 5.280 m³ worden gerealiseerd. Hierbij is rekening gehouden met:

- Een gemiddelde GHG van 13,6 m +NAP over het gehele traject van de gracht.
- Een waakhoogte in de gracht van 0,5 m.

Uitgaande van een verhard oppervlak van 69.930 m² bedraagt de berging in de gracht 75 mm. Dit is ruim voldoende om extreem grote neerslaghoeveelheden te kunnen bergen, ook bij een gevoeligheidsfactor van 1 voor het gehele plangebied.

Algemeen geldt dat indien de definitieve situering van de woningen en de infrastructuur bekend is, een afstromingssimulatie voor een neerslaggebeurtenis wordt gemaakt die eenmaal in de 100 jaar voorkomt. Deze simulatie laat zien of mogelijk binnen het plangebied alsnog knelpunten ontstaan. Indien knelpunten ontstaan worden deze opgelost door maaiveldaanpassingen of het plaatselijk verhogen van de bouwpeilen van de recreatiewoningen ter plaatse van deze knelpunten. Op basis van de huidige hoogten is het niet uit te sluiten dat tijdens extreme buien hemelwater vanuit het resort naar het aangrenzende gebied stroomt. Echter het aangrenzende gebied bestaat uit bos en is in eigendom van Libéma. Hierdoor vind geen afwenteling naar derden plaats.

Voor de riolering dient de capaciteit van het gemaal verhoogd te worden. De benodigde opvoerhoogte ter plaatse van het hoofdgemaal van de Beekse Bergen komt dan hoger te liggen dan de bestaande pompen kunnen leveren, uitgaande van de bestaande leiding van de Beekse Bergen en aansluiting op de leiding van waterschap De Dommel. De bestaande pompinstallatie is niet in staat deze druk te leveren. Verwacht wordt dan ook dat deze pompen vervangen moeten worden. De leiding kan in principe gehandhaafd blijven. De elektrische besturingscomponenten moeten daarbij mogelijk ook verzaagd of vervangen worden. Dat is echter op dit moment nog niet te bepalen en zal later met een leverancier nader afgestemd moeten worden. Er is nog niet beschouwd of het bergen van vuilwater in het stelsel en met name de pompputten nog een alternatief oplevert waarbij de pompen niet gewijzigd hoeven te worden.

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van Libéma Exploitatie B.V. heeft Kragten een waterhuishoudkundig plan opgesteld. Het waterhuishoudkundig plan behandelt de verschillende wateraspecten ten behoeve van de realisatie van de uitbreiding van de Beekse Bergen.

1.2 Aanleiding

Het onderscheidend vermogen van het park Beekse Bergen neemt langzaam maar zeker af. Hierdoor kunnen de bezoekersaantallen in de toekomst teruglopen, wat voor de rentabiliteit van Beekse Bergen nadelig uit zal pakken. Gezocht is dan ook naar nieuwe en kwalitatief hoogwaardige producten die kunnen worden toegevoegd aan het park en die aansluiten bij het huidige park. Belangrijk hierbij is het bereiken van een kwaliteitsverbetering en het garanderen van de continuïteit van Beekse Bergen, zodat dit een verrijking van het toeristisch product in de regio vormt. Beekse Bergen zal worden uitgebreid met verblijfsrecreatieve voorzieningen in de vorm van zogenaamde Safari Lodges binnen het nieuw te realiseren Safari Resort. Daarbij worden tevens twee nieuwe dierverblijven aangelegd (twee stallen en savannes).

1.3 Doelstelling

Ten behoeve van de bovengenoemde ontwikkeling dient inzicht te worden verkregen in het functioneren van het huidige (geo)hydrologisch systeem en de mogelijkheden om in de toekomstige situatie, binnen het plangebied, zo duurzaam mogelijk met het gehele watersysteem bestaande uit grondwater, hemelwater en oppervlaktewater om te gaan. Daarnaast wordt inzicht gegeven in hoe om te gaan met droogweerafvoer (dwa).

1.4 Leeswijzer

Het rapport is als volgt opgebouwd:

- In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie van het plangebied verder omschreven, inclusief de verrichtte veldwerkzaamheden.
- Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van het beleid en autonome ontwikkelingen.
- Hoofdstuk 4 geeft inzicht in de planontwikkelingen gerelateerd aan het aspect water.
- In hoofdstuk 5 worden de uitgangspunten van hemelwatersysteem besproken.
- Hoofdstuk 6 geeft een uiteenzetting van de effecten van de inrichting op het watersysteem.
- In hoofdstuk 7 wordt het beschreven hoe het hemelwater wordt opgevangen, geborgen en afgevoerd.
- Hoofdstuk 8 gaat in op het vuilwatersysteem.

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 veldmetingen.

2.2 Beschrijving plangebied

Beekse Bergen ligt tussen Tilburg en Hilvarenbeek. Het recreatiepark wordt doorsneden door de provinciale weg N269 en een parallelweg daarvan, de Tilburgseweg. Het plangebied is gelegen ten zuiden van het bestaande safaripark Beekse Bergen en ten westen van de N269. In onderstaande afbeelding (afbeelding 2) is de situering van het recreatiepark én het safariresort weergegeven. Het bestemmingsplangebied, omvat de grenzen van de Beekse Bergen en heeft een totale oppervlakte van 315 ha. Op afbeelding 1 is de begrenzing van het plangebied aangegeven. De uitbreiding van de Beekse Bergen vindt aan de zuidwestzijde plaats onder de naam "Safari Resort" en heeft een oppervlakte van circa 48 ha.

Afbeelding 1: Situering plangebied Safariresort, inclusief indicatieve begrenzing recreatiepark Beekse Bergen



Het plangebied ligt niet in de directe omgeving van een Natura2000 gebied of beschermingsgebied in het kader van de Water Provinciale Milieuverordening

2.3 Maaivelhoogte

Het uitbreidingsgebied is behoorlijk geaccidenteerd. Het laagst gelegen gedeelte ligt in het noordoosten met hoogtes tussen de 14,5 m +NAP en 15 m +NAP. De hoogste delen liggen in het zuidwesten met waarden tussen de 17 m +NAP en 18 m +NAP. Binnen het gebied zijn meerdere waterscheidingen aanwezig waardoor een deel van het gebied afwatert op open water, een deel afwatert op ingesloten terreinlaagtes en een deel afwatert op het terrein buiten het uitbreidingsgebied. Een overzicht van de bestaande hoogten is opgenomen in bijlage 1.

2.4 Bodem

2.4.1 Bodemopbouw

Het plangebied is gelegen binnen de geomorfologische eenheid “landduinen met bijbehorende laagten en vlakken”. In de Noord-Brabantse zandgebieden zijn deze landduinen naar verwachting op natuurlijke wijze ontstaan, rond het begin van het jaar 1000 n. Chr. In Nederland kwamen destijds regelmatig sterke stormen voor. In combinatie met langdurige perioden van grote droogte en verlaging van de grondwaterspiegel konden deze stormen leiden tot verstuiving van de schaars begroeide zandgebieden (Jungerius, 2009). In natuurlijke luwten en bij struikjes en andere begroeiing werd het zand weer afgezet en ontstonden duinen. Op plekken waar het zand sterk onder invloed van de wind stond, werden laagtes uitgeblazen. Op dergelijke wijze kon een afwisseling van hogere duinen en laaggelegen vlaktes ontstaan. Binnen de uitbreidingslocatie en het aangrenzend bosgebied zijn de landduinen en laagten nog steeds goed zichtbaar aan de hoogteverschillen in het terrein, zie bijlage 1.

Ten noorden en zuiden van de uitbreidingslocatie is de oorspronkelijke geomorfologie (deels) verstoord. De aanleg van Safaripark Beekse Bergen, met het graven van de watergangen en het aanleggen van dierverblijven en parkinfrastructuur, hebben geleid tot het nagenoeg geheel verdwijnen van de landduinen. Ten zuiden van het bosgebied hebben agrarische activiteiten geleid tot egalisatie van het oorspronkelijke reliëf ten behoeve van de landbouw.

Binnen de kartering van Alterra (www.bodemdata.nl), is de bovengrond ingedeeld bij de Duinvaaggronden (Zd21). Duinvaaggronden zijn gronden van overwegend leemarm en zwak lemig fijn zand.

2.4.2 Bodemkwaliteit

Voor het plangebied is de milieu hygiënische kwaliteit van de bodem onderzocht. De resultaten van dit onderzoek worden onderstaand kort beschreven.

Grond

Uit het bodemonderzoek blijkt dat in de bovengrond licht verhoogde gehalten aan PAK en plaatselijk een licht verhoogd gehalte aan cadmium is vastgesteld. In de ondergrond is in een monster een licht verhoogd gehalte aan cadmium vastgesteld. De aangetroffen gehalten in de grond zijn dusdanig gering dat ze geen risico's opleveren voor de volksgezondheid en het milieu. Nader onderzoek naar aanleiding van de aangetroffen gehalten is dan ook niet noodzakelijk.

Grondwater

In het grondwater zijn matig verhoogde gehalten aan cadmium vastgesteld. Aangezien het plangebied is gelegen binnen de grootschalige diffuse verontreiniging van de Kempen dienen de consequenties ten aanzien van de matig verhoogde gehalten aan cadmium met de provincie Noord-Brabant te worden bepaald.

2.4.3 Doorlatendheid

Ter plaatse van het plangebied is door SMA Zeeland B.V. een infiltratieonderzoek uitgevoerd. De resultaten van het infiltratieonderzoek van 10 juni 2010 uitgevoerd door SMA Zeeland B.V. zijn resumerend weergegeven in afbeelding 2.

Afbeelding 2: Resultaten infiltratieonderzoek

Locatie	K-waarde bij $i = 1$ (m/dag)	Textuur (zand)	Opmerking
inf 1a	0,30	zeer fijn, zwak siltig	strooisellaag verwijderd, opgebrachte grond
inf 1b	0,90	zeer fijn, zwak siltig	strooisellaag verwijderd, geroerde bodem
inf 2a	0,35	matig fijn, zwak siltig	graszode verwijderd, geroerde grond
inf 2b	0,07	leem	ring op leemlaag 25 cm -mv
inf 3a	0,50	zeer fijn, matig siltig	strooisellaag verwijderd
inf 3b	1,30	zeer fijn, matig siltig	strooisellaag verwijderd
inf 3c	0,15	zeer fijn, matig siltig	strooisellaag verwijderd
inf 4a	0,004	zeer fijn, matig siltig	ring op maaiveld, half verkitte bodem
inf 4b	stagnerend	zeer fijn, sterk siltig	zode verwijderd, leeminsluitingen, geroerde bodem
inf 4c	0,004	zeer fijn, matig siltig	zode verwijderd, half verkitte en geroerde bodem

Uit dit onderzoek blijkt dat de doorlatendheid van de bodem sterk varieert tussen de 0,004 en 1,4 m/dag. Voor berekeningen wordt geadviseerd een verticale k-waarde te hanteren van ten hoogste 0,5 m/dag. Deze waarde geldt voor zandhorizonten van voldoende dikte zonder waterremmende horizonten (leemlenzen, verkitte lagen e.d.).

2.5 Grondwater

2.5.1 Geohydrologie

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. De geohydrologische basis is een slecht doorlatende laag, die vanwege de dikte en/of opbouw vrijwel ondoorlatend is.

Vanaf het maaiveld tot een diepte van circa 15 m worden fijn tot grof zandige afzettingen aangetroffen, die behoren tot de Formatie van Boxtel. Lokaal komen binnen dit pakket leemhoudende lagen voor, die echter geen ononderbroken waterremmende lagen vormen. Dit pakket wordt beschouwd als deklaag en het eerste watervoerend pakket.

Van 15 m-mv tot een diepte van circa 45 m-mv worden vervolgens de pleistocene rivierafzettingen van de Formatie van Sterksel aangetroffen. Deze formatie bestaat voornamelijk uit matig fijn tot matig grof zand, met plaatselijk een grindhoudende bijmenging. Lokaal wordt op een diepte van circa 20 en 35 m-mv een kleilaag aangetroffen behorende tot de Sterksel klei. Deze formatie wordt beschouwd als het 2e watervoerend pakket.

Vanaf een diepte van circa 50 m-mv tot een diepte van circa 85 m-mv wisselen zandige klei en uiterst fijn tot matig grof zand elkaar af. Deze afzettingen behoren tot de Formatie van Waalre. Hieronder komt een kleilaag voor behorende bij de Formatie van Maassluis, behorende tot de geohydrologische basis.

2.5.2 Grondwaterstanden

TNO-NITG voert het databaseer van in de omgeving aanwezige grondwaterpeilputten waarin de grondwaterstand in het eerste watervoerende pakket wordt gemonitord. In en rond het plangebied is de grondwaterstand in verschillende TNO-peilbuizen gemeten (afbeelding xx).

Uit deze metingen is een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) bepaald, zie afbeelding 3. Het totale overzicht van de meetgegevens van de TNO-peilbuizen is opgenomen in bijlage 2. Bij de peilbuizen B50F0627 en B50F0669 is de meetreeks korter dan de minimale meetperiode van acht jaar om een goede GHG en GLG te kunnen bepalen. Voor peilbuis B50F0628 geldt dat van deze peilbuis onvoldoende meetgegevens zijn om de GHG en GLG te kunnen bepalen.

Afbeelding 3: Situering TNO-peilbuizen



Afbeelding 4: Resultaten GHG en GLG bepaling van de TNO-peilbuizen

Locatie	Filternummer	X-coördinaat	Y-coördinaat	Maaiveldhoogte	Bovenkant filter	Onderkant filter	GLG	GHG	Periode	
		[m]	[m]	[m + N.A.P.]	[m + N.A.P.]	[m + N.A.P.]	[m + N.A.P.]	[m + N.A.P.]	Start	Einde
B50F0429	001	134966	391778	15,30	10,60	8,60	13,26	14,24	15-01-1997	29-12-2004
B50F0430	001	134940	391630	15,50	3,50	0,50	13,43	14,52	01-01-1997	29-12-2004
B50F0627	001	135390	392680	13,58			12,35	12,56	28-04-1966	14-12-1973
B50F0628	001	135120	392420				onv. metingen	onv. metingen	v. metingen	v. metingen
B50F0665	001	135620	392920	13,83	11,83	10,83	12,16	13,07	09-01-1997	30-12-2004
B50F0666	001	136240	392920	14,45	12,79	11,79	12,30	12,98	09-01-1997	30-12-2004
B50F0669	001	135325	391625	15,70	14,59	12,59	13,30	13,59	15-07-2004	29-12-2004
B50F0670	001	136210	391930	15,30	12,57	11,57	12,42	13,36	09-01-1997	30-12-2004

Rode getallen: reeks is korter dan 8 jaar

Binnen de uitbreidingscontour ligt put B50F0670 met het filter in het watervoerende pakket 1A. Uit de resultaten van afbeelding xx blijkt dat ter plaatse van peilbuis B50F0670 de GLG circa 12,4 m +NAP bedraagt en de GHG 13,4 m +NAP.

Het water in de deklaag volgt meestal de stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerende pakket. Verschillen in de stijghoogte tussen het eerste watervoerende pakket en het grondwater in de deklaag kunnen optreden. Na-ijlings- en vertragingseffecten, percolatieremmende lagen e.d. kunnen (kleine) verschillen veroorzaken.

2.5.3 Peilbuizen SMA

Door SMA Zeeland B.V. zijn in september 2008 en maart 2010 grondwaterstijghoogten gemeten in peilbuizen die verspreid over het uitbreidingsgebied zijn geplaatst (zie bijlage 3). De filters van deze buizen bevinden zich in het watervoerend pakket 1A. De buizen 1 t/m 6 zijn tweemaal gemeten, in september 2008 en in maart 2010. De grondwaterstanden in september 2008 varieerden tussen de 12,80 m +NAP en 12,98 m +NAP. De grondwaterstanden in maart 2010 varieerden tussen de 13,71 m +NAP en 14,14 m +NAP.

De langjarige gemiddelde stand in september respectievelijk maart van put B50F0670 is 12,44 m +NAP en 13,17 m +NAP. De buizen van SMA meten, in vergelijking met put B50F0670, tijdens de twee meetrondes hogere grondwaterstanden (circa 40 cm hoger). De hoogst gemeten grondwaterstand ter plaatse van put B50F0670 bedraagt 13,95 m +NAP. Deze grondwaterstand is gemeten op 3 april 1999, zie bijlage 2. De oorzaak van de verschillen in stijghoogten tussen put B50F0670 en de metingen van SMA zijn op basis van de beschikbare gegevens niet goed te verklaren.

2.5.4 Grondwatermodellering Haskoning

In het kader van de uitbreiding van de Beekse Bergen is door Royal Haskoning¹ een grondwatermodellering uitgevoerd. Het regionale grondwatermodel van het waterschap De Dommel is als basis gebruikt. Voor de Beekse Bergen is een deelmodel vervaardigd toegespitst op de plaatselijke situatie.

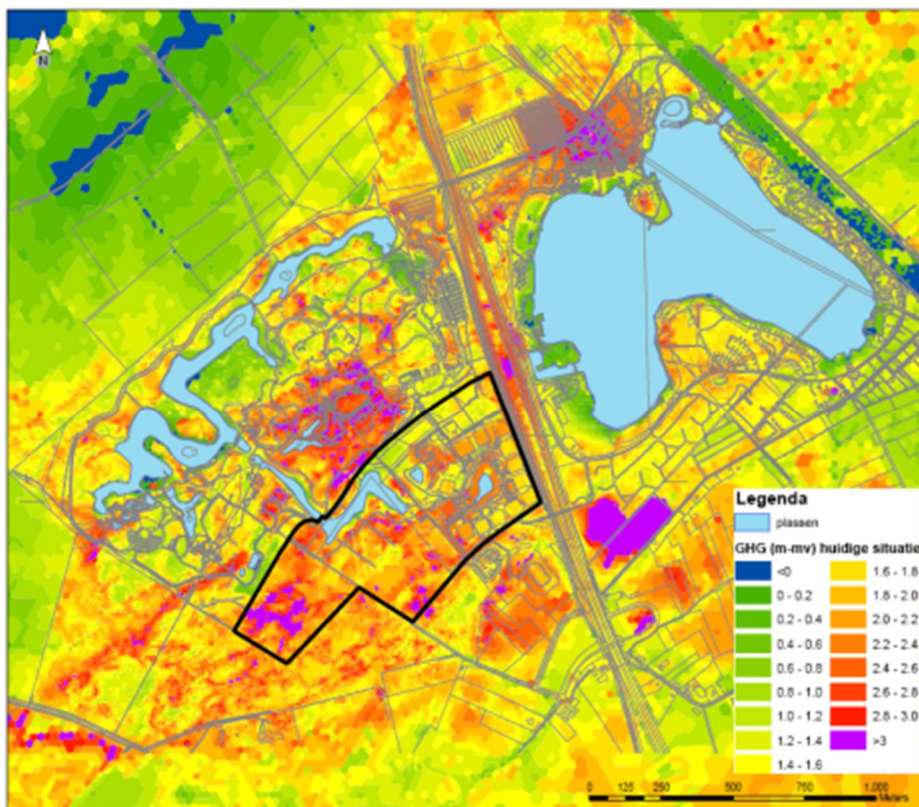
Voor de bestaande situatie zijn berekeningen uitgevoerd die resulteren in kaarten met de gemiddeld hoogste (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstanden (GLG). Het rapport van Royal Haskoning is als bijlage 4 bijgevoegd. De hoogste GHG's zijn te vinden in het noordoostelijk deel van de uitbreiding (1,2 m -mv) en de laagste in het zuidwestelijk gedeelte (> 3 m -mv).

Door Royal Haskoning is voor de Beekse Bergen een grondwatermodel gemaakt dat gebaseerd is op het regionale "Dommelmodel". Dit model omvat het gehele beheergebied van het waterschap De Dommel. Het basismodel is voor de locatie verder gedetailleerd. Het model is gekalibreerd aan de hand van tijdstijghoogtegegevens uit DINO, aan de hand van metingen in aanvullend geplaatste peilbuizen en aan de hand van metingen van open waterpeilen.

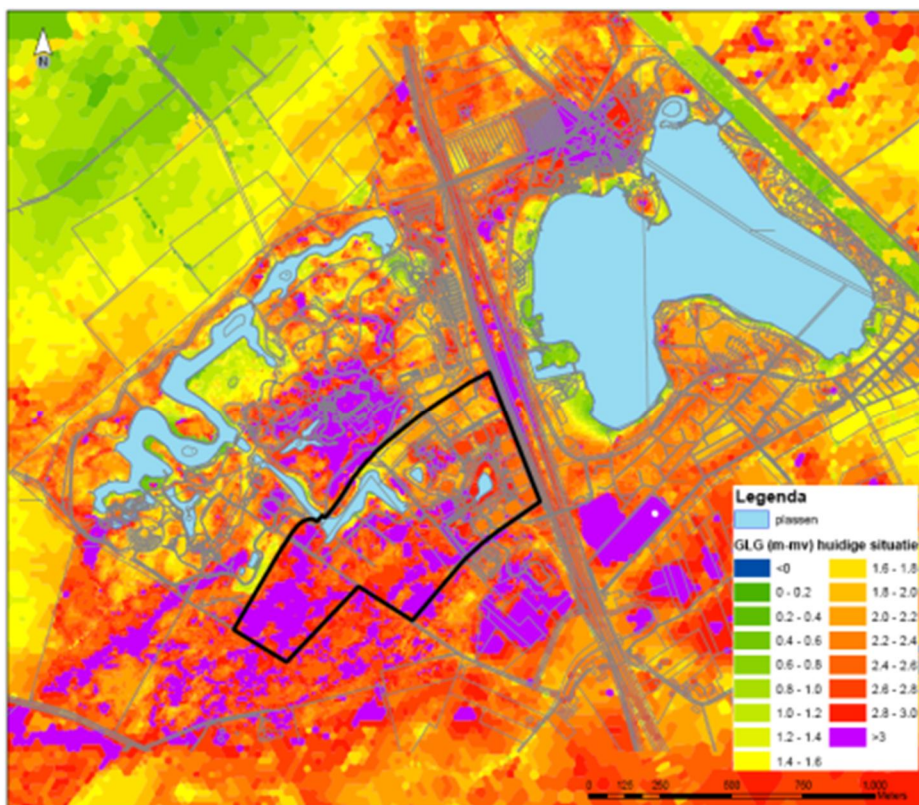
Op basis van het stationaire model zijn tijdsafhankelijke berekeningen uitgevoerd. Voor de neerslag en verdamping is gebruik gemaakt van een synthetisch TNO-jaar. Dit synthetisch jaar betreft geen werkelijk gemeten serie neerslag en verdamping maar een door TNO samengestelde reeks. Op basis van deze synthetische reeks zijn de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) ten opzichte van m-mv berekend, zie afbeeldingen 5 en 6. Een toelichting op de modelberekening en resultaten is opgenomen in bijlage 4.

¹ "Geohydrologisch onderzoek Beekse Bergen, Royal Haskoning, 9 september 2010, rap.nr.: 9T7641A0

Afbeelding 5: Berekende GLG in de huidige situatie ten opzichte van maaiveld



Afbeelding 6: Berekende GLG in de huidige situatie ten opzichte van maaiveld



2.5.5 Conclusie GHG en GLG

Uit de beschikbare informatie kan voor het plangebied een GHG worden gehanteerd die van 13,2 m +NAP (1,2 tot 1,4 m-mv) in het noordoosten oploopt tot 14,2 m +NAP (3 m-mv) in het zuidwesten. De GLG varieert van 12,6 tot 12,8 (1,6 tot 1,8 m-mv) in het noordoosten tot 13,4 tot 13,6 m +NAP (> 3m-mv) in het zuidwesten.

2.5.6 Grondwaterstroming

Uit het isohypsenpatroon van de TNO Grondwaterkaart (Kaartblad 44 en 500/51 en 57W) kan worden afgeleid dat de regionale grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket globaal in zuidelijke richting is. De stromingsrichting van het freatisch grondwater, in de matig fijn zandige deklaag, wordt mede bepaald door de aanwezigheid van lokale ontwateringsmiddelen, zoals de waterplassen in het safaripark.

2.6 Oppervlaktewater

In de directe omgeving van het plangebied lopen enkele leggerwatergangen. De situering van deze watergangen is weergegeven in afbeelding 7.

Afbeelding 7: Gegevens legger waterschap De Dommel



Het oppervlaktewater binnen de Beekse Bergen bestaat uit een aantal gegraven plassen (zie bijlage 4). De plassen ten westen van de N269 (17 ha) zijn sinds enkele jaren via een ondergronds buizenstelsel verbonden met de "grote" plas gelegen ten oosten van de N269 (59 ha). De "grote" plas ten oosten van de N269 staat in open verbinding met het Wilhelminakanaal. Hierdoor is het peil in deze plas gelijk aan het peil in het kanaal. Rijkswaterstaat hanteert een streefpeil ter plaatse van 12,5 m +NAP. Het peil van oppervlaktewater, gelegen binnen de uitbreiding, is door SMA Zeeland tweemaal gemeten, zie afbeelding 8. Het betreft open water met de naam Okavango en de meest oostelijk gelegen vijver.

Afbeelding 8: Metingen oppervlaktewater

Locatie	19-09-2008 [m+ NAP]	10-03-2010 [m + NAP]
Okavango	12,94	13,82
Vijver	12,79	13,66

De gemeten waterstanden zijn nagenoeg gelijk aan de in de nabij gelegen peilbuizen gemeten grondwaterstanden. Van de andere plassen zijn voor zo ver bekend geen gemeten peilen beschikbaar. De plassen zijn grondwatergestuurd en zijn te typeren als semi-geïsoleerd oppervlaktewater. Op de plassen wordt geen stedelijk water danwel landelijk water direct of indirect geloosd en/of geborgen. Daarnaast heeft het oppervlaktewater geen functie als transportmedium.

In het kader van de grondwatermodellering is aangenomen dat de peilen van de grote plas, het kanaal en overige plassen gelijk is aan het kanaalpeil. Voor het oppervlaktewater Okavango strookt deze aanname niet met de gemeten peilen. Voor de watertoets is aangenomen dat de waterpeilen van Okavango met aangelegen plassen en de vijver binnen de uitbreiding ongeveer de grondwaterfluctuatie volgen.

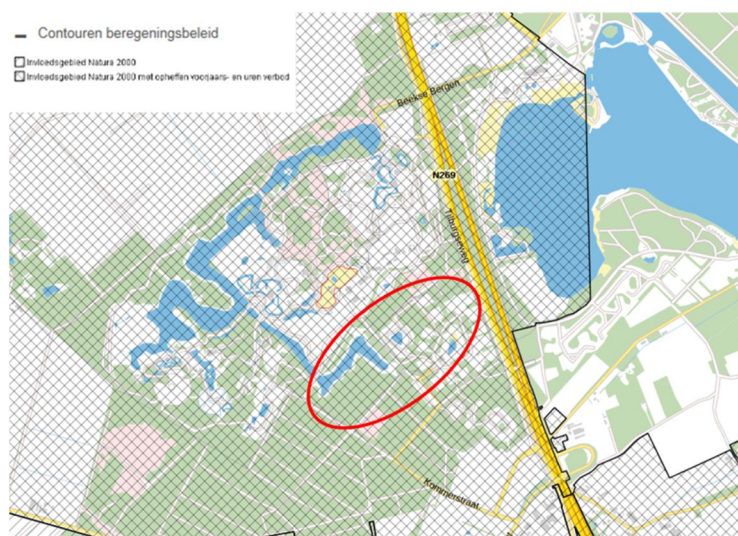
Dit betekent dat naar inschatting rekening moet worden gehouden met:

- Extreem laag peil van 12,15 m +NAP.
- Gemiddeld peil van 13,15 m +NAP.
- Gemiddeld hoog peil van 13,80 m +NAP.
- Extreem hoog peil van 14,80 m +NAP.

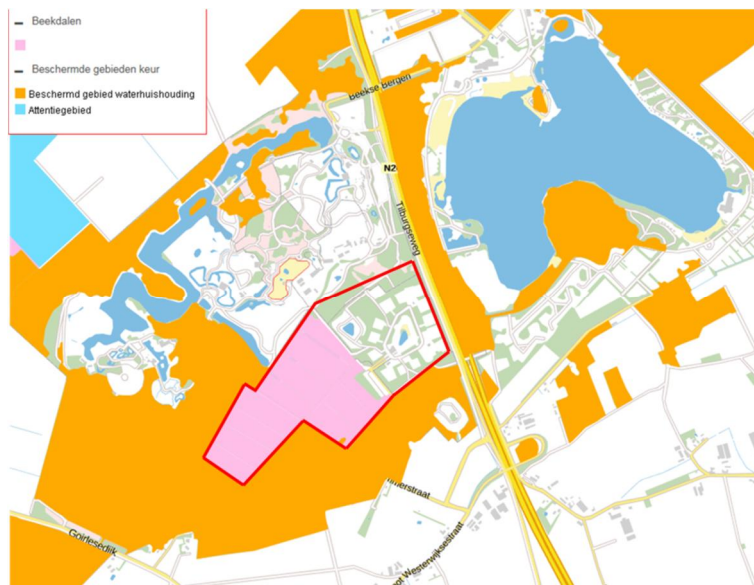
2.7 Keur en overige beschermde gebieden

In de afbeeldingen 9 en 10 is de Keur 2015 weergegeven met de beschermde gebieden. Uit de keur blijkt dat het plangebied binnen de contouren beregeningsbeleid - invloedsgebied Natura 2000 met opheffen voorjaars- en urenverbod ligt. Verder ligt een deel van het gebied binnen een beekdal. De restricties ten aanzien van deze gebieden zijn opgenomen in paragraaf 3.1.4.

Afbeelding 9: Contouren beregeningsgebied conform de Keur 2015



Afbeelding 10: Contour beschermde gebieden Keur 2015



Binnen het plangebied liggen geen beschermde gebieden zoals aangeduid in het Provinciaal milieu- en waterplan 2016-2021.

2.8 Riolering

De Beekse Bergen beschikken over een eigen rioleringssysteem dat bestaat uit een druk- en vacuümriolering. Deze riolering prikt in op het riool van Biest-Houtakker.

3 Beleid en autonome ontwikkelingen

3.1 Beleidskaders

Onderstaand zijn de beleidskaders op het gebied van water geschetst en in welke mate zij voor het plangebied van toepassing zijn.

3.1.1 Europa

Kaderrichtlijn Water

Europese richtlijn gericht op het verbeteren van de kwaliteit van de watersystemen. Hierbij gaat het met name om vermindering van lozingen, duurzaam watergebruik en het terugdringen van grondwaterverontreiniging. Bij de verdere uitwerking van het waterhuishoudkundig verhaal wordt ervoor gezorgd dat afstromend hemelwater van verdachte oppervlakten niet rechtstreeks in oppervlaktewateren kan komen.

3.1.2 Nationaal

Nationaal bestuursakkoord water

Nederland leeft met water. Dat wil zeggen meer ruimte voor water, waterschappen en diverse overheidslagen werken samen aan een duurzaam watersysteem. Bij de verdere planuitwerking is het creëren van een duurzaam watersysteem een van de uitgangspunten.

Waterwet

De Waterwet regelt het beheer van oppervlakte- en grondwater en verbetert de samenhang tussen water en ruimtelijke ordening. De doelen uit deze beleidslijn zijn overgenomen in de regionale belangen.

Nationaal waterplan 2016-2021

Dit plan geeft de hoofdlijnen, principes en richting van het nationale waterbeleid aan. Dit plan geeft de gewenste ontwikkelingen, benodigde en gewenste maatregelen. De ambities en doelen uit deze beleidslijn zijn overgenomen en verankerd in de regionale plannen, zoals het waterbeheerplan van waterschap de Dommel en Provinciaal Milieu- en Waterplan 2016-2021.

Stroomgebied beheersplan Maas 2016-2021

In het stroomgebied beheerplan van de Maas zijn de nationale doelen en ambities doorvertaald naar gebiedsgerichte maatregelen. Hierbij is het meekoppelen met andere wateropgaven, natuur, recreatie, cultuurhistorie en een integrale projectaanpak de regel. Hierbij is synergie gezocht tussen de verschillende programma's zoals veiligheid, zoetwatervoorzieningen, KRW, Natura 2000 en het Waterbeheer 21^e eeuw.

3.1.3 Provinciaal

Provinciaal Milieu- en Waterplan 2016-2021

De zorg voor een duurzaam schone en veilige fysieke leefomgeving staat centraal in dit plan, waarbij de milieu- en wateropgave wordt geïntegreerd. Welzijn en gezondheid voor de inwoners staat hierbij voorop. Daar wordt op gestuurd.

3.1.4 Waterschap de Dommel

Waterbeheerplan 2016-2021, Waardevol water

In het waterbeheerplan zijn wateropgaven geformuleerd ten aanzien van "Water in bebouwde omgeving", "Water en bedrijven", "Water en landbouw" en "Water en natuur". Met name de wateropgave voor "Water in bebouwde omgeving" is voor de planontwikkeling van toepassing.

Het waterschap en de gemeente staan voor waterrobuust en klimaatbestendig handelen bij het beheer van de openbare ruimte en (her)ontwikkelen van de gebouwde omgeving. Klimaat, gezondheid en waterbeleving spelen daarbij een hoofdrol. Zowel inwoners als het waterschap leveren een bijdrage aan de wateropgaven, zijnde het vergroten van de waarde van water in de leefomgeving.

In het beheerplan staat een klimaatbestendige en waterrobuuste omgeving omschreven als:

- Waar na hevige regen, ondanks water op straat, winkels en woningen droog blijven, mensen en diensten de hoofdwegen kunnen blijven gebruiken en de gezondheid niet bedreigd wordt.
- Waar aantasting van funderingen, ongelijkmatige zetting en schade aan groen als gevolg van een te lage of te hoge grondwaterstand worden voorkomen.
- Waarin inwoners en ontwikkelende partijen de momenten van ruimtelijke (her)inrichting en beheer benutten om de stad aantrekkelijker te maken en tegelijkertijd stedelijke water- en klimaatopgaven voor de lange termijn te realiseren.
- Waarin inwoners oog hebben voor de samenhang tussen de belevingswaarde en de gebruikswaarde van water (waterbewustzijn). Ook hebben ze kijk op de samenhang tussen hemelwater, oppervlaktewater, grondwater en afvalwater.
- Waar groen en blauw worden ingezet voor verhoging van de kwaliteit van de leefomgeving en tegelijkertijd voor het bergen van hemelwater, het vasthouden van water in droge perioden en het temperen van hitte (hittestress).

Keur waterschap de Dommel 2015

Op dit plan zijn de volgende beleidsregels uit de Keur van toepassing:

- Beleidsregel Dempfen en graven oppervlaktewaterlichaam (artikel 6):
Het doel van deze beleidsregel is om wateroverlast, danwel watertekort te voorkomen. Een demping mag niet leiden tot een afname van de benodigde bergingscapaciteit van het watersysteem, tenzij deze maatregel is gericht op verbetering van het watersysteem. Een deel van het plan wordt aangegeven als beekdal. Een beekdal betreft een kwelgebied in de AHS die, hydrologisch gezien, tot de meest waardevolle gebieden van het beheersgebied van het waterschap kunnen worden gerekend. Echter zoals besproken in overleg met waterschap De Dommel, 1 juni 2015, heeft het waterschap aangegeven dat deze zonering per abuis is opgenomen in de Keur.
- Beleidsregel versnelde afvoer door toename en afkoppelen van verhard oppervlak (artikel 13)
In deze beleidsregel wordt uitleg gegeven over hoe het waterschap omgaat met hemelwaterlozingen bij een toename van verhard oppervlak en afgekoppeld verhard oppervlak. Hierbij gelden de volgende principes: niet afwentelen, stroomgebiedbenadering en de trits vasthouden-bergen-afvoeren.
- Beleidsregel Grondwater (artikel 22)
Hiervoor geldt, conform artikel 22.8 dat in het algemeen geldt dat de nadruk ligt op alternatieven gebruiken boven grondwater. Als het gebruik van grondwater toch onvermijdelijk is dan dient dit zo zuinig mogelijk te gebeuren en dient het gebruik van grondwater ter plaatse te worden gecompenseerd. Het plangebied ligt binnen het invloedsgebied Natura 2000. In het beginsel worden in deze gebieden geen nieuwe vergunningen voor beregening verleend. Uitgegaan moet worden van de bestaande situatie en het al dan niet beschikbaar zijn van een bestaande vergunning. Bestaande grondwateronttrekkingen mogen niet worden verplaatst. Grasland mag niet worden beregend voor 1 juni en in juni en juli niet tussen 11.00 en 17.00 uur. In de periode van 1 januari tot 1 juni mag grasland beregend worden in voornoemde periode binnen 48 uur na een emissiearme bemestingsmethode met dierlijke mest. Bestaande putten mogen worden verplaatst vanuit de beschermde gebieden waterhuishouding naar de attentiegebieden en invloedsgebieden Natura 2000. Bestaande putten mogen ook worden verplaatst binnen de attentiegebieden en invloedsgebieden Natura 2000 indien de afstand tot de beschermde gebieden waterhuishouding daarmee wordt vergroot (afwaartse beweging). Verplaatsing van de put is ook mogelijk naar een locatie buiten de beschermde gebieden waterhuishouding, attentiegebieden en invloedsgebieden Natura 2000.

Het doel is steeds het vergroten van de afstand van de onttrekking ten opzichte van natuurgebieden.

Watertoets

Het doel van de watertoets is het voorkomen van waterproblemen, zoals wateroverlast en verdroging. De initiatiefnemer verwoordt in een waterparagraaf zijn afweging van de waterhuishoudkundige aspecten. Het waterschap geeft hierover een wateradvies. Voor hemelwaterafvoer gelden de bepalingen uit de Keur 2015 van het Waterschap; art 15 van de Algemene regels rest. Art. 13 van de Beleidsregels. De kernpunten uit het beleid van waterschap De Dommel zijn navolgend puntsgewijs vermeld:

- Streven naar 100% afkoppeling van het verharde oppervlak c.q. niet aansluiten op gemengde riolering.
- Voorkomen van vervuiling.
- Wateroverlastvrij bestemmen.
- Hydrologisch neutraal ontwikkelen.
- Vuil water en schoon hemelwater gescheiden houden.
- Doorlopen van de afwegingsstappen: "hergebruik, infiltratie, buffering, afvoer".
- Waterschapsbelangen:
 - Ruimteclaims voor waterberging
 - Ruimteclaims voor de aanleg van natte EVZ's en beekherstel
 - Aanwezigheid en ligging watersysteem
 - Aanwezigheid en ligging waterkeringen
 - Aanwezigheid en ligging van infrastructuur en ruimteclaims t.b.v. de afvalwaterketen in beheer bij het waterschap
- Meervoudig ruimtegebruik.
- Water als kans.

Voor het plan wordt de watertoets doorlopen, waarbij in overleg met het waterschap, zoveel mogelijk invulling wordt gegeven aan de bovengenoemde componenten.

3.1.5 Gemeente Hilvarenbeek

De gemeente Hilvarenbeek hanteert de randvoorwaarden en uitgangspunten van waterschap de Dommel

3.2 Autonome ontwikkelingen

Ten tijde van deze rapportage zijn geen autonome ontwikkelingen bekend die kunnen leiden tot een verslechtering of verbetering van het huidig watersysteem.

4 Planontwikkeling

4.1 Stedenbouwkundig plan

Libéma B.V. is voornemens om een nieuw, kwalitatief hoogstaand product aan het bestaande Safaripark Beekse Bergen toe te voegen. Hierbij is gekozen voor een uniek concept van Safari Lodges rondom een tweetal savannes. Het bestaande park van Beekse Bergen wordt derhalve uitgebreid met verblijfsrecreatieve voorzieningen in een nieuw te realiseren Safari Resort mét verblijf voor Afrikaanse savannedieren. De nieuwe Afrikaanse savannes komen tegen de bestaande savanne aan de zuidzijde van het Safaripark te liggen, maar worden van elkaar gescheiden door een hekwerk. De uitbreiding wordt deels gerealiseerd op het huidige Safari Camp en deels in het bosgebied ten zuiden van Beekse Bergen (afbeelding 11).

Afbeelding 11: Stedenbouwkundig ontwerp Safari Resort



Voor de realisatie van het Safariresort wordt een andere fasering aangehouden dan de fases die in het kader van de ontheffingsverlening (fase 1 en 2) zijn gehanteerd. Realisatiefase 1 bestaat uit de realisatie van de savannes en de stallen. Hiervoor worden binnen het plangebied gronden ontgraven, bomen gekapt en wordt een deel van de bestaande waterplas gedempt. In een of meer volgende realisatiefasen worden het centrumgebouw en de verblijfsgebouwen gerealiseerd.

4.2 Dempen bestaande watergang

Binnen Safariresort Beekse Bergen bevindt zich een complex van watergangen en plassen. Dit betreft een gesloten systeem dat niet op open wateren als beken of rivieren is aangesloten. Ten behoeve van de voorgestane ontwikkelingen wordt een klein deel van dit systeem gedempt, zie ook afbeelding 12. Het te dempen deel van de plas is momenteel omringd door bosgebied (naaldbos). Eventueel aanwezige oevervegetatie wordt eveneens verwijderd.

Afbeelding 12: Situering te dempen watergang Okavango



4.3 Ontgraving Savanne

De ontwikkeling van het Safariresort Beekse Bergen is onderverdeeld in een aantal fases. Ten behoeve van de realisatie van fase 1: Savanne en stallen dienen, binnen het Plangebied gronden te worden ontgraven, zie afbeelding 13.

Binnen fase 1: Ontwikkeling van Savanne en stallen zijn de volgende ontgravingswerkzaamheden voorzien:

- De aanleg van een gracht rondom de savanne.
- Het realiseren van reliëf, bestaande uit laagtes en hoogtes in de savanne.

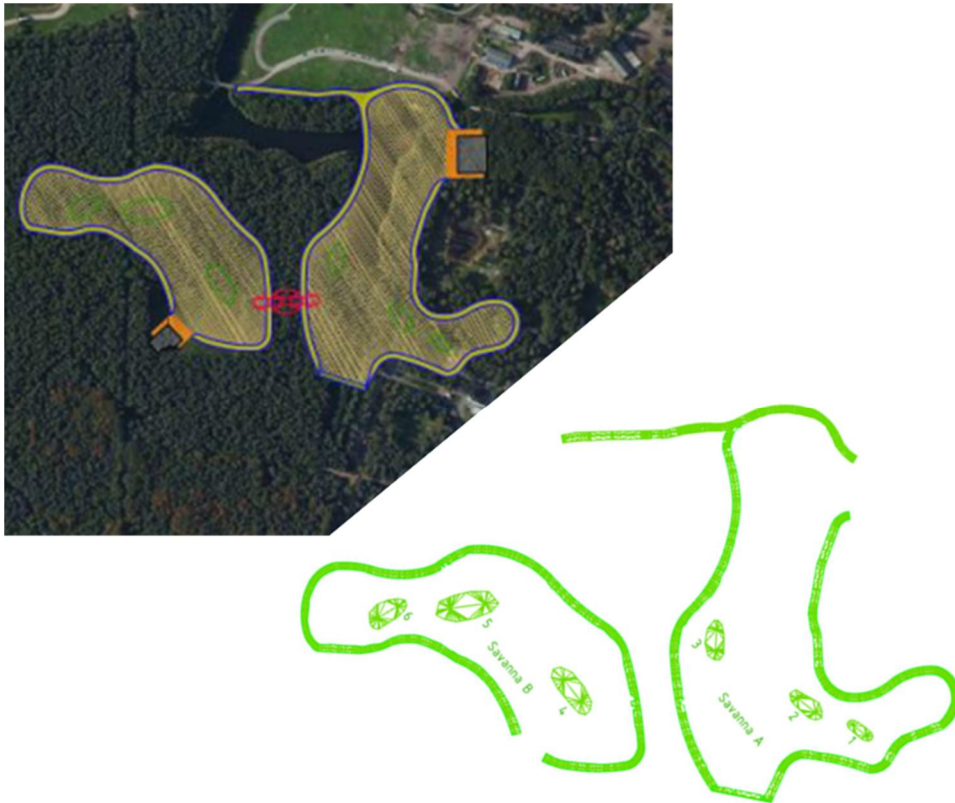
De inrichting van de Savanne is nader gedetailleerd. Het reliëf, bestaande uit hoogtes en laagtes, wordt aangebracht om vanuit dierenwelzijn een aantrekkelijk habitat te creëren. Anderzijds draagt de inrichting van de Savanne bij aan de beleving van gasten van het resort.

De ontgravingswerkzaamheden worden uitgevoerd op basis van een gesloten grondbalans. Dit houdt in dat ontgraven gronden binnen het plangebied worden verwerkt. De gracht wordt aangelegd op een diepte van circa 2 m-mv. De ontgravingshoeveelheden zijn weergegeven in tabel 1 en de situering van de Savanne A en B is weergegeven in afbeelding 13.

Tabel 1: Ontgravingshoeveelheden gracht om savanne

Omschrijving	Oppervlakte (m ²)	Hoeveelheid (m ³)
Greppel savanne A Noord	3.280	2.555
Greppel savanne A Zuidwest	1.935	2.210
Greppel savanne A Zuid	310	415
Greppel savanne Oost	6.450	5.740
Greppel savanne B	6.720	7.700
Totaal	42.100	1.715

Afbeelding 13: Situering Savanne A en B en gracht



Voor de ontgravingswerkzaamheden is geen grondwaterbemaling van toepassing.

5 Uitgangspunten watersysteem

5.1 Algemeen

Voor de verdere uitwerking van het watersysteem dient rekening te worden gehouden met uitgangspunten en randvoorwaarden voortkomend uit: de bodemeigenschappen, het ontwerp, het beleid van de verschillende waterbeheerders en archeologie.

Deze uitgangspunten en randvoorwaarden worden onderstaand verder toegelicht.

5.2 Bodemeigenschappen

Voor het bepalen van het toekomstig watersysteem zijn de volgende randvoorwaarden en uitgangspunten gesteld:

- GHG van 13,2 m +NAP (1,2 tot 1,4 m-mv) in het noordoosten oplopend tot 14,2 m +NAP (.3 m-mv) in het zuidwesten. De GLG varieert van 12,6 tot 12,8 m +NAP (1,6 tot 1,8 m-mv) in het noordoosten tot 13,4 tot 13,6 m +NAP (> 3m-mv) in het zuidwesten.
- Een doorlatendheid van 0,5 m/dag. Deze waarde geldt voor zandhorizonten van voldoende dikte zonder waterremmende horizonten (leemlagen, verkitte lagen e.d.).
- Door infiltratie mag geen verspreiding van eventuele bodemverontreinigingen plaatsvinden. Hemelwater afkomstig van bebouwing is schoon (uitloogbare materialen worden niet toegepast). Over het algemeen dient het hemelwater afkomstig van de parkeerplaatsen door middel van een bodempassage te worden gezuiverd.
- De maatregelen voor berging van hemelwater worden overwegend gezocht in de gracht rondom de Savanne.
- In de bodem kunnen leemlagen en verkitte lagen voorkomen. Indien deze lagen onder een infiltratievoorziening aanwezig zijn, dienen de lagen te worden verwijderd of te worden doorbroken.

5.3 Verhard oppervlak

Op basis van het stedenbouwkundig ontwerp is het verhard oppervlak globaal weergegeven. Het verharde oppervlakte is gebaseerd op het ontwerp Stedenbouw-Totaal (Kragten, d.d. 02-02-2016, tek.nr.: 2016-0283). Het verhard oppervlak is weergegeven in afbeelding 14. Het verhard oppervlak bestaat uit de daken van de recreatiewoningen inclusief de terrassen, de daken van de stallen met de daaromheen liggende verhardingen, de geasfalteerde wegen en parkeerplaatsen. Naast de wegen worden 425 tijdelijke parkeerplaatsen aangelegd. Deze parkeerplaatsen worden uitgerust met grasbetontegels. Deze parkeerplaatsen zijn derhalve niet bij de totale verharding van het plangebied opgenomen.

Afbeelding 14: Overzicht verhard oppervlak

Ontwikkeling	Verhard (m2)	Aantal	Totaal verhard (m2)	Bestaande situatie (m2)	Vershil (m2)
Recreatiewoningen (incl. terras)					
6-persoons	116	365	42231	0	42231
8 persoons	152	40	6080	0	6080
14-persoons	215	20	4307	0	4307
Stallen					
Grote Stal Noord					
Gebouw	-	-	1022	0	1022
Expeditie	-	-	2221	0	2221
Grote Stal Zuid					
Gebouw	-	-	1098	0	1098
Expeditie	-	-	1532	0	1532
Kleine stallen					
Gebouw	100	10	1000	0	1000
verharding om gebouw	100	10	1000	0	1000
Verkeer					
Wegen	-	-	14000	12500	1500
Parkeerplaatsen *					
p1	4500	200	1925	0	1925
P2	2250	100	963	0	963
P3	3375	150	1444	0	1444
P4	2250	100	963	0	963
Parkeerplaatsen (optioneel) *	6300	280	2646	0	2646
Totale verharding (incl. optioneel 280 plaatsen)			82430	12500	69930
* Parkeerplaats zelf wordt uitgerust met een halfverharding en de toegangsweg tot parkeerplaats met asfalt					

De totale uitbreiding van het verhard oppervlak bedraagt circa 69.930 m². Hierbij dient te worden opgemerkt dat de parkeerplaatsen zelf met een halfverharding worden uitgerust. De aanrijweg naar de parkeerplaatsen toe wordt wel met asfalt uitgerust.

5.4 Waterbeheerders

Omdat de uitbreiding groter is dan 10.000 m², is sprake van 'maatwerk'.

Voor maatwerklocaties gelden de Beleidsregels afvoer door toename en afkoppelen van verhard oppervlak uit de Keur evenals de bijbehorende uitgangspunten. Bij de uitwerking wordt de Wettechnische informatie "Hydrologische uitgangspunten bij de Keurregels voor afvoeren van hemelwater, Brabantse waterschappen" als achtergrondinformatie gebruikt. Voor het plan is een waterhuishoudkundig plan nodig. De inhoud van het plan, de inpassing in het waterhuishoudkundige systeem en de toe te passen methoden wordt in overleg met het waterschap en de gemeente Hilvarenbeek vastgesteld.

Vanuit het waterschap gelden verder de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden:

Wateropgave

- Hydrologisch neutraal ontwikkelen: geen achteruitgang ten opzichte van de referentiesituatie.
- Er mogen geen hydrologische knelpunten worden gerealiseerd of afgewenteld.
- De afvoer uit het gebied is niet groter dan de referentiesituatie.
- Omvang van de grondwateraanvulling in het plangebied blijft gelijk of neemt toe.
- De grond- en oppervlaktewaterstanden in de omgeving blijven gelijk of verbeteren voor de huidige en toekomstige functies.
- De grondwaterstanden in het plangebied moeten aansluiten op de nieuwe functies van het plangebied zelf.
- Het plangebied moet zo worden ingericht dat de gevolgen van vastgestelde toekomstige ontwikkelingen in de omgeving die van invloed zijn op de (grond)waterstanden niet van invloed zijn op de (grond)waterstanden, niet leiden tot knelpunten in het gebied.
- De ontwikkeling moet aantoonbaar in de volledige aanleg van alle maatregelen voorzien.
- De bergingsopgave dient bij voorkeur binnen het plangebied te worden gerealiseerd.

5.5 Drooglegging/ontwatering

De gemiddelde hoogste grondwaterstand ter plaatse van het plangebied bedraagt circa 13,2 m +NAP in het noordoosten tot circa 14,2 m +NAP in het zuidwesten. Uitgaande van het maaiveldniveau varieert de GHG tussen circa 1,3 in het noordoosten tot circa 3,8 m-mv in het zuidwesten. De diepte van de GHG is afhankelijk van het maaiveldniveau. Inzake de ontwateringsnormen worden de normen van Segeren en Hengeveld als richtlijn gehanteerd. Het betreft de volgende normen:

- Opstallen met kruipruimte: 0,70 m.
- Opstallen zonder kruipruimte: 0,50 m.
- Primaire wegen: 1,0 m.
- Secundaire wegen: 0,70 m.
- Groenvoorzieningen: 0,50 m.

De bestaande ontwatering voldoet aan de normering van Segeren en Hengeveld.

6 Inrichting Savanne

6.1 Algemeen

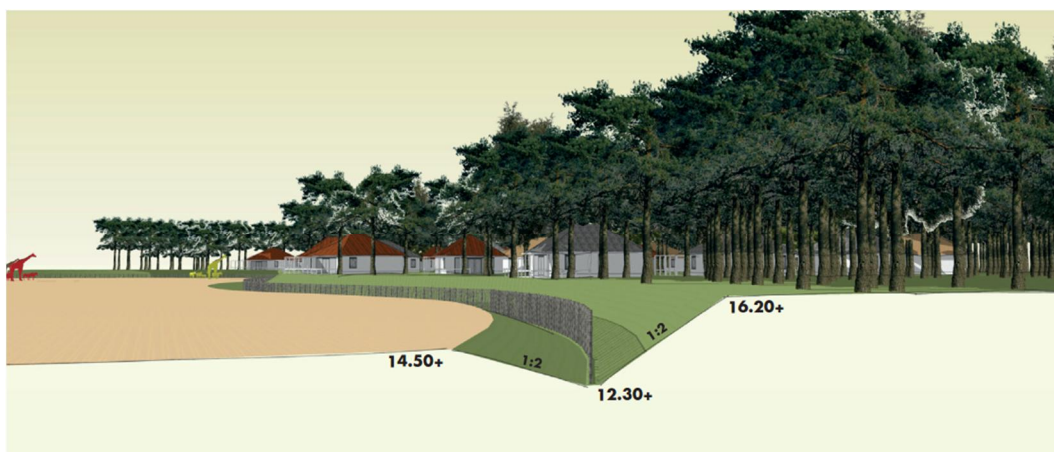
In dit hoofdstuk worden de effecten ten aanzien van de werkzaamheden ten behoeve van de aanleg van de Savanne verder toegelicht. Het betreft de aanleg van de gracht en het dempen van de watergang.

6.2 Ontgraving gracht

6.2.1 Ontwerp

Het principeprofiel van de gracht is weergegeven in afbeelding 15. De gracht wordt ontgraven tot een diepte van circa 12,3 m +NAP. Dit is circa 0,9 m beneden de GHG en 0,3 m beneden de GLG. In de gracht blijft waarschijnlijk gedurende het hele jaar grondwater staan. Alleen tijdens extreem droge periodes valt de gracht droog. De gracht heeft een talud van 1:2. De hoogte ter plaatse van de Savanne bedraagt overwegend 14,5 m +NAP. De hoogte aan de zijde van de recreatiewoningen varieert sterk, maar bedraagt minstens 15 m +NAP. In de gracht wordt een hek geplaatst. De gracht heeft een werende functie voor de dieren. De contour van de gracht is weergegeven in afbeelding 13. In totaal heeft de gracht een lengte van 2.175 m. Profielen van de savanne en de gracht zijn opgenomen in bijlage 6.

Afbeelding 15: Principedetail van de gracht tussen de savanne en de recreatiewoningen



6.2.2 Effectbepaling

Door Royal Haskoning is voor Beekse Bergen een grondwatermodel gemaakt dat gebaseerd is op het regionale "Dommelmodel". Dit model omvat het gehele beheergebied van het waterschap De Dommel. Het basismodel is voor de locatie verder gedetailleerd. Het model is gekalibreerd aan de hand van tijdstijghoogtegegevens uit DINO, aan de hand van metingen in aanvullend geplaatste peilbuizen en aan de hand van metingen van open waterpeilen.

Op basis van het stationaire model zijn tijdsafhankelijke berekeningen uitgevoerd. Voor de neerslag en verdamping is gebruik gemaakt van een synthetisch TNO-jaar. Dit synthetisch jaar betreft geen werkelijk gemeten serie neerslag en verdamping maar een door TNO samengestelde reeks. Op basis van deze synthetische reeks zijn de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) berekend.

Voor de toekomstige situatie is, door Royal Haskoning, de ontwerpschets gebruikt zoals

opgenomen in het Ontwerp Inpassingsplan Beekse Bergen d.d. 28 juni 2013, zie de navolgende afbeelding. De savanne is op de afbeelding als lichtgroen vlak aangeduid. Afbeelding 16: Ontwerp inrichtingsschets Safari Resort, behorende bij het Provinciaal Inpassingsplan, datum 28 juni 2011 (links), Stedenbouwkundig ontwerp 02-02-2016 (rechts)

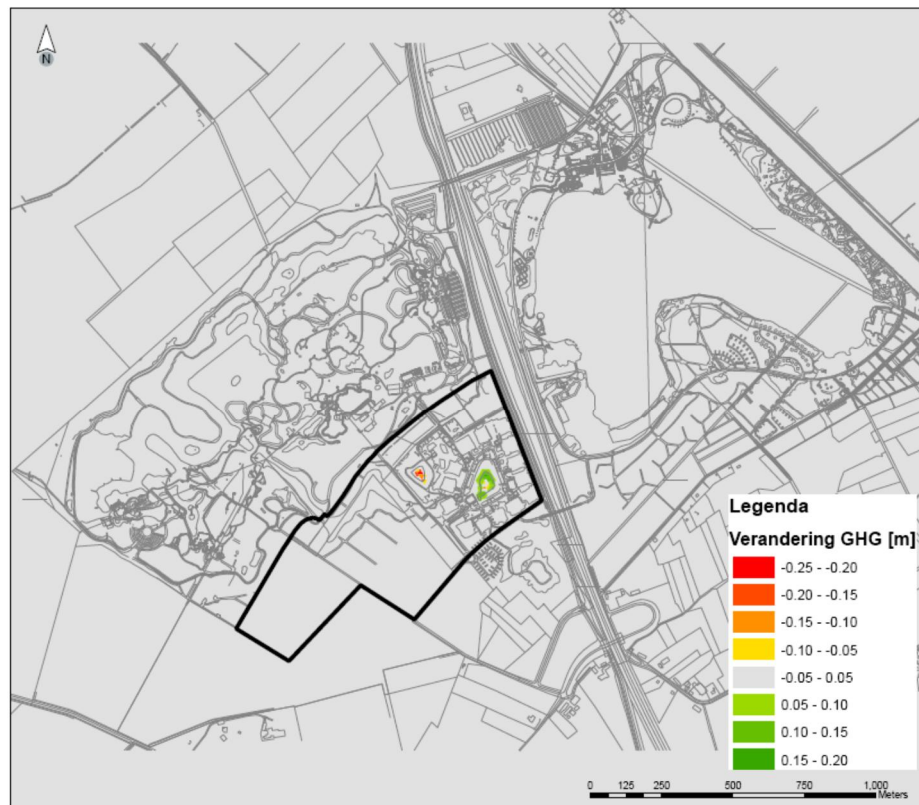


Het huidige ontwerp is enigszins aangepast ten opzichte van het voorgaande ontwerp uit 2011. In de verdere interpretatie van de resultaten wordt dit meegenomen.

Om het effect van de inrichtingsschets door te rekenen is het model van de huidige situatie aangepast op de te nemen maatregelen waaronder de aspecten grondgebruik, maaiveldverlagingen, dempen van twee plassen binnen het resort en de aanleg van een geul ten behoeve van de wateropgave. De maaiveldverlagingen, poelen en de gracht zijn impliciet in het model verwerkt als een verlaging van het huidige maaiveld met 2 meter (vergelijkbaar met gemiddeld + 13,50 m NAP) over het totale oppervlak van de savanne.

Ook voor de toekomstige situatie is een tijdsafhankelijke berekening uitgevoerd op basis waarvan de GHG en de GLG berekend zijn. De navolgende afbeeldingen tonen de verandering van de GHG en GLG ten opzichte van de GHG en GLG in de huidige situatie. Omdat veranderingen van minder dan 5 centimeter als hydrologisch niet significant worden beschouwd, zijn deze in de afbeeldingen met grijs aangegeven.

Afbeelding 17: Verandering GHG toekomstige situatie ten opzichte van de huidige situatie (+ = verhoging, - = verlaging)



Afbeelding 18: Verandering GLG toekomstige t.o.v. huidige situatie (+ = verhoging, - = verlaging)



Op basis van de resultaten van de modelberekeningen kunnen de volgende conclusies worden gesteld:

- De toekomstige GHG en GLG verschillen weinig met de huidige GHG en GLG. Beiden komen slechts enkele centimeters hoger te liggen door de iets toegenomen grondwateraanvulling.
- De uitbreiding heeft geen significant effect op de grondwaterstanden in de omgeving.

6.2.3 Conclusie

Om de hydrologische effecten van de ontgrondingen op de hydrologie in te schatten is een kwalitatieve analyse uitgevoerd aan de hand van de resultaten van de grondwaterberekeningen die door Haskoning zijn gemaakt op basis van de inrichtingsschets uit het inpassingsplan. De belangrijkste verschillen tussen de inrichtingsschets van het inrichtingsplan en het ontwerp Savanne fase 1 zijn de navolgende:

- Het oppervlak aan savanne is in het laatste ontwerp van 2 februari 2016 kleiner (circa 10,5 ha) dan in de inrichtingsschets (circa 14 ha).
- De aanpassingen qua grondgebruik, maaiveldverlagingen, dempen van oppervlaktewater en de aanleg van de gracht ten behoeve van de wateropgave zijn vergelijkbaar.
- De door Royal Haskoning gesimuleerde maaiveldverlaging is substantieel meer qua diepte en oppervlak.

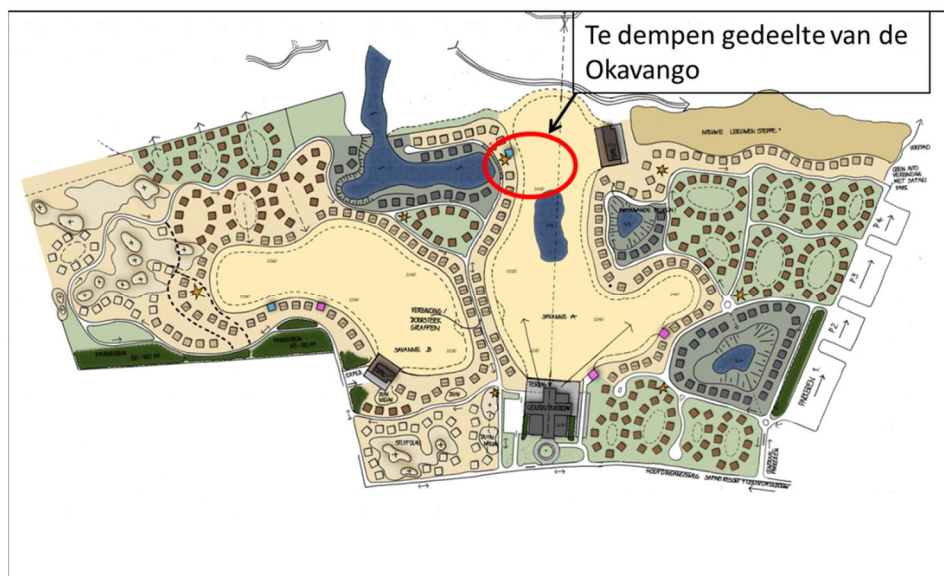
Het nieuwe ontwerp van februari 2016 wijkt af van het ontwerp zoals doorgerekend in het grondwatermodel. Naar verwachting zijn de effecten van het nieuwe ontwerp van 2 februari 2016, nog minder dan de geprognosticeerde effecten van de realisatie van de savanne overeenkomstig de inrichtingsschets uit het inpassingsplan. Dit betekent een minimale verhoging van de GHG en GLG binnen de Beekse Bergen en geen (meetbare) effecten buiten de Beekse Bergen.

6.3 Dempden Okavango

6.3.1 Ontwerp

Voor de herinrichting van de savanne dient de Okavango voor een gedeelte te worden gedempt. Op afbeelding 19 is globaal het gedeelte aangegeven dat dient te worden gedempt.

Afbeelding 19: Globale ligging te dempen gedeelte Okavango



In deze afbeelding is de savanne als een zandkleurig vlak aangegeven. Ook de te dempen en te handhaven plas Okavango is aangegeven. Het te dempen deel van de plas (Okavango) wordt aangevuld tot een niveau tussen de + 13,00 m en + 15,00 m+ NAP (laagdikte 1 m tot 2 m).

6.3.2 Effectbepaling

Om de hydrologische effecten van het deels dempen van de plas Okavango op de hydrologie in te schatten is een kwalitatieve analyse uitgevoerd aan de hand van de resultaten van de grondwaterberekeningen die door Haskoning zijn gemaakt op basis van de inrichtingsschets uit het inpassingsplan.

Conform de inrichtingsschets worden twee bestaande plassen binnen het gebied Safari Resort gedempt. De demping is te vergelijken met het deels dempen van de plas Okavango.

Bij de vijvers geldt, conform de inrichtingsschets bij het PIP, de prognose van een stijging van de GLG en GHG ter plaatse van de vijvers met een beperkte invloed buiten de oever. Zie hiervoor ook de afbeeldingen 17 en 18 met betrekking tot veranderingen van de GLG en GHG. Binnen de contouren van het te dempen deel van de Okavango wijzigt het open waterpeil in een grondwaterpeil. In de huidige situatie is weinig verschil tussen de tijdstijghoogtegegevens van de nabij gelegen peilbuizen en het open waterpeil. De verwachting is dat zich een GLG en GHG gaat instellen die ongeveer gelijk zijn aan de waarden van de direct nabij gelegen peilbuizen.

Voor zover hydrologische effecten buiten de oevers voorkomen zijn deze gering en blijven de effecten binnen het grondgebied van het Resort. Omdat het te dempen oppervlaktewater geen waterstaatkundige functie heeft zijn geen negatieve effecten op het oppervlaktewater in de omgeving te verwachten.

6.3.3 Conclusies

Naar verwachting zal het dempen van een deel van de plas Okavango geen of een minimale verhoging van de GLG en GHG direct naast de demping veroorzaken. Eventuele effecten blijven binnen de Beekse Bergen. Omdat het te dempen oppervlaktewater geen waterstaatkundige functie heeft zijn geen negatieve effecten op oppervlaktewater in de omgeving te verwachten.

7 Hemelwatersysteem

7.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt het hemelwatersysteem verder uitgewerkt. De verschillende onderdelen ten behoeve van de verdere uitwerking van het hemelwatersysteem worden beschouwd.

De keuze voor het toe te passen hemelwatersysteem binnen het plangebied is afhankelijk van het beleid van de gemeente Hilvarenbeek, waterschap De Dommel en de locatie specifieke omstandigheden, zoals;

- Doorlatendheden.
- Grondwaterstanden.
- Verhardingspercentage.
- Verhardingstype.
- Kans op vervuiling als gevolg van het gebruik van de verharding.

Het streven is om zoveel mogelijk schoon hemelwater vast te houden en zo langzaam mogelijk af te voeren, bij voorkeur door infiltratie in de bodem. Uit de resultaten van het geohydrologisch onderzoek (zie paragraaf 2.4.3. en 5.2) blijkt dat de situatie binnen het plangebied redelijk geschikt is voor het infiltreren van hemelwater.

In het inrichtingsplan zijn de profielen van de verschillende deelgebieden uitgewerkt. Deze profielen zijn opgenomen in bijlage 15.

7.2 Hoogteplan

Voor het toekomstig maaiveldniveau binnen het plangebied zijn een aantal hydraulische voorwaarden verbonden. Deze voorwaarden worden onderstaand verder beschreven.

Vanwege de sterke geaccidenteerdheid van het terrein en ingesloten laagten wordt de projectie van de recreatievoorzieningen, opstallen en ontsluitingen afgestemd teneinde mogelijke wateroverlast te voorkomen. Langs de vijvers worden de bouwpeilen van **?????** gerealiseerd boven een niveau van 15,00 m + NAP.

De afwatering van verharding naar de natuurlijke infiltratie- en transportvoorzieningen dient in het maaiveldverloop te zijn gewaarborgd.

Bij het tijdelijk niet goed functioneren van de voorzieningen of bij zeer extreme neerslaggebeurtenissen ($T > 100$) mag het water tijdelijk op het maaiveld komen. Echter dient te worden voorkomen dat water de recreatievoorzieningen en opstallen instroomt.

7.3 Afwateringsysteem

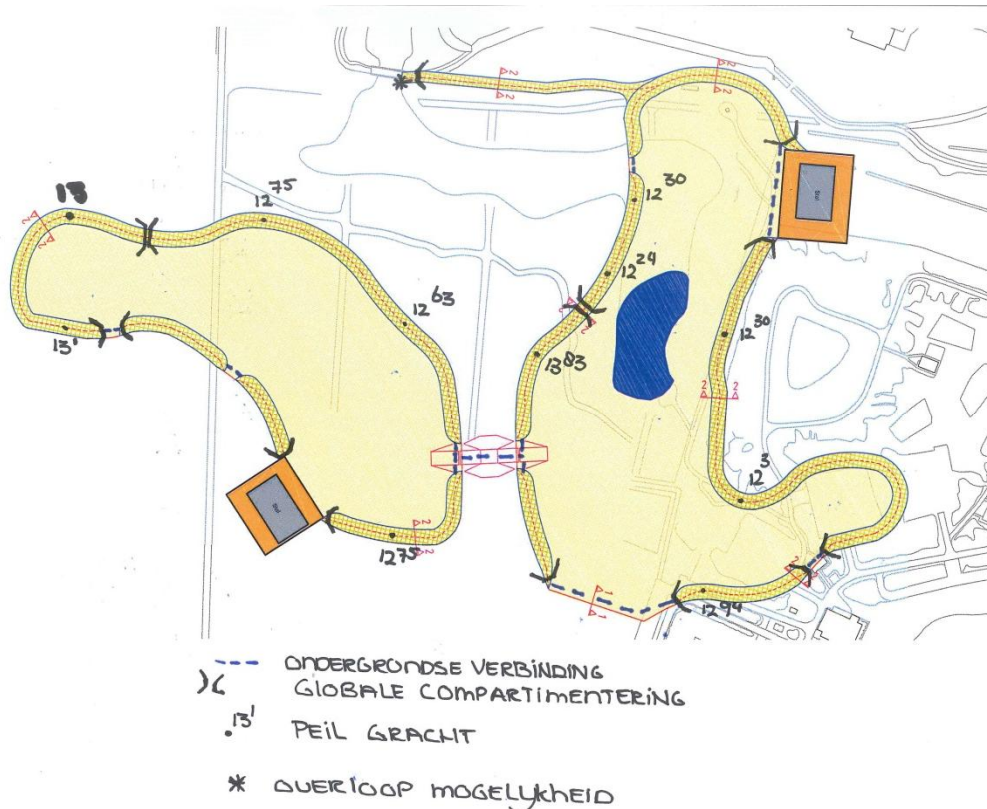
Gracht

Rondom de Savanne wordt, zoals is weergegeven in paragraaf 6.2.1. een gracht gegraven. Het hemelwater van de recreatiewoningen die grenzen aan of in de directe nabijheid liggen van de gracht watert op oppervlakkig wijze af richting de gracht. Bij het graven van de gracht wordt de verkitte toplaag weggegraven waardoor een infiltratiegreppel ontstaat van circa 2,2 km lang. De gracht wordt gecompartmenteerd, waardoor wordt voorkomen dat al het afstromende (hemel) water direct naar het laagste gedeelte afstroomt, zie afbeelding 21. Hierdoor wordt het infiltratieoppervlak zoveel mogelijk vergroot. Indien noodzakelijk stort overtollig water over in het oppervlaktewater van het safaripark (Okavango).

Door de huidige hoogteverschillen in het terrein kan hemelwater niet overal vrij afstromen richting het oppervlaktewater. Om dit toch mogelijk te maken worden plaatselijk terreinmodelleringen uitgevoerd en relatief ondiepe greppels gegraven.

Met name aan de randen van het resort is het niet altijd mogelijk om het water op een aanvaardbare wijze naar de gracht te transporteren. Voor deze gebieden wordt het regenwater in natuurlijke en/of kunstmatig laagten geborgen en geïnfiltreerd. Vanwege de vrije afwatering en grote afstrooimengtes in het gebied infiltreert een groot deel van het neerslagwater onderweg en komt daardoor niet in de gracht terecht. De greppels hebben binnen het uitbreidingsgebied een van nature bodemfilterwerking (licht humeus en lemig zandpakket met grasbegroeiing). Hierdoor wordt het water van het verhard oppervlak al voorbehandeld.

Afbeelding 20: Globale compartimentering gracht



Recreatiewoningen

De daken van de recreatiewoningen worden niet uitgerust met een dakgoot. Het hemelwater van zowel de daken als het terras watert vrij af. Gezien de zandige bodemopbouw infiltreert het hemelwater voor een groot gedeelte rechtstreeks in de bodem. Het terrein is, zoals weergegeven in bijlage 1, vrij geaccidenteerd. Tijdens extreme buien kan niet al het hemelwater infiltreren, maar stroomt oppervlakkig af naar de aanwezige laagten. Deze laagten functioneren in deze situaties als tijdelijke wadi's. In deze laagten blijft het water tijdelijk staan en infiltreert naar de bodem. De recreatiewoningen hebben een bouwpeil van 20 cm boven maaiveldniveau. Dit peil is voldoende om wateroverlast in de woningen te voorkomen.

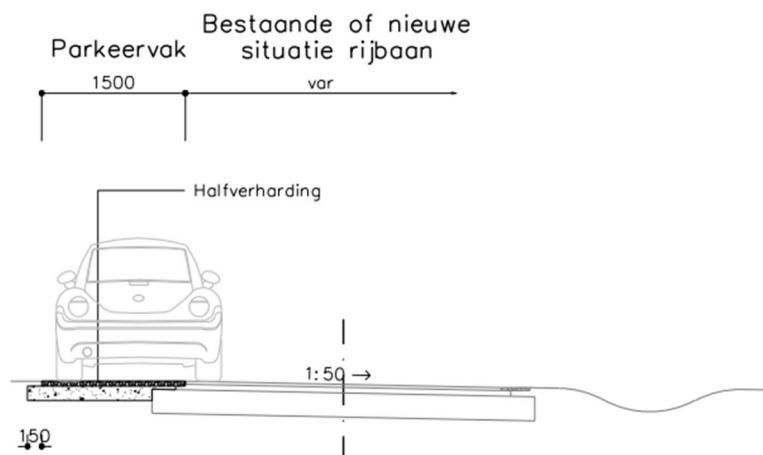
Hoofdgebouw en stallen

Het verhard oppervlak van het hoofdgebouw, zijnde het terras en dak, wordt rechtstreeks op de gracht aangesloten.

Wegen

De wegen binnen het park hebben een breedte van 5 m en zijn geasfalteerd. De wegen worden circa 10 cm boven het maaiveld aangelegd, zodat hemelwater naar de berm stroomt. Naast de wegen worden geen separate voorzieningen aangelegd om het water vast te houden en te infiltreren. Infiltratie vind in de berm en de natuurlijk aanwezige laagten plaats. Een principedetail is weergegeven in afbeelding 21.

Afbeelding 21: Principeprofiel rijbanen



Parkeerplaatsen

De parkeerplaatsen op het resort hebben een afmeting van 5,15 bij 2,5 m. In totaal worden 550 parkeerplaatsen op het resort gerealiseerd. De meeste parkeerplaatsen worden aan de oostzijde van het resort en ter plaatse van het hoofdgebouw gerealiseerd. Aan de westzijde worden maximaal 280 parkeerplaatsen gerealiseerd. Echter het aantal en de exacte ligging van deze parkeerplaatsen is nog niet bekend. De parkeerplaatsen worden uitgerust met een halfverharding. Alleen de toegangswegen naar de parkeerplaats zelf worden geasfalteerd. De parkeerplaatsen worden 10 cm boven maaiveldniveau afgewerkt. Hierdoor vindt afwatering naar de naastgelegen groenvoorzieningen plaats. In de groenvoorzieningen worden geen aparte voorzieningen voor het opvangen van hemelwater gerealiseerd. Opvang van overtollig hemelwater vindt plaats in natuurlijk aanwezige laagten.

De parkeerplaatsen liggen op een relatief grote afstand van de gracht. Het hemelwater van de parkeerplaatsen kan hierdoor niet direct op de gracht afwateren.

Algemeen geldt dat indien de definitieve situering van de woningen en de infrastructuur bekend is, wordt een afstromingssimulatie voor een neerslaggebeurtenis gemaakt die eenmaal in de 100 jaar voorkomt. Deze simulatie laat zien of mogelijk binnen het plangebied alsnog knelpunten ontstaan. Indien knelpunten ontstaan worden deze opgelost door maaiveldaanpassingen of het plaatselijk verhogen van de bouwpeilen van de recreatiewoningen ter plaatse van deze knelpunten. Op basis van de huidige hoogten is het niet uit te sluiten dat tijdens extreme buien hemelwater vanuit het resort naar het aangrenzende gebied stroomt. Echter het aangrenzende gebied bestaat uit bos en is in eigendom van Libéma. Hierdoor vindt geen afwenteling naar derden plaats. De afwatering binnen het plangebied en de aandachtsgebieden zijn weergegeven in afbeelding 22.

Afbeelding 22: Globale afwateringsrichting en aandachtsgebieden



7.4 Bergingsopgave

Ondanks dat het verhard oppervlak meer dan 10.000 m² is, wordt de bergingsopgave berekend conform de Hydrologische uitgangspunten bij de Keurregels voor afvoeren van hemelwater, Brabantse waterschappen.

In formulevorm luidt deze regel: Benodigde compensatie (in m³) = Toename verhard oppervlak (in m²) * Gevoeligheidsfactor * 0,06 (in m).

Voor het plangebied zonder specifieke natuurwaarden, geen overstromingsrisico en een GHG dieper dan 80 cm-mv geldt een gevoeligheidsfactor van ¼. De benodigde compensatie bedraagt derhalve 1.050 m³ (69.930 m² * ¼ * 0,06 m).

Niet over het gehele gebied geldt een gevoeligheidsfactor van 0,25. In het westelijk deel wordt een gevoeligheidsfactor van 1 gehanteerd. De kenmerken voor deze gevoeligheidsfactor zijn:

- Natte gebieden, GHG kleiner dan 40 cm-mv.
- Gebieden met kans op inundatie in T100-situatie.
- Bij lozing in of in de nabijheid van natuurgebieden of waterlopen met aquatische natuurwaarde of doelstellingen.
- Bij lozing in of in de nabijheid van bebouwde kommen.

Aangezien het westelijk deel van het plangebied aan geen van deze kenmerken voldoet is voor de bergingsopgave eveneens een gevoeligheidsfactor van 0,25 gehanteerd.

In de gracht kan een totale berging van 5.280 m³ worden gerealiseerd. Hierbij is rekening gehouden met:

- Een gemiddelde GHG van 13,6 m +NAP over het gehele traject van de gracht.
- Een waakhoogte in de gracht van 0,5 m.

Uitgaande van een verhard oppervlak van 69.930 m² bedraagt de berging in de gracht 75 mm. Dit is ruim voldoende om extreem grote neerslaghoeveelheden te kunnen bergen, ook bij een gevoeligheidsfactor van 1 voor het gehele plangebied.

Voor de gebieden waar het regenwater niet kan afstromen in de gracht worden, indien nodig, bergingen gemaakt in natuurlijke of kunstmatig aan te leggen laagten waar het kan infiltreren. De inhoud wordt in beide gevallen afgestemd op een T=100 situatie.

8 Vuilwatersysteem

8.1 Algemeen

Om een indruk te geven van de vuilwaterbelasting van de uitbreiding is een indicatieve berekening uitgevoerd. Daarbij is gebruik gemaakt van bestaande kengetallen voor verblijfsrecreatie. Uitgangspunt zijn 425 verblijfsrecreatieve eenheden met een bezettingsgraad van circa zes personen. Dit impliceert in totaal 2550 i.e.

Bij verblijfsrecreatie wordt een waterverbruik gehanteerd van circa 70 liter/dag per recreant. Wanneer de bezettingsgraad in het hoofdseizoen wordt geschat op 80%, zal het rioleringsstelsel met $2550 \times 0,07 \times 80\% = \text{circa } 145 \text{ m}^3/\text{dag} = 6 \text{ m}^3/\text{uur}$ belast worden.

Verwacht wordt dat het vuilwater zoveel als mogelijk gravitair wordt ingezameld en vervolgens met behulp van één (voorkeur) of meerdere gemaaltjes wordt verpompt. De uitbreiding betekent dat het bestaande rioleringsstelsel (persleiding) van waterschap De Dommel extra wordt belast. Berekend moet worden of het bestaande rioleringsstelsel de extra belasting kan verwerken en of de huidige WVO vergunning toereikend is voor de toename.

8.2 Gegevens persleiding en gemaal

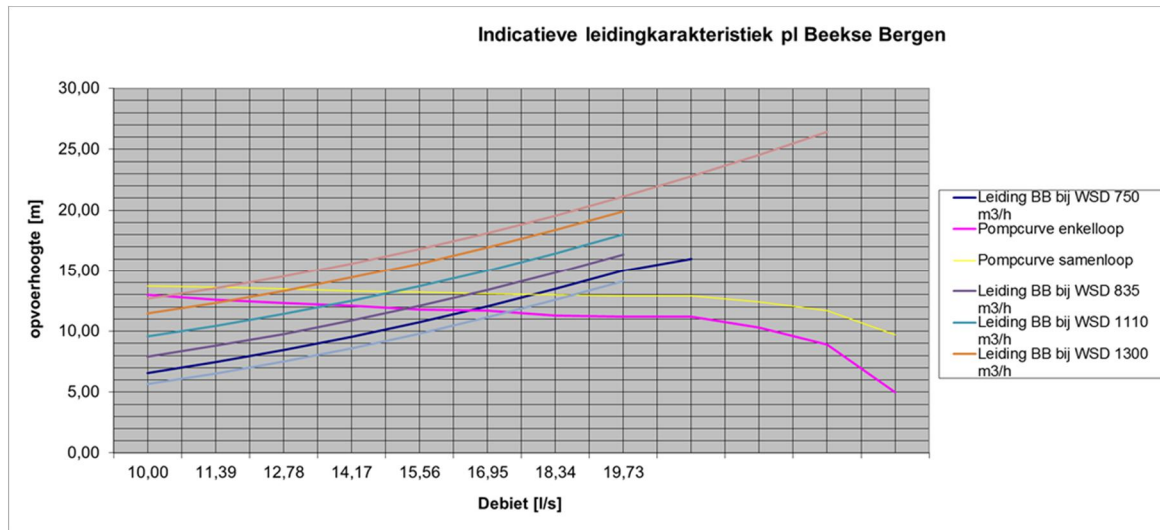
Voor de berekeningen is uitgegaan van de onderstaande uitgangspunten:

- Waterschap De Dommel:
 - lengte inriekpunt Beekse Bergen tot lozingspunt: 3300 m
 - materiaal: asbestcement, diameter: 600 mm
- Beekse Bergen:
 - lengte tot inriekpunt op WSD: 1200 m
 - PVC, diameter: 160 x 150,6 mm (waarschijnlijk klasse PN 7,5)
 - Hoofdgemaal (bestaand) Beekse Bergen
 - Inschakelpeil en Uitschakelpeil / 2 = 12,215 m +NAP
 - lozingspunt, inriek op persleiding waterschap De Dommel: BOB 13,96 m +NAP
 - lozingspunt waterschap De Dommel BOB 11,37 m +NAP
 - Afvoer, volgens info van waterschap de Dommel
 - gemaal in hoogseizoen max. 470 m³/dag verdeeld over 12 uur: 39 m³/h (11 l/s)
 - gemaal in hoogseizoen min. 259 m³/dag verdeeld over 12 uur: 25,9 m³/h (7 l/s)

8.3 Indicatieve analyse

In enkelvoudig bedrijf is de capaciteit indicatief 43 - 59 m³/h. In eventuele samenloop van de pompen is de capaciteit indicatief 47 - 68 m³/h.

De variatie en onbekendheid is gelegen in de persleiding van waterschap de Dommel (WSD) waarop de persleiding van de Beekse Bergen inriekt. Dit dient nader geverifieerd te worden evenals het pompbedrijf van het hoofdrioolgemaal bij het resort.



8.4 Uitbreiding

Er wordt geopteerd om in de uitbreiding een aantal clusters met een vrijval inzamelsysteem aan te leggen voor het vuilwater van de woningen. Per cluster wordt een compact gemaal aangelegd waar het water samenkomt en vervolgens in een gezamenlijke drukleiding gepompt wordt die afvoert naar het bestaande hoofdgemaal van de Beekse Bergen.

- Dit beperkt de diepteligging van de vrijval riolen, die anders op grote diepte aangelegd zouden moeten worden.
- Het biedt een bedrijfszekere oplossing waarbij in de subgemalen versnijdende pompen geoogd worden.
- Het benodigd vermogen van de pompen in de subgemalen op het resort wordt beperkt gehouden door deze via een centrale leiding af te laten voeren naar het hoofdgemaal.
- Een nadeel is dat bij storing van het hoofdgemaal de volledige afvoer wegvalt. Dit moet echter (voor nader te bepalen tijd) op te vangen zijn door de pendelberging in de subgemalen. Dit zal nader onderzocht worden.

Om een indruk te geven van de vuilwaterbelasting van de uitbreiding is een indicatieve berekening uitgevoerd. Uitgangspunt zijn 425 verblijfsrecreatieve eenheden met een bezettingsgraad van drie personen. Dit impliceert in totaal 1275 i.e. Bij verblijfsrecreatie wordt een waterverbruik gehanteerd van circa 70 liter/dag per recreant. Wanneer de bezettingsgraad in het hoofdseizoen wordt geschat op 80%, zal het rioleringsstelsel met $1275 \times 0,07 \times 80\% = \text{circa } 72 \text{ m}^3/\text{dag} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$ belast worden (verdeeld over 12 uur). Deze afvoer wordt dan extra geloosd op het bestaande hoofdgemaal.

Een tekening van het rioolontwerp is opgenomen in bijlage 5.

8.5 Conclusie

Dit betekent in principe dat de capaciteit van het gemaal verhoogd zal moeten worden. De benodigde opvoerhoogte ter plaatse van het hoofdgemaal van de Beekse Bergen zal dan hoger komen te liggen dan de bestaande pompen kunnen leveren, uitgaande van de bestaande leiding van de Beekse Bergen en aansluiting op de leiding van waterschap De Dommel. De bestaande pompinstallatie is niet in staat deze druk te leveren. Verwacht wordt dan ook dat deze pompen vervangen zal moeten worden. De leiding kan in principe gehandhaafd blijven.

De elektrische besturingscomponenten zullen daarbij mogelijk ook verzaagd of vervangen moeten worden. Dat is echter op dit moment nog niet te bepalen en zal later met een leverancier nader afgestemd moeten worden.

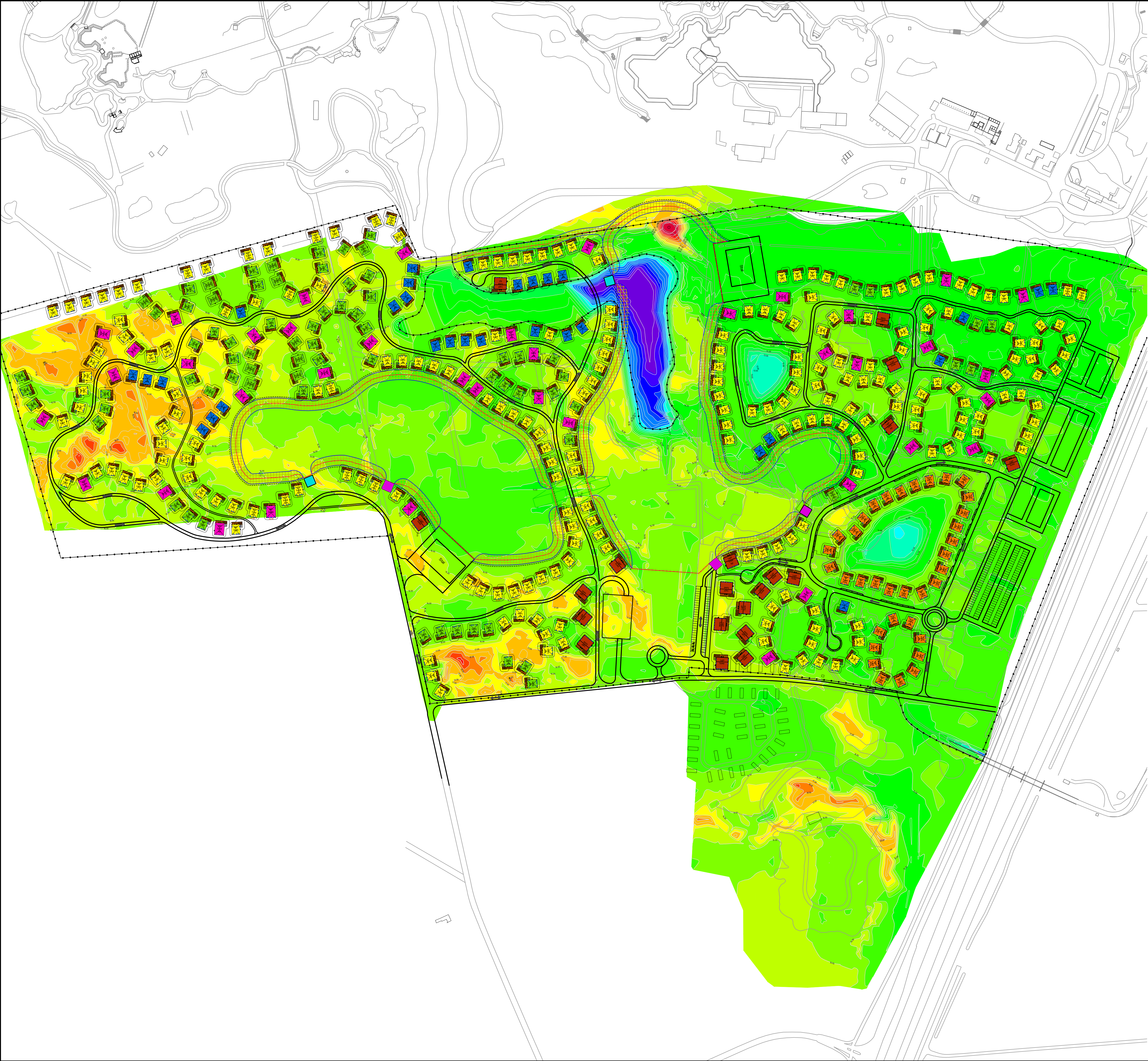
Er is nog niet beschouwd of het bergen van vuilwater in het stelsel en met name de pompputten nog een alternatief oplevert waarbij de pompen niet gewijzigd hoeven te worden.

Libéma Exploitatie B.V.

Uitbreiding Beekse Bergen

Waterhuishoudkundig plan

Bijlage 1 Huidige maaiveldhoogten en stedenbouwkundig ontwerp



Elevations Table			
Number	Minimum Elevation	Maximum Elevation	Color
1	8.000	8.500	
2	8.500	9.000	
3	9.000	9.500	
4	9.500	10.000	
5	10.000	10.500	
6	10.500	11.000	
7	11.000	11.500	
8	11.500	12.000	
9	12.000	12.500	
10	12.500	13.000	
11	13.000	13.500	
12	13.500	14.000	
13	14.000	14.500	
14	14.500	15.000	
15	15.000	15.500	
16	15.500	16.000	
17	16.000	16.500	
18	16.500	17.000	
19	17.000	17.500	
20	17.500	18.000	
21	18.000	18.500	
22	18.500	19.000	
23	19.000	19.500	
24	19.500	20.000	
25	20.000	20.500	

0	29-02-2016		JWI	-	PT	-	PVA	-
Versie	Datum	Omschrijving	Opsteller	Par.	Verificateur	Par.	Validatie	Par.

Safari-resort Beekse Bergen

Onderdeel
Huidige maaiveld hoogtes t.b.v. huishoudkundig plan

Opdrachtgever
Libéma Exploitatie BV

Fase
Huishoudkundig plan

Formaat
A1

Schaal
1: 2000

Projectnummer
ARC041

Tekeningnummer
2016-0422

Behorende bij doc. nr.

Herten
Schootstraat 8, 6940 BN Herten
Postbus 14, 6940 AA Roermond d
's-Hertogenbosch
Hertakenners 5-1, 3231 DD 's-Hertogenbosch
Postbus 2209, 5202 CH 's-Hertogenbosch

088 - 3366333
info@kragten.nl
www.kragten.nl

kragten

**SAFARI-PARK
BEEKSE BERGEN**

m 40 80 120 160 200

Bijlage 2 Gegevens TNO-peilbuizen

Rode getallen= reeks korter dan 8 jaar

Bijlage 3 Gegevens peilbuizen onderzoek SMA Zeeland BV

Locatie	GWS in m * NAP (19-09-2008)	GWS in m * NAP (10-03-2010)
pb 1	12,80	13,71
pb 2	12,81	13,76
pb 3	12,80	19,97
pb 4	12,90	14,01
pb 5	12,98	14,15
pb 6	12,91	13,92
pb 7		14,66
pb 201		13,54
pb 202		13,81
pb 203		14,12
pb 204		14,35
pb 205		14,65
vijver	12,79	13,66
Okavango	12,94	13,82



Bijlage 4 Geohydrologisch onderzoek Beekse Bergen, Royal Haskoning 2010



Geohydrologisch onderzoek Beekse Bergen

Libéma Exploitatie B.V.

9 september 2010

Eindrapport

9T7641A0



George Hintzenweg 85
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam
+31 (0)10 443 36 66 Telefoon
info@rotterdam.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Geohydrologisch onderzoek Beekse Bergen

Verkorte documenttitel Geohydrologisch onderzoek Beekse Bergen

 Status Eindrapport

 Datum 9 september 2010

 Projectnaam Geohydrologisch onderzoek Beekse Bergen

Projectnummer 9T7641A0

Opdrachtgever Libéma Exploitatie B.V.

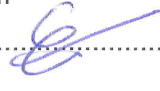
Referentie 9T7641A0/R00001/500745/Rott

Auteur(s) ir. I.K. (Ingrid) Jensen

Collegiale toets Ir. L. (Leon) Brouwer

Datum/paraaf 9 september 2010 

Vrijgegeven door ir. E. (Esther) Bosman

Datum/paraaf 9 september 2010 

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 INLEIDING	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Doel	1
1.3 Leeswijzer	1
2 GEBIEDSBESCHRIJVING	3
2.1 Huidige situatie	3
2.1.1 Algemeen	3
2.1.2 Huidige grondgebruik	3
2.1.3 Geologische opbouw	4
2.1.4 Waterhuishouding	4
2.1.5 Ontwerp plangebied	5
2.2 Autonome ontwikkelingen	6
3 GRONDWATERMODEL	7
3.1 Algemeen	7
3.2 Dommelmodel	7
3.3 Begrenzing deelmodelgebied	8
3.4 Laagopbouw en parameters bodemopbouw	8
3.5 Grondwateraanvulling	8
3.6 Oppervlaktewater	9
3.7 Modelnetwerk	9
3.8 Modelbetrouwbaarheid	9
4 BEREKENINGSRESULTATEN	11
4.1 Huidige situatie	11
4.2 Toekomstige situatie	14
4.3 Gevoeligheidsanalyse verandering grondgebruik	18
5 EFFECTEN	19
6 CONCLUSIES	21

BIJLAGEN

-
1. Modelbetrouwbaarheid

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Libéma Exploitatie BV heeft het voornemen het recreatiepark Beekse Bergen te versterken en te vergroten. De plannen houden in dat het bestaande park wordt uitgebreid met circa 26 hectare. Tevens zal het huidige park een herstructurering ondergaan (circa 22 ha herstructurering Safari Camp). Het herstructureringsplan voorziet in nieuwbouw en/of vernieuwing van bestaande facilitaire en recreatieve voorzieningen voor dag- en verblijfsrecreatie.

Voor de uitbreiding van het gebied met 48 ha moet conform de Wet Milieubeheer een milieueffectrapportage (m.e.r.) worden uitgevoerd. De Raad van State heeft geoordeeld dat voor de herstructurering van het huidige recreatiepark door bevoegd gezag beoordeeld moet worden of het opstellen van een Milieueffectrapport (MER) noodzakelijk is. Libéma Exploitatie BV heeft besloten de beoordeling niet af te wachten en een MER op te stellen voor zowel de uitbreiding als de herstructurering.

Het MER dient de essentiële milieu-informatie op te leveren ten behoeve van het besluit van de provincie Noord-Brabant over een inpassingsplan. De plannen voor uitbreiding en herstructurering van het recreatiepark worden (in opdracht van Libéma Exploitatie BV) opgesteld door Arcus Projectontwikkeling BV.

Eén van de aspecten die in het kader van het op te stellen MER dient te worden onderzocht betreft de effecten van de voorgenomen activiteit op de (grond)waterhuishouding. In het kader hiervan heeft Libéma Exploitatie BV aan Royal Haskoning opdracht gegeven voor het uitvoeren van een geohydrologische onderzoek voor het plangebied. Het onderzoek is gebaseerd op het voorstel d.d. 3 oktober 2008 (referentie 79007679.9T7641A0/R001/LBRO/MTO).

1.2 Doel

Het geohydrologisch onderzoek moet als basis dienen voor de op te stellen MER-rapportage, waarbij een beschrijving wordt gegeven van het waterhuishoudkundige en geohydrologische systeem en de beïnvloeding daarvan tijdens de realisatiefase en gebruiksfase.

1.3 Leeswijzer

In deze notitie worden de resultaten van het geohydrologisch onderzoek beschreven. Hoofdstuk 2 bevat de gebiedsbeschrijving. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van het grondwatermodel dat is opgesteld om de geohydrologische effecten te kunnen inschatten. Hoofdstuk 4 geeft de resultaten weer van de uitgevoerde berekeningen (huidige en toekomstige situatie). Vervolgens worden in hoofdstuk 5 worden de effecten van het voorgestelde plan besproken. Het rapport sluit af met de conclusies (hoofdstuk 6).

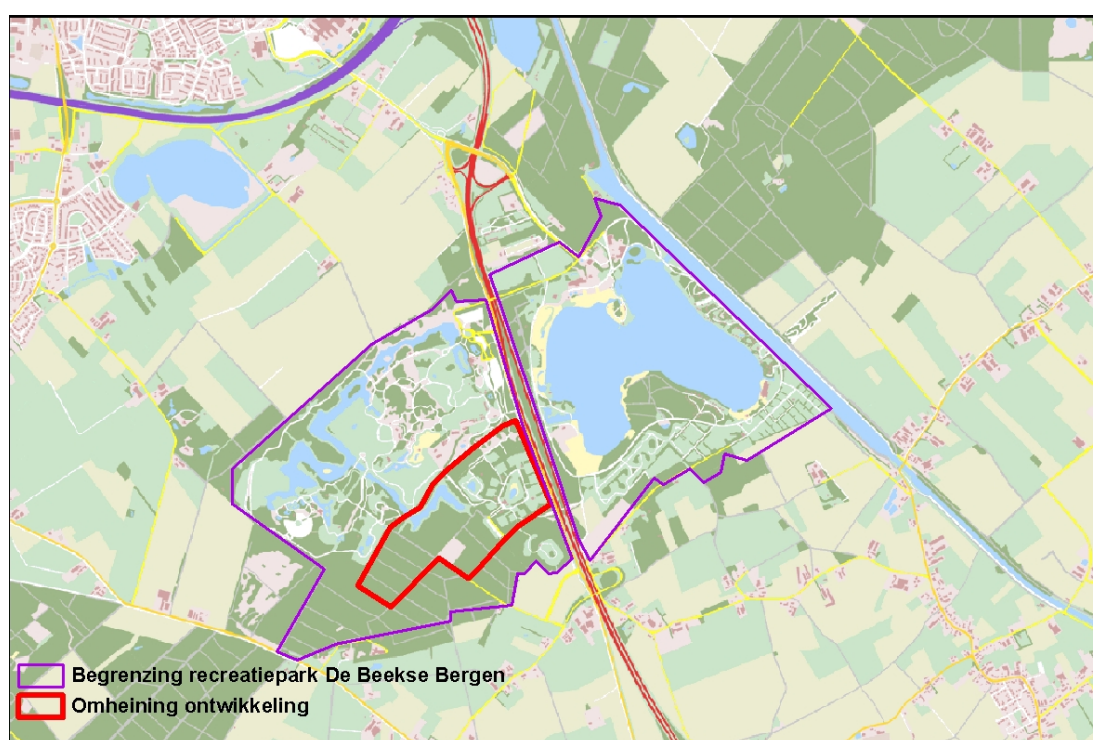
2 GEBIEDSBESCHRIJVING

2.1 Huidige situatie

2.1.1 Algemeen

Het studiegebied is het recreatiepark de Beekse Bergen en omgeving. Dit gebied ligt ten zuiden van Tilburg. In figuur 2.1 de omvang van het inpassingsplan (paars omlijnd) en de beoogde locatie van het Safari Resort (rood omlijnd) weergegeven.

Figuur 2.1 Omgeving uitbreiding recreatiepark Beekse Bergen



2.1.2 Huidige grondgebruik

Het huidige grondgebruik in het studiegebied en de directe omgeving daarvan bestaat voornamelijk uit naald- en loofbos en grasland. Ruim de helft van het plangebied bestaat momenteel uit naaldbos. Het noordoostelijke deel van het plangebied is momenteel een camping. In de verdere omgeving van het plangebied bestaat het grondgebruik uit landbouw. De landbouw bestaat hoofdzakelijk uit akkerbouw.

In de omgeving van het studiegebied bevinden zich een aantal Natura2000 gebieden. Het betreft de volgende gebieden:

- Kampina en Oisterwijkse Vennen (circa 2 km ten noordoosten van de locatie).
- Kempenland-West (circa 3 km ten zuiden van de locatie).
- Regte Heide en Riels laag (circa 4 km ten westen van de locatie).

2.1.3 Geologische opbouw

Het grondwatersysteem bestaat uit een deklaag en daaronder een drietal watervoerende pakketten.

De deklaag wordt gevormd door de Nuenenformatie. De laag bestaat uit een afwisseling van fijne zanden en leemlagen. Het eerste watervoerende pakket wordt gevormd door de grofzandige Formatie van Sterksel. Dit ondiepe watervoerende pakket wordt aan de onderzijde begrensd door de slecht doorlatende kleilagen van Tegelen en Kedichem.

Het tweede watervoerende pakket wordt gevormd door de grove grindhoudende zanden van de Formatie van Tegelen. De tweede weerstandsbiedende laag wordt gevormd door de klei-afzettingen van de Formatie van Oosterhout. Het derde watervoerende pakket bestaat uit de fijnzandige mariene afzettingen van de Formatie van Oosterhout. De geohydrologische basis wordt gevormd door de fijne kleihoudende zanden van de Formatie van Breda.

2.1.4 Waterhuishouding

Onderstaande informatie is deels ontleend aan de startnotitie MER Recreatiepark Beekse Bergen.

Grondwatersysteem

Het recreatiepark Beekse Bergen behoort, evenals het overige gebied van Midden-Brabant, tot het watersysteem van een beekdallandschap. Het watersysteem van een beekdallandschap kent een boven- en ondergrondse component, met elk een eigen schaal en dynamiek. De processen infiltratie, ondergrondse stroming en kwel spelen hierin een sleutelrol.

Geohydrologisch gezien wordt het recreatiepark Beekse Bergen en omgeving door twee (sub)regionale watersystemen getypeerd: het diepliggende, regionale Lommel-Neerpeltsysteem (eerste ordesysteem) en het daarop gelegen sub-regionale Bestsysteem (tweede orde-systeem). De infiltratiegebieden van het Lommel-Neerpeltsysteem worden gevormd door de hoger gelegen dekzandruggen op en ten zuiden van de Belgische grens en de dekzandrug ten noordwesten van Eindhoven. Hiertoe behoort onder meer het kerninfiltratiegebied nabij het recreatiepark Beekse Bergen. Deze wordt aangeduid met de term "De Utrecht / Beekse Bergensysteem". Vanuit het infiltratiegebied Beekse Bergen stroomt een middeldiepe component naar het kwelgebied rond het Spruitenstroompje en de Reusel. Er zijn echter wat waterkwaliteit en vegetatie betreft geen aanwijzingen gevonden dat ooit diep grondwater daadwerkelijk is uitgetreden.

Oppervlaktewatersysteem

Het oppervlaktewater binnen het recreatiepark is aanwezig in de vorm van diverse gegraven kleinere en grotere waterplassen, zowel in Speelland als in het Safaripark. Tot voor kort waren de afzonderlijke waterplassen niet met elkaar verbonden, waardoor, afhankelijk van de verdamping tijdens het groeiseizoen, aanzienlijke peilverschillen in en tussen de waterplassen konden optreden.

Om te komen tot een meer constant peilbeheer en tegelijkertijd tot zoveel mogelijk buffering van (regen)water zijn de waterplassen binnen het recreatiepark gekoppeld aan de centrale waterplas door middel van een ondergronds buizenstelsel. Hierdoor is het bergend vermogen van de waterplassen aanzienlijk uitgebreid en sprake van een meer constant oppervlaktewaterpeil, hetgeen gunstig is voor de recreatieve bruikbaarheid van de waterplassen.

Navraag bij Libema leert dat ook in de huidige situatie nog regelmatig water vanuit de diverse plassen verpompt wordt om in alle plassen een gewenst waterpeil te realiseren.

De herkomst van het water is het Wilhelminakanaal dat zich ten oosten van het studiegebied bevindt. De hiernaast gelegen grote plas staat in rechtstreekse verbinding met dit kanaal. Het peil in dit kanaal is vast en bedraagt NAP +12,5 meter.

2.1.5 Ontwerp plangebied

Libéma Exploitatie BV is van plan het Safaripark de Beekse Bergen te versterken en te vergroten door onder andere het uitbreiden van het park aan de zuid kant. Het is de bedoeling hier ongeveer 425 recreatiewoningen te realiseren. De ontwikkelingen beslaan een oppervlak van circa 48 hectare. Tussen de recreatiewoningen zal een savanne gecreëerd worden waar bijvoorbeeld giraffen, gnoes en zebra's zullen rondlopen. De savanne wordt een open grasvlakte met grote drinkpoelen. De savanne wordt van de woningen afgescheiden door middel van een circa 1,3 m diepe geul. Buiten deze poelen moet de savanne droog zijn.

In figuur 2.2 wordt de geplande ontwikkeling weergegeven.

Figuur 2.2 Ontwerp plangebied



2.2 Autonome ontwikkelingen

Voor zover bekend zijn er, naast klimaatverandering (zie onderstaand) geen autonome ontwikkelingen die een relatie hebben met het (grond)watersysteem ter plaatse van het studiegebied.

Als gevolg van klimaatveranderingen valt op termijn een toename te verwachten van de hoeveelheid neerslag, met name in de vorm van piekbuien alsmede een toename van droge perioden. Hierdoor zullen (met name in de winterperiode) naar verwachting hogere peilen optreden in de plassen en zal er in de zomer meer behoefte zijn aan inlaat van oppervlaktewater om verdampingstekorten op te vangen en droge perioden te overbruggen.

3 GRONDWATERMODEL

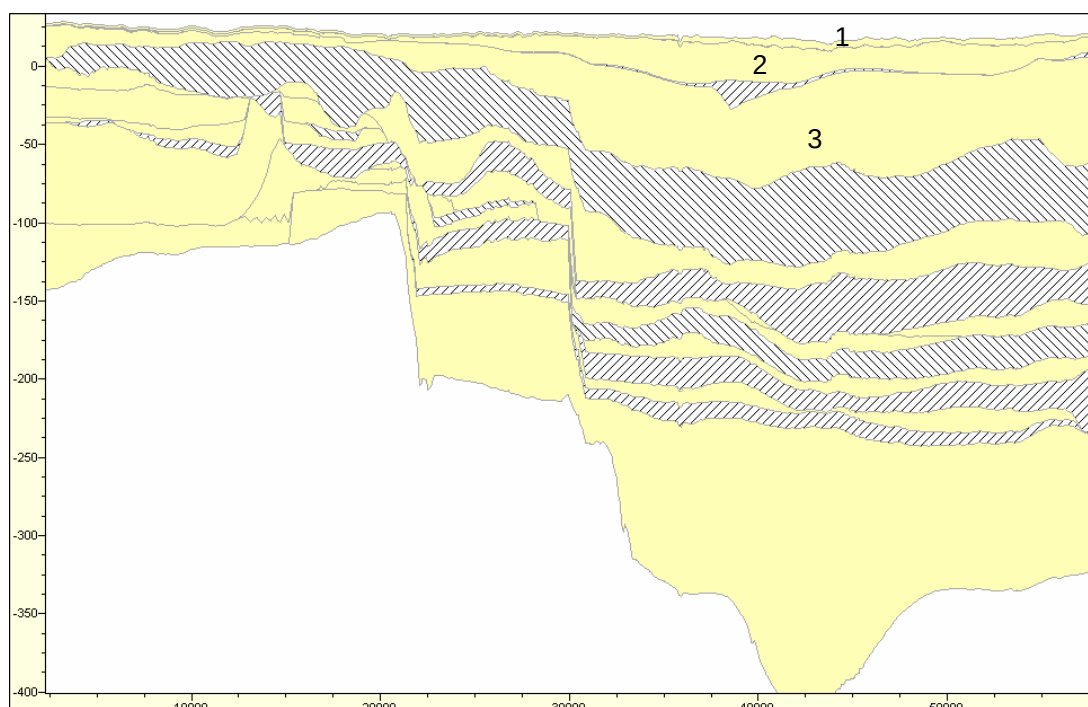
3.1 Algemeen

Voor dit onderzoek is een numeriek grondwatermodel opgezet. Hiervoor is gebruik gemaakt van het reeds gecalibreerde regionale model dat door Royal Haskoning gemaakt is voor het waterschap De Dommel. Binnen dit basismodel is een deelmodel gemaakt, gebaseerd op de parameters uit het 'Dommelmodel', waarbinnen het model verfijnd is. In het deelmodel zijn de meeste parameters één op één overgenomen uit het Dommelmodel.

3.2 Dommelmodel

Het 'Dommelmodel' omvat het hele beheersgebied van Waterschap de Dommel. Het grondwatermodel bestaat in totaal uit 10 watervoerende lagen en 9 scheidende lagen. In figuur 3.1 is deze laagopbouw weergegeven. Vooral de bovenste drie watervoerende lagen (nummers 1, 2 en 3 in figuur 3.1) spelen een rol omdat de hydraulische weerstand tussen deze lagen beperkt is (zie verder paragraaf 3.4).

Figuur 3.1 Laagopbouw Dommelmodel



Het maaiveld in het model is gebaseerd op het AHN (Algemeen Hoogtebestand Nederland). Hiervoor wordt gebruik gemaakt van twee types AHN: rasterbestand 25 bij 25m (voor de provincie Brabant) en een gefilterd rasterbestand 5 bij 5m (voor het beheergebied van het Waterschap). Binnen het studiegebied is het maaiveld gebaseerd op het raster van 5 bij 5m.

De hoeveelheid grondwateraanvulling wordt in het model onder andere bepaald aan de hand van het landgebruik (gebaseerd op LGN4), ook spelen het bodemtype en de (berekende) grondwaterstanden hier een rol in.

Het gebruikte deelmodel is gebaseerd op dit Dommelmmodel, het betreft een uitsnede hiervan.

3.3 Begrenzing deelmodelgebied

De modelrand van het deelmodel is zodanig gekozen dat in het model het plangebied en een aantal Natura2000 gebieden in de omgeving is opgenomen. Dit is nodig om voor deze gebieden eventuele effecten op de waterhuishouding te kunnen bepalen. Het gaat hierbij om de volgende gebieden:

- Kampina en Oisterwijkse Vennen.
- Kempenland-West.
- Regte Heide en Riels laag.

Deze gebieden liggen op ruime afstand (2 tot 4 km) van het plangebied.

De modelrand ligt op een zodanige afstand van het plangebied dat effecten van maatregelen binnen het plangebied geen invloed meer hebben op de modelranden.

3.4 Laagopbouw en parameters bodemopbouw

Het model bestaat uit 10 watervoerende lagen en 9 scheidende lagen. Vooral de bovenste drie watervoerende lagen spelen een rol omdat de hydraulische weerstand tussen deze lagen beperkt is. De derde scheidende laag heeft een zeer hoge weerstand (20.000 dagen). Effecten op grotere diepte dan deze laag worden daarom niet aannemelijk geacht (de karakteristieken van deze lagen zijn om die reden ook niet vermeld in tabel 3.1).

Tabel 3.1 Modelschematisatie laagopbouw

Modellaag	Parameter	Parameterwaarde	Dikte [m]
Watervoerend pakket (wvp1)	kD(m ² /dag)	10	15
Scheidende laag 1	C (dagen)	5-20	0.1
Watervoerend pakket (wvp2)	kD(m ² /dag)	30-33	6
Scheidende laag 2	C (dagen)	5-20	0.01
Watervoerend pakket (wvp3)	kD(m ² /dag)	800-2000	11-20
Scheidende laag 3	C (dagen)	>20.000	40-50

3.5 Grondwateraanvulling

Neerslag komt uiteindelijk slechts voor een gedeelte ten goede aan het grondwater. Een deel verdampt en een deel zal via ontwatering naar het oppervlaktewater verdwijnen. De hoeveelheid aanvulling wordt bepaald met behulp van Fluzo. Fluzo bepaalt de hoeveelheid grondwateraanvulling aan de hand van het landgebruik, het bodemtype en de grondwaterstanden. Het landgebruik is bepaald aan de hand van de LGN4. De LGN4 is een bestand waarin op basis van satellietbeelden (uit 1999 of 2000) het landgebruik is bepaald.

3.6 Oppervlaktewater

De waterlopen en onttrekkingen zijn overgenomen uit het Dommelmmodel, in het plangebied en de directe omgeving hiervan zijn greppels toegevoegd aan het model (binnen de verdichtingspolygon van 50 meter).

De plassen in het studiegebied zijn niet impliciet toegevoegd aan het model. Deze plassen worden in het model meegenomen door het opleggen van een vast peil en de benodigde infiltratie en drainage parameters ter plaatse van de plassen. Het peil van de grote oostelijke plas is gelijk aan het peil in het Wilhelminakanaal (+12.5 m NAP), van de overige plassen is niet bekend wat het peil is. Ook voor deze plassen wordt een vast peil aangehouden, de beste resultaten worden bereikt bij een peil op +13,1 m NAP (gebaseerd op een aantal recent uitgevoerde metingen in peilbuizen rondom de plassen, voor nadere toelichting hierop zie paragraaf 3.8 en bijlage 1).

3.7 Modelnetwerk

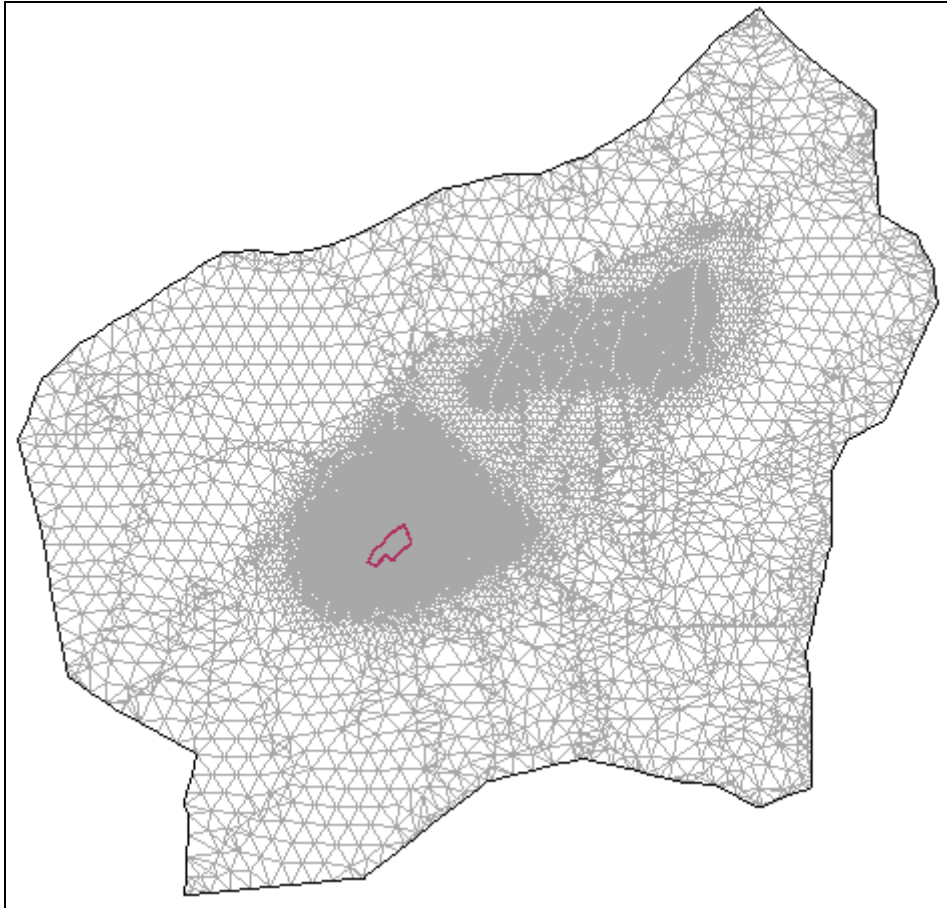
Voor het model is een nieuw netwerk gegenereerd (zie figuur 3.2). Hiervoor is de gewenste knooppuntsafstand opgegeven. Hoe kleiner de knooppuntsafstanden, hoe nauwkeuriger de grondwaterstanden berekend kunnen worden. De knooppuntsafstand is klein (10 meter) in het plangebied en groot (500 meter) naar de randen van het model toe. Het modelgrid bestaat uit 73278 knooppunten.

3.8 Modelbetrouwbaarheid

Om te bepalen of de modelresultaten voldoende overeen komen met de werkelijkheid, wordt gebruik gemaakt van beschikbare meetreeksen van grondwaterstanden. De stationair berekende grondwaterstanden en stijghoogtes zijn vergeleken met gemeten waarden uit DINO (TNO) en tweemaalige metingen in recent geplaatste peilbuizen in het plangebied (metingen uitgevoerd door SMA, 19 september 2008 en 10 maart 2010).

De metingen uit DINO betreffen metingen over meerdere jaren. Deze metingen zijn uitgevoerd toen de plassen nog niet met elkaar verbonden waren en er in de westelijke plassen nog geen sprake was van gereguleerd peilbeheer. Daarom zijn deze metingen vergeleken met berekende grondwaterstanden waarbij het model zo aangepast is dat de plassen niet met elkaar in verbinding staan en de westelijke plassen geen vast peil hebben. De zo berekende grondwaterstanden zijn, vergeleken met de gemiddelde gemeten grondwaterstanden, tussen circa 20 centimeter te hoog of te laag. Gezien het grote verhang in de grondwaterstanden zijn deze resultaten acceptabel om het model voor de oude situatie betrouwbaar te kunnen noemen.

Figuur 3.2 Rekennetwerk



De metingen in de recent geplaatste peilbuizen in het plangebied betreffen metingen in de situatie waarbij de plassen wel met elkaar verbonden zijn via een ondergronds buizenstelsel en er sprake is van een vorm van peilbeheer. Onduidelijk is daarbij welk peil precies wordt gehanteerd in de westelijke plassen. Om die reden is het peil in een aantal westelijk gelegen plassen en de omringende grondwaterstand een aantal keer ingemeten, te weten september 2008 (eind droge periode) en maart 2010 (eind natte periode). Voor deze situatie zijn de westelijk gelegen plassen wel gemodelleerd met een vast peil waarbij uit de beschikbare metingen het meest voor de hand liggende peil is afgeleid. De voor de huidige situatie berekende grondwaterstanden zijn tot circa 60 centimeter te hoog of te laag vergeleken met de in september 2008 en maart 2010 gemeten standen. Wanneer de gemeten standen gecorrigeerd worden tot een "gemiddelde" grondwaterstand (op basis van de beschikbare, langjarige meetreeksen) zijn de verschillen tussen de gecorrigeerde gemeten en de berekende standen minder dan 30 centimeter. De berekende grondwaterstanden bevinden zich ongeveer midden tussen de twee per peilbuis gemeten standen. Gezien het grote verhang in de grondwaterstanden zijn deze resultaten acceptabel om het model betrouwbaar te kunnen noemen.

Een uitgebreide beschrijving van de modelbetrouwbaarheid is opgenomen in bijlage 1.

4 BEREKENINGSRESULTATEN

4.1 Huidige situatie

Op basis van het stationaire model zijn tijdsafhankelijke berekeningen uitgevoerd. Voor de neerslag en verdamping is gebruik gemaakt van een synthetisch TNO-jaar. Dit synthetische jaar betreft geen werkelijk gemeten serie neerslag en verdamping maar een door TNO samengestelde reeks. Op basis van deze synthetische reeks zijn aan de hand van de resultaten van de berekeningen de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) bepaald. De berekende GHG en GLG voor de huidige situatie is weergegeven in de figuren 3.3 en 3.4 (in meter ten opzichte van NAP) en in de figuren 3.5 en 3.6 (in meter ten opzichte van maaiveld).

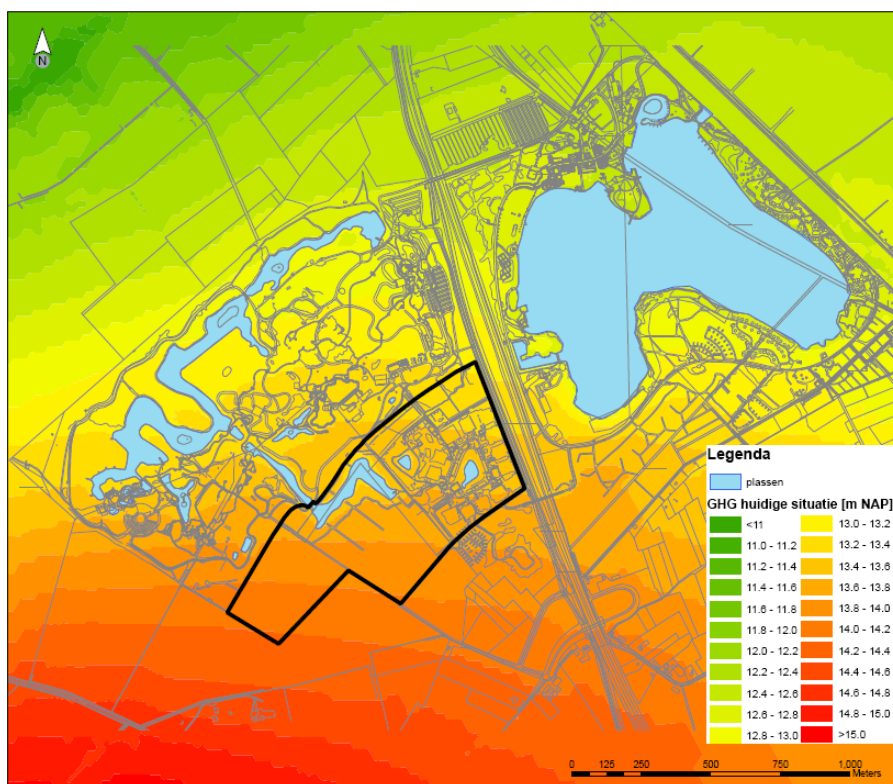
Regionale grondwaterstroming

Uit de figuren 3.3 en 3.4 valt op te maken dat de regionale grondwaterstroming globaal gericht is van noord naar zuid. Het water vanuit de verschillende plassen in het recreatiepark de Beekse Bergen infiltreert naar het diepere grondwater waardoor hier het verhang in de grondwaterstand minder steil is dan ten noorden en ten zuiden van het recreatiepark. In het studiegebied zelf is de invloed van het oppervlaktewater iets minder groot dan het gebied ten noorden en oosten hiervan, waardoor de stijghoogtegradiënt hier al weer toeneemt.

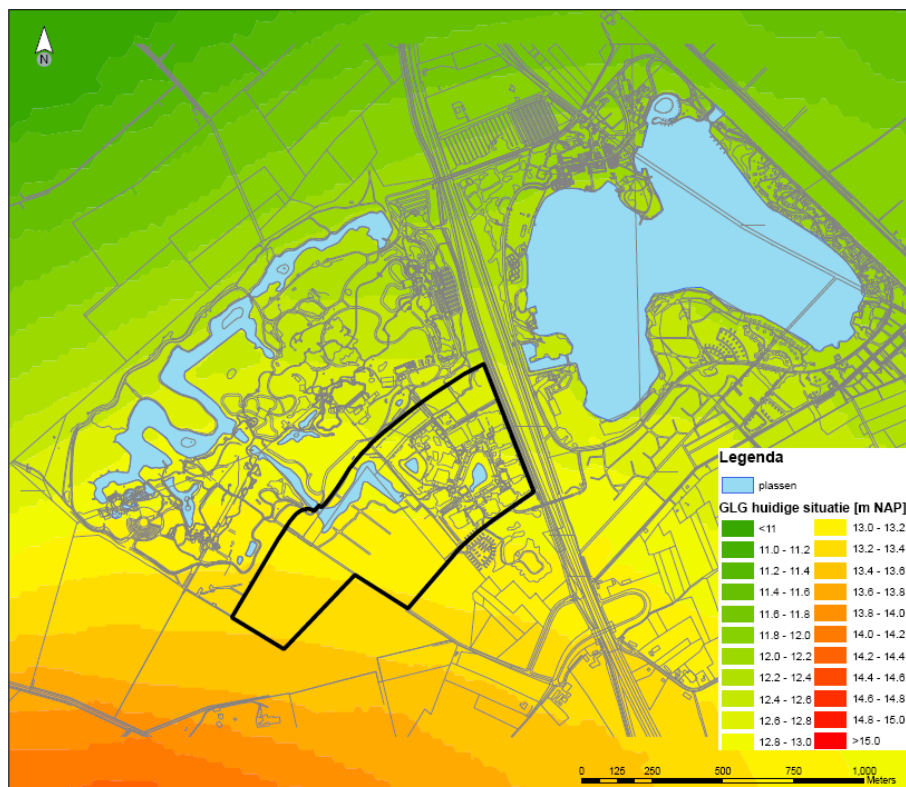
Lokale grondwaterstanden

De GHG (figuur 3.5) ligt in het studiegebied over het algemeen rond twee meter onder maaiveld. De GLG (figuur 3.6) ligt over het algemeen ruim 2 meter onder maaiveld en voor een aanzienlijk deel zelfs meer dan 3 meter onder maaiveld. In het noordelijke deel van het studiegebied komen de hoogste grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld voor, in het zuidelijke deel de laagste grondwaterstanden.

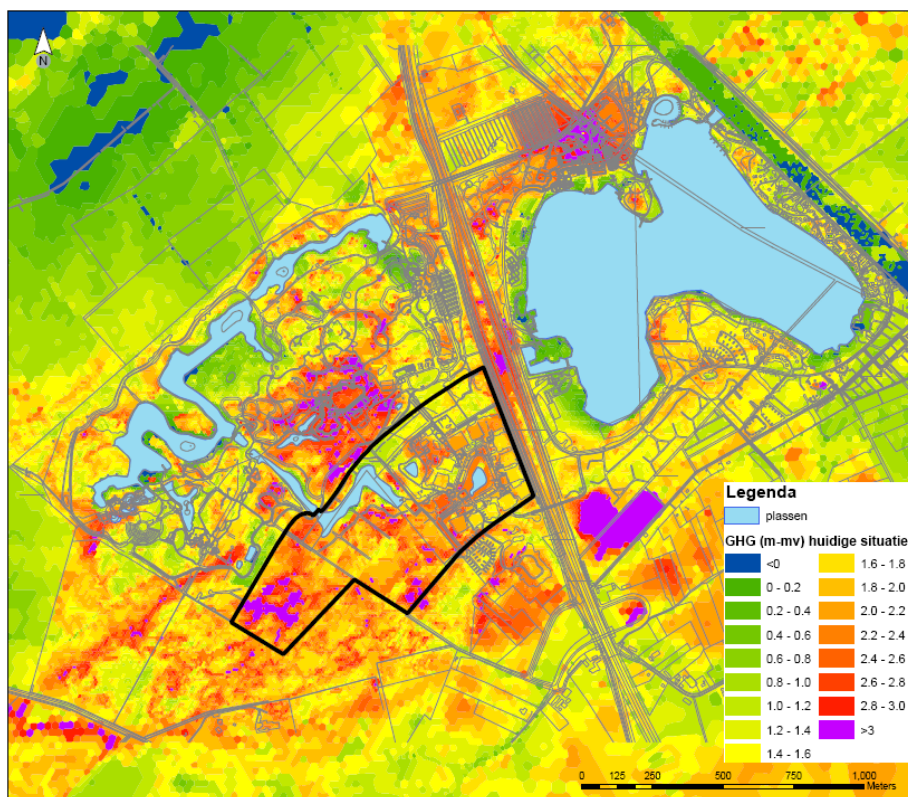
Figuur 3.3 GHG in de huidige situatie ten opzichte van NAP



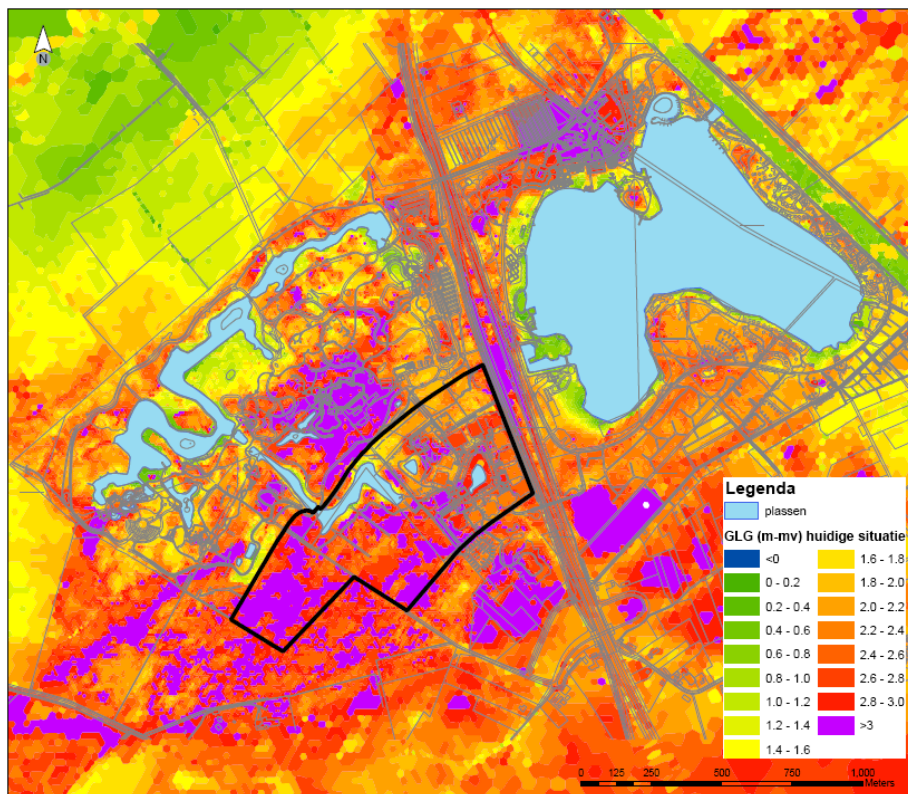
Figuur 3.4 GLG in de huidige situatie ten opzichte van NAP



Figuur 3.5 GHG in de huidige situatie ten opzichte van maaiveld



Figuur 3.6 GLG in de huidige situatie ten opzichte van maaiveld



4.2 Toekomstige situatie

De uitbreiding heeft alleen effect op de grondwateraanvulling die optreedt. De verdampingssituatie verandert:

- doordat het grondgebruik aangepast wordt (naaldbos wordt vervangen door gras en bebouwing);
- door de aanleg van de savanne (hierdoor komt de grondwaterstand dichterbij aan maaiveld te liggen, wat een effect zal hebben op de verdamping).

Twee huidige, kleinere plassen in het uitbreidingsgebied zijn in het plan voor de uitbreiding niet meer aanwezig (deze liggen in het gebied waar de savanne wordt aangelegd). Voor wat betreft de hydrologie/waterhuishouding worden verder geen veranderingen verwacht. De peilen van de plassen worden niet aangepast.

Aanpassing grondgebruik

Ruim de helft van het studiegebied bestaat uit naaldbos. Het noordoostelijke deel van het studiegebied is momenteel een camping met meer open ruimte en een meer gemengde beplanting (loof- en naaldbomen). Naaldbossen staan er om bekend voor veel verdamping te zorgen. Wanneer naaldbomen verwijderd worden, zal de verdamping afnemen en zal daardoor de grondwateraanvulling toenemen. Om de effecten op de grondwateraanvulling door verandering van het grondgebruik te modelleren is het grondgebruik ter plaatse van het studiegebied aangepast:

- Ter plekke van de savanne (geul) zal het grondgebruik in de toekomstige situatie uit grasland en zandvlakte bestaan, het huidige grondgebruik wordt in het model vervangen door het grondgebruik "gras".
- De rest van het gebied wordt ingericht worden met huisjes, terrassen, parkeerplaatsen, hofjes en groen-invulling. Het huidige grondgebruik is hier vervangen door het grondgebruik "stedelijk gebied", dit type grondgebruik representeert een dergelijk gemengd grondgebruik goed.

Aanleg savanne

Ter plaatse van de savanne wordt het maaiveld afgegraven. De maximale verlaging van het maaiveld ter plaatse van de savanne bedraagt 1,30 meter. Deze verlaging dient om te voorkomen dat de op de savanne gehuisveste dieren ontsnappen en/of in contact kunnen komen met de bezoekers van het Safari Resort. Door het afgraven zal de grondwaterstand minder diep onder het maaiveld komen te liggen. Hierdoor zal er makkelijker verdamping optreden. Om dit effect mee te nemen is in het model ter plaatse van de gehele savanne het maaiveld met 1,30 meter verlaagd. In werkelijkheid zal niet de gehele savanne afgegraven worden. De berekende (worst-case) effecten zijn dus groter dan de in werkelijkheid optredende effecten.

Veranderingen in de grondwaterstand

Als gevolg van het verwijderen van naaldbos zal er meer grondwateraanvulling zijn terwijl het afgraven van het maaiveld juist een tegengesteld effect heeft. Het resulterende effect is dat de grondwateraanvulling in het grootste deel van het studiegebied toe neemt als gevolg van de aanpassingen. Vooral ter plaatse van de savanne zijn er ook enkele stukken waar de grondwateraanvulling afneemt.

Ook voor de toekomstige situatie is een tijdsafhankelijke berekening uitgevoerd op basis waarvan de GHG en de GLG berekend zijn. Wanneer de toekomstige GHG en GLG met de huidige GHG en GLG vergeleken worden blijkt dat er ondanks de veranderde grondwateraanvulling weinig effect is op de GHG en de GLG. Figuur 3.7 en 3.8 geven de berekende GHG en GLG voor de toekomstige situatie weer (in meter t.o.v. maaiveld). Figuur 3.9 en 3.10 laten zien wat de verandering van de GHG en GLG is van de toekomstige situatie ten opzichte van de huidige situatie.

Veranderingen van minder dan 5 centimeter worden als hydrologisch niet significant beschouwd. Deze veranderingen zijn met grijs aangegeven.

De GHG en GLG buiten de uitbreiding veranderen nauwelijks ten opzichte van de huidige GHG en GLG. Beiden komen slechts enkele centimeters hoger te liggen door de iets toegenomen grondwateraanvulling. De uitbreiding heeft dan ook geen significant effect op de grondwaterstanden in de omgeving.

In het studiegebied is duidelijk het effect te zien van de twee plassen die in de huidige situatie aanwezig zijn maar niet in het toekomstige plan.

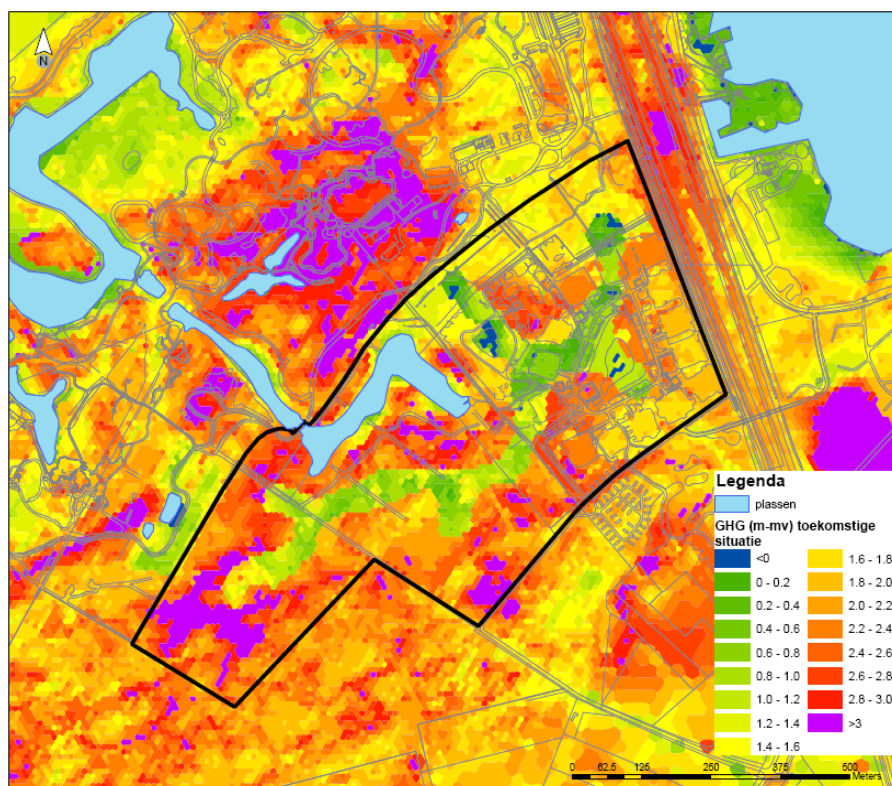
Effect verlaging maaiveld door aanleg savanne

Ondanks dat de uitbreiding weinig effect heeft op de GHG en GLG, wordt het verschil tussen de GHG en het maaiveld ter plaatse van de savanne wel een stuk kleiner door de verlaging van het maaiveld. In de savanne bedraagt de drooglegging bij de GHG over het algemeen minder dan 1 meter. Vooral in het noordelijke deel van de savanne zijn gebieden aanwezig waar in deze tijd van het jaar het grondwater op – of aan – maaiveld komt. In het zuidelijke deel liggen de grondwaterstanden iets dieper (zie figuur 3.7). Ook bij de GLG zijn er enkele plekken in de savanne waar het grondwater nog net aan maaiveld komt te staan (figuur 3.8).

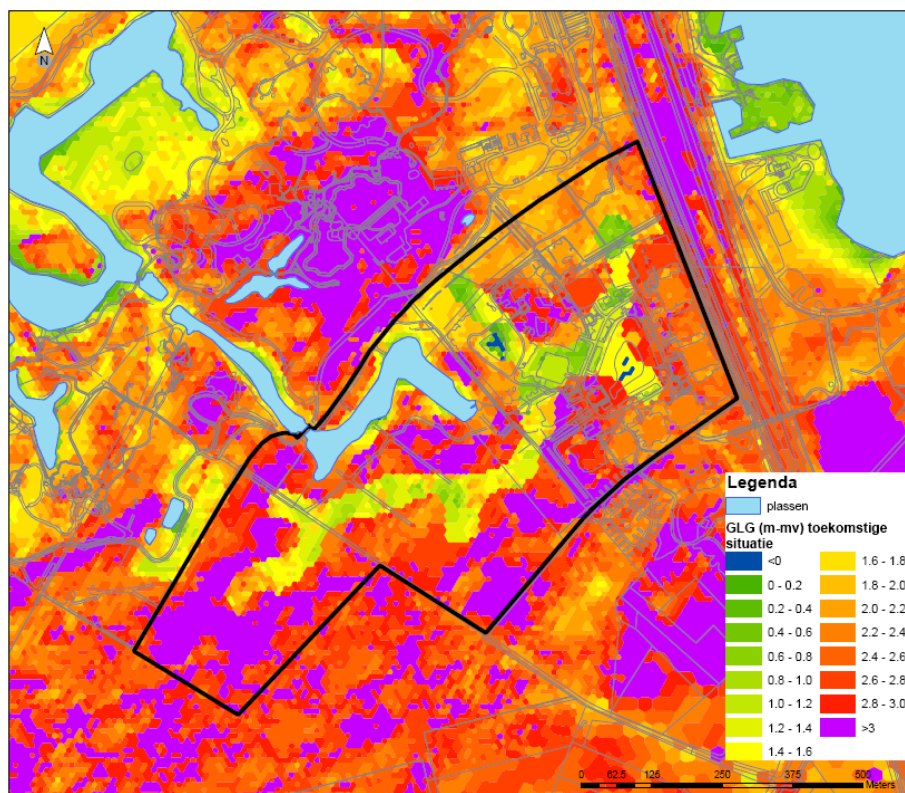
De bedoeling van het plan is dat er een droge savanne ontstaat met daarin een aantal grote drinkpoelen. Wanneer het maaiveld ter plaatse van de savanne 1,3 meter wordt afgegraven resulteert dit waarschijnlijk lokaal in een iets te natte situatie, in ieder geval in de winterperiode en het vroege voorjaar. De exacte hoogteligging van het maaiveld moet echter nog wel gecontroleerd worden aan de hand van recent uitgevoerde hoogtemetingen ter plaatse van de geplande uitbreiding. Ook kan door maatwerk (aanbrengen lokale verdiepingen/-verondiepingen binnen de savanne worden toegewerkt naar de juiste grondwaterstanden).

In werkelijkheid wordt niet de hele savanne 1,3 meter afgegraven, maar slechts een geul van 6 meter breed rondom de savanne die dient als afscheiding tussen de huisjes en de dieren. Deze geul zal in het voorjaar af en toe water kunnen voeren. De drooglegging op de niet afgegraven delen van de savanne zal niet veel veranderen ten opzichte van de huidige situatie.

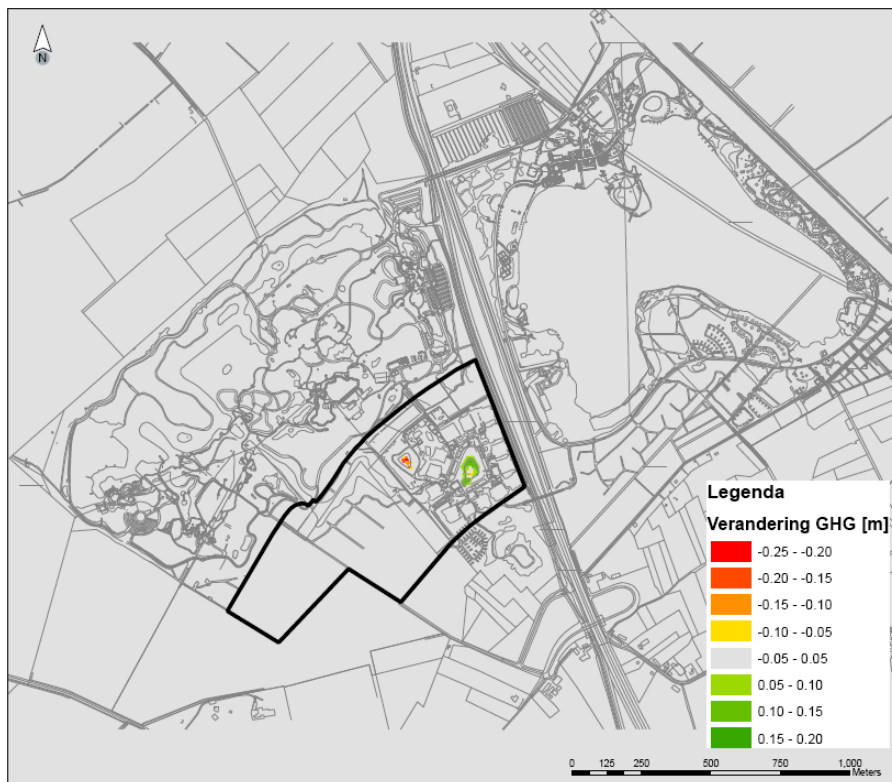
Figuur 3.7 GHG in de toekomstige situatie ten opzichte van maaiveld



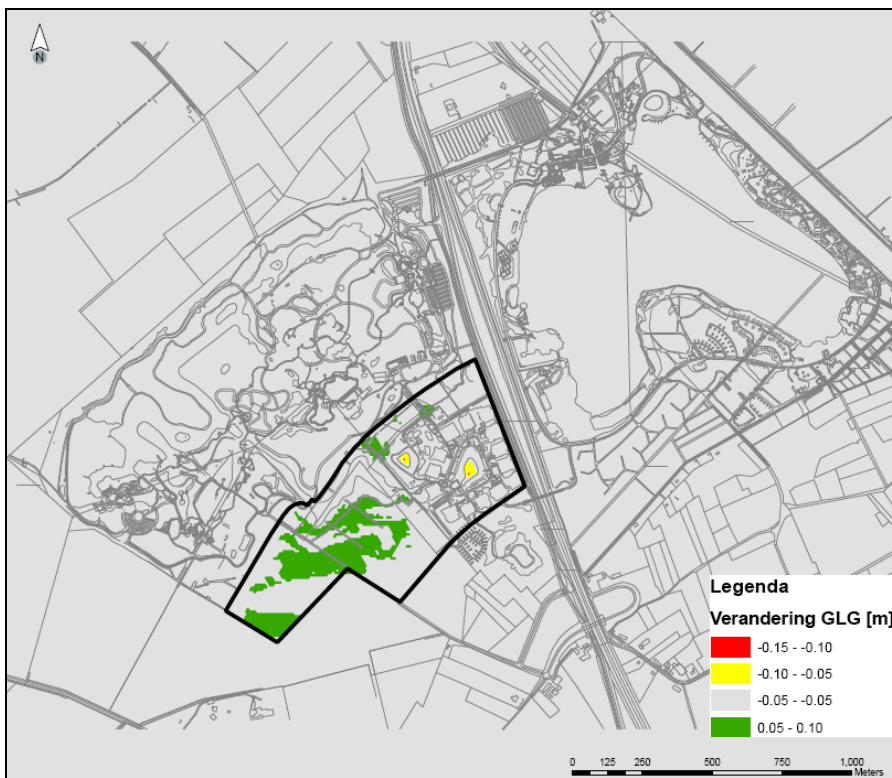
Figuur 3.8 GLG in de toekomstige situatie ten opzichte van maaiveld



Figuur 3.9 Verandering GHG toekomstige t.o.v. huidige situatie (+ = verhoging, - = verlaging)



Figuur 3.10 Verandering GLG toekomstige t.o.v. huidige situatie (+ = verhoging, - = verlaging)



4.3 Gevoelighedsanalyse verandering grondgebruik

De verandering van de grondwateraanvulling wordt voor een groot deel bepaald door een verandering van het grondgebruik. In het model is het huidige landgebruik in de savanne vervangen door “gras” en in het deel waar de huisjes staan door “stedelijk gebied”. Om de bandbreedte van het veranderende landgebruik te bekijken zijn stationaire berekeningen uitgevoerd voor twee uiterste situaties. In het ene geval wordt er vanuit gegaan dat al het naaldbos, voor het deel waar de huisjes komen te staan, gehandhaafd blijft. Hier wordt volledig gerekend met naaldbos als landgebruik (dus meer naaldbos dan in de huidige situatie). In het andere geval worden er vanuit gegaan dat al het naaldbos verwijderd wordt en bestaat het landgebruik in het hele studiegebied uit grasland (zonder huisjes). In de savanne wordt altijd gerekend met gras.

Wanneer het gehele gebied behalve de savanne uit naaldbos bestaat, is de grondwateraanvulling lager dan in de situatie met huisjes. De grondwaterstand is nu maximaal 1,5 cm lager vergeleken met de situatie met het grondgebruik “stedelijk gebied”.

Wanneer het gehele gebied uit grasland bestaat, is de grondwateraanvulling groter dan in de situatie met de huisjes. De grondwaterstand komt hierdoor hoger te liggen dan in de situatie met de huisjes, de maximale verhoging van de grondwaterstand is 3 centimeter.

Op grond hiervan wordt geconcludeerd dat extreme situaties met betrekking tot het landgebruik nog altijd resulteren in slechts kleine verschillen in de grondwaterstanden. De verschillen zijn minder dan 5 centimeter verhoging of verlaging.

5 EFFECTEN

Hydrologische veranderingen

Hydrologische veranderingen in het recreatiepark de Beekse Bergen zijn te verwachten door aanpassingen van het grondgebruik en door aanpassing van het maaiveld. Als gevolg van de herinrichting van het gebied wordt aanwezig naaldbos deels vervangen door ander grondgebruik zoals gras, bebouwing, wegen en recreatief groen. Als gevolg van de herinrichting wordt tevens een savanne aangelegd, het maaiveld wordt hiervoor verdiept met ongeveer 1,3 meter ter plaatse van een 6 meter brede geul. Ter plaatse van deze geul komt het grondwater dus minder diep onder maaiveld te liggen.

Het effect van een veranderd grondgebruik is een toename van de grondwateraanvulling, aangezien naaldbos meer water verbruikt dan andere vormen van grondgebruik. Het effect van maaiveldverlaging is een afname van de grondwateraanvulling doordat grondwater makkelijker kan verdampen.

Het resulterende effect is dat de grondwateraanvulling in het grootste deel van het plangebied toe neemt. Uit een vergelijking van de berekende GHG en GLG tussen huidige en toekomstige situatie blijkt dat binnen het plangebied hierdoor de grondwaterstand in het algemeen minder dan 5 cm verandert. Lokaal is sprake van veranderingen tussen 5 en 10 cm (verhoging of verlaging). Buiten het plangebied zijn de effecten overal niet significant: de veranderingen zijn altijd minder dan 5 cm.

Als gevolg hiervan zullen ook de effecten op het regionale grondwatersysteem (regionale grondwaterstroming, ligging infiltratie- en kwelgebieden) verwaarloosbaar klein zijn. In de omgeving van het studiegebied bevinden zich een aantal Natura 2000 gebieden (op 2 tot 4 kilometer ten noordoosten, ten zuiden en ten westen van de locatie. Gelet op voorgaande worden geen hydrologische effecten op de (stroomafwaarts gelegen) Natura 2000 gebieden verwacht.

Veranderingen in de waterkwaliteit

Doordat het grondgebruik in het studiegebied verandert, kan ook de waterkwaliteit veranderen. Voornaamste wijziging betreft de aanwezigheid van dieren in de savanne. Dit kan een negatief effect hebben op de grondwaterkwaliteit ter plaatse als gevolg van (extensieve) belasting door uitspoeling naar het grondwater van urine en fecaliën. Dit zal eerder optreden in de winterperiode, als het grondwater in de savanne vrij hoog staat dan in de zomerperiode, als het grondwater laag staat. Aangezien alleen ter plaatse van de geul aan de rand het maaiveld afgegraven wordt, blijft de onverzadigde zone groot waar de dieren lopen. Een grote onverzadigde zone heeft een gunstig effect op de afbraak van verontreinigingen. De verwachting is dat in de zomerperiode de invloed van afbraak en oxidatie groter is dan in de winter.

Gelet op de grote afstand van het benedenstrooms gelegen Natura 2000 gebied Kempenland West (afstand circa 3 km) en de extensieve belasting worden geen significante waterkwaliteitsveranderingen verwacht in dit gebied. Mogelijk dat direct stroomafwaarts van het plangebied geringe veranderingen in de waterkwaliteit zullen optreden.

Conclusie effectbeoordeling

Waterhuishoudkundig systeem

De aanpassingen aan het waterhuishoudkundig systeem zijn minimaal. Enkele kleinere infiltratieplassen komen te vervallen. Buiten de savanne blijft het huidige oppervlaktewatersysteem ongewijzigd. Ook zijn geen wijzigingen in het huidige peilbeheer voorzien. Wel wordt er dus een geul aangelegd waar in de winter/het voorjaar mogelijk water staat. In de zomer zal deze geul droogstaan.

Oppervlaktewater kwaliteit

Door aanwezigheid van 'vee' zal de waterkwaliteit in de (nieuwe) infiltratieplassen binnen de savanne mogelijk wat slechter worden dan in de huidige situatie (bacteriologisch, meststoffen). De recreatieve functie van deze plassen komt echter te vervallen. De aan te leggen (drink)poelen zijn geïsoleerde poelen die niet met het omringende oppervlaktewater in verbinding staan. In de plassen buiten het plangebied zal de waterkwaliteit dan ook niet veranderen.

Kwel en infiltratie

De grondwaterstanden in het zuidelijke deel van het plangebied komen maximaal 5 tot 10 cm hoger te liggen (periode GLG). In de overige delen van het plangebied en buiten het plangebied bedragen de veranderingen minder dan 5 cm. De wijzigingen in het regionale grondwaterstromingspatroon zijn nihil. Als gevolg hiervan zullen de kwel- en infiltratieveranderingen zeer gering zijn. Effecten in het benedenstrooms gelegen Natura 2000 gebied (op circa 3 km afstand) worden niet aannemelijk geacht.

Grondwaterkwaliteit

Als gevolg van een mogelijke geringe afname van de (grond)waterkwaliteit in het plangebied door de aanwezigheid van 'vee' en de aanwezige infiltratie, bestaat ook de mogelijkheid dat de grondwaterkwaliteit stroomafwaarts iets verslechterd. Gelet op de grote afstand tot het stroomafwaarts gelegen Natura 2000 gebied (afstand circa 3 km) en de extensieve belasting worden geen significante waterkwaliteitsveranderingen verwacht in dit gebied. Mogelijk dat direct stroomafwaarts van het plangebied nog geringe veranderingen in de waterkwaliteit waarneembaar zullen zijn.

Op grond van voorgaande wordt geconcludeerd dat de voorgenomen activiteiten voor herstructurering en versterking van het recreatiepark mogelijk alleen effect hebben op de (grond)waterkwaliteit en dan met name in het plangebied zelf en direct stroomafwaarts hiervan. Verwacht wordt echter dat de negatieve effecten zeer beperkt zullen zijn, vanwege het extensieve karakter van de savanne en de natuurlijke bodemprocessen die ook voor afbraak kunnen zorgen. Daarom worden geen mitigerende maatregelen voorgesteld.

6 CONCLUSIES

De door de uitbreiding van het recreatiepark Beekse Bergen veroorzaakte veranderingen op hydrologisch gebied zijn te verwachten door aanpassingen van het grondgebruik en door aanpassing van het maaiveld. Als gevolg van de herinrichting van het gebied wordt aanwezig naaldbos deels vervangen door ander grondgebruik zoals gras, bebouwing, wegen en recreatief groen. Als gevolg van de herinrichting wordt tevens een savanne aangelegd. Om deze savanne te scheiden van de huisjes wordt een geul wordt aangelegd waarvoor het maaiveld met ongeveer 1,3 meter wordt afgegraven. Ter plaatse van deze geul komt het grondwater dus minder diep onder maaiveld te liggen. Met het grondwatermodel zijn de gevolgen van deze veranderingen bepaald.

Op grond van het uitgevoerde onderzoek wordt het volgende geconcludeerd:

- De grondwaterstanden in het zuidelijke deel van het plangebied komen maximaal 5 tot 10 cm hoger te liggen (periode GLG). In de overige delen van het plangebied en buiten het plangebied bedragen de veranderingen minder dan 5 cm. De wijzigingen in het regionale grondwaterstromingspatroon zijn nihil. Als gevolg hiervan zullen de kwel- en infiltratieveranderingen zeer gering zijn. Effecten in het benedenstrooms gelegen Natura 2000 gebied (op circa 3 km afstand) worden niet aannemelijk geacht.
- Doordat het grondgebruik in het studiegebied verandert, kan ook de waterkwaliteit veranderen. Voornaamste wijziging betreft de aanwezigheid van dieren in de savanne. Dit kan een negatief effect hebben op de grondwaterkwaliteit ter plaatse als gevolg van (extensieve) belasting door uitspoeling naar het grondwater van urine en fecaliën. Dit zal eerder optreden in de winterperiode, als het grondwater in de savanne hoog staat dan in de zomerperiode, als het grondwater laag staat. De verwachting is dat in de zomerperiode de invloed van afbraak en oxidatie groter is dan in de winter. Gelet op de grote afstand van het benedenstrooms gelegen Natura 2000 gebied Kempenland West (afstand circa 3 km) en de extensieve belasting worden geen significante waterkwaliteitsveranderingen verwacht in dit gebied. Mogelijk dat direct stroomafwaarts van het plangebied geringe veranderingen in de waterkwaliteit zullen optreden.
- De voorgenomen activiteiten voor herstructurering en versterking van het recreatiepark hebben mogelijk alleen effect hebben op de (grond)waterkwaliteit en dan met name in het plangebied zelf en direct stroomafwaarts hiervan. Verwacht wordt echter dat de negatieve effecten zeer beperkt zullen zijn, vanwege het extensieve karakter van de savanne en de natuurlijke bodemprocessen die ook voor afbraak kunnen zorgen. Daarom worden geen mitigerende maatregelen voorgesteld.

Bijlage 1

Modelbetrouwbaarheid

Om te bepalen of de modelresultaten voldoende overeen komen met de werkelijkheid, wordt gebruik gemaakt van beschikbare meetreeksen van grondwaterstanden. De stationair berekende grondwaterstanden en stijghoogtes zijn vergeleken met gemeten waarden uit DINO (TNO) en metingen in recent geplaatste peilbuizen in het plangebied (metingen uitgevoerd door SMA, 19 september 2008 en 10 maart 2010).

De gemiddelden van de gemeten grondwaterstanden over de beschouwde periodes zijn vergeleken met de berekende grondwaterstanden. Op basis van de afwijkingen zijn aanpassingen gedaan in de weerstand van de scheidende laag, de transmissiviteit van het watervoerend pakket en de drainage- en infiltratieweerstand van het topsysteem.

De modelcontrole is alleen gericht op de bovenste drie watervoerende lagen in het model. In de diepere lagen is het model voldoende gekalibreerd en de invloed hiervan op de bovenliggende lagen is klein doordat de derde scheidende laag een hoge weerstand heeft (20000 dagen).

De stijghoogten in de bovenste drie pakketten komen min of meer met elkaar overeen, omdat er slechts dunne scheidende lagen aanwezig zijn tussen de watervoerende lagen.

In tabel 1 zijn de gemeten en berekende waarden van de peilbuizen uit DINO weergegeven. Hierbij is rekening gehouden met de peilbuizen waarvan de meetperiode overeenkomt met de periode die is aangehouden als calibratieperiode (gemiddelde situatie over 1989-2000). Andere peilbuizen (zoals ook genoemd in de tabel in de offerte) zijn buiten beschouwing gelaten omdat de meetreeks deze periode niet – of slechts gedeeltelijk – dekt. Tijdens deze calibratieperiode waren de plassen nog niet met elkaar verbonden via het buizenstelsel. In het model is dit verwerkt door ter plaatse van de plassen het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket te verhogen tot 10.000 m² per dag. Door de transmissiviteit ter plaatse van de plassen heel hoog te maken rekent het model deze gebieden door alsof het 'open water' is. De hier berekende grondwaterstand kan in dat geval worden gezien als een oppervlaktewaterstand die "alleen" reageert op verschillen in neerslag en verdamping.

In tabel 1 wordt voor de peilbuizen uit DINO aangegeven wat het verschil is tussen de berekende en de gemiddelde gemeten grondwaterstand (1989 – 2000) in de oude situatie (plassen niet met elkaar verbonden). In tabel 2 en 3 worden voor de volledigheid ook de verschillen weergegeven voor de peilbuizen waar slechts twee metingen beschikbaar is, gemeten op 19 september 2008 en 10 maart 2010). Deze metingen zijn uitgevoerd voor de situatie waarbij de plassen wel met elkaar verbonden zijn, de optredende verschillen tussen de berekende en gemeten grondwaterstanden zijn dus niet representatief voor de betrouwbaarheid van het model.

Tabel B1 Overzicht meetpunten met berekende en gemeten gemiddelde grondwaterstanden (1989-2000) (oude situatie)

Nummer	Watervoerende laag	Berekend (m+NAP)	Gemeten (m+NAP)	Vershil
B50F0102	3	12.86	12.66	0.20
B50F0630	2	12.88	12.7	0.18
B50F0661	2	11.93	12.01	-0.08
B50F0665	2	12.27	12.45	-0.18
B50F0666	2	12.44	12.57	-0.14
B50F0670	2	13.30	12.77	0.53
B50F0671	2	13.02	12.88	0.14
B50F0672	2	13.41	13.18	0.23

Tabel B2 Overzicht meetpunten met berekende en op 19 september 2008 gemeten grondwaterstanden (SMA, 19 september 2008) (oude situatie)

Nummer	Watervoerende laag	Berekend (m+NAP)	Gemeten (m+NAP)	Vershil
PB1	2	13.22	12.8	0.42
PB2	2	13.25	12.81	0.44
PB3	2	13.38	12.8	0.58
PB4	2	13.42	12.9	0.52
PB5	2	13.58	12.98	0.60
PB6	2	13.46	12.91	0.55
vijver	1	13.22	12.79	0.43
okavango	1	13.27	12.94	0.33

Tabel B3 Overzicht meetpunten met berekende en op 10 maart 2010 gemeten grondwaterstanden (SMA, 10 maart 2010) (oude situatie)

Nummer	Watervoerende laag	Berekend (m+NAP)	Gemeten (m+NAP)	Vershil
PB1	2	13.22	13.71	-0.49
PB2	2	13.25	13.76	-0.51
PB3	2	13.38	13.97	-0.59
PB4	2	13.42	14.01	-0.59
PB5	2	13.58	14.15	-0.57
PB6	2	13.46	13.92	-0.46
vijver	1	13.14	13.66	-0.44
okavango	1	13.17	13.82	-0.55

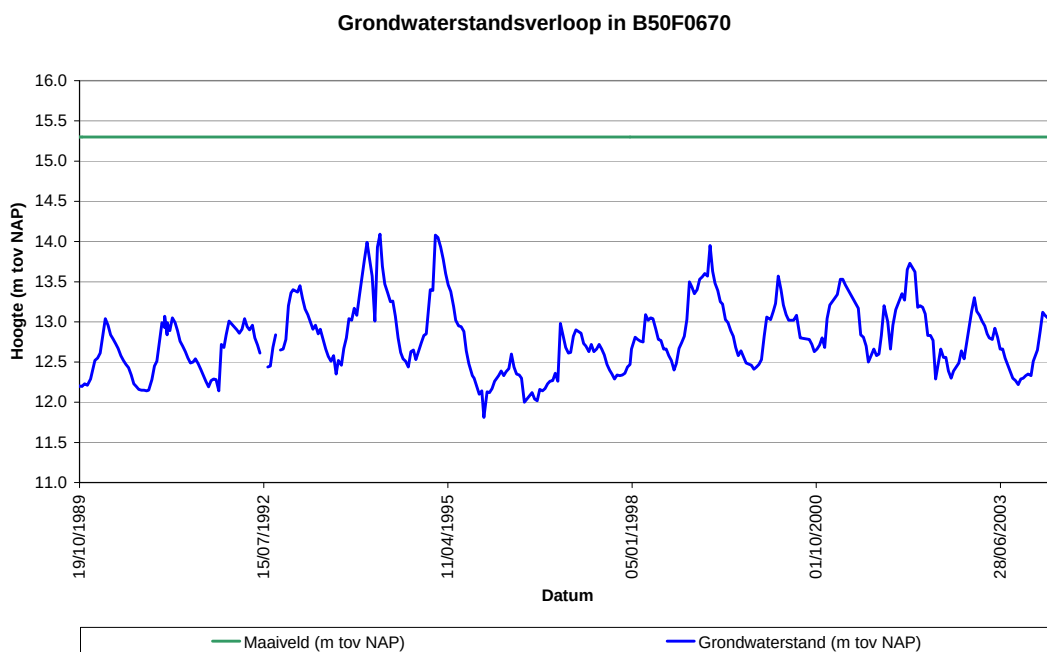
De berekende grondwaterstanden zijn, vergeleken met de gemiddelde gemeten grondwaterstanden (tabel 1), tussen circa 20 centimeter te hoog of te laag. Uitzondering hierop is het verschil ter plaatse van peilbuis B50F0670. Gezien het grote verhang in de grondwaterstanden zijn deze resultaten acceptabel om het model betrouwbaar te kunnen noemen.

Op basis van het model voor de oude situatie is een model gemaakt voor de huidige situatie waarbij de plassen met elkaar verbonden zijn via een ondergronds buizenstelsel.

Ter plaatse van de grote plas wordt nu een vast peil opgelegd dat gelijk is aan het peil in het Wilhelminakanaal (12,5 m NAP). Ter plaatse van de andere (westelijker gelegen) plassen is niet bekend wat het peil is en hoe dit peil varieert (in de praktijk communiceren de peilen in de verschillende plassen nog niet volledig met elkaar, ondanks de aanleg van de buizenstelsels, waardoor er soms toch water verpompt moet worden van de ene naar de andere plas). Aan de hand van verschillende modelberekeningen met verschillende vaste (gemiddelde) peilen is nagegaan welke situatie het beste fit met de metingen in september 2008 en maart 2010). Deze situatie wordt bereikt bij een vast (gemiddeld) peil in de westelijk gelegen plassen van 13,1 m NAP.

Omdat de grondwaterstand ter plaatse van de nieuw geplaatste meetpunten slechts twee maal gemeten is, kan hier geen gemiddelde grondwaterstand bepaald worden. TNO meetpunt B50F0670 ligt middenin het gebied waar de nieuwe peilbuizen zijn geplaatst. Van deze peilbuis is wel een lange meetreeks beschikbaar, weergegeven in figuur 1.

Figuur B1 Grondwaterstandsverloop in peilbuis B50F0670



De gemiddelde grondwaterstand in deze peilbuis op de meetdatums rond 19 september, over de periode 1989-2003 bedraagt 12,44 m NAP. Vergeleken met een gemiddelde grondwaterstand van 12,77 m NAP ligt de grondwaterstand rond 19 september circa 30 centimeter lager dan de gemiddelde grondwaterstand. Om de grondwaterstanden gemeten in de nieuwe pijlbuizen op 19 september 2008 te kunnen vergelijken met de berekende gemiddelde grondwaterstanden, zou de gemeten waarde dus 30 centimeter verhoogd moeten worden.

De gemiddelde grondwaterstand in deze peilbuis op de meetdatums rond 10 maart, over de periode 1989-2003 bedraagt 13,12 m NAP, vergeleken met een gemiddelde grondwaterstand van 12,77 m NAP ligt de grondwaterstand rond 10 maart circa 35 centimeter hoger dan de gemiddelde grondwaterstand. Om de grondwaterstanden gemeten in de nieuwe pijlbuisen op 10 maart 2010 te kunnen vergelijken met de berekende gemiddelde grondwaterstanden, zou de gemeten waarde dus 30 centimeter verlaagd moeten worden.

In tabel 4 wordt voor de peilbuisen uit DINO aangegeven wat het verschil is tussen de berekende en de gemiddelde gemeten grondwaterstand (1989 – 2000) in de huidige situatie (plassen wel met elkaar verbonden).

Tabel B4 Overzicht meetpunten met berekende en gemeten gemiddelde grondwaterstanden (1989-2000) (huidige situatie)

Nummer	Watervoerende laag	Berekend (m+NAP)	Gemeten (m+NAP)	Vershil
B50F0102	3	12.86	12.66	0.20
B50F0630	2	12.88	12.7	0.18
B50F0661	2	11.95	12.01	-0.06
B50F0665	2	12.33	12.45	-0.12
B50F0666	2	12.47	12.57	-0.10
B50F0670	2	13.30	12.77	0.53
B50F0671	2	13.02	12.88	0.14
B50F0672	2	13.41	13.18	0.23

In tabel 5 en 6 wordt voor de nieuw geplaatste peilbuisen aangegeven wat het verschil is tussen de berekende en de gemeten grondwaterstanden (op 19 september 2008 en 10 maart 2010). Hierbij is ook een indicatie gegeven van wat de gemiddelde grondwaterstand zou kunnen zijn rond 19 september en rond 10 maart (tussen haakjes) en wat het verschil tussen deze gemiddelde grondwaterstand en de berekende grondwaterstand zou zijn (ook tussen haakjes).

In figuur 2 worden de gecorrigeerde verschillen tussen de in september 2008 gemeten grondwaterstanden en de berekende grondwaterstanden weergegeven voor de verschillende meetpunten. In figuur 3 worden de gecorrigeerde verschillen tussen de in maart 2010 gemeten grondwaterstanden en de berekende grondwaterstanden weergegeven voor de verschillende meetpunten.

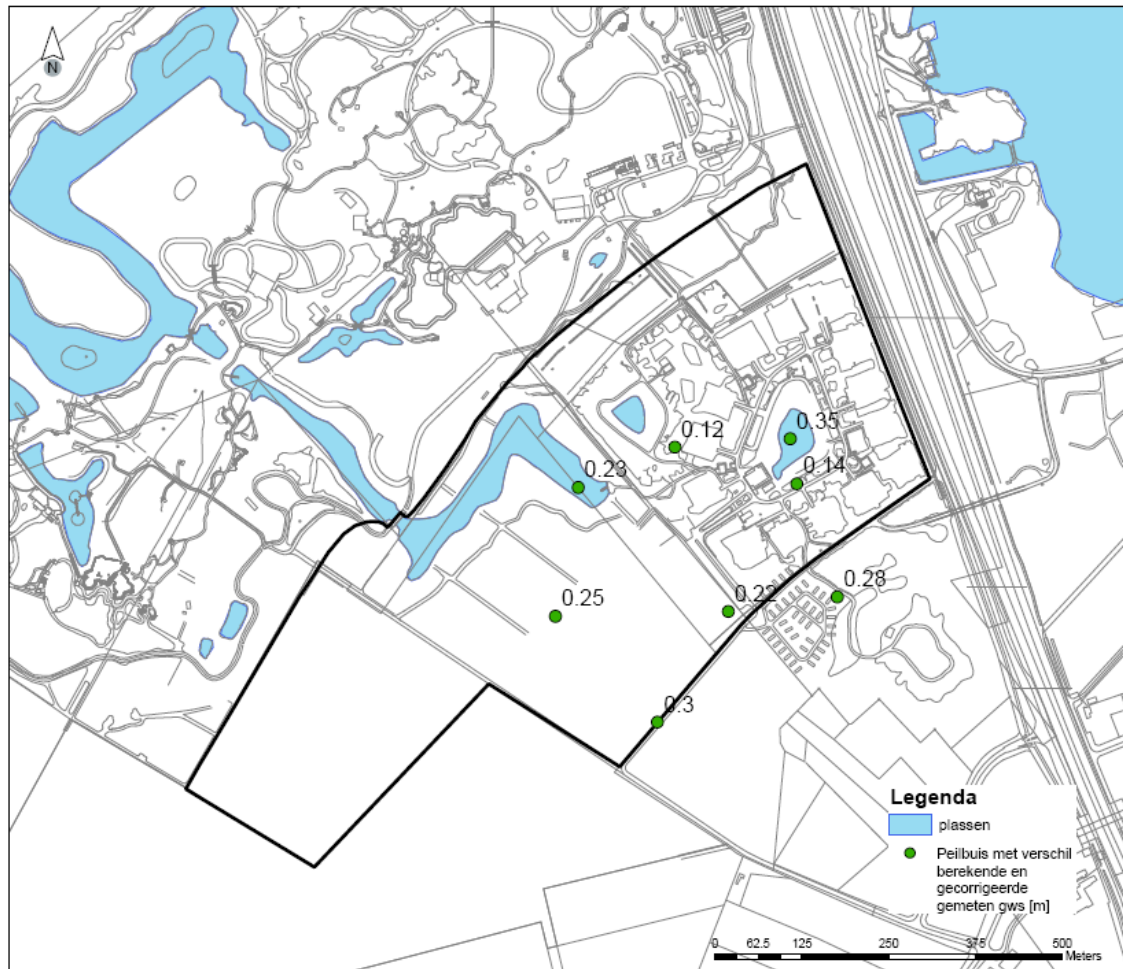
Tabel B5 Overzicht meetpunten met berekende en op 19 september 2008 gemeten grondwaterstanden (SMA, 19 september 2008) (huidige situatie)

Nummer	Watervoerende laag	Berekend (m+NAP)	Gemeten (m+NAP)	Verschil
PB1	2	13.22	12.80 (13.10)	0.42 (0.12)
PB2	2	13.25	12.81 (13.11)	0.44 (0.14)
PB3	2	13.38	12.80 (13.10)	0.58 (0.28)
PB4	2	13.42	12.90 (13.20)	0.52 (0.22)
PB5	2	13.58	12.98 (13.28)	0.60 (0.30)
PB6	2	13.46	12.91 (13.21)	0.55 (0.25)
Vijver	1	13.14	12.79	0.35
Okavango	1	13.17	12.94	0.23

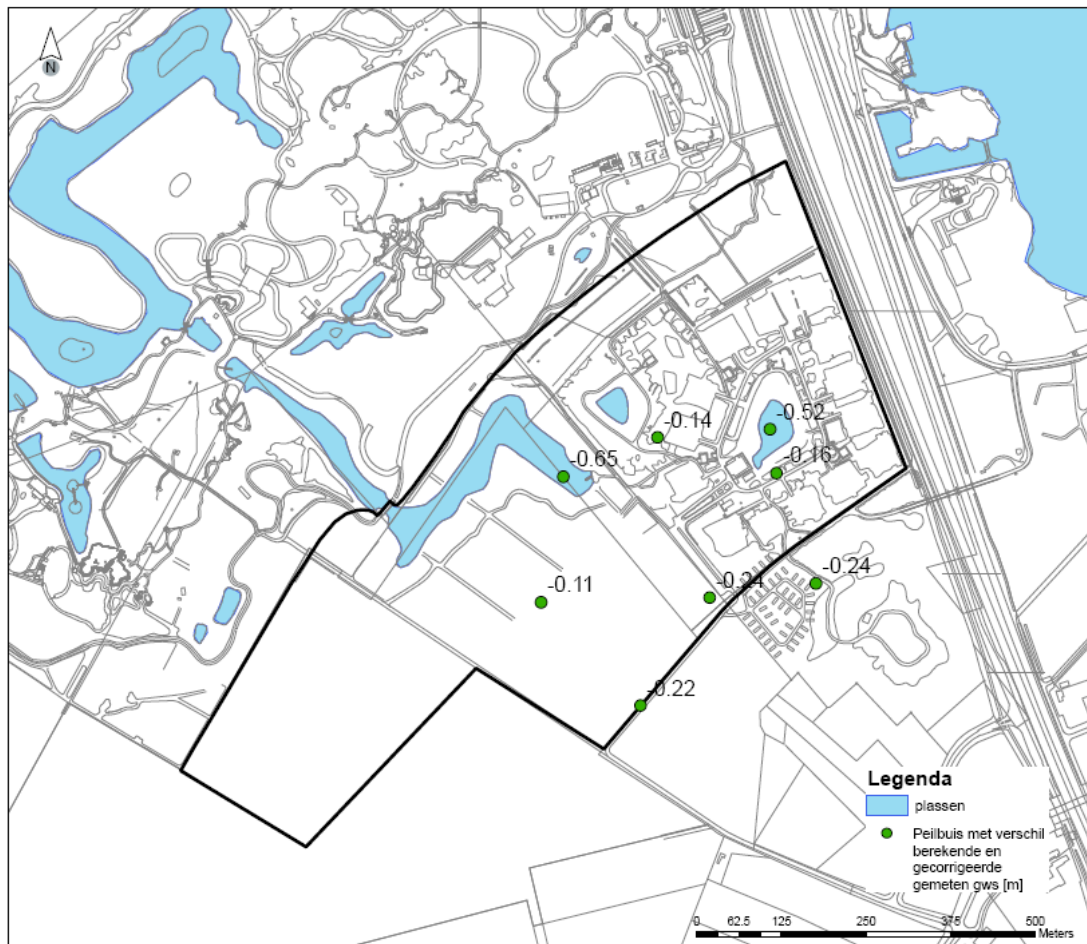
Tabel B6 Overzicht meetpunten met berekende en op 10 maart 2010 gemeten grondwaterstanden (SMA, 10 maart 2010) (huidige situatie)

Nummer	Watervoerende laag	Berekend (m+NAP)	Gemeten (m+NAP)	Verschil
PB1	2	13.22	13.71 (13.36)	-0.49 (-0.14)
PB2	2	13.25	13.76 (13.41)	-0.51 (-0.16)
PB3	2	13.38	13.97 (13.62)	-0.59 (-0.24)
PB4	2	13.42	14.01 (13.66)	-0.59 (-0.24)
PB5	2	13.58	14.15 (13.80)	-0.57 (-0.22)
PB6	2	13.46	13.92 (13.57)	-0.46 (-0.11)
Vijver	1	13.14	13.66	-0.52
Okavango	1	13.17	13.82	-0.65

Figuur B2 Gecorrigeerde verschillen tussen de berekende en de in september 2008 gemeten grondwaterstanden in het studiegebied

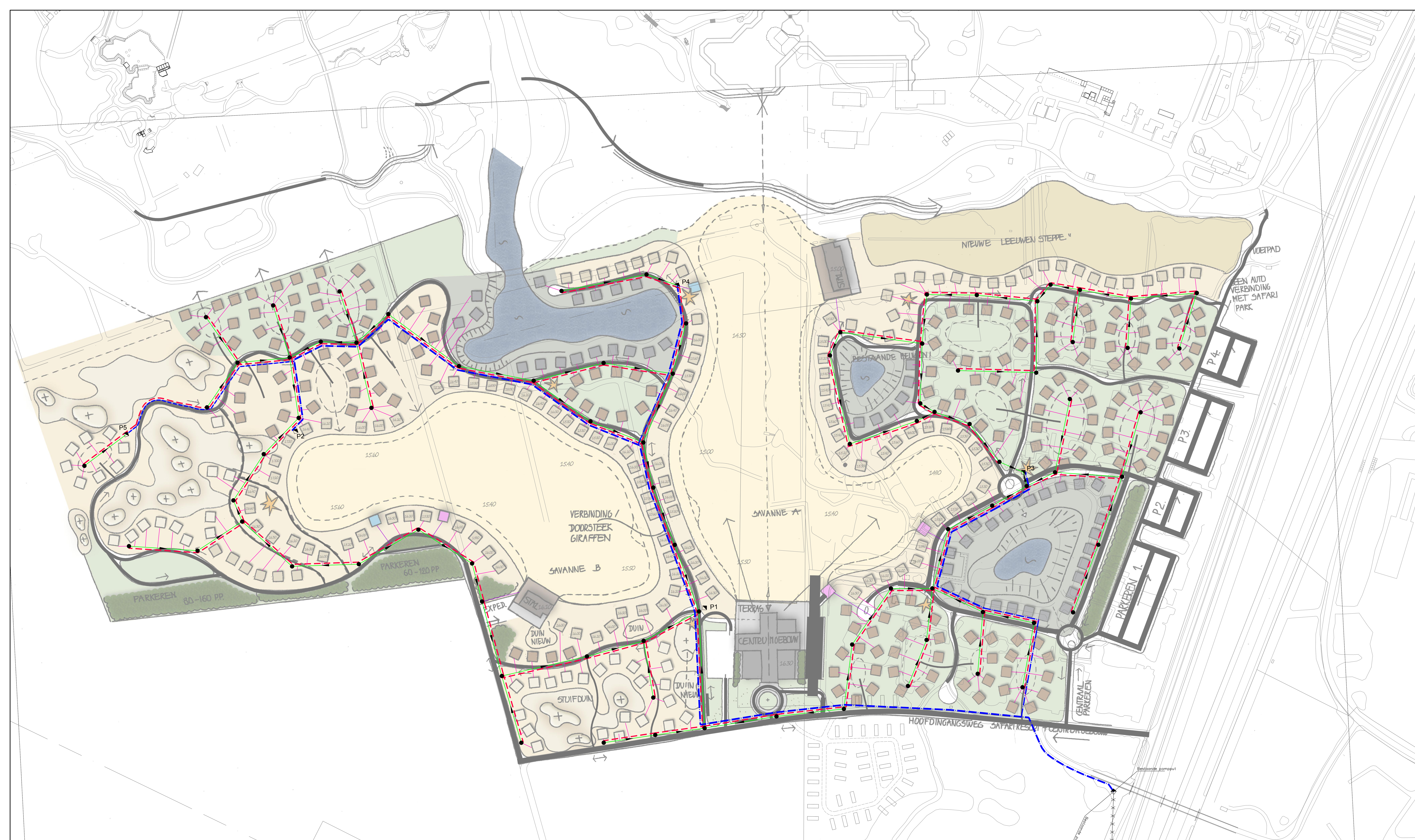


Figuur B3 Gecorrigeerde verschillen tussen de berekende en de in maart 2010 gemeten grondwaterstanden in het studiegebied



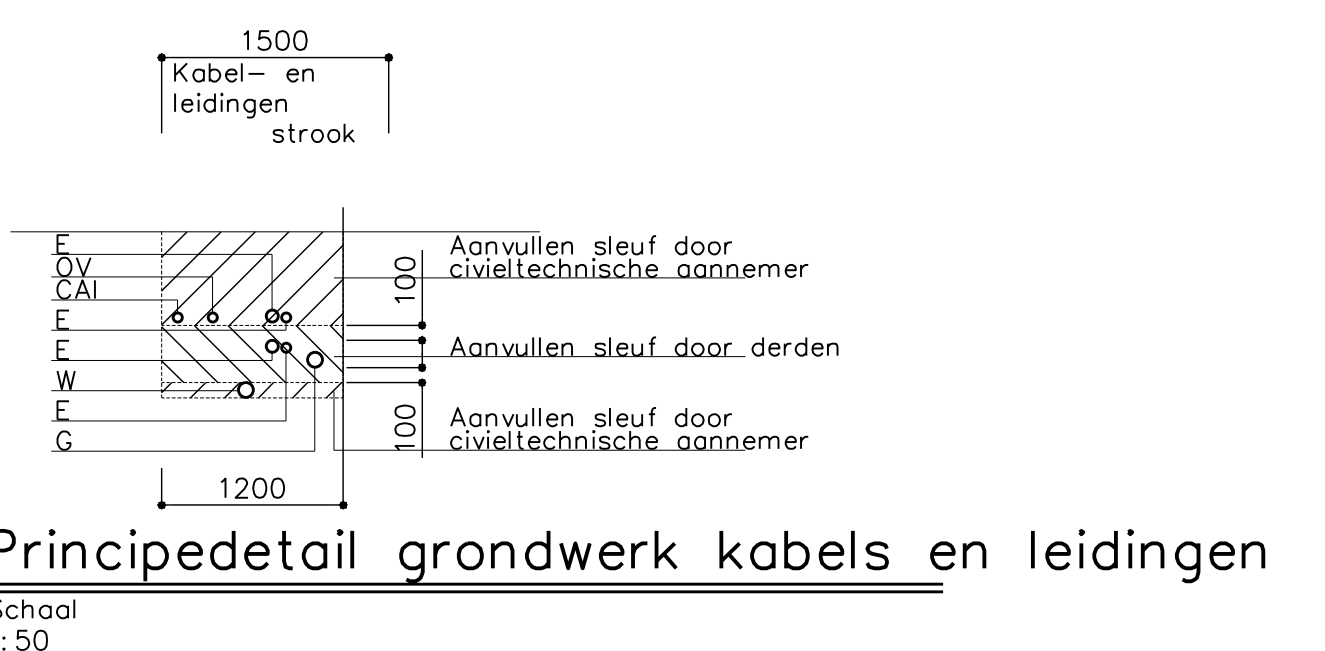
De voor de huidige situatie (waarin de plassen met elkaar verbonden zijn) berekende grondwaterstanden zijn tot circa 60 centimeter te hoog of te laag vergeleken met de in september 2008 en maart 2010 gemeten standen (tabel 4 en 5). Wanneer de gemeten standen gecorrigeerd worden tot een “gemiddelde” grondwaterstand zijn de verschillen tussen de gecorrigeerde gemeten en de berekende standen minder dan 30 centimeter. De berekende grondwaterstanden bevinden zich ongeveer gelijk tussen de twee per peilbuis gemeten standen. Gezien het grote verhang in de grondwaterstanden zijn deze resultaten acceptabel om het model betrouwbaar te kunnen noemen

Bijlage 5 Riooltekening



Verklaring

- | | | |
|---|--|---|
|  | Nieuwe rijsling DWA met controlepomp en stroomrichting | Aerial control system
Totale lengte rijsling DWA: 400m |
|  | Pomppomp met putnummer | |
|  | DWA huisaansluiting | Gemiddelde lengte per woning: 11,5m |
|  | DWA aansluiting verblifstall | Gemiddelde lengte per verblijf: 27m |
|  | Persicoöl | Totale lengte: 1025m |
|  | Nutstroom | Totale lengte: 4979m |



1	19-01-2016	Aanpassing ondergrondse infra adv ontwerp 11-1-2016	JLE		SR	-	PVA	
0	02-12-2014		PSM		RT	-	PVA	
Versie	Datum	Omschrijving	Opsteller	Par.	Verificatie	Par.	Validatie	Par.

Safari-resort Beekse Bergen

Onderdeel
Ondergrondse infrastructuur t.b.v. globale raming

Opdrachtgever
Libéma Exploitatie BV

Facto	Projectnummer
	ARC041

Formaat	Tekeningnaam
A0+2	2014-1618

Scale 1: 1000

Herten
Schoorstraat 8, 6049 BN Herten
Postbus 14, 6040 AA Roosendaal
"s-Hertogenbosch
Hambakeweg 5-1, 5231 DD 's-Hertogenbosch
Postbus 2300, 5202 CH 's-Hertogenbosch
088 - 3386333
info@kraptes.nl
www.kraptes.nl

kragten



Bijlage 6 Normaalprofielen Savanne

