

Hydrologisch onderzoek Amsterdamsche Veld

&

Integraal Waterbeheer Wildlife Parkresort

Kansen voor realisatie van een waterrijk recreatiegebied in combinatie met aanpak van de gietwaterproblematiek, reductie van wateroverlast en verdrogingsbestrijding

Bell Hullenaar

**Ecohydrologisch
Adviesbureau**

Schellerweg 112, 8017 AK Zwolle
tel 038-4774559 fax 038-4774574
E-mail hullenaar@wxs.nl

Opdrachtgever:
Datum:

Griendtsveen DLO
december 2008

Hydrologisch onderzoek Amsterdamsche Veld & Integraal Waterbeheer Wildlife Parkresort

Kansen voor realisatie van een waterrijk recreatiegebied in combinatie met aanpak van de gietwaterproblematiek, reductie van wateroverlast en verdrogingsbestrijding

J. Bell

J.W. van 't Hullenaar

Zwolle, december 2008

Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau

Schellerweg 112

8017 AK Zwolle

Telefoon: 038-4774559

E-mail: hullenaar@wxs.nl / judybell@planet.nl

Projecttitel: Hydrologisch onderzoek Amsterdamsche Veld & Integraal waterbeheer Wildlife Parkresort

Opdrachtgever: Griendtsveen DLO

Auteurs: J.S. Bell en J.W. van 't Hullenaar

Datum: december 2008

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	3
1.3	Aanpak	3
2	Gebiedsbeschrijving en analyse uitgangssituatie	9
2.1	Topografische ligging	9
2.2	Geohydrologische opbouw	10
2.3	Geomorfologie	14
2.4	Bodem	14
2.5	Oppervlaktewaterhuishouding	16
2.6	Grondwatersituatie	19
2.7	Waterkwaliteit	29
2.8	(Grond)watergebonden natuurwaarden	31
2.9	Synthese en conclusies	33
3	Gewenste situatie	35
4	Verkennd scenario-onderzoek	37
4.1	Inleiding	37
4.2	Beschrijving van de scenario's	38
4.3	Toetsing	39
4.4	Conclusies	43
5	Scenario-onderzoek met behulp van een hydrologisch model	45
5.1	Inleiding	45
5.2	Beschrijving van de scenario's	47
5.3	Resultaten van de scenario-berekeningen	50
5.3.1	Scenario 1	50
5.3.2	Scenario 2	57
5.3.3	Scenario 3	62
5.3.4	Scenario 4	69
5.4	Conclusies	81
6	Optimalisatie scenarioberekeningen op basis van een pompproef	83
6.1	Inleiding	83
6.2	Opzet pompproef en eerste metingen	83
6.3	Resultaten pompproef en aanpassing modelparameters	84
6.4	Resultaten waarnemingsput wp7	85
6.5	Aanpassing scenario-berekeningen	85
6.6	Conclusies	86
7	Aanvullend hydrologisch modelonderzoek	93
7.1	Inleiding	93
7.2	Effectbepaling scenario 5	93
7.3	Effectbepaling ten opzichte van de onbeïnvloede situatie	99
7.4	Conclusies	99

8	Mogelijkheden voor maatregelen met een positief effect op het Bargerveen	103
8.1	Inleiding	103
8.2	Gebied Hospers	103
8.3	Duitse randzone	104
8.4	Andere mogelijkheden voor samenwerking	104
8.5	Conclusies en aanbevelingen	104
9	Integraal waterbeheer Wildlife Parkresort	105
9.1	Inleiding	105
9.2	Doelstellingen	106
9.3	Hoofdopzet van de watersystemen	107
9.4	Functioneren van de watersystemen	108
9.4.1	Semi-natuurlijk peilbeheer	108
9.4.2	Opzet van het tweede watersysteem	111
9.4.3	Gietwatervoorziening	112
9.4.4	Bevaarbaarheid	114
9.4.5	Doorstroming	115
9.4.6	Wateroverlastbestrijding	116
9.5	Waterkwaliteit	117
9.5.1	Inleiding	117
9.5.2	Uitspoeling en afspoeling van stoffen uit de bodem	118
9.5.3	Invloed van dierenmest en urine	118
9.5.4	Invloed van gezuiverd grijs afvalwater	119
9.5.5	Invloed van diep grondwater en regenwater	120
9.5.6	Zuiverende werking van de watersystemen	120
9.5.7	Invloed van stroming	120
9.5.8	Nazuivering	121
10	Eindconclusies en aanbevelingen	123

Literatuur

Bijlagen

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Griendtsveen DLO wil in het Amsterdamsche Veld, een gebied in Zuidoost-Drenthe, een recreatiepark aanleggen. De ligging van het gebied is aangegeven in figuur 1.1. Het gebied ligt ten zuidoosten van Erica en ten westen van het hoogveenreservaat het Bargerveen. In de noordoosthoek van het plangebied ligt een zandwinplas.

De globale opzet van het recreatiepark is weergegeven in figuur 1.2. In eerste instantie is realisatie van het Wildlife Parkresort (WLPR) gewenst: een wildpark met Europese fauna in combinatie met verblijfsrecreatie. Verder wordt aan de westzijde hiervan aanleg van een 9-holes oefengolfbaan en een waterrijk recreatiegebied (Kanaalzone) overwogen. Aan de zuidzijde van het Wildlife Parkresort is in de huidige situatie al een smalspoormuseum aanwezig. Als onderdeel van het museum is rondom een ven voor recreatief gebruik een spoorlijntje aangelegd. Het terrein van het smalspoormuseum maakt in principe geen deel uit van het plangebied, maar gezien de ligging moet bij de inrichting van het Wildlife Parkresort wel goede afstemming met de beheerders van het museum plaatsvinden.

In de opzet van het recreatiepark is voorzien in een zekere uitbreiding van de zandwinplas met drie lobben aan de zuidzijde van de plas (zie figuur 1.2). Belangrijk onderdeel is ook de aanleg van een tweede watersysteem (in aanvulling op de reeds aanwezige zandwinplas, die als eerste watersysteem wordt aangeduid). Het tweede watersysteem omvat de aanleg van een bevaarbare "rivier" in combinatie met de aanleg van een moerasgebied (Tangermoor). De rivier moet een aantal verschillende deelgebieden met elkaar gaan verbinden. Van west naar oost betreft dit de deelgebieden het Bargerwoud, de Noordersteppe en Tangermoor. Tenslotte is het gewenst om aan de westzijde van het gebied een derde watersysteem te realiseren: dit systeem moet de basis vormen voor de oefengolfbaan en het waterrijke recreatiegebied in de Kanaalzone.

In de huidige situatie wordt veel water aan de zandwinplas onttrokken. Deze onttrekking vindt sinds 1993 plaats ten behoeve van de gietwatervoorziening van het glastuinbouwgebied Erica. Dit gebied ligt circa 2 kilometer ten westen van het plangebied (zie figuur 1.1). Door de onttrekking is een sterke peilverlaging in de plas opgetreden. Bovendien is door sterkere wateronttrekking in de zomer ten opzichte van de winter de peildynamiek toegenomen. Door het lage peil wordt veel grondwater uit de omgeving aangetrokken waardoor niet alleen verdroging optreedt maar ook het ijzergehalte van het water in de plas sterk verhoogd is, wat het water minder geschikt maakt als voedingswater voor de gietwatervoorziening. Bovendien is het water in de huidige situatie periodiek behoorlijk troebel en recentelijk zijn ook de algenconcentraties gestegen (zie paragraaf 2.7: waterkwaliteit). Als gevolg van de slechte waterkwaliteit zijn de waterleveranties in juli 2005 noodgedwongen tijdelijk stilgelegd.

De huidige slechte waterkwaliteit is dus in de eerste plaats voor de gietwaterfunctie ongunstig. Verder zijn de sterke peildynamiek en het troebele karakter van het water ook ongunstig voor de recreatieve functie van de plas. Bovendien bemoeilijkt de drainerende werking van de plas mogelijk ook de realisatie van het tweede watersysteem. Het is daarom gewenst om in combinatie met de inrichting van het recreatiepark ook de gietwaterproblematiek aan te pakken.

Daarnaast spelen in het gebied nog een drietal andere thema's die van belang zijn voor het waterhuishoudkundige planvormingsproces:

- In het plangebied en de omgeving komen ecologisch waardevolle (grond)watergebonden natuurwaarden voor. In het plangebied betreft het met name twee waardevolle vennen en op enkele kilometers ten oosten van het plangebied ligt het hoogveenreservaat het Bargerveen. Deze waardevolle natte gebieden mogen door uitvoering van maatregelen in het gebied geen negatieve hydrologische gevolgen ondervinden. Voor zover dit te combineren is met de recreatieve functie is juist een verbetering van de hydrologische condities voor natte natuurwaarden gewenst.
- In de omgeving van het plangebied liggen veel agrarische gronden en op enkele plekken is ook bebouwing aanwezig. Ook de agrarische en bebouwde gebieden mogen geen negatieve hydrologische effecten ondervinden door uitvoering van maatregelen in het gebied: de ontwateringstoestand mag dus niet slechter worden en er mag bovendien geen verdroging van droogtegevoelige landbouwgronden optreden. Het is daarentegen gewenst om ook ten aanzien hiervan een verbetering van de condities te realiseren.
- In toenemende mate heeft Nederland in extreem natte perioden te kampen met wateroverlastproblemen. In meer specifieke zin is het gebied aan de westkant van het plangebied gevoelig voor wateroverlast. Om de wateroverlast niet te vergroten mag in extreem natte perioden de oppervlakkige afvoer vanuit het plangebied in ieder geval niet toenemen. Hiertoe moet tenminste voldaan worden aan de huidige (maatgevende) afvoernorm van 1,2 l/s/ha. Het is gezien de wateroverlast-problematiek echter een sterk pluspunt als in (extreem) natte perioden een reductie van de afvoer gerealiseerd kan worden: er dient dus tenminste een waterneutrale en liefst een waterpositieve inrichting gerealiseerd te worden.

Om rekening houdend met al deze belangen af te kunnen leiden op welke wijze de gietwaterproblematiek het best aangepakt kan worden en hoe de gewenste inrichting van het recreatiepark het best tot stand kan worden gebracht is hydrologisch onderzoek noodzakelijk. Het onderzoek dient daarbij uit te monden in een uitwerking van een goed doordachte opzet voor het integrale waterbeheer in het recreatiepark.

Voor de aanleg van het recreatiepark zal ook een MER-procedure doorlopen moeten worden, en omdat de voorgenomen ingrepen gevolgen hebben voor de waterhuishouding moet ook een Watertoets uitgevoerd worden. Hiertoe zal beoordeling van het plan plaatsvinden op alle van belang zijnde waterhuishoudkundige aspecten. In het kader van de Watertoets is met name het voorkomen (en liefst verminderen) van verdroging en het voorkomen van een toename (en liefst het realiseren van een afname) in de wateroverlast van belang. Het hydrologisch onderzoek is erop gericht om de relevante informatie voor zowel de MER als de watertoets zo goed mogelijk in beeld te brengen.

Het verder oostelijk gelegen Bargerveen is een uiterst waardevol hoogveengebied. Omdat de natuurwaarden ook op internationaal schaalniveau hoog zijn is het Bargerveen aangewezen als VHR-gebied (Vogel- en Habitatrichtlijn-gebied). Het natuurgebied mag daarom absoluut geen negatieve hydrologische gevolgen ondervinden van ingrepen in de omgeving, dus ook niet van de beoogde ingrepen in het recreatiepark. Hiertoe zal het plan ook in het kader van de NB-wet (Natuurbeschermingswet) getoetst moeten worden. Het hydrologisch onderzoek is erop gericht om ook de informatie voor deze toetsing zo goed mogelijk in beeld te brengen. Hetzelfde geldt voor toetsing van het plan in het kader van een vergunningaanvraag voor onttrekking van grondwater.

1.2 Doelstelling

Doel van het project is de afleiding van de beste methode voor aanpak van de gietwaterproblematiek, en afleiding van een optimale integrale waterhuishoudkundige inrichting en een optimaal integraal waterbeheer in het recreatiepark op basis van hydrologisch onderzoek. Daarbij moet het hydrologisch onderzoek ook de noodzakelijke informatie voor het doorlopen van de MER, de watertoets, de toetsing in het kader van de NB-wet en (indien er grondwater wordt onttrokken) voor het doorlopen van een vergunning-aanvraag voor een grondwateronttrekking zo goed mogelijk aanleveren.

De te beantwoorden onderzoeksvragen hierbij zijn:

- Hoe functioneert het hydrologische systeem in de huidige situatie ?
- Wat is de gewenste hydrologische situatie en welke eisen worden daarbij vanuit de verschillende functies gesteld aan de waterkwantiteit en de waterkwaliteit ?
- Op welke wijze kan in combinatie met de aanpak van de gietwaterproblematiek het waterhuishoudkundige systeem van het recreatiepark het best ingericht en beheerd worden, rekening houdend met:
 - Realisatie van goed functionerende en aantrekkelijke watersystemen: voldoende watervoerend en goede kwaliteit.
 - Levering van voldoende gietwater van goede kwaliteit.
 - Geen negatieve en liefst positieve effecten op natte natuur (zowel ten aanzien van de natte natuur in het plangebied zelf als van het Bargerveen).
 - Geen negatieve en liefst positieve effecten op de landbouw.
 - Geen toename en liefst afname van de wateroverlast.

1.3 Aanpak

Hoofdpzet

Het onderzoek is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Analyse uitgangssituatie (hoofdstuk 2).
- Uitwerking van de gewenste situatie (hoofdstuk 3).
- Afleiding van kansrijke oplossingen voor aanpak van de gietwaterproblematiek (hoofdstuk 4).
- Effectbepaling van verschillende inrichtingsvarianten van het recreatiepark met behulp van een hydrologisch model (hoofdstuk 5).
- Optimalisatie van de modelberekeningen op basis van de resultaten van een pompproef (hoofdstuk 6).
- Aanvullend hydrologisch modelonderzoek (hoofdstuk 7).
- Afleiding van mogelijke maatregelen met een positief effect op het Bargerveen (hoofdstuk 8).
- (Nadere) uitwerking van de gewenste opzet voor het integraal waterbeheer in het Wildlife Parkresort (hoofdstuk 9).
- Conclusies en aanbevelingen (hoofdstuk 10).

Een nadere specificatie van de aanpak wordt gegeven op pagina's 4 en 5.

Projectgroep

Voor een goed verloop van het project is ook een projectgroep geformeerd. De samenstelling van de projectgroep heeft in de loop van het project wel wijzigingen ondervonden. Uiteindelijk zijn van de verschillende partijen met name de volgende personen in het project betrokken geweest:

- Waterschap Velt en Vecht: H. Legtenberg en T. de Meij.
- Waterleiding Maatschappij Drenthe: R. Bos, N. van der Moot en N. Veldkamp.
- Provincie Drenthe: J. Hof en M. Siemonsma.
- Staatsbosbeheer: J. de Vries en C. Beets.
- Gemeente Emmen: G. Hoogerkamp en A. Kruijsenga.
- Griendtsveen DLO: L. de Kok en E. Vinke.
- Buro Park & Landschap: G. Verhaak.

Nadere specificatie van de aanpak

De analyse van de uitgangssituatie (hoofdstuk 2) heeft een multidisciplinair karakter: behalve de hydrologie worden ook andere abiotische en biotische aspecten erin betrokken. Voor de analyse is gebruik gemaakt van de beschikbare literatuur, losse gegevens, de resultaten van veldonderzoek, de meetgegevens van het een het hydrologische meetnet en de resultaten van geohydrologische modelberekeningen van de uitgangssituatie.

Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 nader omschreven wat de gewenste situatie voor het plangebied is, niet alleen voor de recreatieve functie en de gietwaterproductie maar ook voor de andere belangen die in het plangebied en de omgeving een rol spelen. Tevens wordt aangegeven welke waterkwantiteits- en waterkwaliteitseisen en -wensen hierbij gelden.

Voor het afleiden van kansrijke oplossingen voor aanpak van de gietwaterproblematiek is in eerste instantie een verkennend scenario-onderzoek uitgevoerd (hoofdstuk 4). Het verkennend scenario-onderzoek is gebaseerd op de resultaten van de analyse van de uitgangssituatie, aanvullende (literatuur)gegevens en de resultaten van bilateraal overleg dat met alle betrokken partijen heeft plaatsgevonden.

De meest kansrijke oplossing voor aanpak van de gietwaterproblematiek is tezamen met verschillende inrichtingsvarianten voor het recreatiepark nader onderzocht (hoofdstuk 5). Hiertoe zijn met behulp van een geohydrologisch model voor vier scenario's de waterkwantitatieve effecten berekend. Bovendien zijn op grond van de beschikbare waterkwaliteitsgegevens van de uitgangssituatie en de berekende veranderingen zijn ook de waterkwaliteitseffecten ingeschat. Op grond van de criteria die bij uitwerking van de gewenste situatie voor de verschillende functies zijn afgeleid worden de scenario's getoetst. De toetsingsresultaten zijn in een matrix samengevat. Uit de toetsing volgt het voorkeursscenario.

In de tweede helft van 2006 is een pompproef uitgevoerd op basis waarvan de scenario-berekeningen voor het voorkeursscenario zijn geoptimaliseerd (hoofdstuk 6). De resultaten hiervan zijn opgenomen in het deelrapport "Resultaten pompproef en optimalisatie scenario-berekeningen" (Bell Hullenaar, 3 maart 2007). In het kader van de pompproef is een aantal keren overleg gevoerd met de WMD / Gietwater BV, en in april 2007 zijn de resultaten van de pompproef en de aangepaste modelberekeningen in breed verband besproken.

Naar aanleiding van nieuwe ontwikkelingen en vragen van de Provincie Drenthe is in oktober 2007 aanvullend hydrologisch onderzoek uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn opgenomen in hoofdstuk 7 en zijn ook als aparte notitie toegestuurd aan de Gemeente Emmen, Waterschap Velt en Vecht en de Provincie Drenthe, ter voorbereiding op het overleg dat op 31 januari 2007 tussen deze betrokken instanties plaatsvond.

Om de mogelijkheden voor maatregelen met een positief effect op het Bargerveen af te leiden is overleg gevoerd met de betrokkenen van Staatsbosbeheer en zijn enkele kansrijke locaties in het veld bezocht (op 26 september 2007). De resultaten hiervan worden in hoofdstuk 8 beschreven.

In de loop van 2007 is tevens een (nadere) uitwerking gemaakt van de beoogde opzet van het integrale waterbeheer in het Wildlife Parkresort. Deze uitwerking is opgenomen in hoofdstuk 9. In de periode van augustus tot en met oktober 2007 is in een aantal bilaterale overleggronden het conceptverslag van dit onderdeel besproken, en is daar waar nodig ook het voorafgaande onderzoek nog behandeld.

De eindconclusies van het hydrologisch onderzoek worden behandeld in hoofdstuk 10.

Op basis van alle reacties van de leden van de projectgroep zijn de voorafgaande deelrapportages aangepast, aangevuld en samengevoegd tot een concepteindverslag. Dit concepteindverslag is in het breed wateroverleg op 15 november 2007 met alle betrokken partijen besproken.

In het overleg kwam de vraag naar voren of het model wel geschikt is om de mogelijke effecten op het Bargerveen voldoende nauwkeurig te bepalen (met name ten aanzien van de invloed van de oostelijke modelrand op de resultaten). Daarnaast is in de richtlijnen van de MER de vraag gesteld wat de nauwkeurigheid van het model is en is gevraagd of er inzicht gegeven kan worden in de gevoeligheid van het model. Om deze vragen te beantwoorden en om te komen tot een gedragen MER dat aan de richtlijnen voldoet is door Witteveen+Bos een nadere analyse van het model uitgevoerd. Voor de resultaten hiervan wordt verwezen naar de betreffende notitie van Witteveen+Bos.





2 Gebiedsbeschrijving en analyse uitgangssituatie

De gebiedsbeschrijving / analyse van de uitgangssituatie heeft een multidisciplinair karakter: behalve de hydrologie worden ook andere abiotische en biotische aspecten erin betrokken. De analyse omvat de volgende onderdelen: topografische ligging, geohydrologische opbouw, geomorfologie, bodem, oppervlaktewaterhuishouding, grondwatersituatie, waterkwaliteit en (grond)watergebonden natuurwaarden. Voor de analyse is gebruik gemaakt van literatuur, losse gegevens, de resultaten van veldonderzoek, de meetgegevens van het hydrologische meetnet en de resultaten van geohydrologische modelberekeningen van de uitgangssituatie.

2.1 Topografische ligging

In figuur 1.1 wordt de topografische ligging weergegeven. Het plangebied ligt tussen de woonplaatsen Erica en Weiteveen. Ten westen van het plangebied ligt het glastuinbouwcentrum Erica en ten oosten ligt het hoogveenreservaat Bargerveen, van Staatsbosbeheer. Het westelijke deel van het Bargerveen, alsmede het veenkoloniale gebied waarin het plangebied ligt, wordt het Amsterdamsche Veld genoemd. Het plangebied wordt aan de zuidzijde begrensd door het Dommerskanaal en aan de noordzijde door de weg Noordersloot.

In de huidige situatie bestaat het plangebied voor een groot deel uit akkers. In de noordoosthoek ligt een zandwinplas. Deze plas wordt omringd door een heidegebied. Ten zuiden en ten noorden van de plas liggen twee vennen. Deze vennen worden in het vervolg van het rapport aangeduid als het noordelijke en het zuidelijke ven. In het westen en het oosten van het Wildlife Parkresort zijn enkele bospercelen aanwezig en ook in het noordwestelijke deel van het heidegebied groeit bos. Aan de zuidzijde ligt een smalspoormuseum. Als onderdeel van het museum is rondom het zuidelijke ven voor recreatief gebruik een spoorlijntje aangelegd.

De (oorspronkelijke) globale opzet van het recreatiepark is weergegeven in figuur 1.2. Het omvat de volgende onderdelen:

- Het Wildlife Parkresort (WLPR). Binnen het Wildlife Parkresort kan onderscheid gemaakt worden in twee watersystemen:
 - Eerste watersysteem: zandwinplas met een drietal nieuwe lobben aan de zuidzijde van de plas.
 - Tweede watersysteem: aanleg van een rondlopende, bevaarbare “rivier” en moerasgebied Tangermoor.
- De Kanaalzone: een waterrijk gebied met recreatiewoningen en een 9-holes oefengolfbaan ten westen van het Wildlife Resort. Als basis voor de inrichting van dit gebied is aanleg van een derde watersysteem gewenst.
- Overig recreatiegebied: moet nog nader worden ingevuld.

2.2 Geohydrologische opbouw

In figuur 2.1 wordt de geohydrologische opbouw van het onderzoeksgebied schematisch weergegeven. In het schema zijn de slecht doorlatende lagen met een grijze kleur aangegeven en de watervoerende pakketten zijn wit.

De slecht doorlatende hydrologische basis wordt gevormd door de bovenste kleilagen van de Formatie van Breda en de kleilagen van de Formatie van Rupel. Het derde watervoerende pakket wordt gevormd door de zandige afzettingen van de Formaties van Urk, Scheemda en Breda. Het pakket is circa 50 meter dik. De doorlatendheid van dit pakket wordt voornamelijk bepaald door de bovenste laag grove fluviale zanden behorende tot de Formatie van Urk. De onderliggende mariene fijne zanden zijn soms slibhoudend. Voor het doorlaatvermogen van het totale pakket is aanvankelijk een waarde van circa 3500 m²/dag aangenomen. Deze waarde is later, op basis van de resultaten van de pompproef, aangepast.

De tweede scheidende laag wordt gevormd door de Cromerklei. In figuur 2.2 is een kaart opgenomen met de verbreiding en dikte van deze laag. Uit de kaart blijkt dat het recreatiepark op de grens ligt van het gebied waar Cromerklei voorkomt: in het zuidelijke deel van het park en het verder zuidelijk gelegen gebied ontbreekt de laag. Het tweede watervoerende pakket is ter plekke van het park circa 20 meter dik. Het pakket bestaat uit fijne tot matig fijne zanden van de Formatie van Eindhoven. Het pakket heeft een doorlaatvermogen van circa 100 m²/d.

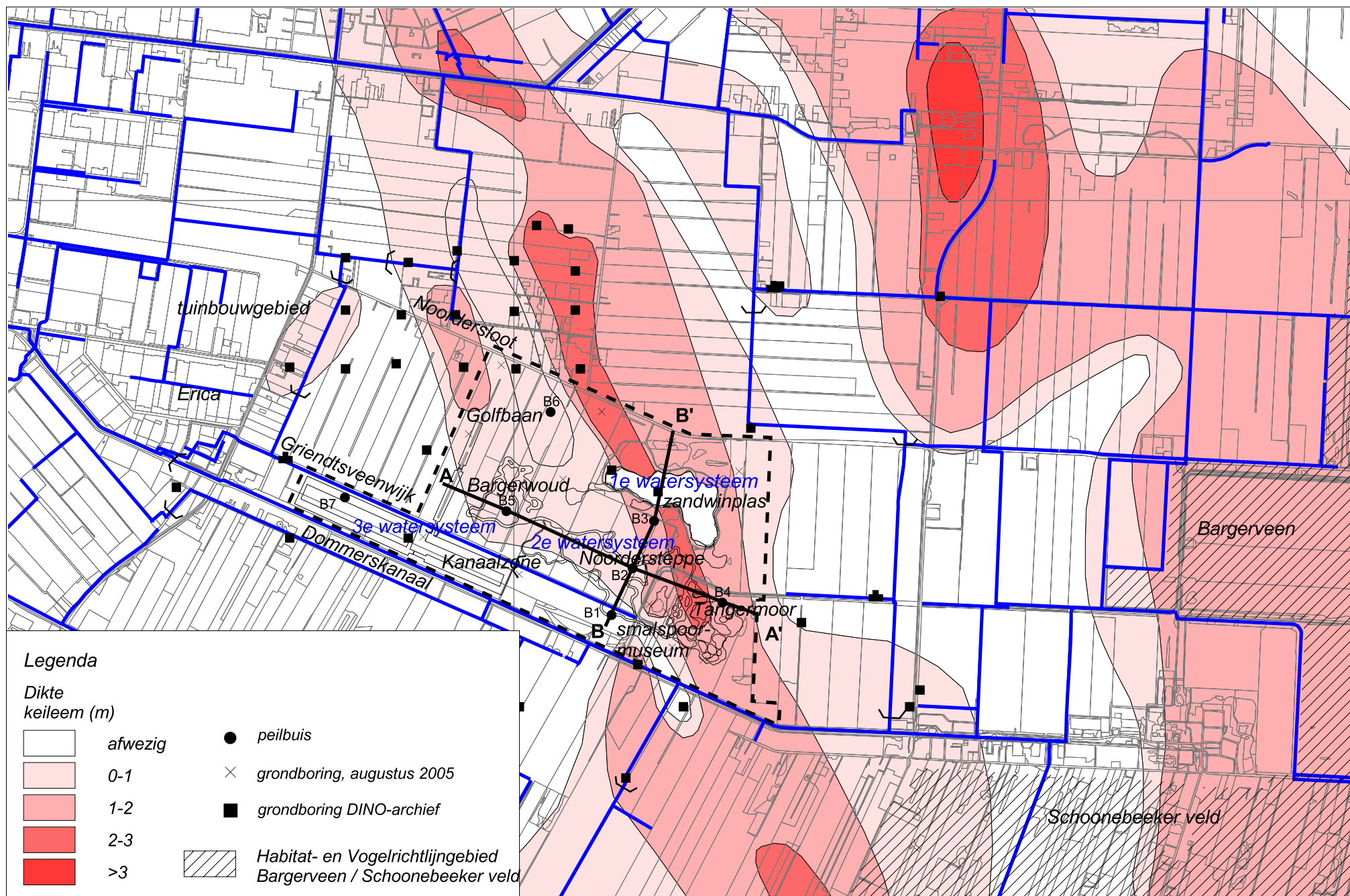
Tussen het eerste en het tweede watervoerende pakket bevindt zich de eerste scheidende laag. Deze laag bestaat uit keileem van de Formatie van Drenthe. In figuur 2.3 is een kaart opgenomen met de verbreiding en dikte van de keileem. De kaart is gebaseerd op gegevens van grondboringen uit het DINO-archief (hydrologische databank) aangevuld met 22 grondboringen die in het kader van het "Hydrologisch veldonderzoek Wildlife Parkresort" hebben plaatsgevonden (Bell Hullenaar, september 2005). Uit de kaart blijkt dat in het noordoostelijke deel van het plangebied een omvangrijke en langgestrekte zone aanwezig is met een dik keileempakket (dikte 1 tot 2,6 m). In zuidwestelijke richting neemt de dikte snel af en in de zone ten zuidwesten van de Griendtsveenwijk ontbreekt de keileem.

Het eerste watervoerende pakket bestaat uit dekzanden en fluvioperiglaciale zanden die behoren tot de Formatie van Twente. Ter plaatse van het park en de omgeving hiervan heeft deze laag een dikte van circa 1 à 2 meter. Bij een doorlatendheid van circa 5 m/d resulteert dit in een doorlaatvermogen van 5 à 10 m²/dag.

De locatie van het recreatiepark bevindt zich in een gebied dat oorspronkelijk bedekt is geweest met veenafzettingen van de Formatie van Griendtsveen. De veenlaag is in de eerste plaats in dikte gereduceerd door veenwinning. Nadat ontginning van het gebied heeft plaatsgevonden is de veendikte nog verder afgenomen door inklinking en oxidatie van het veenpakket en het aanploegen van het veen onder het bezandingsdek dat op de gronden is aangebracht. Bovendien is op veel plaatsen de doorlatendheid van de laag toegenomen door diepe grondbewerking (diepwoelen of diepploegen), waarbij zand uit de ondergrond vermengd is met (een deel van) het bovenliggende veenpakket. Uit de grondboringen die in het kader van het veldonderzoek zijn uitgevoerd bleek dat dit op veel plekken in het plangebied het geval is: meestal werd een bovengrond van humeus zand aangetroffen (Bell Hullenaar, september 2005). Er is hierdoor in het plangebied en de omgeving in feite dus geen deklaag meer aanwezig: in de schematisatie is de deklaag dan ook weggelaten.

Geohydrologische lagen	Textuur en Geologische Formatie	Laagdikte (m)	Doorlaatvermogen (m²/d) of weerstand (d)
Eerste watervoerende pakket	Zand van de Formatie van Twente	1 - 2	5 - 10 m ² /d
Eerste scheidende laag	Keileem van de Formatie van Drenthe	0,5 - 2,5	50 - 250d
Tweede watervoerende pakket	Zand van de Formatie van Eindhoven	20	100 m ² /d
Tweede scheidende laag	Cromerklei	1 - 20	200 – 4000 d
Derde watervoerende pakket	Zanden van de Formaties van Urk, Scheemda en Breda	50	3500 m ² /d
Hydrologische basis	Klei van de Formatie van Breda en Rupel		

Figuur 2.1 Geohydrologische schematisatie (Aelmans, 1978 en Van Walsum, Van der Gaast en Te Beest, 1998)



Figuur 2.3 Verbreiding en dikte van de keileem

2.3 Geomorfologie

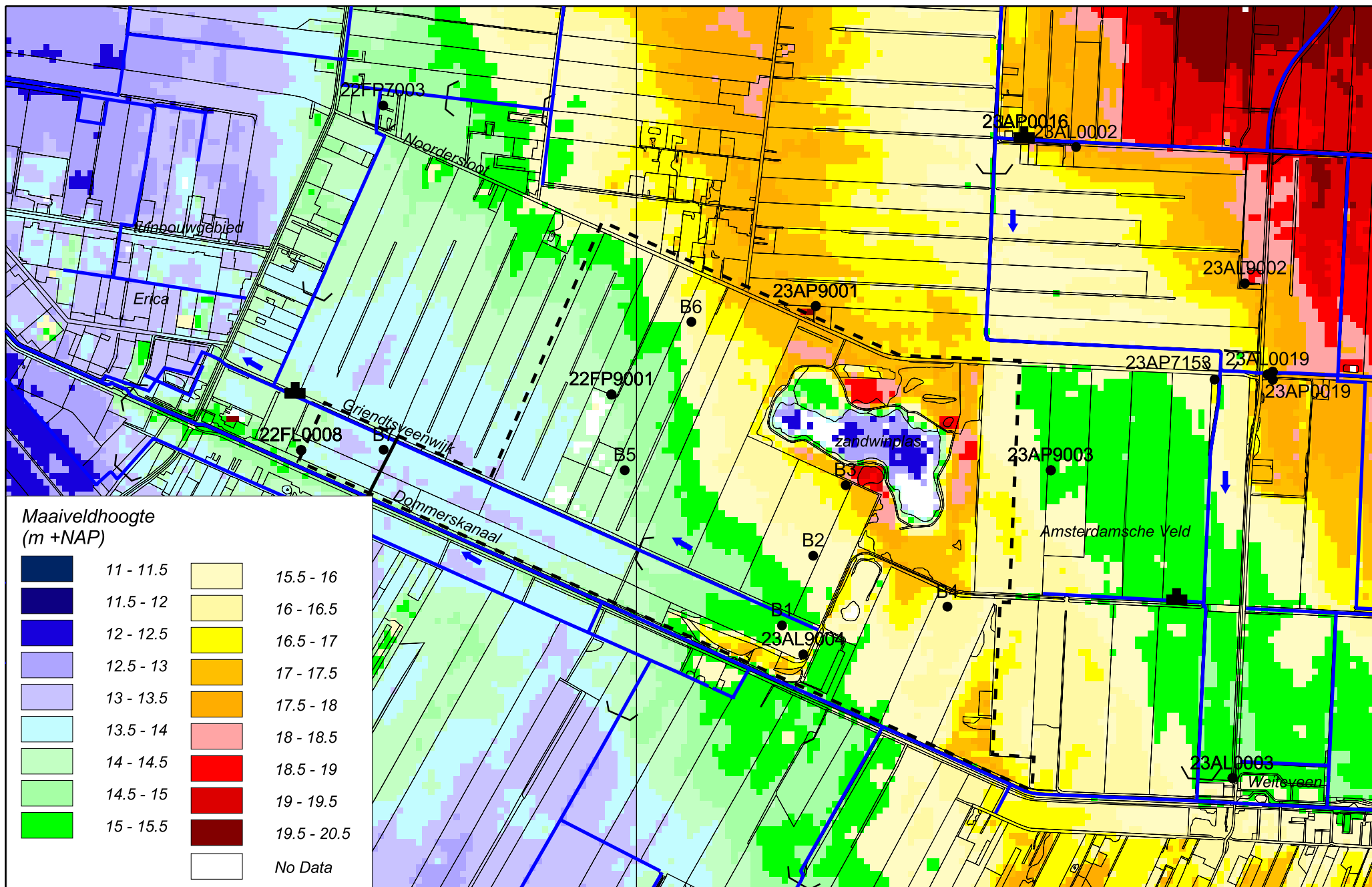
De hoogteligging van het gebied is weergegeven in figuur 2.4. Het plangebied ligt op een uitloper van de Hondsrug en de zuidwestflank hiervan. De uitloper van de Hondsrug en de gronden in de wijde omgeving ervan raakte in het Holoceen geheel bedekt met een laag oligotroof hoogveen, behorende tot de Formatie van Griendtsveen. Het veen is grotendeels afgegraven en vervolgens is dit veenkoloniale gebied vrijwel geheel in cultuur gebracht. Hoewel het veenkoloniale gebied zich normaal gesproken kenmerkt door een vlakke ligging, is hier door de aanwezigheid van de uitloper van de Hondsrug een duidelijk reliëf aanwezig.

Het noordelijke en oostelijke gedeelte van het plangebied (omgeving zandwinplas) ligt op het hoogste deel van de uitloper van de Hondsrug. Het maaiveld ligt hier doorgaans op 16,5 tot 18,0 mNAP. De rest van het plangebied ligt op de zuidwestflank van de rug. Het maaiveld daalt hier van circa 16,5 naar 14,5 mNAP ter plaatse van de zuidwesthoek van het Wildlife Resort. Het gedeelte van de Kanaalzone tussen het Dommerskanaal en de Griendtsveenvijk ligt het laagst (13,5 tot 14,5 mNAP). Ten noordoosten van het plangebied is een tweede uitloper van de Hondsrug aanwezig. Ten oosten van het plangebied, tussen de twee uitlopers van de Hondsrug in, bevindt zich een laag gelegen gebied met maaiveldshoogte van 15 tot 16 mNAP.

2.4 Bodem

Voor de afleiding van de bodemopbouw is in eerste instantie de bodemkaart geraadpleegd. De bodemkaart is echter gedateerd (1978) en geeft daardoor een onjuist beeld van de huidige situatie: de kaart is daarom niet in dit rapport opgenomen.

Als onderdeel van de eerste hydrologische analyse van het gebied (Bell Hullenaar, 2004) zijn een aantal grondboringen uitgevoerd om een beter inzicht te krijgen in de huidige bodemopbouw. Bovendien zijn ook voor het in kaart brengen van de keileem een aantal grondboringen uitgevoerd (zie paragraaf 2.2). Uit al deze boringen blijkt dat in de huidige situatie alleen in het heidegebied rondom de zandwinplas nog een veenbodem aanwezig is die niet door grondbewerking is verstoord. Het veen is door verdroging echter wel sterk gehumificeerd. In de akkerbouwgebieden is op de meeste plaatsen hooguit een dunne restveenlaag aanwezig. Bij het in cultuur brengen van de gronden is op de veenlaag een bezandingsdek aangebracht. Op veel plaatsen is door diepe grondbewerking de restveenlaag gemengd met de zand uit de ondergrond: hier zijn in de huidige situatie zandgronden met een moerige tussenlaag aanwezig.



Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 2.4 Hoogtekaart

1:20000

2.5 Oppervlaktewaterhuishouding

In figuur 2.5 wordt een kaart met de oppervlaktewaterhuishouding van het gebied weergegeven. De kaart is gebaseerd op gegevens van Waterschap Velt en Vecht en de resultaten van een kartering van het lokale systeem.

Waterafvoer

De afwatering van het gebied vindt plaats via een stelsel van sloten, wijken en kanalen. Het totale stelsel is onderverdeeld in een aantal stroomgebieden, die onderverdeeld zijn in peilvakken. Het plangebied ligt in het grensgebied van de volgende stroomgebieden: het Amsterdamse veld, Boevenen en Schutwijk.

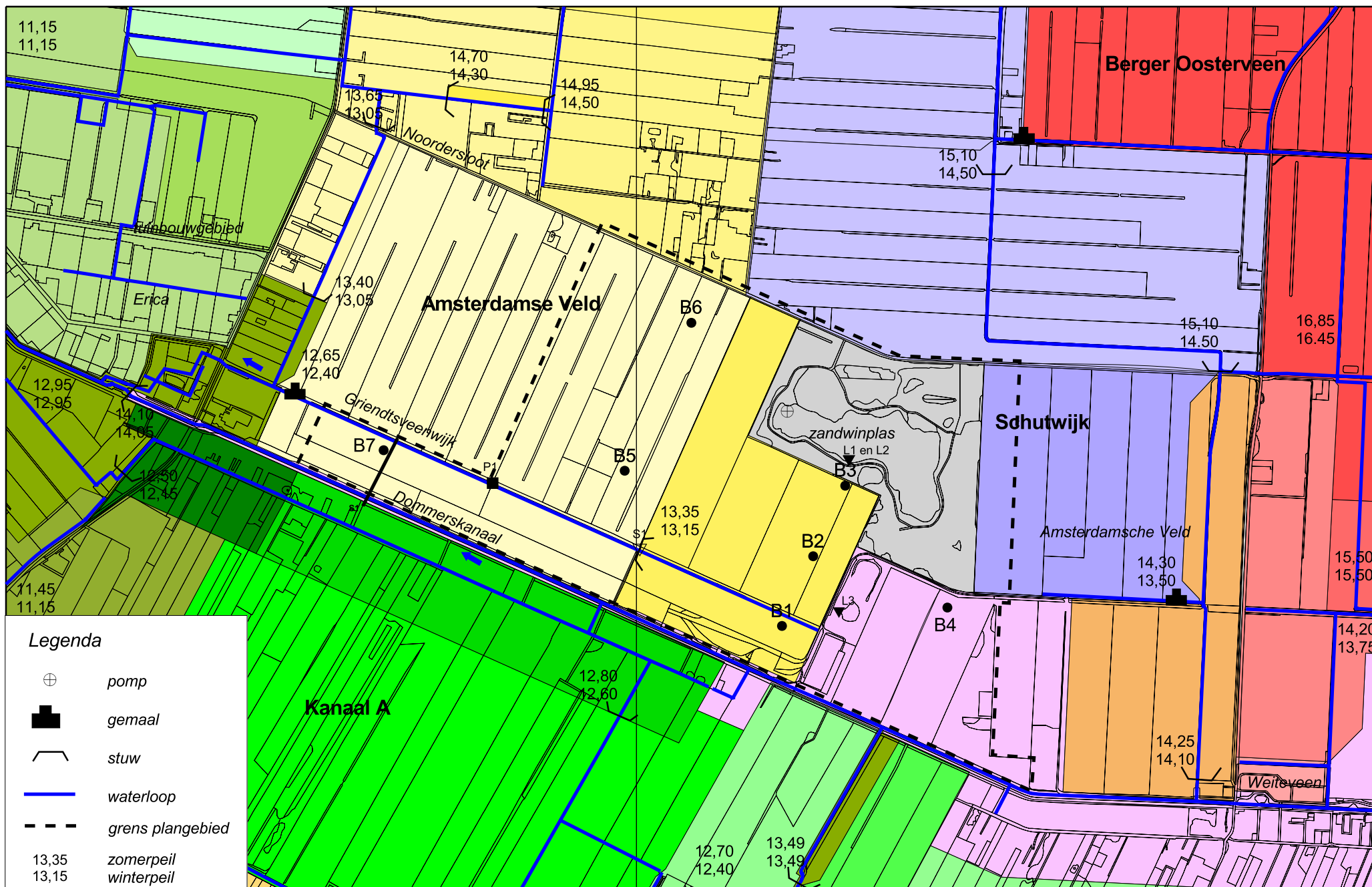
Het zuidwestelijke deel van het plangebied ligt verspreid over twee peilvakken van het stroomgebied Amsterdamsche Veld. De perceelsloten van het gebied wateren af op de Griendtsveenwijk, die op zijn beurt afwatert op het Dommerskanaal. De peilinstelling van het oostelijke peilvak vindt plaats met behulp van een stuw in de Griendtsveenwijk. In de winter bedraagt het streefpeil 13,15 mNAP en de zomer 13,35 mNAP. Via de stuw belandt het wateroverschot in het laagste peilvak van het Amsterdamse Veld, met een winterstreefpeil van 12,40 en een zomerstreefpeil van 12,65 mNAP. Met behulp van een gemaal wordt het water vervolgens opgemalen naar het niveau van het Dommerskanaal (gedeelte benedenstrooms van de schutsluis, peil = 12,95 mNAP).

Het zuidoostelijke deel van het plangebied ligt in het stroomgebied Boevenen. Dit stroomgebied bestaat uit slechts één peilvak. Peilregulatie vindt plaats met behulp van de sluis in het Dommerskanaal. Het streefpeil in de winter bedraagt hier 14,05 mNAP en in de zomer 14,10 mNAP. De perceelsloten van het zuidoostelijke gebied wateren rechtstreeks af op het Dommerskanaal.

Het landbouwgebied ten noordoosten van het plangebied ligt in het stroomgebied Schutwijk. Dit stroomgebied watert ten zuidoosten van het plangebied af op het Dommerskanaal. Hoewel het gebied van de zandwinplas niet is aangesloten op het oppervlaktewaterstelsel wordt het volgens de gegevens van het waterschap toch tot het stroomgebied van de Schutwijk gerekend.

Wateroverlast in extreem natte perioden

Het laagste peilvak van het Amsterdamsche Veld (waarin ook de Kanaalzone van het recreatiepark is geprojecteerd) is in de huidige situatie gevoelig voor wateroverlast. Enkele jaren geleden stond in een extreem natte periode het laagste deel van het peilvak nog onder water. De gevoeligheid voor wateroverlast komt met name door de lage ligging en doordat het gehele wateroverschot via een gemaal afgevoerd moet worden. Bovendien is ook het verder westelijk gelegen glastuinbouwgebied gevoelig voor wateroverlast: ook dit gebied liep enkele jaren geleden onder water. Hierdoor werd waarschijnlijk ook de lozing van water vanuit het lage peilvak van het Amsterdamsche Veld bemoeilijkt.



Wateraanvoer

Het zuidoostelijke deel van het plangebied en de landbouwgebieden in de omgeving van het plangebied kunnen door middel van wateraanvoer op peil gehouden worden. Dit betekent dat dankzij de wateraanvoer de nagestreefde zomerpeilen hier ook in droge perioden gerealiseerd kunnen worden. Met het huidige systeem is echter geen wateraanvoer mogelijk naar het oostelijke peilvak van het Amsterdamse veld. Hier worden de streefpeilen in droge zomerperioden naar verwachting niet altijd gerealiseerd.

Zandwinplas

De zandwinplas ligt geïsoleerd van het oppervlaktewatersysteem. Met behulp van een pomp wordt water uit de plas onttrokken en via een buisleiding in westelijke richting afgevoerd. Het water wordt onttrokken ten behoeve van de gietwatervoorziening van het glastuinbouwgebied van Erica. Het waterpeil in de plas is niet alleen in de zomer maar ook in de winter laag. Dit heeft belangrijke consequenties voor de grondwatersituatie in het gebied (zie paragraaf 2.6: grondwatersituatie).

2.6 Grondwatersituatie

Inleiding

De huidige grondwatersituatie is in beeld gebracht met behulp van de resultaten van het veldonderzoek, het nieuwe hydrologische meetnet, grondwaterstandsgegevens uit de hydrologische databank DINO en de resultaten van de modelberekeningen van de uitgangssituatie (0-scenario).

Op grond van de resultaten van het veldonderzoek, het nieuwe meetnet en de gegevens uit de databank zijn de volgende figuren vervaardigd:

- Geohydrologische dwarsdoorsneden (figuur 2.6). De ligging van de raaien van de geohydrologische dwarsdoorsneden is aangegeven op de kaart van figuur 2.3.
- Grafieken van het (grond)waterstandsverloop van oude meetpunten in het plangebied en de omgeving (figuur 2.7 en bijlage 1).
- Grafieken van het (grond)waterstandsverloop van de meetpunten van het nieuwe meetnet in het plangebied (bijlage 2).

De resultaten van de modelberekeningen voor de uitgangssituatie zijn als volgt weergegeven:

- Isohypsenkaarten van het:
 - Eerste watervoerende pakket, zomer- en wintersituatie (figuur 2.8)
 - Tweede watervoerende pakket, zomer- en wintersituatie (figuur 2.9)
 - Derde watervoerende pakket, zomer- en wintersituatie (figuur 2.10)
- Kwel- en infiltratiesterkte door de eerste scheidende laag (keileem), zomer- en wintersituatie (figuur 2.11)
- Grondwaterstandsdiepte ten opzichte van maaiveld, winter- en zomersituatie (figuur 2.12).

Voor de winter- en zomersituatie zijn de berekende grondwaterstanden van eind maart 1998 en eind september 1998 gekozen: op grond van de lange meetreeksen van de oude peilbuizen is afgeleid dat deze situaties bij benadering gelijk aan de GHG- en GLG-situaties (GHG = Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand en GLG = Gemiddeld Laagste Grondwaterstand).

Regionaal systeem

Regionaal gezien maakt het onderzoeksgebied deel uit van een groot wegzijgingsgebied, bestaande uit de uitlopers van het Hondsrug-complex en het omringende veenkoloniale gebied. Vanuit het eerste en tweede watervoerende pakket infiltreert er water naar het derde pakket. Via het derde pakket wordt het grondwater in zuidwestelijke richting afgevoerd (zie figuur 2.10), naar het beekdal van het Schoonebekerdiep, waar kwel optreedt.

Lokaal systeem

Geohydrologische dwarsprofielen

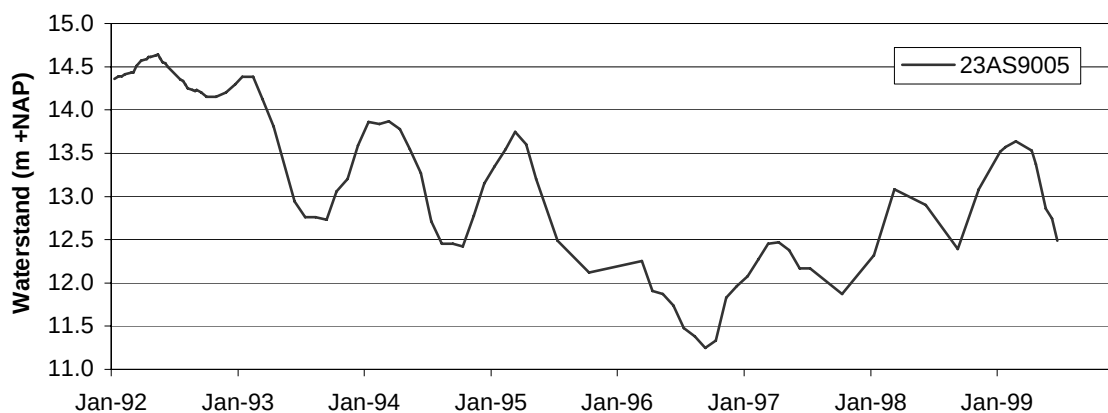
De lokale hydrologie wordt allereerst toegelicht aan de hand van de geohydrologische dwarsprofielen (figuur 2.6). Ten tijde van het veldonderzoek (einde van de natte augustus-maand van 2005) is overal waar in het gebied een keileemlaag is aangetroffen een grondwaterspiegel boven (of in) de keileem aanwezig. De grondwaterspiegel ligt hier doorgaans op 1 tot 1,5 meter beneden maaiveld. De dikte van deze eerste watervoerende laag is op de meeste plekken zeer beperkt (< 3 dm). Dit is in de eerste plaats te wijten aan de drainerende werking van de sloten die in de huidige situatie nog aanwezig zijn. In gebiedsdelen met een geringe keileemdikte (< 1 meter) speelt bovendien wegzijging een grote rol.

De grondwaterspiegel (ofwel stijghoogte) in de zandondergrond (= tweede watervoerende pakket) ligt enkele decimeters tot ruim een meter lager dan die van het eerste watervoerende pakket. Nabij de zandwinplas is het peilverschil nog groter. De diepte van de grondwaterspiegel in de zandondergrond ten opzichte van maaiveld loopt uiteen van circa 1 tot 1,5 m –mv in het westelijke deel van het WLPR (Bargerwoud), circa 2 m –mv in het middendeel (Noordersteppe) en 2,5 tot 3 m in het oostelijke deel (Tangermoor).

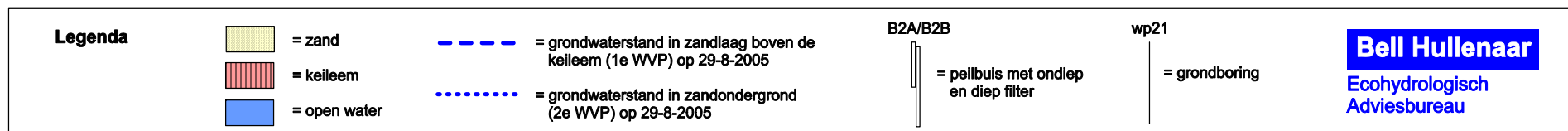
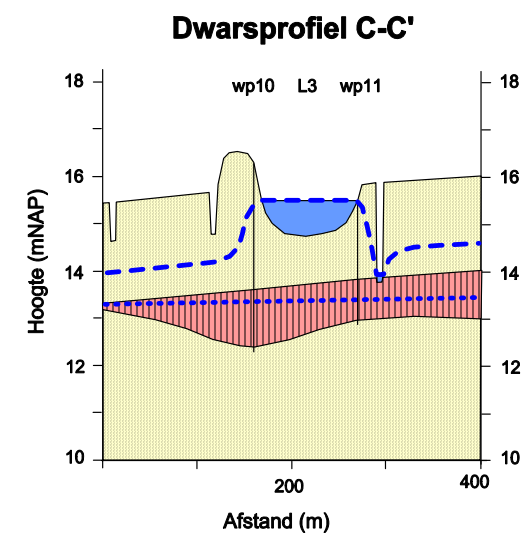
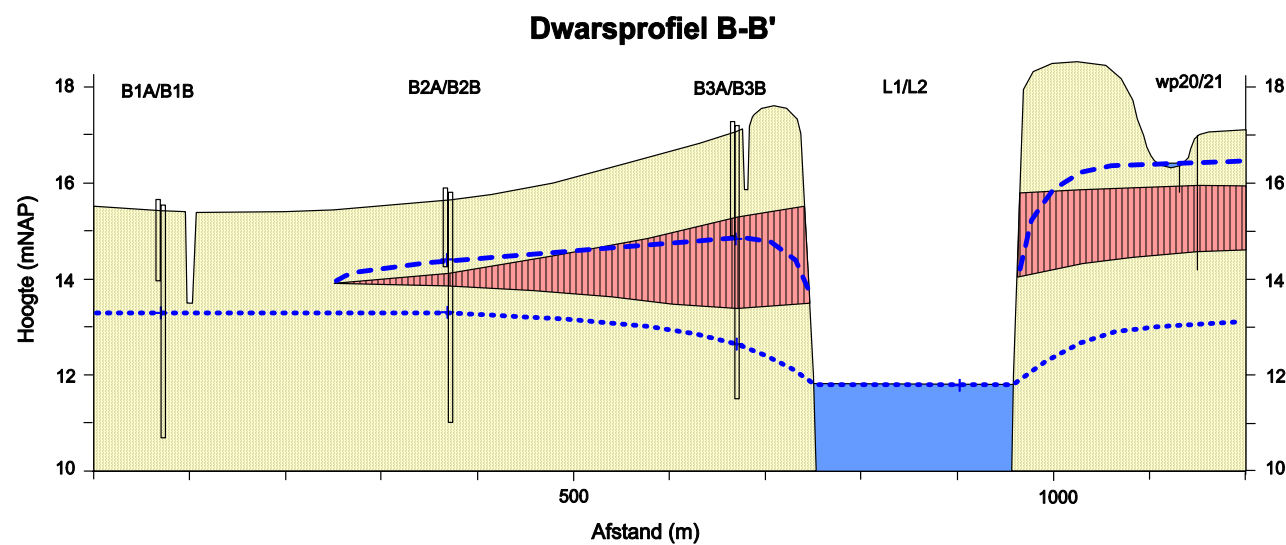
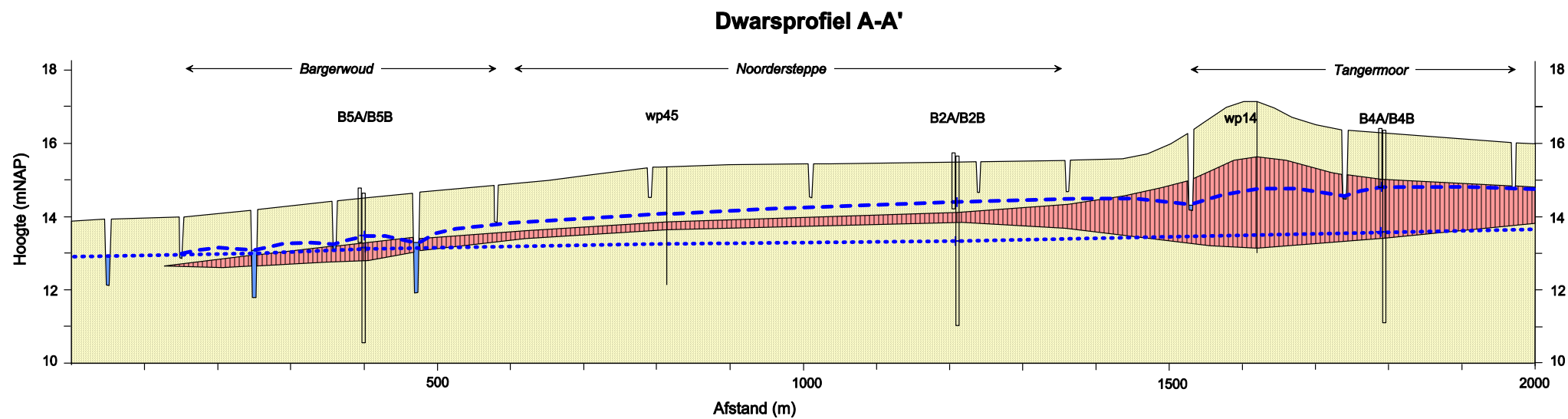
Door de onttrekking van gietwater is het peil in de zandwinplas zeer laag (11,8 mNAP tijdens veldonderzoek). De plas heeft door het lage peil een sterk drainerende werking op het freatische grondwater: in de directe omgeving van de zandwinplas ligt de freatische grondwaterspiegel op 4 tot 5 m –mv (zie dwarsdoorsnede B-B' van figuur 2.6).

Peilverloop zandwinplas

In figuur 2.7 wordt het peilverloop in de zandwinplas voor de periode 1992 – 1999 weergegeven. In 1992 werd nog geen water uit de plas onttrokken: het peil schommelde toen tussen 14,15 en 14,65 mNAP. Vanaf het eerste onttrekkingsjaar (1993) neemt de peildynamiek toe daalt het peil sterk. In de loop van de droge jaren 1995 en 1996 daalt het peil extreem ver weg: door het geringe neerslagoverschot vindt in die jaren weinig aanvulling plaats terwijl in de droge, warme zomers van die jaren juist extra veel water uit de plas onttrokken wordt omdat de gietwaterbehoefte groot is.



Figuur 2.7 Waterstandsverloop van de zandwinplas in de periode 1992 - 1999



Figuur 2.6 Geohydrologische dwarsprofielen

Grafieken grondwaterstandsverloop

Uit de grafieken van het nieuwe meetnet (bijlage 2) blijkt het grondwaterstandsverloop. Ook wordt een grafiek van de maandelijkse neerslagoverschotten weergegeven. Door de natte zomer en droge herfst is tot aan november 2005 nauwelijks sprake geweest van een neerslagtekort of -overschot: hierdoor is ook het (grond)waterstandsverloop behoorlijk vlak. Pas aan het einde van het jaar, als er wel een behoorlijk neerslagoverschot aanwezig is, beginnen de (grond)waterstanden te stijgen.

Op grond van de meetreeksen van zowel de nieuwe als oude peilbuizen is het geohydrologische model geijkt (zie bijlage 1). Het grondwaterstandsverloop van de oude meetpunten blijkt uit de bijgevoegde ijkingsgrafieken. De opname van de meeste oude meetpunten is in 1999 gestaakt. Voor de buizen (die binnen het plangebied) nog teruggevonden konden worden is de opname in het kader van dit onderzoek inmiddels weer hervat.

Isohyphenkaarten

Aan de hand van de kaarten die vervaardigd zijn op grond van de modelberekeningen kan een vlakdekkend beeld gevormd worden van het functioneren van het hydrologische systeem. De kaarten betreffen een natte wintersituatie (bij benadering GHG-situatie) en een droge zomersituatie (bij benadering GLG-situatie).

Uit de isohyphenkaarten van het eerste watervoerende pakket (figuur 2.8) blijkt dat ter plaatse van de uitloper van de Hondsrug, waar een dik keileempakket ligt (zie figuur 2.3), er zowel in de winter- als in de zomersituatie een sterke opbolling in de grondwaterpiegel aanwezig is. De (schijn)grondwaterstand ligt hier 1 tot 2 meter hoger dan de freatische grondwaterstand van het tweede watervoerende pakket (zie figuur 2.9). In de gebieden waar de keileem ontbreekt (zowel ten zuidwesten als in de laagte ten noordoosten van de uitloper van de Hondsrug) vormen het eerste en tweede watervoerende pakket tezamen één geheel: de grondwaterstanden in het eerste en tweede pakket zijn dus gelijk aan elkaar. Op de flanken van de rug (waar de keileem dun is) zijn door de enigszins stagnerende werking van de keileemlaag in de wintersituatie wel redelijk hoge grondwaterstanden aanwezig. In de zomersituatie valt de zandlaag boven de keileem echter droog en zakt de grondwaterstand weg tot op het niveau van het tweede watervoerende pakket.

Uit de isohyphenkaarten van het tweede watervoerende pakket (zie figuur 2.9) blijkt ook duidelijk de drainerende werking van de zandwinplas, met name in de zomersituatie. Het sterke effect in de zomersituatie komt doordat in de zomer de onttrekking van gietwater groot is. Als gevolg van de drainerende werking van de zandwinplas is de grondwaterpiegel in met name het deelgebied van de Noordersteppe sterk afgevlakt. De drainerende werking van de zandwinplas op het eerste watervoerende pakket is zeer beperkt. Dit komt door de geringe dikte van het pakket en het dichtknijpen van de toevoer over de keileem heen langs de randen van de zandwinplas door het lage peil in de plas (zie dwarsprofiel B-B' van figuur 2.6).

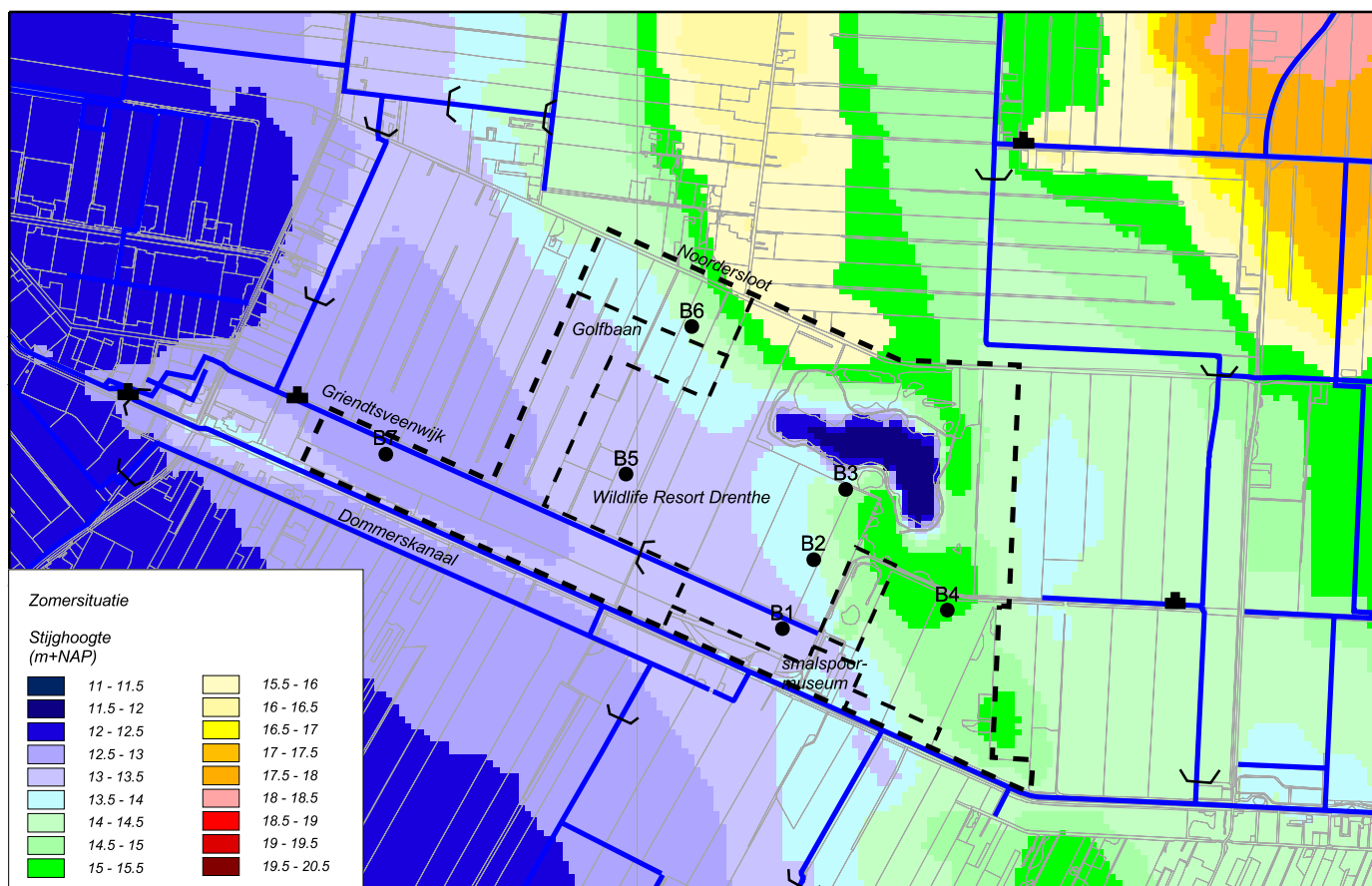
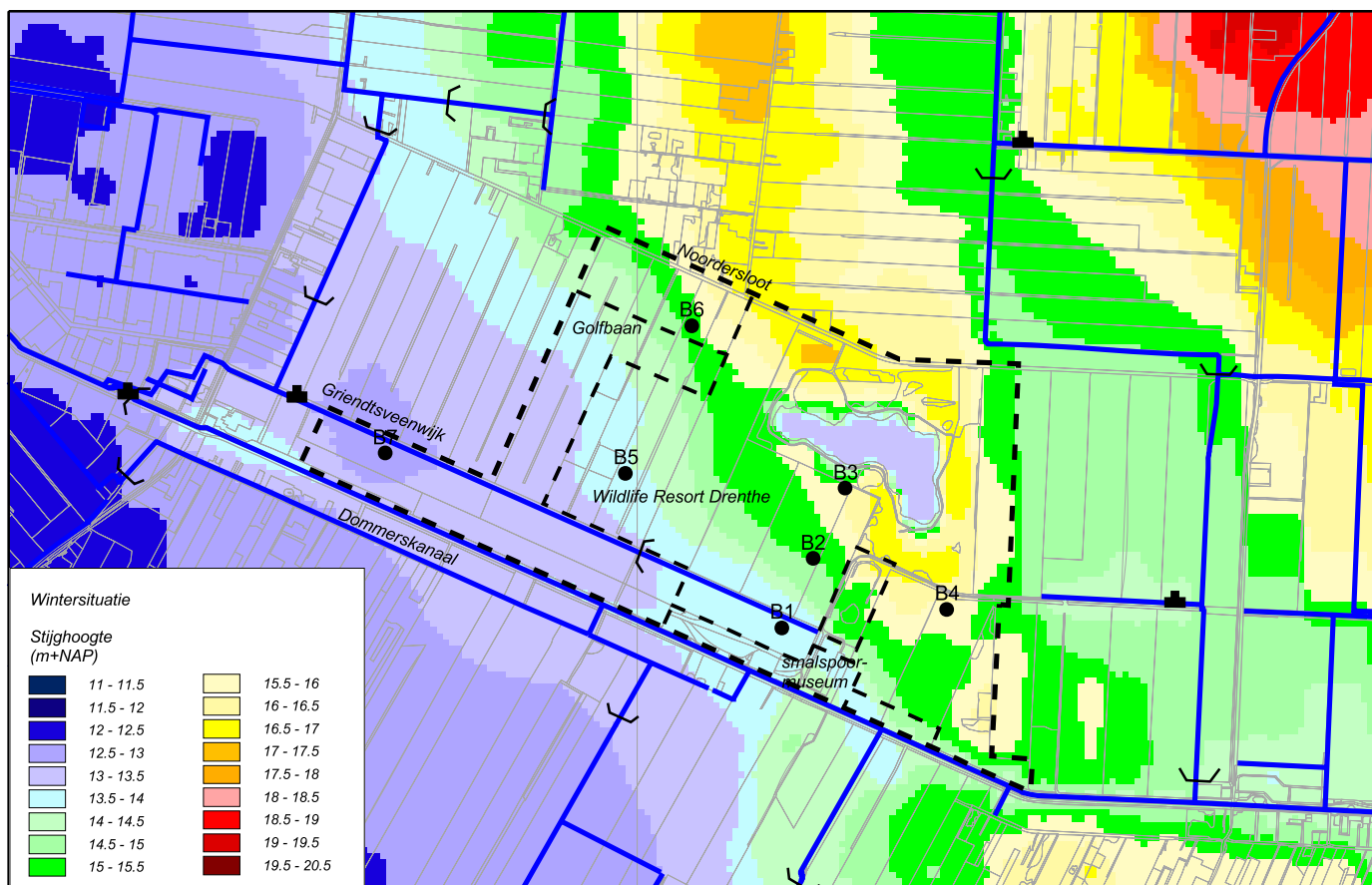
Kwel- en infiltratiesterkte (zie figuur 2.11)

In het grootste deel van het plangebied is sprake wegzijging vanuit het eerste watervoerende pakket (via de keileem) naar het tweede watervoerende pakket. In de Kanaalzone treedt echter in de huidige situatie kwel op. Het betreft kwel die optreedt als gevolg van de aanwezigheid van de ontwateringsmiddelen: door het lage drainage-niveau wordt de kwel aangetrokken. Al het kwelwater wordt door het stelsel afgevangen en uit het gebied afgevoerd.

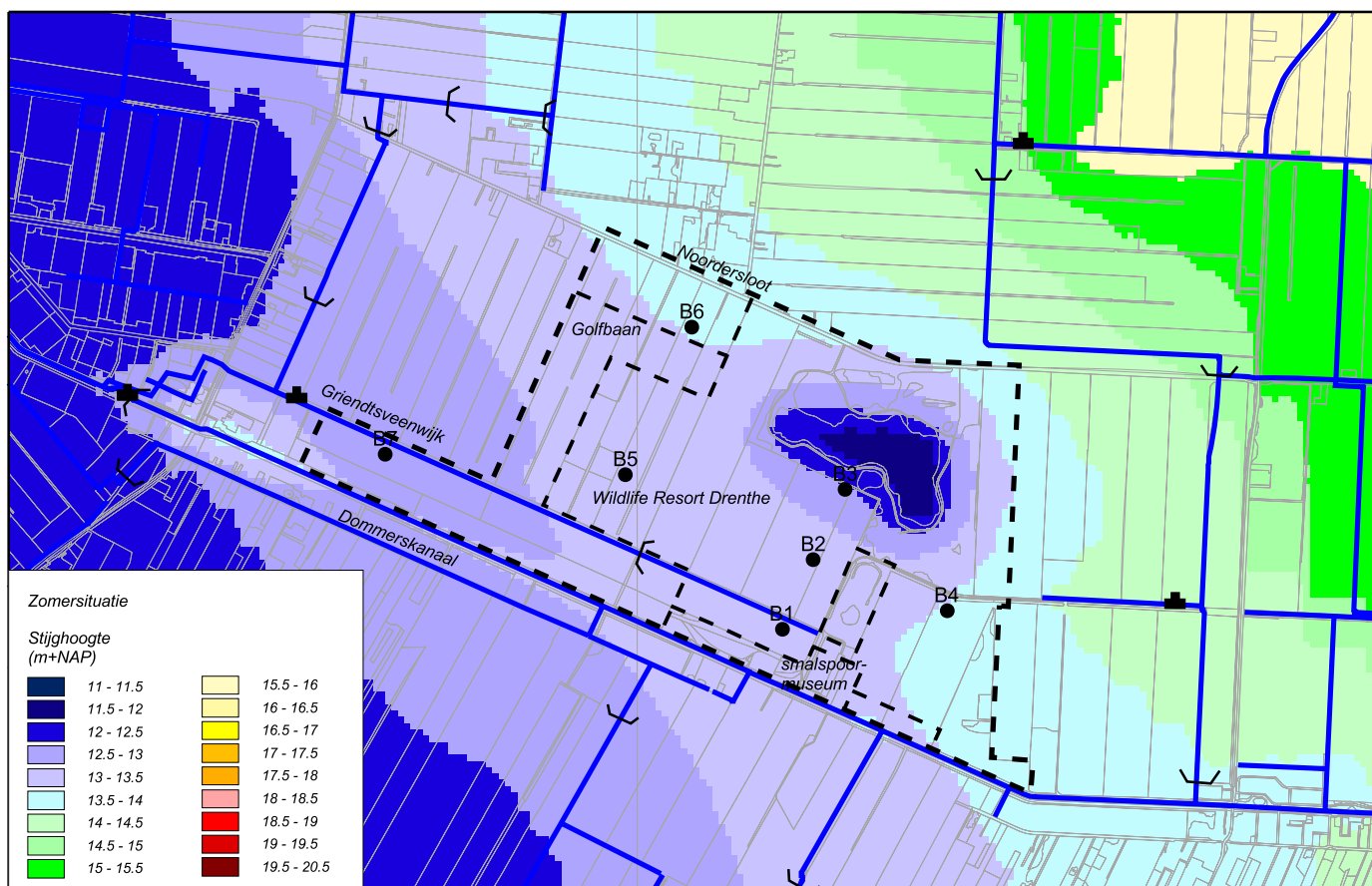
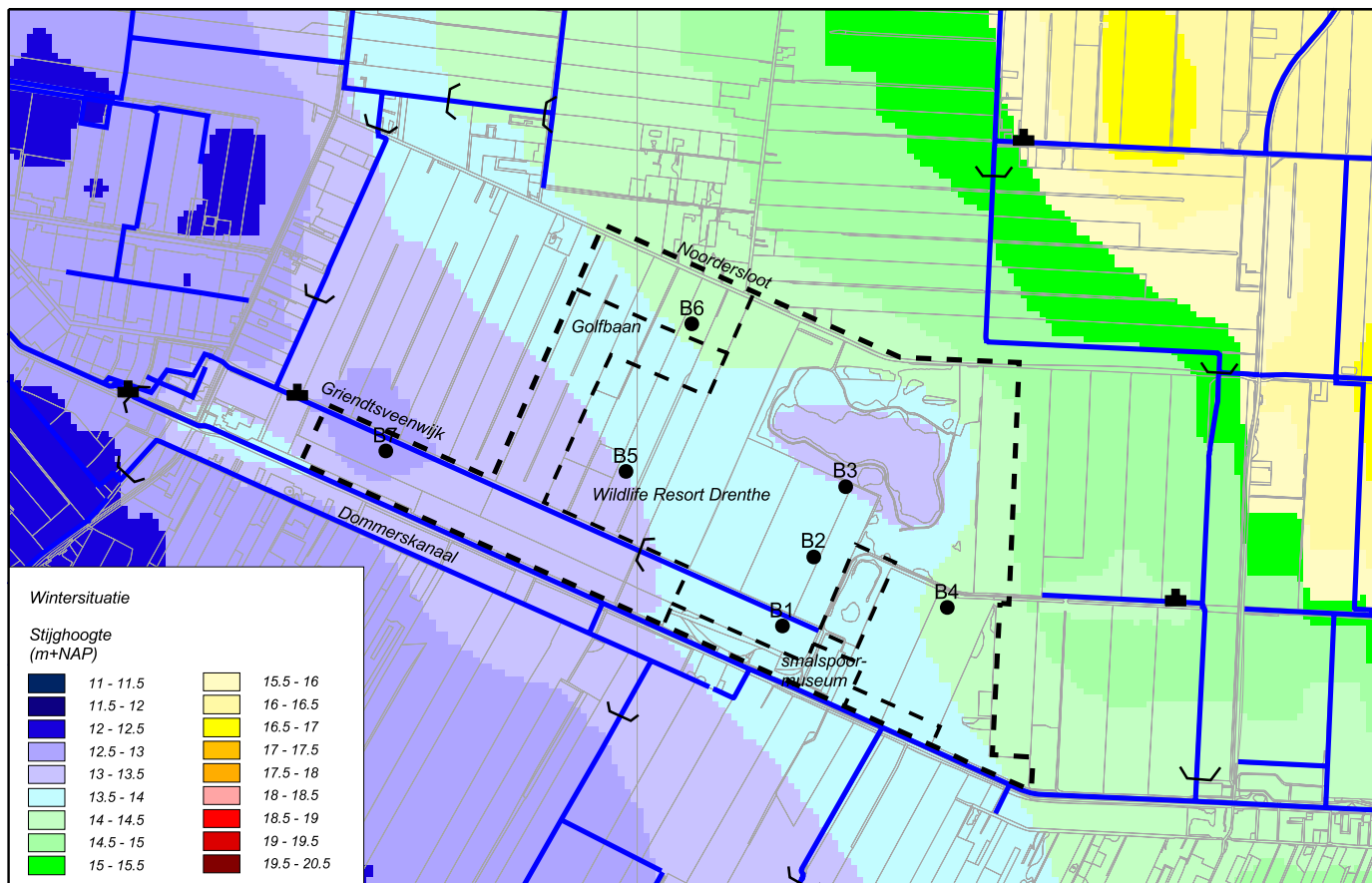
Grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld (zie figuur 2.12)

Per deelgebied is het beeld als volgt:

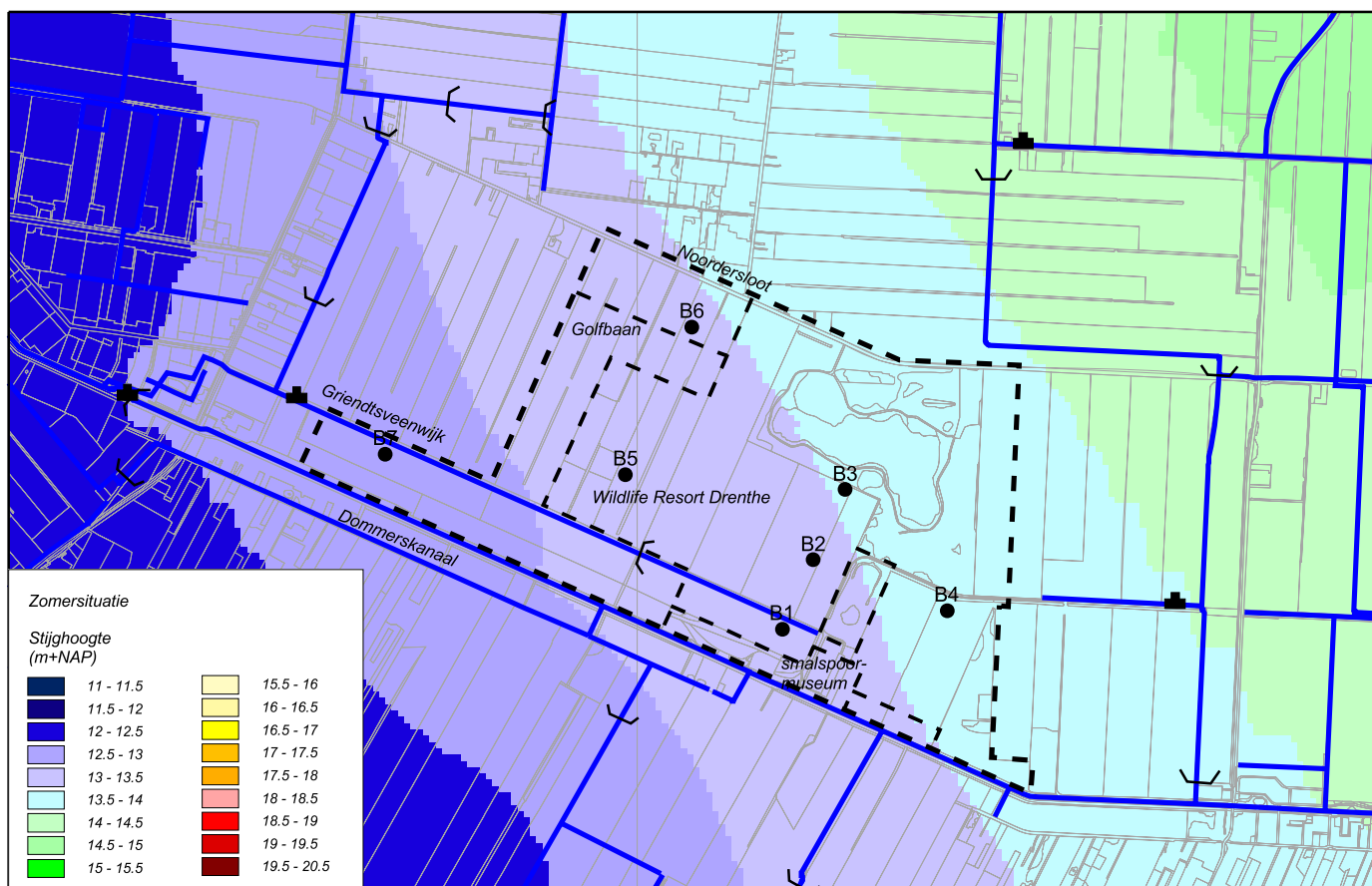
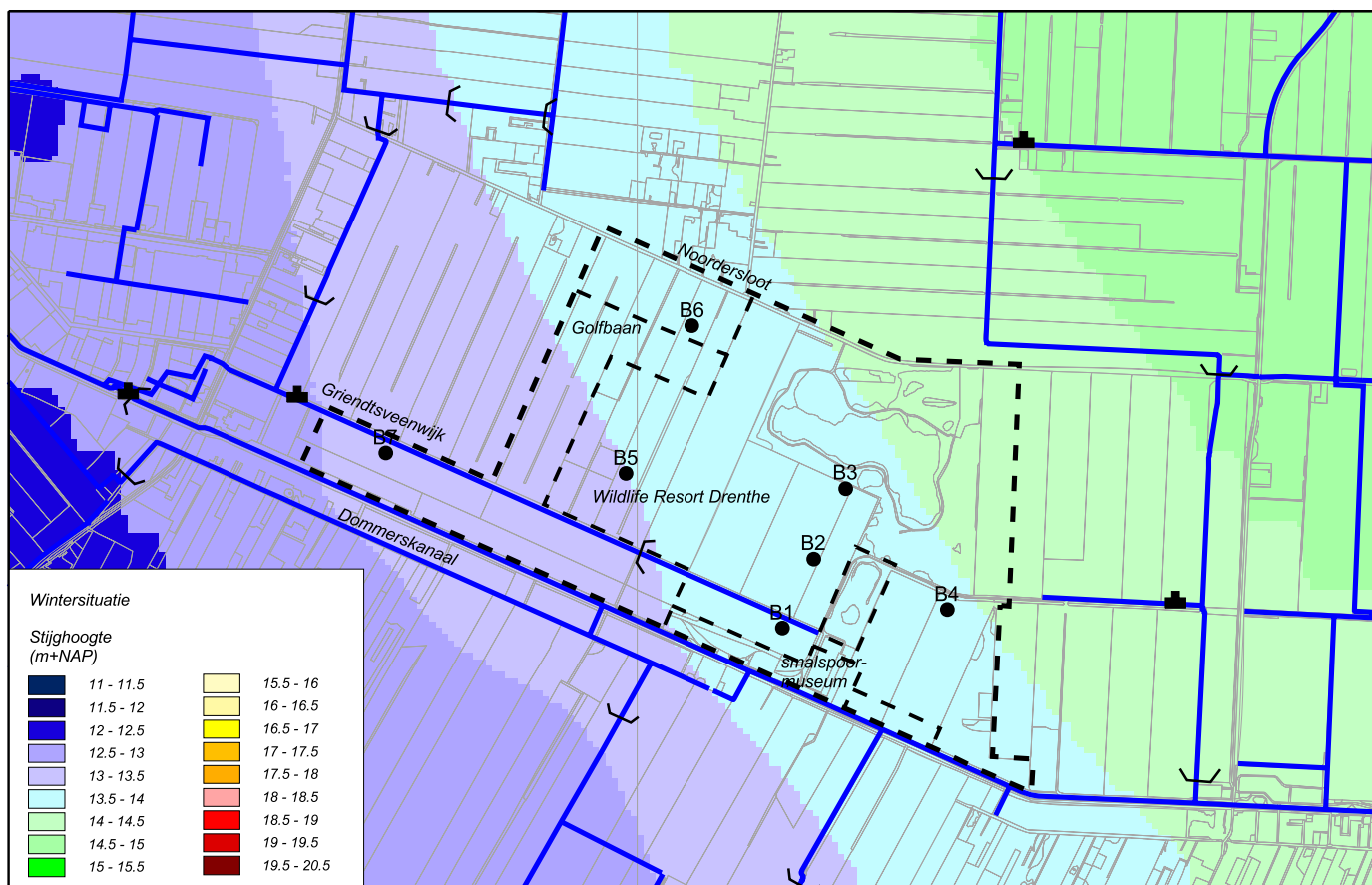
- In het oostelijke deel van het WLPR (Tangermoor) ligt de grondwaterstand in de huidige situatie in de winter op 0,4 tot 1,2 m –mv en in de zomer op 1,2 tot 2 m –mv. De lage actuele grondwaterstanden zijn hier te wijten aan de drainerende werking van de sloten en overige drainage-middelen.
- In het middendeel van het WLPR (Noordersteppe) bevindt de actuele grondwaterstand zich in de winter op 0,8 tot 1,2 m –mv en in de zomer op 1,5 tot 3,0 m –mv. De lage grondwaterstanden worden hier deels veroorzaakt door de natuurlijke uitgangssituatie (hoge ligging in combinatie met de geringe dikte van weerstandsbiedende keileemlaag). De extreem lage grondwaterstanden aan de noordzijde worden echter veroorzaakt door de drainerende werking van de zandwinplas.
- In het westelijke deel van het WLPR (Bargerwoud) ligt de grondwaterstand in de huidige situatie in de winter op 0,6 tot 0,8 m –mv en in de zomer op 0,8 tot 1,2 m –mv. Door de lagere ligging (aan de voet van de rug) ligt de grondwaterstand hier dichterbij maaiveld en is het fluctuatiebereik een stuk geringer. Het gebied valt echter nog wel binnen het infiltratiegebied (zie figuur 2.11).
- In de kanaalzone (gedeelte tussen de Griendtsveenwijk en het Dommerskanaal) liggen de grondwaterstanden in de winter op 0,4 tot 0,6 m –mv en in de zomer op 0,6 tot 0,8 m –mv. Door de lage ligging en het optreden van kwel ligt de grondwaterstand hier ondiep onder maaiveld. Door de drainerende werking van het oppervlaktewaterstelsel stijgen de grondwaterstanden niet tot aan maaiveld.



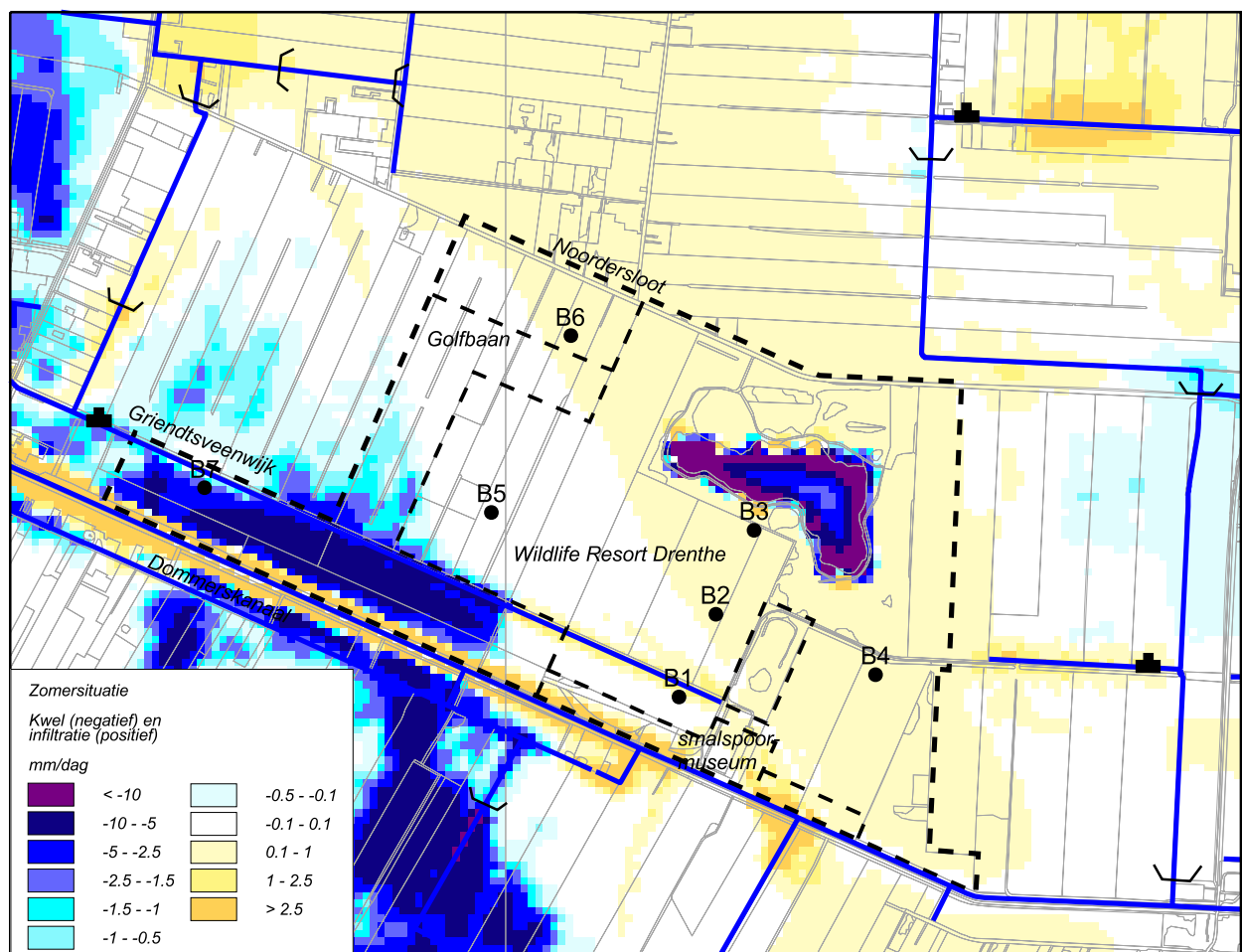
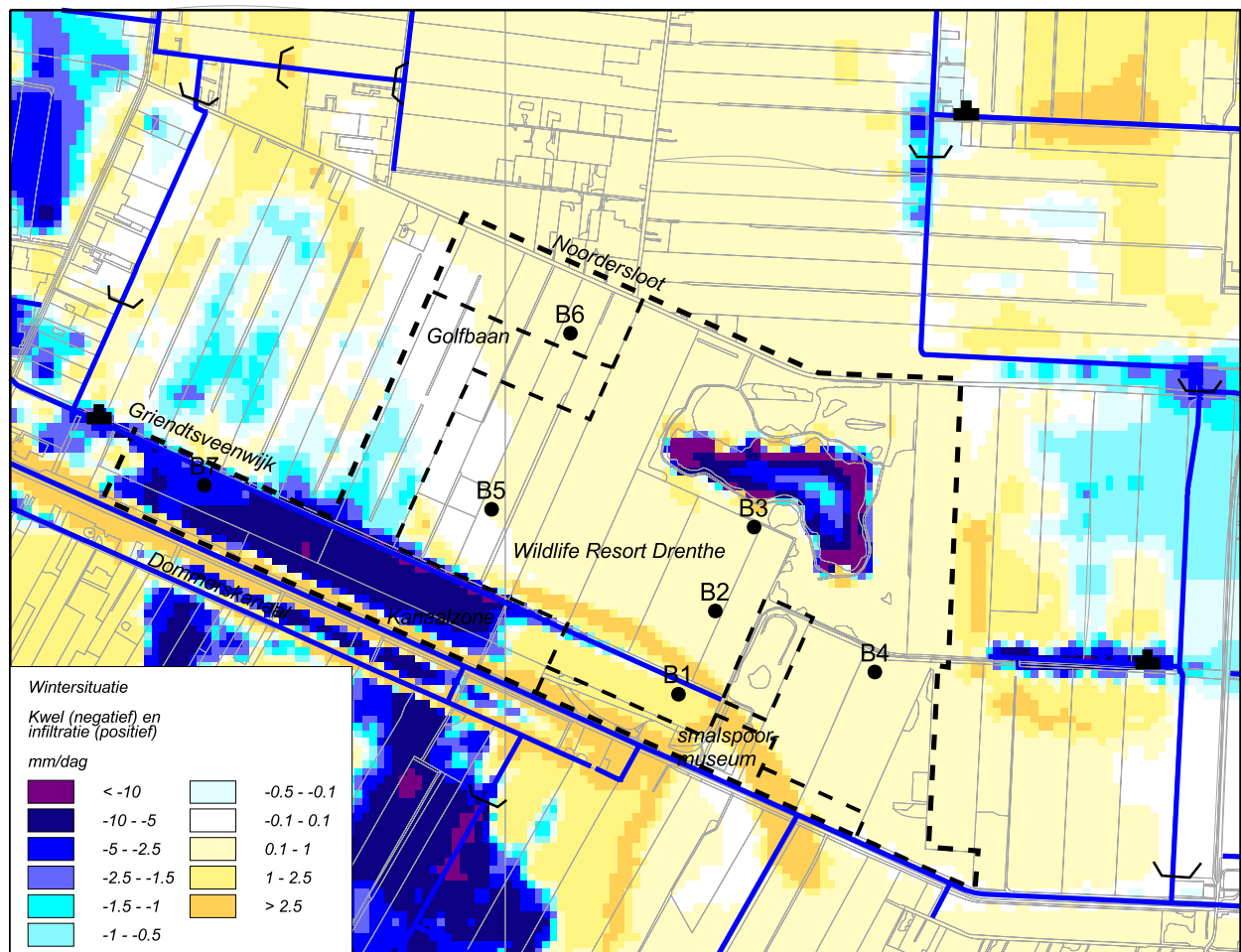
Figuur 2.8 Berekende isohypsen in het eerste watervoerend pakket - 0-scenario



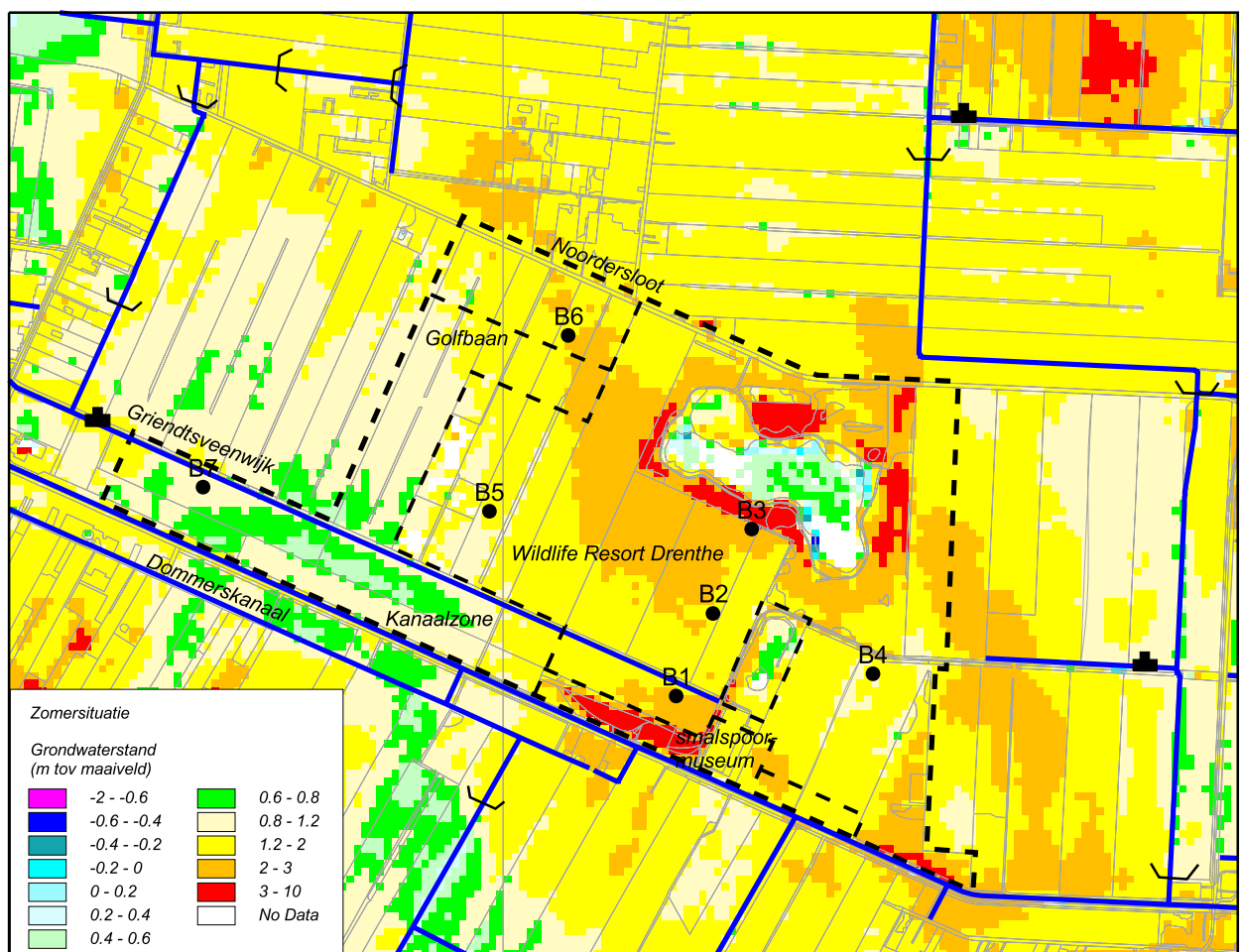
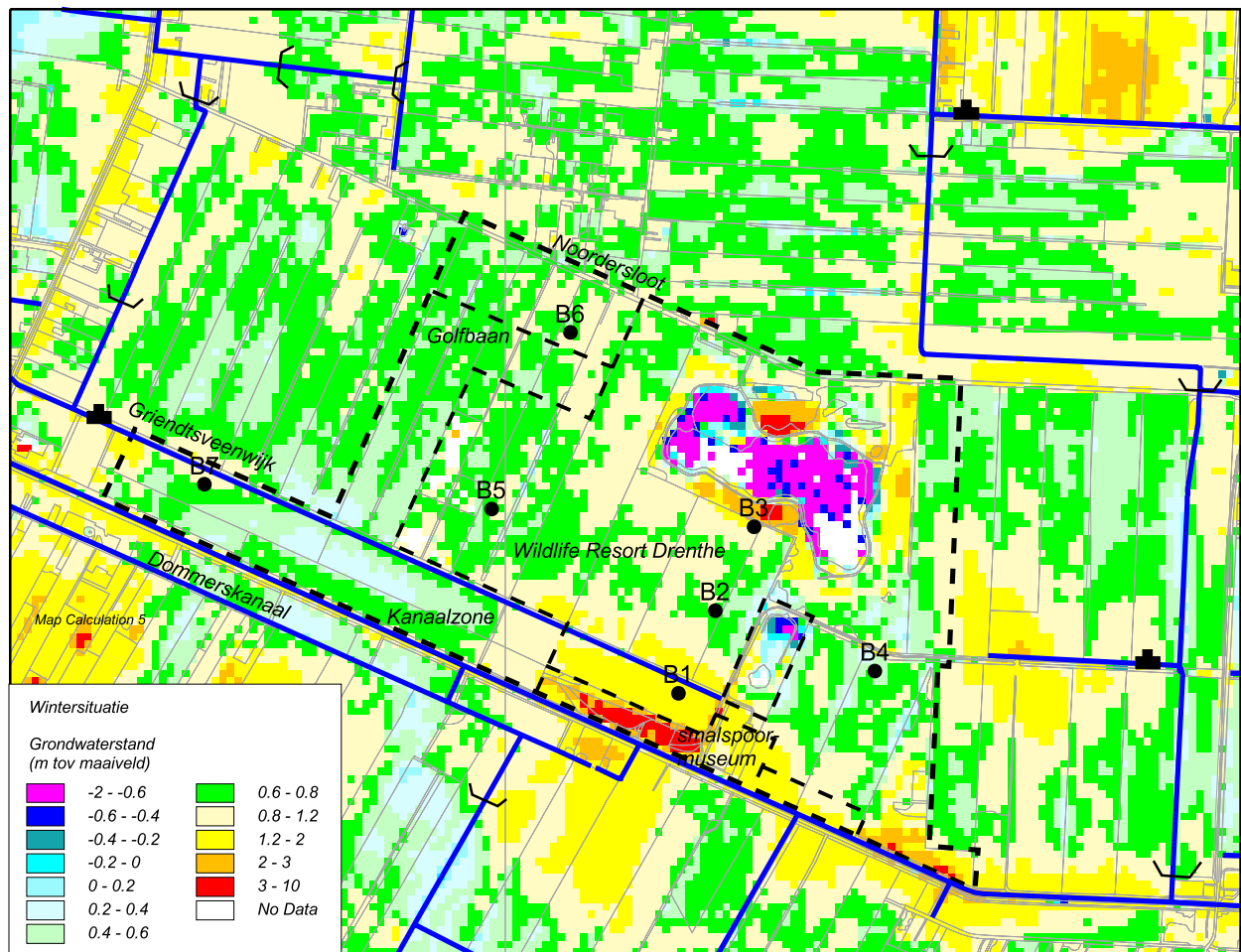
Figuur 2.9 Berekende isohypsen in het tweede watervoerend pakket - 0-scenario



Figuur 2.10 Berekende isohypsen in het derde watervoerend pakket - 0-scenario



Figuur 2.11 Berekende kwel en infiltratie door de onderkant van het eerste watervoerende pakket
Scenario 0



Figuur 2.12 Berekende grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld
0-scenario

2.7 Waterkwaliteit

In tabellen 2.1 en 2.2 worden samenvattingen weergegeven van de analyseresultaten van het water dat aan de zandwinplas wordt onttrokken voor de productie van gietwater. Tabel 2.1 betreft de minimale, gemiddelde en maximale waarden van een aantal parameters in 2002 en in tabel 2.2 worden de waarden van de betreffende parameters voor de periode 2003 tot september 2005 gegeven .

Uit de tabellen blijkt ten eerste dat in de afgelopen jaren zowel de maximale concentraties ijzer-totaal als opgelost ijzer de gestelde eis voor gebruik als voedingswater voor de gietwaterproductie hebben overschreden. Hetzelfde geldt voor de troebelheid en het gehalte zwevende stof. Recentelijk worden ook vaak hoge chlorofyl-a concentraties gemeten: de algenconcentraties lijken dus toe te nemen. Niet alleen de aanwezigheid van de overschrijdingen maar ook de sterke fluctuatie van de waterkwaliteit is in de huidige situatie een probleem. Door de fluctuatie wordt namelijk het behandelingsproces van het water in de gietwaterfabriek bemoeilijkt. Met name de sterke fluctuatie in de ijzerconcentraties is een probleem: soms bevat het voedingswater vrijwel geen ijzer en soms loopt de concentratie extreem hoog op (zie minimale en maximale waarden in tabellen 2.1 en 2.2).

De hoge ijzerconcentraties zijn het gevolg van de sterke drainage van grondwater door de plas (zie figuur 2.9, isohypsenkaart tweede watervoerende pakket). Hierdoor wordt de samenstelling van het water in de eerste plaats rechtstreeks beïnvloed. Bovendien is er een indirecte beïnvloeding doordat er in de loop der jaren als gevolg van de drainage van het ijzerrijke grondwater op de bodem van de plas een laagje ijzerslib is afgezet. Bij bepaalde weersomstandigheden kunnen (door inversie) vanuit dit laagje plotseling grote hoeveelheden ijzer vrijkomen.

De stijgende algenconcentraties wijzen op een verhoging van de voedingsstoffenconcentraties (hiervan zijn echter geen meetgegevens voorhanden). Aan deze verhoging liggen waarschijnlijk twee oorzaken ten grondslag: in de eerste plaats wordt vanuit het omringende (met name noordoostelijke) landbouwgebied via het tweede watervoerende pakket antropogeen beïnvloed grondwater aangetrokken (zie figuur 2.9: isohypsenkaart tweede watervoerende pakket). In de tweede plaats treedt als gevolg van de verdroging van het omringende heidegebied mineralisatie van het hier aanwezige veenpakket op waardoor ook op deze wijze voedingsstoffen in het grondwater belanden. In de eerste jaren van de onttrekking werd het nog relatief schone grondwater onder het heidegebied in de directe omgeving van de plas aangetrokken, dat hier als erfenis uit de vroegere, minder verstoorde situatie nog aanwezig was. Dit grondwater wordt nu meer en meer vervangen door het voedselrijke water dat afkomstig is van het noordoostelijk gelegen landbouwgebied en het verdroogde veenpakket van het heidegebied.

Als gevolg van de slechte waterkwaliteit zijn recentelijk (zomer 2005) de waterleveranties vanuit de plas tijdelijk noodgedwongen stilgelegd. Er is toen overgeschakeld op levering van drinkwater en er zijn een aantal noodvoorzieningen getroffen. Deze maatregelen namen aanzienlijke kosten met zich mee en bieden geen structurele oplossing van het probleem. De huidige situatie is dus zeer ongunstig.

Van de overige delen van het plangebied zijn geen waterkwaliteitsgegevens beschikbaar. Verwacht mag worden dat in de delen die nu landbouwkundig beheerd worden antropogeen beïnvloed grond- en oppervlaktewater met verhoogde voedingsstoffenconcentraties aanwezig is. Daarnaast moet er rekening mee worden gehouden dat als gevolg van de voormalige bemesting in de toplaag van de bodem veel fosfaat is opgeslagen. In de uitgangssituatie zijn namelijk (vrijwel) altijd lage grondwaterstanden aanwezig geweest (zie figuur 2.12) en onder droge omstandigheden wordt fosfaat goed gebonden in de bovenlaag van de bodem: hierdoor ligt een groot deel van de mestgift uit het verleden in de bodem opgehoopt.

Getuige de begroeiing met soorten als kleine zonnedauw, veenpluis, moeraswolfsklauw en pijpestrootje (zie paragraaf 2.8) is in de vennen en het (verdroogde) heidegebied in de huidige situatie een meer natuurlijk, zuur en voedselarm watertype aanwezig.

Tabel 2.1 Analyseresultaten influent 2002 (bron gegevens: WMD)

Parameter	eenheid	minimum	gemiddelde	maximum	Gestelde eis
Temperatuur ²⁾	°C	2.4	11.6	22	> 10
Zuurgraad	pH	4.2	4.7	6.4	4 – 7
Troebelheid	FTU	0	17	50	< 30
zwevende stof	mg/l	0.9	6.6	16.5	< 15
DOC	mg/l	--	--	--	< 12.5
IJzer (totaal) Fe 3+	mg/l	0.8	5.5	9.8	< 10
IJzer Fe 2+ ¹⁾	mg/l	0.00	0.01	0.02	< 0.25
Mangaan	mg/l	--	--	--	< 0.08
UV-absorptie	m ⁻¹	2	34	88	
Chlorofyl-a	µg/l	4	20	83	< 12.5
ATP	ng/l	14	178	592	

Tabel 2.2 Analyseresultaten influent in de periode 2003 – september 2005 (bron gegevens: WMD)

Parameter	eenheid	minimum	gemiddelde	maximum	Gestelde eis
Temperatuur ²⁾	°C	2.4	11.9	24.1	> 10
Zuurgraad	pH	4.4	5.4	6.5	4 – 7
Troebelheid	FTU	4.6	16.9	93.1	< 30
zwevende stof	mg/l	0.7	9.1	21.7	< 15
DOC	mg/l	10.5	14.7	18.14	< 12.5
IJzer (totaal) Fe 3+	mg/l	2.7	6.0	11.5	< 10
IJzer Fe 2+ ¹⁾	mg/l	0	0.02	0.33	< 0.25
Mangaan	mg/l	0.02	0.06	0.09	< 0.08
UV-absorptie	m ⁻¹	11.5	43.4	87.2	
Chlorofyl-a	µg/l	4.2	57.4	414	< 12.5
ATP	ng/l	25	688	11706	

2.8 (Grond)watergebonden natuurwaarden

De beschrijving van de (grond)watergebonden natuurwaarden in het plangebied is geheel gebaseerd op het “Ecologisch onderzoek Griendtsveenpark” (Bureau Schenkeveld, 2004).

Vaatplanten en mossen

Zandwinplas en omgeving

Rondom de zandwinplas is een uitgestrekt heidegebied aanwezig en ten noordwesten van de plas ligt een gebied met verdroogd berkenbroek. In het heidegebied en de kruidlaag van het berkenbroek domineert pijpestrootje (> 75 % bedekkend). In een zone direct langs de plas en ten noordoosten hiervan is een gebied met goed ontwikkelde (droge) heide aanwezig (heide+). Op de steile oever van de plas groeit de beschermde soort koningsvaren. Ten noorden van de plas ligt een klein ven (= noordelijke ven). Het ven is gegraven en heeft dus geen natuurlijke oorsprong. Aan de oevers van dit ven groeit de beschermde en bedreigde soort kleine zonnedauw (rode-lijst soort, categorie 3). Verder groeien hier soorten als veenpluis en melkeppe en de veenmossoorten slank en fraai veenmos (*Sphagnum flexuosum* en *S. fallax*).

Zuidelijke ven

Ten zuiden van de zandwinplas ligt ook een ven (= zuidelijke ven). Ook hier betreft het geen natuurlijk ven maar het restant van een voormalig zanddepot. Op een recent hergeprofileerde oever groeit de rode-lijst soort moeraswolfsklauw (categorie 3). Andere soorten van nationaal belang zijn veenpluis en grote veenbes: deze soorten zijn in Nederland tamelijk zeldzaam. Ook melkeppe en de veenmossoorten slank en fraai veenmos komen hier voor.

Bossen

Het productiebos aan de westzijde bestaat uit verschillende percelen monoculturen van zwarte els, sitkaspar, fijnspar, canadapopulier en jonge zomereik. Het bos aan de zuidzijde is een droog zomereikenbos. Het bos aan de oostzijde betreft een vochtig loofbos.

Avifauna

De meest bijzondere broedvogelsoorten waarvoor het plangebied een onderdeel van het territorium vormt zijn bruine kiekendief, patrijs en geelgors. Andere in 2004 waargenomen bijzondere broedvogels van het plangebied zijn dodaars en oeverzwaluw. Oeverzwaluw heeft een kolonie aan de noordelijke oever van de zandwinplas. Dodaars broedt in het zuidelijke ven.

Zoogdieren

Het plangebied is onderdeel van het leefgebied van de beschermde richtlijnsoorten watervleermuis en gewone dwergvleermuis. Deze soorten zijn foeragerend waargenomen.

Herpetofauna

Er zijn in het plangebied 4 amfibiesoorten aangetroffen: meerkikker, middelste groene kikker, bruine kikker en gewone pad. Er is 1 reptielsoort aangetroffen: levendbarende hagedis. De beschermde soort heikikker komt zowel in het zuidelijke als noordelijke ven voor. Levendbarende hagedis is met name in het zuidelijke ven op veel plekken aangetroffen en is daarnaast ook in het heidegebied aan de oostzijde van de zandwinplas en het noordelijke ven aangetroffen.

Overige fauna

In de delen met beter ontwikkelde heide-vegetatie is de vlindersoort heideblauwtje aangetroffen (rode-lijst soort en beschermd). In het habitattype ven is de rode-lijst libellensoort bruine korenbout aangetroffen.

Totaalbeeld plangebied

De meeste van de bijzondere (grond)watergebonden soorten zijn aangetroffen in de vennen. Bij de ontwikkeling van het gebied moeten de vennen dus zoveel mogelijk ontzien worden. In combinatie met de ontwikkeling van het gebied dient juist gestreefd te worden naar verbetering van de hydrologische condities voor de vennen en andere grondwatergebonden natuurtypen.

Natte natuurwaarden in de omgeving

Enkele kilometers ten oosten van het plangebied ligt het Bargerveen: een hoogveengebied dat eigendom is van Staatsbosbeheer. Het is een restant van het eertijds zeer uitgestrekte Bourtangerveen. Het oorspronkelijke moeras is grotendeels verdwenen door turfwinning en ontginning. In het Bargerveen is in grote delen alleen de bovenste veenlaag afgegraven en is de onderste veenlaag blijven liggen. In deze grote baggervelden, zoals het Meerstalblok, het Amsterdamsche Veld en het Schoonebeeker Veld, wil Staatsbosbeheer het hoogveen opnieuw tot ontwikkeling brengen. Hiertoe wordt met behulp van dammen het gebiedseigen water zo goed mogelijk geconserveerd en door demping van wijken en realisatie van bufferzones rondom het veenrestant wordt getracht de wegzijging vanuit het veengebied te beperken. Dankzij de maatregelen treedt herstel op van karakteristieke hoogveenvegetaties met plantensoorten als eenarig wollegras, ronde zonnedauw, lavendelheide, witte snavelbies en bultenvormende veenmossoorten als hoogveenmos (*Sphagnum magellanicum*) en wrattig veenmos (*S. Papillosum*). Ook de fauna is bijzonder rijk: er komen zeldzame broedvogelsoorten voor als grauwe klauwier en ook zeldzame reptielen als adder en gladde slang zijn aanwezig.

2.9 Synthese en conclusies

Het plangebied ligt op een uitloper van de Hondsrug en de zuidwestflank hiervan. Het gebied raakte in het Holoceen geheel bedekt met een laag hoogveen. Het veen is grotendeels afgegraven en vervolgens is dit veenkoloniale gebied vrijwel geheel in cultuur gebracht. In de huidige situatie is vrijwel alleen in het heidegebied rondom de zandwinplas nog een veenbodem aanwezig. In de cultuurgronden is op veel plaatsen door diepe grondbewerking de restveenlaag gemengd met zand uit de ondergrond: het betreft hier over het algemeen zandgronden waarin in de huidige situatie nog hooguit een moerige tussenlaag aanwezig is.

Afwatering van het plangebied vindt plaats via een stelsel van sloten, wijken en kanalen. Het plangebied ligt daarbij in het grensgebied van verschillende stroomgebieden en peilvakken. In extreem natte perioden is het westelijke deel van het plangebied (kanaalzone) en het ten westen hiervan gelegen glastuinbouwgebied gevoelig voor wateroverlast. De zandwinplas staat niet in verbinding met het oppervlaktewaterstelsel. Uit de plas wordt vanaf 1993 water onttrokken ten behoeve van de gietwatervoorziening van het glastuinbouwcentrum Erica. Tot en met 2005 is gemiddeld circa 700.000 m³ / jaar onttrokken.

Het grondwatersysteem is opgebouwd uit drie watervoerende pakketten, die van elkaar gescheiden worden door twee slecht doorlatende lagen. Op een diepte van circa 25 m beneden maaiveld ligt de tweede scheidende laag, die wordt gevormd door de Cromerklei. In het zuidelijke deel van het plangebied en ook verder naar het zuiden ontbreekt deze laag echter. De eerste scheidende laag wordt gevormd door keileemafzettingen. Een dikke keileemlaag (1 tot 2,5 meter) is aanwezig ter plaatse van de uitloper van de Hondrug (waar het noordoostelijke deel van het plangebied is gesitueerd). Op de flanken van de rug (met het middendeel van het plangebied) is de dikte van de keileemlaag beperkt (enkele decimeters tot hooguit 1 meter) en in het gebied buiten de rug en de flanken (zuidelijke en zuidwestelijke deel van het plangebied) ontbreekt de keileem.

Regionaal gezien maakt het plangebied deel uit van een groot infiltratiegebied, bestaande uit de uitlopers van het Hondsrug-complex en het omringende veenkoloniale gebied. Vanuit het eerste en tweede watervoerende pakket infiltreert er (met name in de gebieden waar de scheidende lagen dun of afwezig zijn) water naar het derde pakket, en via dit grotendeels grove, goed doorlatende pakket stroomt het grondwater in zuidwestelijke richting af.

Ook de grondwaterstroming in het fijnzandige tweede watervoerende pakket vindt in principe in zuidwestelijke richting plaats. De grondwaterstroming in dit pakket wordt echter sterk beïnvloed door de onttrekking van gietwater vanuit de zandwinplas: ten opzichte van de uitgangssituatie is het peil in de zandwinplas (gemiddeld over het jaar) met bijna twee meter gedaald en door het lage peil heeft de plas een sterk drainerende werking op het grondwater in de omgeving. Het effect van de onttrekking is het sterkst in de zomer: in deze situatie wordt veel gietwater onttrokken terwijl de aanvulling van het grondwater dan het geringst is. Als gevolg hiervan is in de huidige situatie in de plas ook een sterke peildynamiek aanwezig. Het gebied waar door de onttrekking grondwaterstandsverlagingen optreden omvat een zone van circa 500 tot 800 meter vanaf de oeverlijn van de plas. In totaal is 80 à 85 % van het onttrokken water afkomstig uit het tweede watervoerende pakket en komt circa 10 % uit het derde watervoerende pakket.

In de gebieden waar keileem voorkomt is boven deze weerstandsbiedende laag nog een dun eerste watervoerend pakket aanwezig maar door de geringe dikte (enkele decimeters tot hooguit een meter) vindt via dit pakket nauwelijks laterale grondwaterstroming plaats. Bij voldoende dikte van de stagnerende keileemlaag (> 1

meter) is ook de wegzijging beperkt. In deze zone kunnen ondanks de hoge ligging en de sterk drainerende werking van de zandwinplas toch natte gebieden voorkomen: zowel het zuidelijke als noordelijke ven danken hun bestaan aan de aanwezigheid van de dikke keileemlaag. Ook het zuidoostelijke deel van het plangebied, waar het moerasgebied Tangermoor is geprojecteerd, is door de aanwezigheid van een dikke keileemlaag in potentie een nat gebied. Door de aanwezigheid van sloten en drainagestelsels zijn in de huidige situatie echter (nog) vrij droge omstandigheden aanwezig.

In het overige gedeelte van het tweede watersysteem (Noordersteppe en Bargerwoud) is met uitzondering van het meest zuidelijke deel een dunne keileemlaag (circa 0,3 tot 0,7 m) aanwezig. Bij een geringe dikte van de keileemlaag (< 1 meter) is het wegzijgingsverlies groot: in natte perioden bevat het eerste watervoerende pakket wel wat water maar in droge zomerperioden valt deze laag droog en daalt de grondwaterstand tot op het niveau in het tweede watervoerende pakket. Dit niveau ligt met name in het middendeel van het tweede watersysteem (Noordersteppe) erg ver (1,5 tot 3,0 m) beneden maaiveld. Deels wordt dit veroorzaakt door de sterk drainerende werking van de zandwinplas en deels door de natuurlijke uitgangssituatie (hoge ligging en wegzijging naar het derde watervoerende pakket). Door de lagere ligging en de grotere afstand tot de zandwinplas zakt in het westelijke deel van het tweede watersysteem (Bargerwoud) de grondwaterstand in de zomer veel minder ver weg (0,8 tot 1,2 m –mv).

In gebieden waar de keileem ontbreekt (kanaalzone en meest zuidelijke deel van tweede watersysteem) vormen het eerste en tweede watervoerende pakket tezamen één geheel. Hierdoor liggen in het vrij hoog gelegen gebied van het zuidelijke deel van het tweede watersysteem de grondwaterstanden in de uitgangssituatie het gehele jaar door vrij ver onder maaiveld (GHG = 0,8 tot 1,6 m –mv en GLG = 1,2 tot ruim 2 m –mv). In het lage (verder westelijk gelegen) gebied van de kanaalzone ligt de grondwaterstand het gehele jaar door veel dicht onder maaiveld (GHG = 0,4 tot 0,6 m –mv en GLG = 0,6 en 0,8 m –mv). Door de drainerende werking van het oppervlaktewaterstelsel treedt in deze zone in de huidige situatie kwel op en stijgen de grondwaterstanden niet verder richting maaiveld.

De kwaliteit van het water in de zandwinplas baart zorgen. In de eerste plaats is door de sterke aantrekking van het grondwater het ijzergehalte van het water in de plas hoog. Onder bepaalde omstandigheden kan bovendien plotseling veel ijzer vrijkomen uit het laagje ijzerslib dat op de bodem van de plas is afgezet. De hoge en sterk fluctuerende ijzerconcentraties maken het water minder geschikt als voedingsbron voor de gietwatervoorziening. In de zomer van 2005 moest met name vanwege te hoge ijzerconcentraties de leverantie van gietwater worden stilgelegd. Ook de te sterke troebelheid van het water, vooral door een hoog gehalte aan zwevende stof, is ongunstig. De laatste jaren zijn ook de algenconcentraties toegenomen. Dit wordt in de eerste plaats waarschijnlijk veroorzaakt door het aantrekken van voedselrijk grondwater uit (met name) het noordoostelijke landbouwgebied. Ten tweede wordt waarschijnlijk ook voedselrijk grondwater aangetrokken uit het omringende heidegebied, waar als gevolg van verdroging een versterkte mineralisatie van het veenpakket plaatsvindt.

In het plangebied komen met name in de beide vennen karakteristieke soorten van natte, zure en voedselarme omstandigheden voor. Er groeien zeldzame soorten als kleine zonnedauw en moeraswolfsklauw en ook interessante soorten als veenpluis en de veenmossoorten slank en fraai veenmos (*Sphagnum flexuosum* en *S. fallax*) zijn aanwezig. Vanuit faunistisch oogpunt zijn de vennen met name door het voorkomen van heikikker en levenbarende hagedis zeer waardevol. In het zuidelijke ven broedt bovendien de vrij zeldzame dodaars. Enkele kilometers ten oosten van het plangebied ligt het Bargerveen: een uiterst waardevol hoogveengebied.

3 Gewenste situatie

Totaalconcept

In het plangebied wordt gestreefd naar realisatie van een waterhuishoudkundig systeem dat niet alleen geschikt is voor de recreatieve functie maar ook voor een goede gietwaterproductie. Bovendien mogen andere functies die in het plangebied en de omgeving een rol spelen (natte natuur, landbouw en wateroverlastbestrijding) niet nadelig beïnvloed worden. Het is daarentegen gewenst dat ook voor deze functies positieve effecten optreden.

Het waterhuishoudkundige systeem bestaat daarbij uit drie deelsystemen (voor opzet: zie figuur 1.2):

- Het eerste watersysteem wordt gevormd door de zandwinplas. Aan de zuidzijde is een uitbreiding van de plas met drie lobben gewenst.
- Ten zuiden van de zandwinplas is aanleg van een tweede watersysteem gewenst. Dit systeem bestaat uit een rondlopende bevaarbare “rivier” en moerasgebied Tangermoor.
- Ten westen van het Wildlife Parkresort is aanleg van een derde watersysteem gewenst. Dit systeem moet de basis vormen voor de inrichting van een golfbaan en waterrijk gebied met recreatiewoningen.

De kosten voor de te treffen maatregelen en het beheer dienen gering te zijn: de prijs van het gietwater mag niet toenemen en de inrichting van het recreatiepark mag niet te duur worden.

In de onderstaande tekst wordt een nadere specificatie gegeven van de eisen en wensen die vanuit de verschillende functies in het plangebied en de omgeving gesteld worden:

Recreatieve functie

- In het tweede watersysteem van het WLPR is een goede watervoerendheid van de rivier en het moeras vereist:
 - In de rivier moet het gehele jaar door een minimale waterdiepte van 1,0 meter aanwezig zijn (ivm diepgang rondvaartboot) en het waterpeil mag (liefst) niet (systematisch) ver onder maaiveld liggen, anders wordt het uitzicht teveel belemmerd. Een afwisseling van dieper ingesneden trajecten en ondiepe trajecten is echter wel aantrekkelijk en een belemmering van het uitzicht door een te laag peil kan eventueel ondervangen worden door sterke afvlakking van de oevers.
 - Het gebied Tangermoor moet voldoende watervoerend zijn voor ontwikkeling van moeras met plaatselijk open water (waterdiepte van 30 tot 100 cm.
 - Voor een goede moerasontwikkeling is enige peildynamiek gunstig.
- Ook de zandwinplas moet (inclusief de nieuwe lobben) bevaarbaar zijn.
- In de zandwinplas is in verband met bepaalde recreatieve voorzieningen die hier zijn gepland (aanlegsteigers en bebouwing met een mooi uitzicht op het water) een gedempt peilverloop gewenst.
- In het Wildlife Parkresort is een afwisseling van vochtige en droge plekken gunstig voor de realisatie van gevarieerde milieuomstandigheden en begroeiing. De aanwezigheid van vochtige plekken is echter geen eis maar een wens.

- Er worden voor alle drie de watersystemen geen hoge eisen aan de waterkwaliteit gesteld (geen zwemwater), maar het water moet er wel aantrekkelijk uitzien: er mag geen overmatige algengroei optreden, en daarom mag het water niet al te voedselrijk zijn (P-totaal liefst < 0,15 mgP/l). Een zekere voedselrijkdom is echter wel gewenst, zodat een weelderige moeras- en oeverbegroeiing ontstaat.

Gietwaterfunctie

- De te leveren hoeveelheid gietwater moet tenminste gelijk zijn aan de huidige hoeveelheid die geleverd wordt. In een normaal jaar bedraagt de hoeveelheid (tot en met 2005) 700.000 m³ en in een droog jaar (2003) kan dit oplopen tot 733.000 m³. In het verkennende scenario-onderzoek (hoofdstuk 4) en het scenario-onderzoek met het hydrologisch model (hoofdstuk 5) wordt uitgegaan van deze hoeveelheden. De laatste twee jaar is echter een structurele daling in de vraag naar gietwater opgetreden. In het aanvullende hydrologisch modelonderzoek (hoofdstuk 7) rekening gehouden met deze daling.
- De gietwaterkwaliteit dient goed te zijn. Het voedingswater mag geen schadelijke, moeilijk afbreekbare (restanten van) bestrijdingsmiddelen bevatten. Het voedingswater mag niet teveel ijzer bevatten (ijzer-totaal < 10 mg/l & opgelost ijzer < 0,25 mg/l) en ook niet teveel mangaan (< 0,08 mg/l). Daarnaast is van belang dat het voedingswater niet te troebel is (< 30 FTU), niet te veel zwevende stof bevat (< 15 mg/l) en niet teveel algen bevat (< 12,5 mg/l). Bron streefwaarden: WMD.
- De kwaliteit van het gietwater moet bovendien constant zijn.

Natuurfunctie

- De hydrologische condities van waardevolle (grond)waterafhankelijke natuurtypen in het plangebied en de omgeving mogen niet verslechteren. In het plangebied gaat het hierbij met name om de twee waardevolle vennen en in de omgeving om het uiterst waardevolle hoogveenreservaat het Bargerveen.
- Indien mogelijk is bovendien herstel van verdroogde natuurtypen gewenst (heidegebied rondom de zandwinplas en berkenbroekbos).
- In combinatie met aanleg van de nieuwe recreatieve waterhuishoudkundige inrichting is bovendien ontwikkeling van nieuwe natte natuurtypen gewenst.

Landbouwgronden en bebouwde gebieden in de omgeving

- Door uitvoering van maatregelen in het plangebied mag de ontwateringstoestand van landbouwgronden en bebouwde gebieden niet verslechteren.
- Door uitvoering van maatregelen in het plangebied mag er geen verdroging optreden van droogtegevoelige (landbouw)gronden. Indien mogelijk is reductie van de verdroging van landbouwgronden gewenst.

Wateroverlastbestrijding

- Door uitvoering van maatregelen mag de (oppervlakkige) afvoer uit het gebied niet toenemen. Er moet in ieder geval voldaan worden aan de huidige afvoernorm van 1,2 l / s.ha.
- Temeer omdat het benedenstrooms gelegen oppervlaktewatersysteem in de huidige gevoeligheid is voor wateroverlast is het een sterk pluspunt als met name in extreem natte perioden (neerslagpiek van 83 mm met een herhalingstijd van 100 jaar) een reductie van de afvoer gerealiseerd kan worden (ofwel tenminste waterneutraal en liefst waterpositief bouwen).

4 Verkennd scenario-onderzoek

4.1 Inleiding

Doel van het verkennend scenario-onderzoek is het afleiden van kansrijke oplossingsrichtingen voor aanpak van de gietwaterproblematiek. Voor de beoordeling worden de criteria gehanteerd die in de beschrijving van de gewenste situatie zijn weergegeven. In het verkennende scenario-onderzoek is de beoordeling primair gericht op de gietwaterfunctie. Daarnaast wordt ook gekeken of er al dan niet een meerwaarde is voor de andere functies. De meest kansrijke oplossing(en) voor aanpak van de gietwaterproblematiek wordt met behulp van het hydrologische model (in combinatie met verschillende inrichtingsvarianten voor het recreatiepark) nader onderzocht en vergeleken met een situatie zonder aanpak van de gietwaterproblematiek (zie hoofdstuk 5).

De verkenning is gebaseerd op de resultaten van de analyse van de uitgangssituatie, aanvullende (literatuur)gegevens en de resultaten van bilateraal overleg dat in de periode van 19 oktober tot en met 16 december 2005 met alle betrokken partijen heeft plaatsgevonden. Het betreft hierbij:

- Waterschap Velt en Vecht: H. Legtenberg en telefonisch overleg met T. de Meij.
- Gemeente Emmen: K. Steenbergen & J. Vos.
- Glastuinbouwcentrum Erica: C. Ruhé.
- Waterleiding Maatschappij Drenthe (WMD): A. Diepeveen, R. Bos & N. v.d. Moot.
- Provincie Drenthe: J. Hof .
- Staatsbosbeheer: W. Markenstein en J. de Vries.
- Dienst Landelijk Gebied: W. Haaksen.

4.2 Beschrijving van de scenario's

In alle scenario's wordt uitgegaan van de gewenste inrichting van het recreatiepark, bestaande uit de zandwinplas en aanleg van een tweede en derde watersysteem (voor opzet: zie figuur 1.2). Om verwarring met de rekenscenario's van het modelonderzoek (hoofdstuk 5) te voorkomen is bij de codering van de verkennende scenario's is de letter "G" van gietwater toegevoegd

Scenario G1 Aanvoer kasdekwater uit glastuinbouwgebied

In scenario G1 wordt uitgegaan van aanvoer van kasdekwater uit het glastuinbouwgebied Erica, opslag en reiniging van water in de watersystemen van het recreatiepark en levering van gietwater vanuit het eerste en/of het derde watersysteem.

Scenario G2 Aanvoer oppervlaktewater uit glastuinbouwgebied

In scenario G2 wordt uitgegaan van aanvoer van oppervlaktewater (= drainagewater gemengd met kasdekwater) uit het glastuinbouwgebied Erica, opslag en reiniging van water in de watersystemen van het recreatiepark en levering van gietwater vanuit het eerste en/of het derde watersysteem.

Scenario G3 Aanvoer oppervlaktewater uit hoofdwijk G

In scenario G3 wordt uitgegaan van aanvoer van oppervlaktewater vanuit hoofdwijk G (noordoostelijke landbouwgebied), opslag en reiniging van het water in de watersystemen van het recreatiepark en levering van gietwater vanuit het eerste en/of het derde watersysteem.

Scenario G4 Aanvoer van oppervlaktewater uit het Bargerveen

In scenario G4 wordt uitgegaan van aanvoer van oppervlaktewater-overschot vanuit het Bargerveen, opslag in de watersystemen van het recreatiepark en levering van gietwater vanuit de het eerste en derde watersysteem.

Scenario G5 Onttrekking diep grondwater

In scenario G5 wordt uitgegaan van onttrekking van diep grondwater uit het derde watervoerende pakket, beluchting van het opgepompte water, doorstroming van het tweede watersysteem, opslag en levering van het water vanuit het eerste, tweede of derde watersysteem.

4.3 Toetsing

In tabel 4.1 zijn de toetsingsresultaten samengevat en in de onderstaande tekst wordt de toetsing nader toegelicht.

Scenario G1 Aanvoer kasdekwater uit tuinbouwgebied Erica

Aanvoer van kasdekwater scoort vanuit veel waterhuishoudkundige toetsingscriteria positief. De waterkwaliteit is gezien de aanwezigheid van restanten van bestrijdingsmiddelen, die via het condenswater in het kasdekwater terechtkomen, echter niet optimaal. Aangezien het in dit geval gaat om moderne, gemakkelijk afbreekbare middelen kan dit probleem ondervangen worden door zuivering in het watersysteem van het recreatiepark (realiseren lange verblijftijd). Uit oriënterende berekeningen is gebleken dat de beschikbare hoeveelheid kasdekwater echter niet geheel toereikend voor de dekking van de volledige gietwaterbehoefte. Het is bovendien een technisch ingewikkelde en daardoor zeer kostbare variant omdat het water tegen de helling moet worden opgepompt en aanleg van een gescheiden stelsel voor opvang van het kasdekwater nodig is.

Met name vanwege de complexiteit van de benodigde voorzieningen en de hoge kosten is het eindoordeel negatief. Dit scenario hoeft dus niet nader onderzocht te worden. Het is echter wel een interessante optie voor toepassing in het glastuinbouwgebied zelf: toepassing vindt in de huidige situatie ook al tot op zekere hoogte plaats en is met name interessant in toekomstige uitbreidingsgebieden.

Scenario G2 Aanvoer oppervlaktewater uit tuinbouwgebied Erica

Aanvoer van oppervlaktewater (= kasdekwater gemengd met drainagewater) uit het tuinbouwgebied is gunstig vanuit waterkwantitatief oogpunt (veel water beschikbaar en reductie van wateroverlast). Vanuit waterkwalitatief oogpunt scoort het scenario minder goed: het water bevat bestrijdingsmiddelen (= met name probleem voor gietwater) en bevat veel voedingsstoffen (kan algenprobleem in recreatiepark veroorzaken). Het grootste probleem betreft de aanwezigheid van moeilijk afbreekbare schadelijke bestrijdingsmiddelen die in het verleden werden toegepast maar nog in de bodem zijn opgeslagen en nog steeds uitspoelen. Het waterkwaliteitsprobleem kan gezien de lange afbraaktijd ook niet goed ondervangen worden door zuivering / realisatie van lange verblijftijd in het watersysteem van het recreatiepark. Ook bij dit scenario is er het grote nadeel van het oppompen van het water en de aanleg van een verbindingssloop naar het recreatiepark, wat hoge kosten met zich meebrengt. Het eindoordeel is in zijn totaliteit daarom negatief. Dit scenario hoeft dus niet nader onderzocht te worden.

Scenario G3 Aanvoer oppervlaktewater uit hoofdwijk G

Aanvoer van oppervlaktewater uit hoofdwijk G is zeer gunstig vanuit waterkwantitatief oogpunt: er is veel water beschikbaar en ook afvoerpieken kunnen goed geborgen worden doordat het noordoostelijke oppervlaktewaterstelsel langs vrij verval op de zandwinplas en andere plassen van het recreatiegebied kan afwateren. Omdat de aanvoer eenvoudig langs vrij verval te realiseren is zijn de kosten gering. Net als in scenario 3 is echter ook hier de waterkwaliteit een probleem. Belangrijkste punt hierbij is de aanwezigheid van (restanten van) moeilijk afbreekbare schadelijke bestrijdingsmiddelen die in het verleden toegepast werden maar nu nog in de bodem van de landbouwgronden aanwezig zijn en nog steeds uitspoelen. Dit probleem kan ook niet goed ondervangen worden door zuivering. In de zomer bevat het water van Hoofdwijk G bovendien teveel chloride en natrium door de aanvoer van IJsselmeerwater. De waterkwaliteit is daarom onvoldoende voor gebruik als gietwater.

Aan de waterkwaliteit van de rivier en Tangermoor worden echter minder stringente eisen gesteld. De rivier en Tangermoor kunnen daarom (indien nodig) eventueel wel op peil gehouden worden door middel van aanvoer van oppervlaktewater vanuit Hoofdwijk G. Omdat het water behoorlijk veel voedingsstoffen bevat (veel fosfaat) en waarschijnlijk ook veel sulfaat bevat, is deze oplossing echter niet optimaal (ivm algenproblematiek). Bij toepassing van een helofytenfilter kan door afvang van het bezinkbare deel van de voedingsstoffenlast de waterkwaliteit wel iets verbeterd worden, maar het water zal dan naar verwachting nog steeds behoorlijk voedselrijk zijn. Ook de huidige verdrogings- en waterkwaliteitsproblemen van de zandwinplas worden hiermee niet aangepakt. Hiervoor is het noodzakelijk een schone aanvoerbron te vinden (zie scenario's G4 en G5).

Voor het gebruik als gietwater is het eindoordeel negatief (niet nader onderzoeken). Voor het recreatieve gebruik van het aanvoerwater in de rivier en Tangermoor is het eindoordeel van scenario G3 neutraal. Indien er water nodig is voor het op peil houden van het tweede watersysteem er niet beschikt kan worden over een schone aanvoerbron dan is gebruik van oppervlaktewater uit Hoofdwijk G acceptabel.

Scenario G4 Aanvoer oppervlaktewater uit Bargerveen

Het Bargerveenwater is vanuit waterkwalitatief oogpunt redelijk geschikt: hoewel het water in principe schoon is, is de aanwezigheid van humuszuren wel een probleem in relatie tot de gietwaterfunctie. Door de humuszuren kunnen membranen namelijk verstopt raken. Het water zal daarom eerst gezuiverd moeten worden voordat het zonder problemen gebruikt kan worden als gietwater.

In principe lijkt het mogelijk om wateroverschotten vanuit het westelijke deel van het Bargerveen via een gescheiden waterloop in een bestaande veendijk met vrij verval naar het plangebied aan te voeren en in de plassen van het recreatiepark op te slaan. Aanleg van een dergelijke aanvoerleiding is echter vanuit technisch oogpunt wel gecompliceerd.

Groot probleem is dat het wateroverschot aan de westkant van het Bargerveen beperkt is. Het geringe wateroverschot komt enerzijds doordat de waterscheiding van het hoogveengebied behoorlijk ver naar het westen/zuidwesten ligt: de oppervlakte die nu in westelijke richting afwatert bedraagt circa 200 à 300 ha (westelijke uiteinden van de Baggervelden en enkele deelgebieden van het Schoonebeekerveld). Anderzijds is het wegzijgingsverlies aan de westzijde van het Bargerveen waarschijnlijk behoorlijk groot. Enkele jaren geleden is voor het Bargerveen een afvoeronderzoek uitgevoerd (Staringcentrum, 2000). Het westelijke deel van het Bargerveen valt met uitzondering van peilvak S88 helaas buiten dit onderzoek. Voor peilvak S88 is een gemiddeld wegzijgingsverlies van circa 200 mm/jaar berekend en het resterend wateroverschot bedraagt gemiddeld circa 60 mm/jaar. Belangrijke extra complicatie is dat niet elke winter een wateroverschot aanwezig is (geen afvoer in de droge jaren 1990 t/m 1993 en 1996 tot 1998). Er zijn recentelijk (na uitvoering van het onderzoek) wel maatregelen getroffen die het wegzijgingsverlies uit peilvak S88 enigszins beperken (dempen van wijken). Op grond van bestudering van de beschikbare gegevens en overleg met de heer De Meij van het Waterschap Velt en Velt is het desalniettemin de verwachting dat zowel in peilvak S88 als in de andere deelgebieden langs de westgrens van het hoogveenreservaat nog altijd een behoorlijk sterke wegzijging optreedt.

Verder zouden enkele deelgebieden van het Schoonebeeker Veld (die in de huidige situatie in westelijke richting afwateren) in het kader van de herinrichting in zuidelijke richting afgewaterd worden, naar het Schoonebeeker Diep. Deze plannen zijn echter inmiddels van de baan.

Uitgaande van een gebied van 200 à 300 ha dat in westelijke richting afwatert en een gemiddeld neerslagoverschot van 60 mm/jaar zou dus een gemiddeld wateroverschot van 120.000 à 180.000 m³ per jaar aanwezig zijn. Het gaat hierbij uitdrukkelijk om een (grote indicatie van de) gemiddelde hoeveelheid: in droge jaren is er (praktisch) geen wateroverschot beschikbaar en in natte jaren is er zoveel dat het niet allemaal via de verbindingssloop kan worden afgevoerd en kan worden opgeslagen in de plassen van het recreatiepark.

Verder is het de bedoeling om de komende jaren ten (noord)westen van het Bargerveen een aantal buffergebieden in te richten. Indien nodig, dan zullen de beschikbare wateroverschotten eerst ingezet worden voor het op peil houden van deze buffergebieden. Alleen het water dat na inrichting van de bufferzones overblijft zou dus gebruikt kunnen worden.

Aanvoer van Bargerveenwater voor structurele aanpak van de gietwaterproblematiek is dus niet kansrijk. Aanvoer van Bargerveenwater moet hooguit als aanvullende optie op de langere termijn beschouwd worden. Toch is het vanuit verschillende invalshoeken (ecologische verbinding, recreatie, wateroverlastbestrijding) wel een interessante optie, temeer omdat deze maatregel in samenhang met het hestel van de spoorbaan uitgevoerd zou kunnen worden. Gezien de verschillende invalshoeken is het raadzaam om (onderzoek naar de haalbaarheid van) de maatregel in breder verband op te pakken.

Scenario G5 Onttrekking diep grondwater

Bij onttrekking van diep grondwater uit nieuw te plaatsen putten en beluchting van het opgepompte water in het tweede watersysteem kan op redelijk goedkope wijze kwalitatief goed gietwater geleverd worden terwijl zo ook de zandwinplas weer op peil gebracht kan worden. Door de beluchting van het opgepompte water wordt het huidige probleem van de te hoge ijzerconcentraties verholpen en door de lange verblijftijd in de watersystemen wordt ook de concentratie van ongewenste mangaan dat eventueel in het grondwater aanwezig is gereduceerd. Door het hoge peil in de plas wordt veel minder antropogeen beïnvloed grondwater uit het noordoostelijke landbouwgebied aangetrokken en door vermindering van de verdroging van het omringende heidegebied komen ook minder voedingsstoffen in het grondwater terecht als gevolg van de mineralisatie van het hier aanwezige veenpakket. Tijdens de beluchting in het tweede watersysteem en opslag in de zandwinplas kan de kwaliteit van het water echter wel beïnvloed worden door de uitwerpselen van de fauna van het Wildlife Resort. Gezien de constante toevoer van grote hoeveelheden schoon grondwater (gemiddeld 1900 m³/dag) is deze beïnvloeding naar verwachting echter slechts marginaal. Door het water via de nieuwe plassen van het derde watersysteem te leiden kan het water bovendien weer gezuiverd worden voordat het uiteindelijk naar de waterfabriek van het glastuinbouwcentrum geleid wordt. Op deze wijze wordt automatisch het gehele recreatiepark van kwalitatief goed water voorzien en het bevordert bovendien de gewenste doorstroming van de watersystemen (tegengaan algengroei en muggenplagen).

De onttrekking zal moeten plaatsvinden vanuit het grove (derde) watervoerende pakket onder de Cromerklei. Naar verwachting is hier kwalitatief goed, zoet grondwater aanwezig. Ten aanzien hiervan bestaat nog wel onzekerheid: uiteindelijk kan alleen een proef uitwijzen tot op welke diepte zoet grondwater daadwerkelijk aanwezig is. De onttrekking veroorzaakt mogelijk ook een zekere verdroging. Met name door de aanwezigheid van de Cromerklei en het grote doorlaatvermogen van het derde watervoerende pakket is de verdrogende werking van een diepe grondwateronttrekking naar verwachting geringer dan die van de huidige onttrekking uit de zandwinplas.

Het eindoordeel is dus vooralsnog positief. Het G5-scenario dient daarom (in combinatie met enkele inrichtingsvarianten voor het recreatiepark) met behulp van het hydrologische model nader onderzocht te worden. Om de kansrijkdom definitief vast te kunnen stellen is het met name van belang om de effecten van de diepe grondwaterwinning op het grondwatersysteem inzichtelijk te maken.

4.4 Conclusies verkennend scenario-onderzoek

De scenario's met aanvoer van water uit het tuinbouwgebied Erica (scenario's G1 en G2) zijn technisch te ingewikkeld en te kostbaar en daardoor niet kansrijk. Het oppervlaktewater van Hoofdwijk G (scenario G3) is waterkwalitatief onvoldoende voor gebruik als gietwater (vooral door de aanwezigheid van restanten van moeilijk afbreekbare bestrijdingsmiddelen). De kwaliteit van het oppervlaktewater van Hoofdwijk G is eventueel wel acceptabel voor gebruik in de rivier en moerasgebied Tangermoor. Deze optie is echter met name gezien de voedselrijkdom van het water niet optimaal (ivm algenproblemen) en moet daarom alleen toegepast worden als aanvoer daadwerkelijk nodig is en er bovendien onvoldoende beschikt kan worden over water van goede kwaliteit.

Het Bargerveenwater (scenario G4) is vanuit waterkwalitatief oogpunt redelijk geschikt voor zowel de gietwatervoorziening als de recreatieve functie. Het beschikbare wateroverschot aan de westzijde is (door de geringe afwaterende oppervlakte en het grote wegzijgingsverlies) echter beperkt en zal in de toekomst mogelijk nog afnemen (door gebruik van het water voor het op peil houden van nog in te richten buffergebieden aan de westzijde van het hoogveenreservaat). Extra complicatie is dat er in droge jaren helemaal geen wateroverschot beschikbaar is. Aanvoer van Bargerveenwater voor structurele aanpak van de gietwaterproblematiek is dus niet kansrijk. Aanvoer van Bargerveenwater moet hooguit als aanvullende optie op de langere termijn beschouwd worden.

Bij onttrekking van diep grondwater, beluchting van het opgepompte water voor reductie van de ijzerconcentratie en doorstroming van de watersystemen voor reductie van de mangaanconcentratie (scenario G5) kan kwalitatief goed gietwater geleverd worden. Op deze wijze wordt automatisch het gehele recreatiepark van kwalitatief goed water voorzien en het bevordert bovendien de gewenste doorstroming van de watersystemen (tegengaan algengroei en muggenplagen). Doordat de plas weer op peil gebracht wordt vermindert de verdrogende werking ervan en wordt veel minder (antropogeen beïnvloed) voedselrijk grondwater uit de omgeving aangetrokken. Het eindoordeel van scenario G5 is daarom vooralsnog positief en dient nader onderzocht te worden. Om de kansrijkdom definitief vast te kunnen stellen is het met name van belang om met behulp van het hydrologische model de effecten van de diepe grondwaterwinning op het grondwatersysteem te kwantificeren en te vergelijken met de effecten van de huidige onttrekking. Hieraan wordt in hoofdstuk 5 uitwerking gegeven.

Tabel 4.1 Matrix met de beoordeling van de verkennende scenario's voor aanpak van de gietwaterproblematiek

scen- nr.	omschrijving	waterhuishoudkundige aspecten							kosten	eind- oordeel
		gietwater		recreatie		natte natuur	water- overlast- bestrijding	grondwater- stand omgeving		
		gietwater- hoeveel- heid	gietwater- kwaliteit	oppervlakte waterpeil	oppervlakte water- kwaliteit					
G1	Aanvoer van kasdekwater uit tuinbouwgebied Erica	+	+ –	+	+	+	+	+	--	–
G2	Aanvoer van oppervlaktewater uit tuinbouwgebied Erica	++	--	+	–	+	+	+	--	–
G3	Aanvoer oppervlaktewater hoofdwijk G	++	--	+	+ –	+	+	+	++	– (gietw.) + – (recr.)
G4	Aanvoer van oppervlaktewater-overschot uit het Bargerveen	–	+	–	+	+	+	+	+ –	–
G5	Onttrekking diep grondwater	+	+	+	+	+	+	+	+ –	+

++ = zeer positief (zeer goede gewenste effecten / geen ongewenste effecten / lage kosten)

+ = positief

+ – = neutraal

– = negatief

-- = zeer negatief

5 Scenario-onderzoek met behulp van een hydrologisch model

5.1 Inleiding

Met het modelonderzoek zijn de volgende zaken nader onderzocht:

- Verschillende inrichtingsvarianten van het recreatiepark:
 - Conventionele aanleg van het Wildlife Resort.
 - Milieuvriendelijke aanleg van het Wildlife Resort
 - Uitbreiding van het recreatiepark met de Kanaalzone en de Golfbaan
- Afleiding van de effecten van het verkennende scenario “onttrekking van grondwater” (G5) voor aanpak van de gietwaterproblematiek en vergelijking met de effecten in een situatie zonder aanpak van de gietwaterproblematiek.

Hiervoor zijn met het hydrologische model (volgens de opzet zoals weergegeven in tabel 5.1) vier onderzoeksscenario's doorgerekend.

Tabel 5.1 Schema met hoofdopzet van scenario's 1 t/m 4

aanpak gietwaterproblematiek	inrichtingsvarianten recreatiepark		
	conventionele aanleg WLPR	milieuvriendelijke aanleg WLPR	uitbreiding met golfbaan & kanaalzone
geen aanpak	scen 1	scen 2	-
onttrekking diep grondwater (G5)	-	scen 3	scen 4

Dit resulteert dus in zijn totaliteit in de volgende scenario's:

0-scenario	Uitgangssituatie (zie hoofdstuk 2)
Scenario 1	Conventionele aanleg van het Wildlife Parkresort zonder aanpassing van de wateronttrekking uit de zandwinplas
Scenario 2	Milieuvriendelijke aanleg van het Wildlife Parkresort zonder aanpassing van de wateronttrekking uit de zandwinplas (= deels milieuvriendelijk alternatief)
Scenario 3	Milieuvriendelijke aanleg van het Wildlife Parkresort met aanpassing van de wateronttrekking uit de zandwinplas (= meest milieuvriendelijke alternatief)
Scenario 4	Scenario 3 + aanleg golfbaan en kanaalzone (= uitbreidingsoptie van het meest milieuvriendelijke alternatief)

In paragraaf 5.2 zijn de doorgerekende scenario's nader gespecificeerd. Voor elk scenario zijn zowel de waterkwantitatieve als de waterkwalitatieve effecten bepaald (paragraaf 5.3). De waterkwantitatieve effecten zijn grotendeels berekend met het geohydrologische model. De modelbouw en –ijking worden toegelicht in bijlage 1. Voor de afleiding van de mogelijkheden voor het vasthouden en bergen van water in extreem natte perioden zijn (voor het meest kansrijke scenario) aanvullende berekeningen uitgevoerd (zie bijlage 3). Op grond van een vergelijking met de situatie in scenario 4 is ook voor de overige scenario's een inschatting gemaakt voor het vasthouden van water in extreem natte perioden. De waterkwaliteitseffecten zijn afgeleid op grond van de inzichten in de huidige waterkwaliteit en inschatting van de te verwachten veranderingen door aanpassing van het beheer van het gebied en de berekende waterkwantitatieve veranderingen. De scenario's worden uiteindelijk getoetst aan de hand van de criteria die bij de beschrijving van de gewenste situatie (hoofdstuk 3) zijn genoemd. In paragraaf 5.4 worden de conclusies van de effectbepaling weergegeven.

5.2 Beschrijving van de scenario's

Scenario 1 Conventionele aanleg van het Wildlife Parkresort zonder aanpassing van de wateronttrekking uit de zandwinplas

Eerste watersysteem

- Handhaving van de onttrekking van gietwater uit de zandwinplas zonder wateraanvoer. Er is hierbij uitgegaan van een onttrekking van 750.000 m³: dit is (ruim) de huidige onttrekkingshoeveelheid in een droog jaar (733.000 m³ in 2003).
- Aanleg van drie lobben aan de zuidzijde van de zandwinplas. Voor een goede aansluiting van deze lobben op het reeds bestaande gedeelte van de zandwinplas moeten ze de keileem geheel doorsnijden. Zolang de tweede scheidende laag (diepte op circa 25 m) niet doorsneden wordt maakt de diepte van de lobben niet uit. In de berekeningen wordt daarom uitgegaan van de waarden die in het Masterplan zijn aangegeven: een diepte van 10 meter en een bodemhoogte van 6 à 7 mNAP.

Tweede watersysteem

- Het tweede watersysteem wordt als één geheel aangelegd (geen verschillende peilvakken).
- Er wordt geen rekening gehouden met de bodemopbouw: ook in gebieden waar een dikke weerstandsbiedende keileemlaag aanwezig is (dikte > 1 meter) doorsnijdt het tweede watersysteem de keileemlaag.
- Er wordt wel uitgegaan van een natuurlijk peilverloop.

Omgeving:

- In het gedeelte van het terrein van het smalspoormuseum langs het Dommerskanaal alsmede de meer intensieve recreatieterreinen in de noordwest- en zuidoosthoek van het park blijft de ontwatering gehandhaafd (drainageniveau = 1,0 m -mv).
- Op de grens van het Wildlife Parkresort wordt een randsloot gerealiseerd. Indien mogelijk worden hiervoor bestaande sloottrajecten gebruikt die wat ruimer gedimensioneerd worden (twee keer zo breed en even diep als in de uitgangssituatie). In delen waar nu geen sloten aanwezig zijn wordt een nieuwe loop gegraven.

Scenario 2 Milieuvriendelijke aanleg van het Wildlife Parkresort zonder aanpassing van de wateronttrekking uit de zandwinplas (= deels milieuvriendelijk alternatief)

Eerste watersysteem:

- Inrichting en onttrekking als in scenario 1.

Tweede watersysteem:

- Daar waar een voldoende dikke weerstandsbiedende keileemlaag aanwezig is (dikte > 1 meter) wordt het tweede watersysteem boven de keileem aangelegd.
- Daar waar de keileem te dun (< 1 meter dikte) of afwezig is wordt het tweede watersysteem in de zand(onder)grond aangelegd.
- Het tweede watersysteem wordt zodoende opgesplitst in twee eenheden: een hoog peilvak met Tangermoor en het deel van de rivier in het heidegebied tussen de zandwinplas en het zuidelijke ven en een laag peilvak met de rivier in de deelgebieden Noordersteppe en Bargerwoud.
- Op de twee overgangen van het hoge naar het lage peilvak worden sluizen geplaatst, zodat de boot rond kan varen.

- Ten westen van het zuidelijke ven wordt een “lazy river” aangelegd: vanuit het hoge peilvak wordt een deel van het water naar de lazy river geleid, langs vrij verval stroomt het water via een loop naar het zuiden en aan de zuidzijde stroomt het water in het lage peilvak.
- Bij de zuidelijke sluis wordt een pomp geplaatst waarmee het water naar het hoge peilvak kan worden gepompt (ter compensatie van het schutverlies van de sluizen, voor het creëren van een goede doorstroming in het tweede watersysteem en voor het terugvoeren van het debiet van de lazy river naar het hoge peilvak).
- In het tweede watersysteem wordt in principe uitgegaan van een natuurlijk peilverloop:
 - Het waterpeil in het lage peilvak fluctueert mee met het natuurlijke grondwaterstandsverloop in de zand(onder)grond.
 - Het waterpeil in het hoge peilvak fluctueert binnen bepaalde grenzen ook.
- Om doorsnijding van de keileem te voorkomen mag in het hoge peilvak niet dieper dan 14,5 mNAP gegraven worden: zodoende blijft overal een minimale keileemdikte van 1 meter aanwezig.
- Om een minimale waterdiepte van 1,0 meter te kunnen garanderen (ten behoeve van de rondvaartboot) mag het waterpeil dus niet verder wegzakken dan 15,5 mNAP (= zomerpeil).
- Om overstroming te voorkomen mag het waterpeil in het hoge peilvak niet te hoog oplopen (winterpeil 15,8 en maximaal peil 16,0 mNAP).

Omgeving

- Inrichting als in scenario 1.

Scenario 3 Milieuvriendelijke aanleg van het Wildlife Parkresort met aanpassing van de wateronttrekking uit de zandwinplas (= meest milieuvriendelijke alternatief)

Eerste watersysteem:

- Onttrekking van grondwater uit 4 nieuw te plaatsen putten aan de noordoostzijde van de zandwinplas, beluchting van het opgepompte water, doorstroming van het tweede watersysteem, opslag en levering van gietwater vanuit de zandwinplas en/of het tweede watersysteem.
- Er is daarbij uitgegaan van een onttrekkingshoeveelheid van 800.000 m³/jaar. Hiervan is 750.000 m³/jaar gereserveerd voor de gietwaterwinning en 50.000 m³/jaar voor de opvang van wegzijging en verdamping. De hoeveelheid van 750.000 m³ voor de gietwatervoorziening is veiligheidshalve ruim genomen: de jaarlijkse behoefte aan gietwater bedroeg over de periode 2000 t/m 2005 circa 700.000 m³/jaar en de piekbehoefte (in 2003) bedroeg 733.000 m³/jaar.
- De onttrekking van diep grondwater vindt plaats conform de maandelijkse behoefte aan gietwater. De zandwinplas wordt daarbij alleen gebruikt voor opvang van kortstondige pieken in de vraag naar gietwater. De maximaal benodigde piekcapaciteit in de zomer bedraagt dan 130.000 m³/dag (voor de maand juli, uitgaande van een jaarlijkse onttrekkingshoeveelheid van 800.000 m³), ofwel 175 m³/uur (bij gelijkmatig verdeling van de piek over de maand). De gemiddelde onttrekkingscapaciteit bedraagt circa 66.000 m³/maand ofwel circa 90 m³/uur.
- Inrichting van de zandwinplas (met drie lobben) als in scenario 1.

Tweede watersysteem en omgeving:

- Inrichting van het tweede watersysteem als in scenario 2.

Scenario 4 Scenario 3 + aanleg golfbaan en kanaalzone
(= uitbreidingsoptie van het meest milieuvriendelijke alternatief)

Eerste watersysteem, tweede watersysteem en omgeving:

- Onttrekking van diep grondwater en inrichting van de zandwinplas als in scenario 3.

Derde watersysteem

- Aanleg van een serie gekoppelde plassen met een breedte van circa 40 meter en een diepte van enkele meters.
- Doorvoer van gietwater via de plassen en levering van gietwater aan het glastuinbouwcentrum Erica vanuit de meest westelijke plassen.
- Getrapte opstuwing in plassensysteem:
 - Hoge peilvak (golfbaan): winterpeil = 13,4 mNAP en zomerpeil = 13,1 mNAP
 - Middelste peilvak (golfbaan & kanaalzone): winterpeil = 13,2 mNAP en zomerpeil = 12,9 mNAP
 - Lage peilvak (kanaalzone): winterpeil = 13,0 mNAP en zomerpeil = 12,7 mNAP.
- Drainage in golfbaan en in delen met recreatieve bebouwing:
 - In laaggelegen delen: drainageniveau 0,1 m boven het winterpeil van de plassen.
 - In hoog gelegen delen: 1,0 m –mv.
- Dempen van interne waterlopen die in de huidige situatie aanwezig zijn.
- Randsloot aan de buitenzijde van het recreatiepark. Geen randsloot tussen het uitbreidingsgebied (golfbaan & kanaalzone) en het Wildlife Resort.

5.3 Resultaten van de scenario-berekeningen

De berekende waterkwantitatieve effecten worden zowel voor een natte wintersituatie (zo goed mogelijke benadering van de GHG-situatie) als een droge zomersituatie (zo goed mogelijke benadering van de GLG-situatie) op een aantal kaarten weergegeven:

- Kaarten met de grondwaterstandsveranderingen ten opzichte van de uitgangssituatie in het eerste watervoerende pakket, zowel voor de winter- als de zomersituatie (voor alle scenario's).
- Kaarten met de stijghoogteveranderingen ten opzichte van de uitgangssituatie in het tweede watervoerende pakket, zowel voor de winter- als de zomersituatie (voor alle scenario's).
- Kaarten met de stijghoogteveranderingen ten opzichte van de uitgangssituatie in het derde watervoerende pakket, zowel voor de winter- als de zomersituatie (voor scenario's 3 en 4).
- Kaarten met de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld (voor scenario 4).
- Kwel- en infiltratiesterkte kaarten (voor scenario 4).
- Isohypsenkaarten (voor scenario 4).

5.3.1 Scenario 1

Waterkwantiteitseffecten

Grondwater

Bij aanleg van Tangermoor en het gedeelte van de rivier tussen het zuidelijke ven en de zandwinplas volgens scenario 1 treden in deze deelgebieden als gevolg van de doorsnijding van de keileem zeer sterke grondwaterstands dalingen op in het eerste watervoerende pakket (zie figuur 5.1: grondwaterstands dalingen van 1,5 tot 3 m).

Bij handhaving van het lage peil in de zandwinplas veroorzaakt de aanleg van de drie lobben behoorlijk sterke stijghoogte dalingen in het tweede watervoerende pakket, met name in de zomersituatie (zie figuur 5.2). De verlaging in de zomersituatie loopt uiteen van circa 0,75 nabij de oevers van de lobben tot 0,1 m in een zone van 200 tot 500 m van de oevers. Er treedt ook een verlaging ook op in het gebied waar het tweede watersysteem is gepland. In gebieden waar de keileem dun is of ontbreekt werkt de verlaging ook door in het eerste watervoerende pakket (zie figuur 5.1).

In het Bargerwoud treden in de wintersituatie zowel in het eerste als tweede watervoerende pakket kleine verhogingen op. Dit is enerzijds het gevolg van een betere conservering van gebiedseigen water en anderzijds het gevolg van extra toevoer van water via het tweede watersysteem vanuit het gebied waar Tangermoor aangelegd is: aan de oostzijde wordt grondwater in versterkte mate gedraineerd en dit water infiltreert weer aan de westzijde. Hieruit blijkt dat bij aanleg van het tweede watersysteem volgens scenario 1 een kortsluitingseffect in het grondwatersysteem optreedt.

Oppervlaktewater

In de zandwinplas (eerste watersysteem) blijft een laag peil en een sterke peildynamiek aanwezig: het GHG-peil bedraagt 13,3 mNAP en het GLG-peil bedraagt 11,8 mNAP (zie ook tabel 5.2). In langdurige extreem droge perioden zakt het peil, net als in de uitgangssituatie, zelfs nog verder weg (het laagste peil dat in de plas gemeten is bedraagt 11,25 mNAP, op 14-9-1996). In extreem natte winterperioden kan het peil ook ver oplopen (13,6 mNAP op 1-3-1999).

In het tweede watersysteem wordt uitgegaan van een natuurlijk peilverloop: de oppervlaktewaterpeilen fluctueren mee met de grondwaterpeilen. Er is dus geen wateraanvoer nodig om het systeem watervoerend te houden (deze optie is als variant op scenario 2 overigens wel op oriënterende wijze berekend: zie paragraaf 5.3.2). Het GLG-peil van het tweede watersysteem bedraagt 13,1 mNAP en het GHG-peil ligt op 13,7 mNAP. Bij gemiddeld peil (13,4 mNAP) ligt de oppervlaktewaterstand 2,5 tot 4 m beneden het huidige maaiveldsniveau van Tangermoor en 1 tot 2,5 m beneden het huidige maaiveldsniveau van Noordersteppe en Bargerwoud.

Functioneren in extreem natte perioden

Voor scenario 4 (= inclusief derde watersysteem) is berekend dat bij een neerslagpiek van 83 mm (met een herhalingstijd van 100 jaar) het totale gebiedseigen neerslagoverschot in het plangebied vastgehouden kan worden (zie bijlage 3). Uit deze berekening kan worden afgeleid dat ook in scenario 1 door aanwezigheid van het eerste watersysteem en de aanleg van het tweede watersysteem het water van het gehele Wildlife Parkresort goed vastgehouden kan worden. Pluspunt in scenario 1 is dat door de lage grondwaterstanden het beschikbare bodemvolume voor opslag van water groot is (waardoor de oppervlaktewater-peilstijgingen relatief beperkt zijn). Door de kleinere omvang van het plangebied is de totale hoeveelheid die in scenario 1 kan worden vastgehouden kleiner dan in scenario 4. Dit betekent dus ook dat de mogelijkheden voor bestrijding van wateroverlast beperkter zijn.

Tabel 5.2 Oppervlaktewaterpeilen in de verschillende scenario's

water-systeem	deel-systeem	scenario									
		0		1		2		3		4	
		wint	zom	wint	zom	wint	zom	wint	zom	wint	zom
1 ^e	-	13,3	11,8	13,3	11,8	13,3	11,8	14,7	14,0	14,7	14,0
2 ^e	hoge peilvak	-	-	13,7	13,1	15,8	15,5	15,8	15,5	15,8	15,5
	lage peilvak	-	-	13,7	13,1	13,6	13,0	13,9	13,3	13,9	13,3
3 ^e	hoge peilvak	-	-	-	-	-	-	-	-	13,4	13,1
	middelste peilvak	-	-	-	-	-	-	-	-	13,2	12,9
	lage peilvak	-	-	-	-	-	-	-	-	13,0	12,7

Waterkwaliteitseffecten

Net als in de uitgangssituatie blijft de zandwinplas via het tweede watervoerende pakket in sterke mate antropogeen beïnvloed (voedselrijk) grondwater uit het noordoostelijke landbouwgebied aantrekken (zie isohypsenkaarten figuur 2.9). Door de verdrogende werking van de zandwinplas blijft sterke mineralisatie van het veenpakket optreden waardoor het toestromende grondwater ook op deze wijze met voedingsstoffen verrijkt blijft worden. Als gevolg van de handhaving van de toevoer van voedselrijk grondwater blijven de hoge voedingsstoffenconcentraties en dus de versterkte algengroei naar verwachting aanwezig. Verder blijft in de zandwinplas door de sterke drainage van ijzerrijk grondwater en de afwezigheid van beluchting ook het probleem van de te hoge ijzerconcentraties aanwezig.

Het tweede watersysteem wordt grotendeels aangelegd in voormalige landbouwgronden. Door bemestingsinvloeden uit het verleden is het grondwater in deze gebieden naar verwachting voorlopig nog voedselrijk. Door beëindiging van de bemesting zal het water geleidelijk steeds minder voedselrijk worden. Aangezien de grondwaterstanden ver beneden maaiveld blijven liggen is er in dit scenario geen risico aanwezig op het vrijkomen van fosfaat als gevolg van vernatting.

Het oppervlaktewater van het tweede watersysteem zal dus voorlopig ook een voedselrijk karakter hebben. Door middel van het doorpompen van het tweede watersysteem kan echter een goede doorstroming gerealiseerd worden waardoor algenproblemen (en ook muggenplagen) voorkomen worden.

Toetsing (zie tabel 5.3)

Gietwater

- De waterkwaliteit van het voedingswater voor de gietwaterproductie blijft slecht:
 - Door de sterke drainage van grondwater en afwezigheid van beluchting blijft het water van de zandwinplas en dus ook het voedingswater voor de gietwaterproductie ijzerrijk.
 - Door het lage peil blijft de plas antropogeen beïnvloed grondwater uit het noordoostelijk gelegen landbouwgebied aantrekken.
 - Door het lage peil in de plas blijft versterkte mineralisatie van het veenpakket in het omliggende heidegebied optreden waardoor ook de verrijking van het toestromende grondwater met voedingsstoffen aanwezig intact blijft.
- De waterkwaliteit in de zandwinplas wordt mogelijk nog slechter door vermindering van de verdunnende werking van het schone grondwater dat in de vroegere situatie onder het heidegebied aanwezig was.
- Door de slechte waterkwaliteit blijft het risico aanwezig dat de inname van water periodiek stilgelegd moet blijven worden (slechte leveringsgarantie).

Recreatie

- Troebel water met een hoge algenconcentratie is ook vanuit recreatief oogpunt niet aantrekkelijk.
- Door de handhaving van de huidige onttrekking van gietwater (zonder extra aanvulling) blijft in de zandwinplas een zeer laag peil en een sterke peildynamiek aanwezig. Met name de sterke peildynamiek is lastig bij aanleg van bepaalde voorzieningen (aanlegsteigers rondvaartboot). Bovendien is het hierdoor niet mogelijk om dicht nabij de waterspiegel te bouwen, wat vanuit de visuele beleving van het water wel wenselijk is.
- Omdat er in het tweede watersysteem geen peilverschillen aanwezig zijn kan als onderdeel van dit systeem geen langzaam stromende "lazy river" aangelegd worden.
- In Tangermoor en het traject van de rivier ten noorden van het ven ligt het oppervlaktewaterpeil te ver beneden maaiveld (2,5 tot 4 m –mv). Dit belemmert het uitzicht en betekent tevens zeer veel grondverzet.
- Het water van het tweede watersysteem zal als gevolg van de bemestingsinvloeden uit het verleden voorlopig nog een voedselrijk karakter hebben. Door middel van het realiseren van een goede doorstroming (mbv pomp) kunnen algenproblemen echter voorkomen worden.

Natte natuur

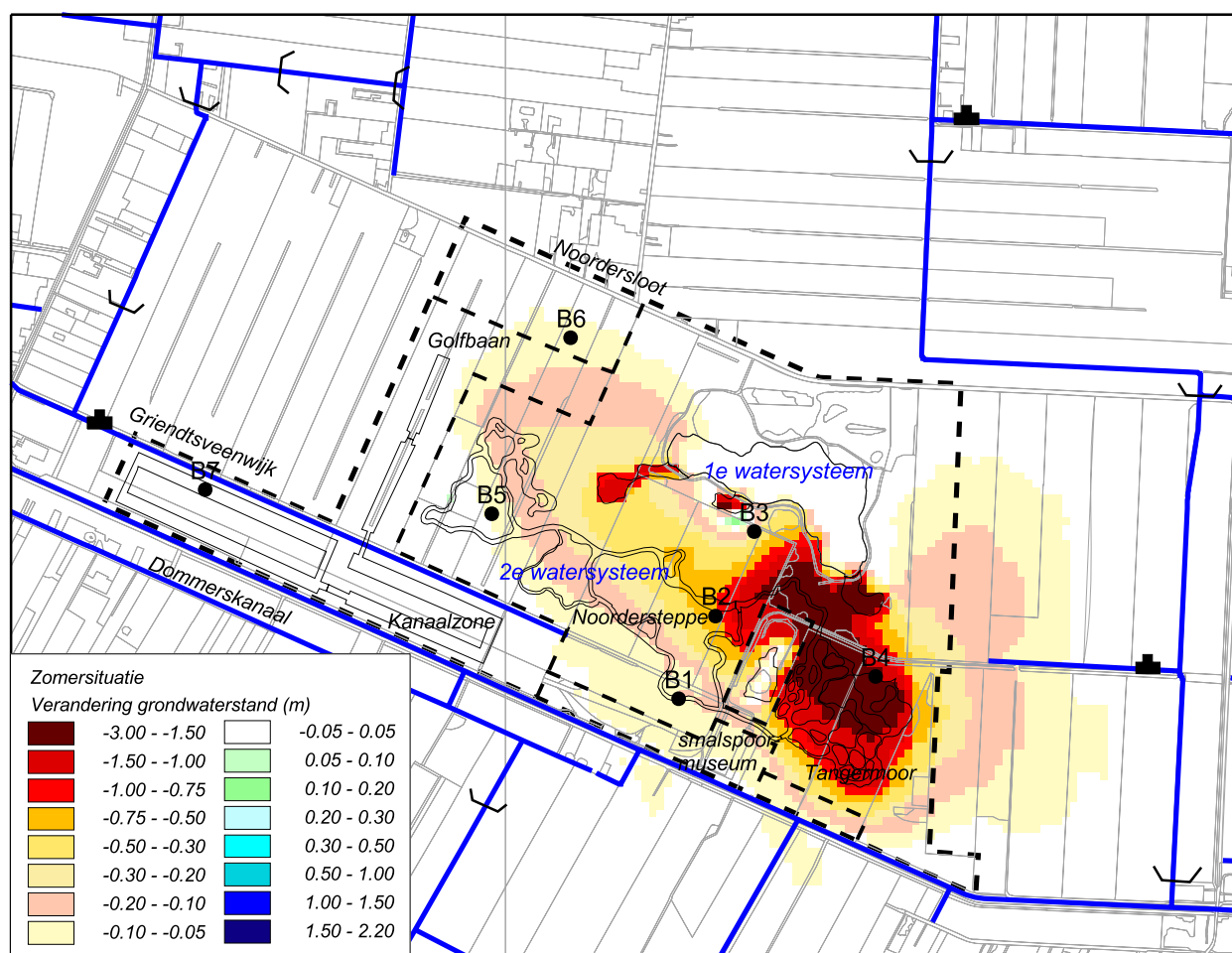
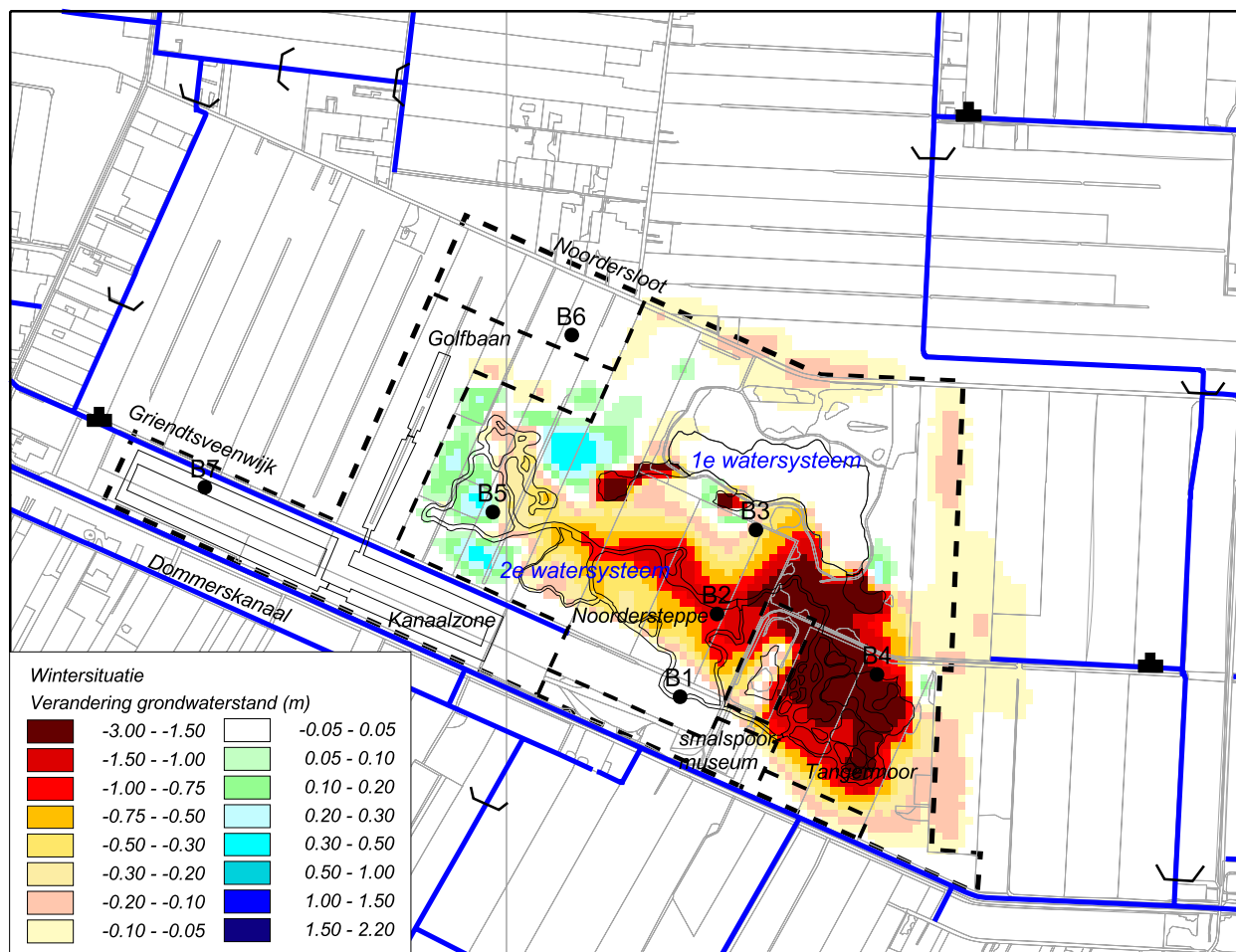
- De verdroging van het heidegebied ten zuidoosten van de zandwinplas neemt sterk toe. In de overige delen van het heidegebied blijft de huidige verdroging voortbestaan.
- De situatie in de beide vennen blijft ongewijzigd. De randen van het zuidelijke ven worden wel droger.
- De verdroging van het nu al verdroogde berkenbroekbos ten oosten van Tangermoor neemt toe.

Landbouwgebieden omgeving

- Het gecombineerde effect van de aanleg van Tangermoor en de aanleg van de zuidoostelijke lob veroorzaakt (bij handhaving van het lage peil in de plas) met name een verdroging van de aangrenzende delen van het oostelijke landbouwgebied.

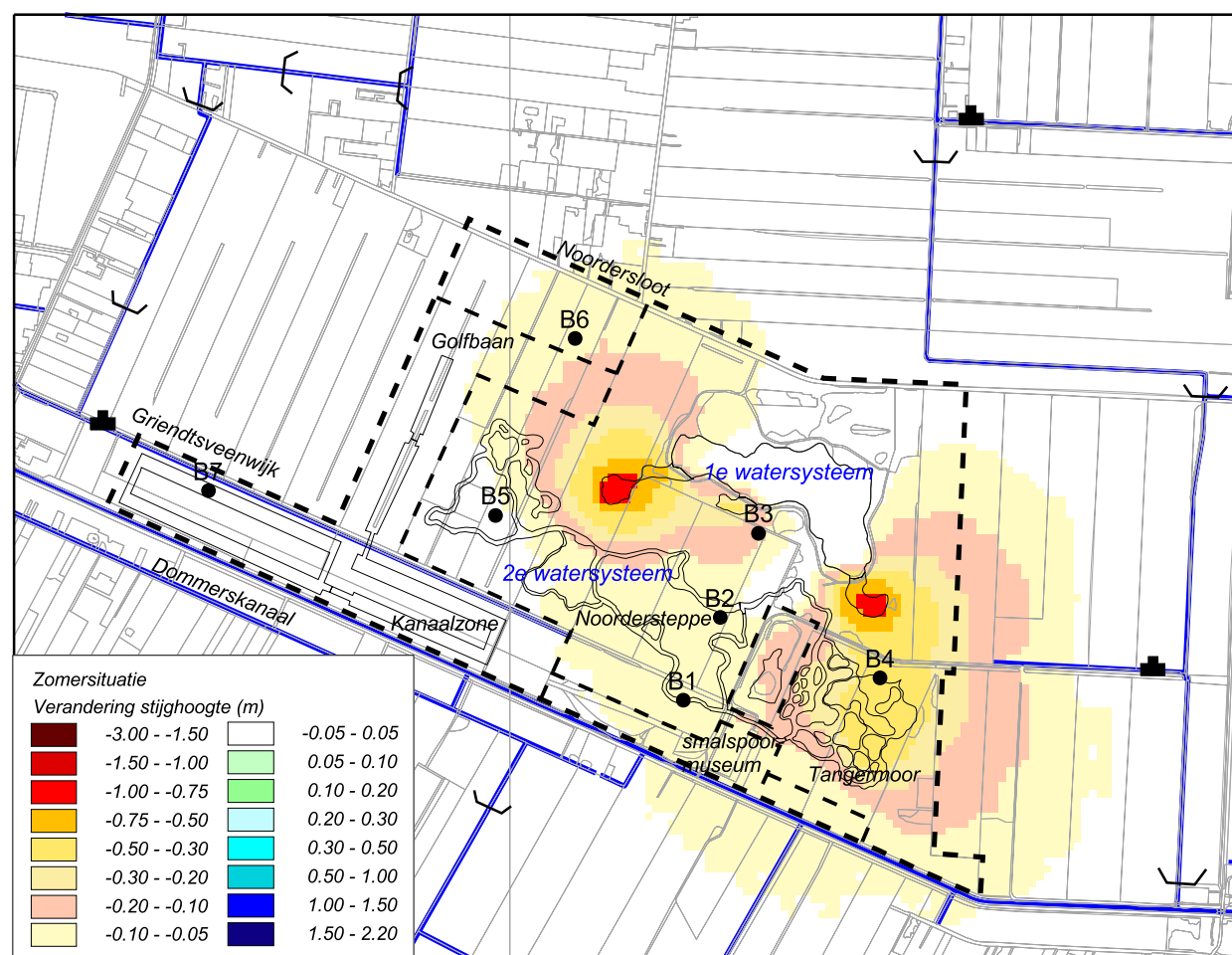
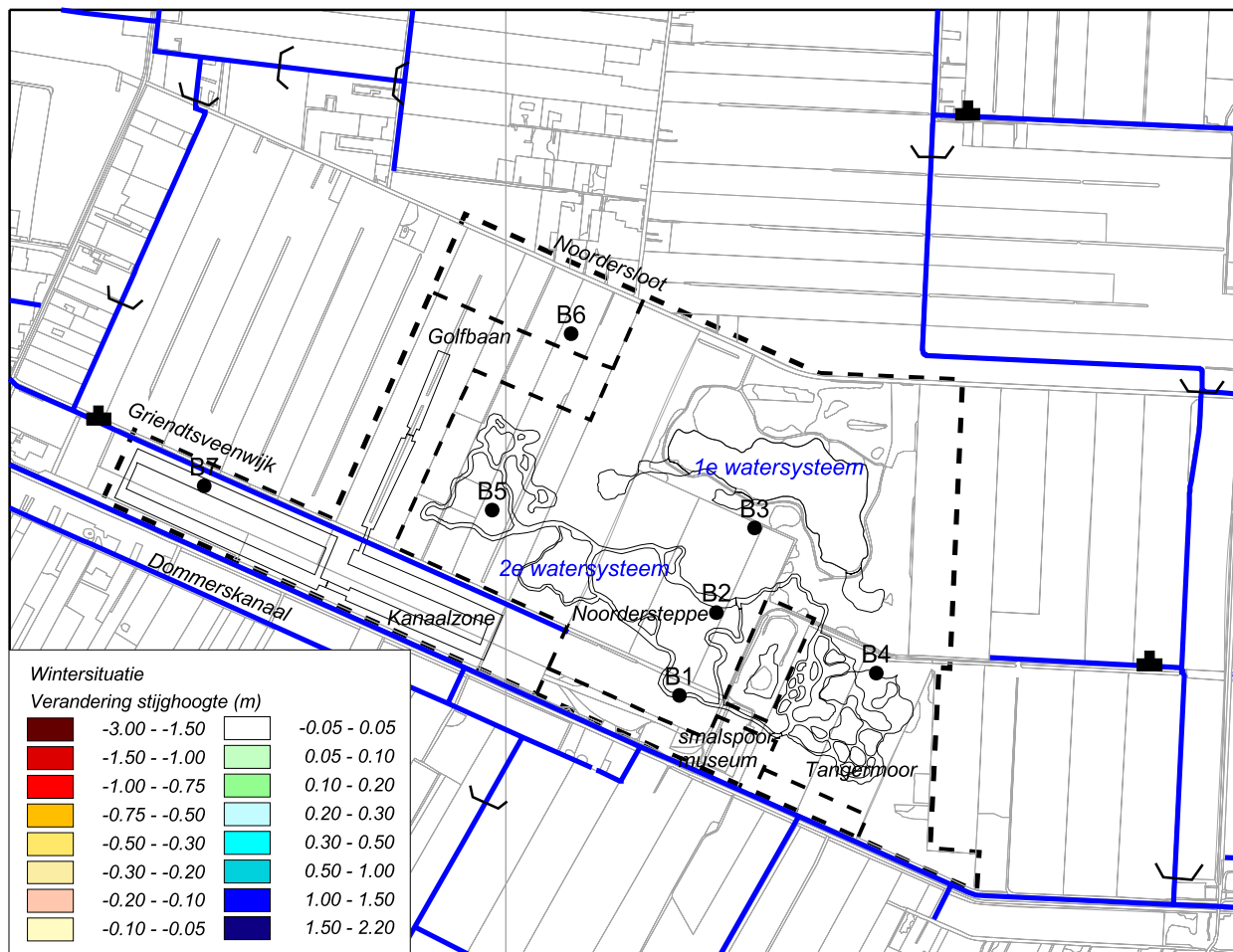
Wateroverlastbestrijding

- In extreem natte perioden kan in principe al het gebiedseigen water vastgehouden worden: hierdoor kan de wateroverlast in het benedenstrooms gelegen oppervlaktewaterstelsel dus gereduceerd worden.



Figuur 5.1 Berekende verandering in stijghoogte in het eerste watervoerend pakket
Scenario 1 en 0-scenario

1:25000



Figuur 5.2 Berekende verandering in stijghoogte in het tweede watervoerend pakket
Scenario 1 en 0-scenario

1:25000

5.3.2 Scenario 2

Waterkwantiteitseffecten

Grondwater

Bij opsplitsing van het tweede watersysteem in een hoog en een laag peilvak en aanleg van het hoge peilvak (= Tangermoor en traject van de rivier ten noorden van het ven) boven de keileem stijgt in de zomersituatie in het gehele hoge peilvak en de directe omgeving hiervan de (grond)waterstand in de zomersituatie ten opzichte van de uitgangssituatie (zie figuur 5.3). Ook in de wintersituatie is in het grootste gedeelte van het gebied sprake van een stijging. Dit is te danken aan een betere conservering van het neerslagoverschot door demping van de sloten en het voorkomen van doorsnijding van de keileem.

In het gebied tussen het ven en de zandwinplas treedt echter nog een grondwaterstandsverlaging op. Door de hoge ligging van de keileem en de afwezigheid van sloten is hier in de uitgangssituatie een hoge (winter)grondwaterstand aanwezig (zie figuur 2.8: grondwaterstand van 15,5 tot 16,4 mNAP). Het waterpeil in het hoge peilvak van het tweede watersysteem is echter beduidend lager (15,5 tot 15,8 mNAP), anders overstroomt het moerasgebied Tangermoor aan de zuidzijde. Als gevolg hiervan wordt het eerste watervoerende pakket dus plaatselijk iets meer gedraineerd. In zijn totaliteit wordt echter een sterke vernatting ten opzichte van de uitgangssituatie gerealiseerd (in plaats van een sterke verdroging bij aanleg volgens scenario 1).

Door de opsplitsing is er bovendien geen kortsluitingseffect meer door aanleg van het tweede watersysteem: er treden in het tweede watervoerende pakket door aanleg van dit systeem geen stijghoogteverlagingen meer op in Tangermoor en (vrijwel) geen verhogingen in het Bargerwoud. In het Bargerwoud treedt in het tweede watervoerende pakket alleen nog een kleine stijging op door een iets betere conservering van het neerslagoverschot. De betere conservering van het neerslagoverschot leidt ook tot aanzienlijke stijgingen van de grondwaterstand (in het eerste watervoerende pakket).

Net als in scenario 1 heeft de aanleg van de lobben aan de zuidzijde van de zandwinplas een behoorlijke verdrogende werking: in het tweede watervoerende pakket treden vrij sterke dalingen op (zie figuur 5.4). In gebieden waar de keileem dun of afwezig is werkt de verlaging door tot in het eerste watervoerende pakket (zie figuur 5.3).

Verder treden aan de noordzijde van deelgebied Noordersteppe en ter plaatse van het traject van de rivier in het heidegebied met name in de wintersituatie sterke grondwaterstands dalingen op (zie figuur 5.3).

Oppervlaktewater

Zandwinplas: zie scenario 1

In het hoge peilvak van het tweede watersysteem fluctueert het waterpeil tussen 15,5 en 15,8 mNAP: dit is circa 2 meter hoger dan in scenario 1 (zie tabel 5.2). In het lage peilvak fluctueert het waterpeil tussen 13,0 en 13,6 mNAP: dit is 0,1 m lager dan in scenario 1 (doordat kortsluitingseffect in tweede watervoerende achterwege blijft). De gemiddelde waterpeilen liggen 1 tot 2,5 m beneden het huidige maaiveldsniveau van deelgebieden Noordersteppe en Bargerwoud en 0,5 tot 2,0 m beneden het huidige maaiveldsniveau van deelgebied Tangermoor.

Om in de zomer het peil van 15,5 mNAP in het hoge peilvak te kunnen handhaven is een zekere aanvoer van water noodzakelijk. Dit water kan enerzijds betrokken worden uit het

oppervlaktewaterstelsel in de omgeving (Dommerskanaal of Hoofdwijk G), maar de kwaliteit hiervan is niet optimaal. Anderzijds kan het water ook uit het lage peilvak van het tweede watersysteem onttrokken worden. Daarbij moet wel een kleine peildaling (van circa 10 cm) in het lage peilvak geaccepteerd worden.

In principe is het mogelijk om door middel van (extra) wateraanvoer (vanuit Hoofdwijk G of het Dommerskanaal) hogere peilen in het lage peilvak van tweede watersysteem te realiseren. Hier is van afgezien omdat uit een oriënterende berekening van scenario 2 in combinatie met wateraanvoer is gebleken dat hiervoor enorme hoeveelheden water nodig zouden zijn: voor handhaving van een peil van 14,3 mNAP zou een aanvoerhoeveelheid van circa 800.000 m³ / jaar nodig zijn. De grote hoeveelheid water is nodig omdat bij een peilverhoging in het lage peilvak een sterke wegzijging naar de ondergrond optreedt. De wegzijging zou tegengegaan kunnen worden door middel van het aanbrengen van een slecht doorlatende keileembodem. Dit is echter een forse ingreep die grote kosten met zich mee zou brengen en daardoor niet reëel is. Bovendien is ook de keileem niet geheel ondoorlatend: uit na uitvoering van deze kostbare maatregel zou het systeem nog steeds afhankelijk zijn van wateraanvoer.

Functioneren in extreem natte perioden

Door het hogere peil in deelgebied Tangermoor is de capaciteit voor het vasthouden van water in principe wat geringer dan in scenario 1 maar in totaal is er nog ruim voldoende capaciteit beschikbaar om het totale wateroverschot in extreem natte perioden (zonder al te sterke peilstijgingen) in het plangebied vast te houden.

Waterkwaliteitseffecten

Zandwinplas: zie scenario 1

In deelgebied Tangermoor stijgen de grondwaterstanden (met name in de wintersituatie) tot dicht nabij het huidige maaiveldsniveau. In principe kan hierdoor vanuit de bovengrond van de voormalige landbouwgrond fosfaat vrijkomen. Doordat fosfaat onder droge omstandigheden goed gebonden wordt ligt een groot deel van de mestgift uit het verleden opgehoopt in de bovenlaag van de bodem. Bij vernatting van de bovenlaag komt een groot deel van het aan ijzer gebonden fosfaat vrij. Door de vernatting wordt ijzer namelijk gereduceerd en in gereduceerde toestand is de bindingscapaciteit veel geringer. Zodoende kan dus interne eutrofiëring optreden (Lamers, Lucassen, Smolders & Roelofs, 2005).

Bij aanleg van het moerasgebied wordt de bovengrond echter tot op een diepte van 1 tot 1,5 m verwijderd. De grond wordt verwerkt in een aantal ophogingen. Door dit grondverzet wordt een fosfaatprobleem grotendeels voorkomen: in de moerasdelen verdwijnt de fosfaatrijke bovengrond door de ontgroning en in de ophogingen blijft het fosfaat door de droge omstandigheden aan ijzer gebonden. Alleen vanuit de niet aangeroerde bodem onder de ophogingen kan bij vernatting fosfaat vrijkomen, en via de grondwaterstroming kan het fosfaat in het moeras belanden.

Bij de grondboringen die in deelgebied Tangermoor zijn uitgevoerd is op enkele plekken tot op een diepte van 1 à 1,2 m een veenpakket aangetroffen. Omdat veenbodems in staat zijn veel fosfaat te binden moet ter voorkoming van sterke interne eutrofiëring bij aanleg van het moeras het gehele veenpakket verwijderd worden.

In het lage peilvak van het tweede watersysteem liggen de grondwaterstanden ver beneden maaiveld: hier is dus geen risico op het versterkt vrijkomen van fosfaat door vernatting. Wel zal ook hier door de bemestingsinvloeden uit het verleden het grondwater naar verwachting voorlopig nog voedselrijk zijn.

Toetsing (zie tabel 5.3)

Gietwater

- Zie scenario 1

Recreatie

- Ten opzichte van scenario 1 worden veel hogere waterpeilen gerealiseerd in Tangermoor en het traject van de rivier ten noorden van het ven. Het waterpeil ligt hierdoor veel minder ver beneden het huidige maaiveldsniveau (0,5 tot 2 m -mv).
- Waterkwaliteit zandwinplas: zie scenario 1
- Waterkwaliteit tweede watersysteem: in Tangermoor is een risico op het versterkt vrijkomen van fosfaat door vernatting van de voedselrijke bovengrond. Dit probleem wordt echter grotendeels ondervangen door ontgraving van de bovengrond (inclusief het veenpakket). Algenproblemen worden tevens voorkomen door middel van het realiseren van een goede doorstroming.
- Door aanleg van de twee peilvakken kan als onderdeel van het tweede watersysteem een “lazy river” aangelegd worden.

Natte natuur

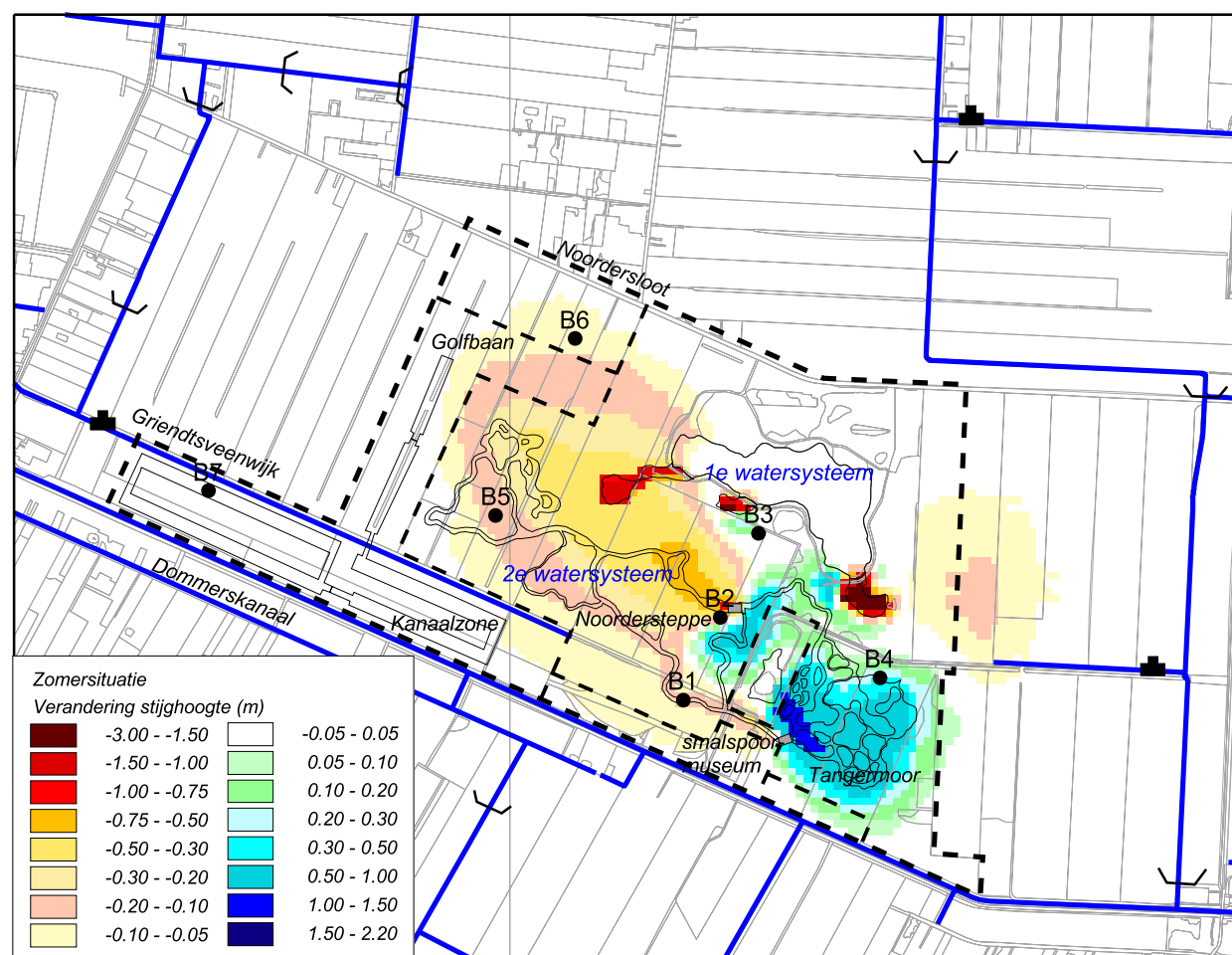
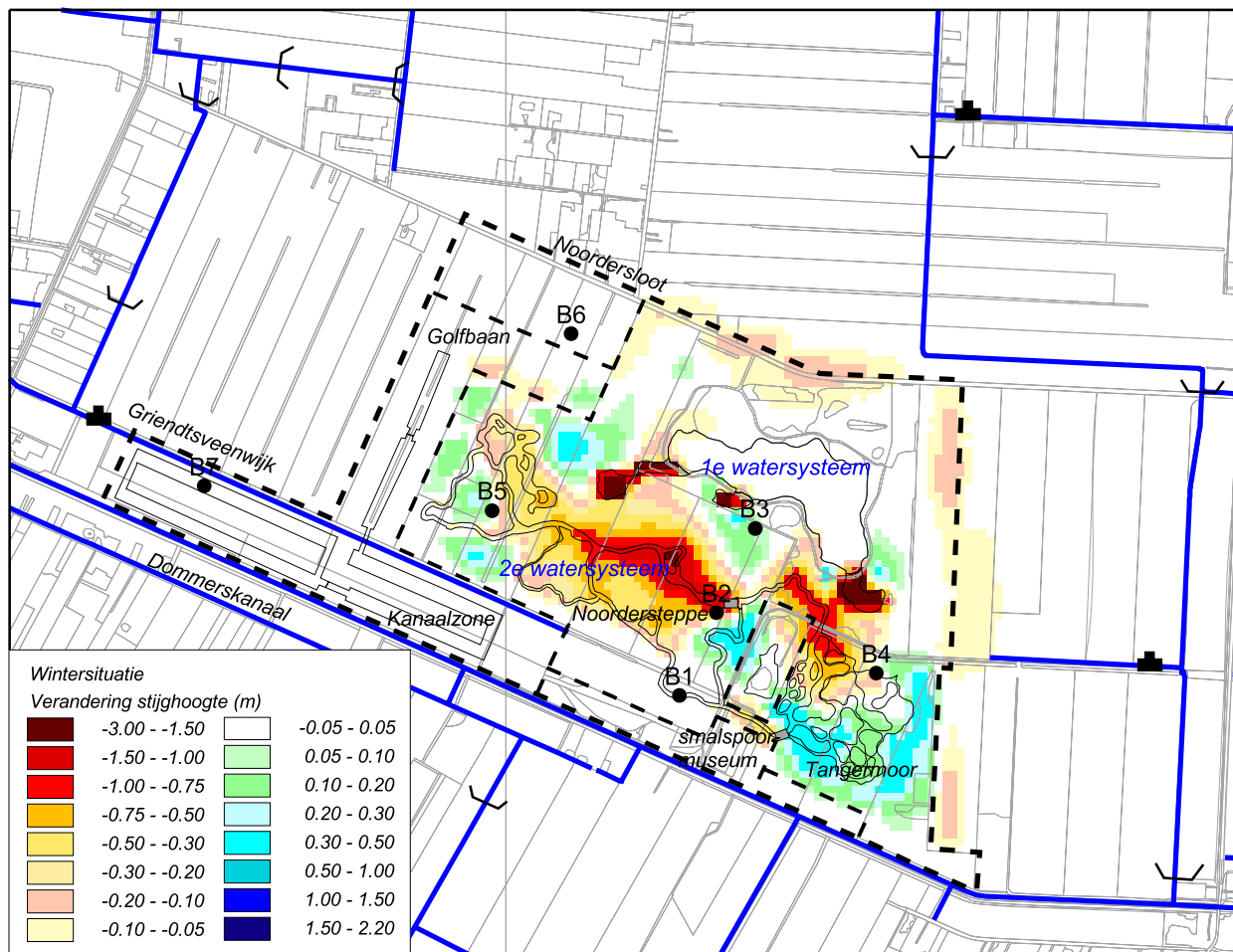
- Ten opzichte van scenario 1 treedt er in scenario 2 een veel minder sterke verdroging op van het heidegebied ten zuidoosten van de zandwinplas.
- De randen van het zuidelijke ven worden wat natter.
- Het berkenbroekbos ten oosten van Tangermoor wordt natter: de huidige verdroging van het bos wordt hierdoor geringer.

Landbouwgebieden omgeving

- Door de aanleg van de zuidoostelijk lob is er nog steeds sprake van een zekere verdroging in het oostelijke landbouwgebied. Door aanleg van Tangermoor boven de keileem is de verdroging echter geringer dan in scenario 1.

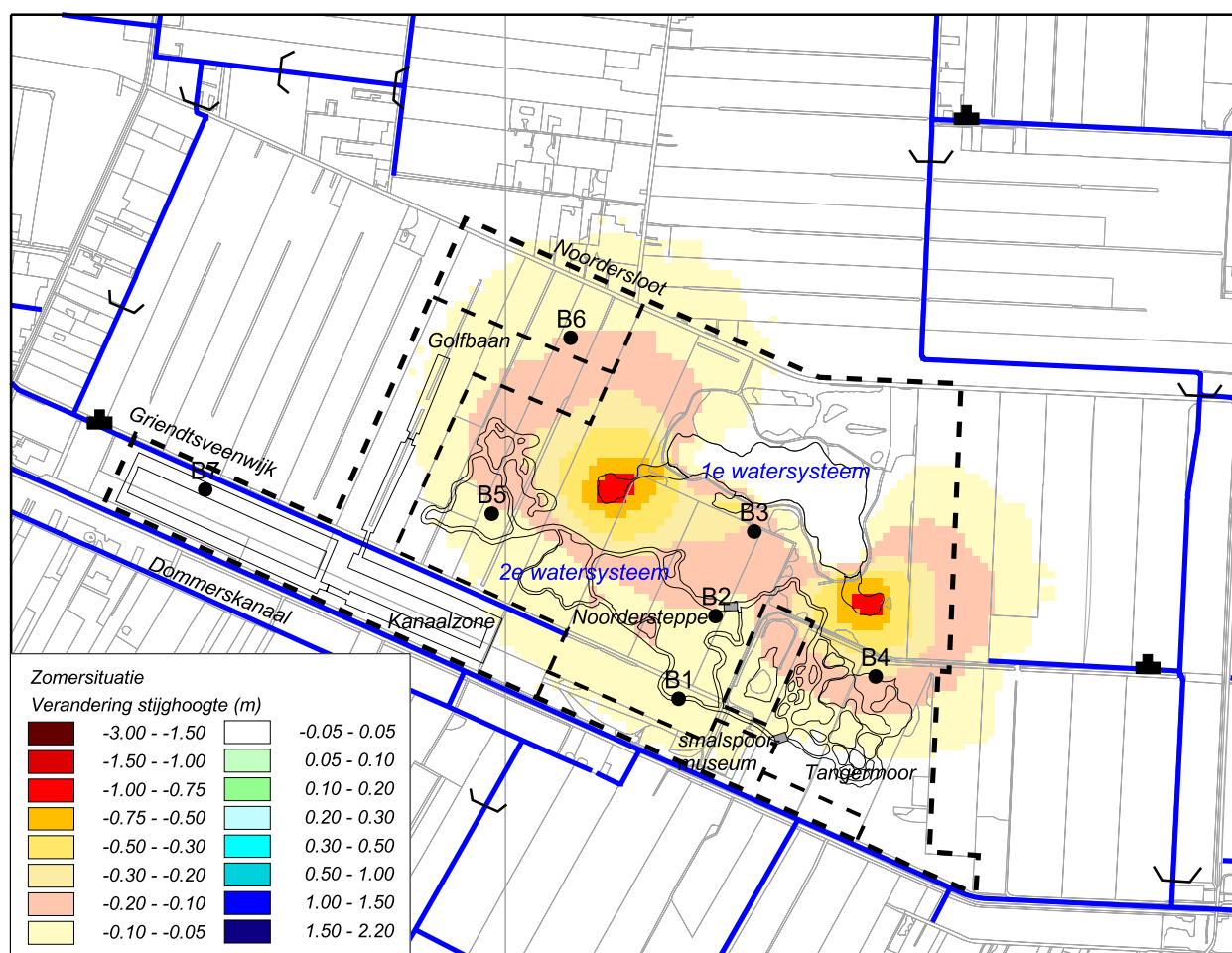
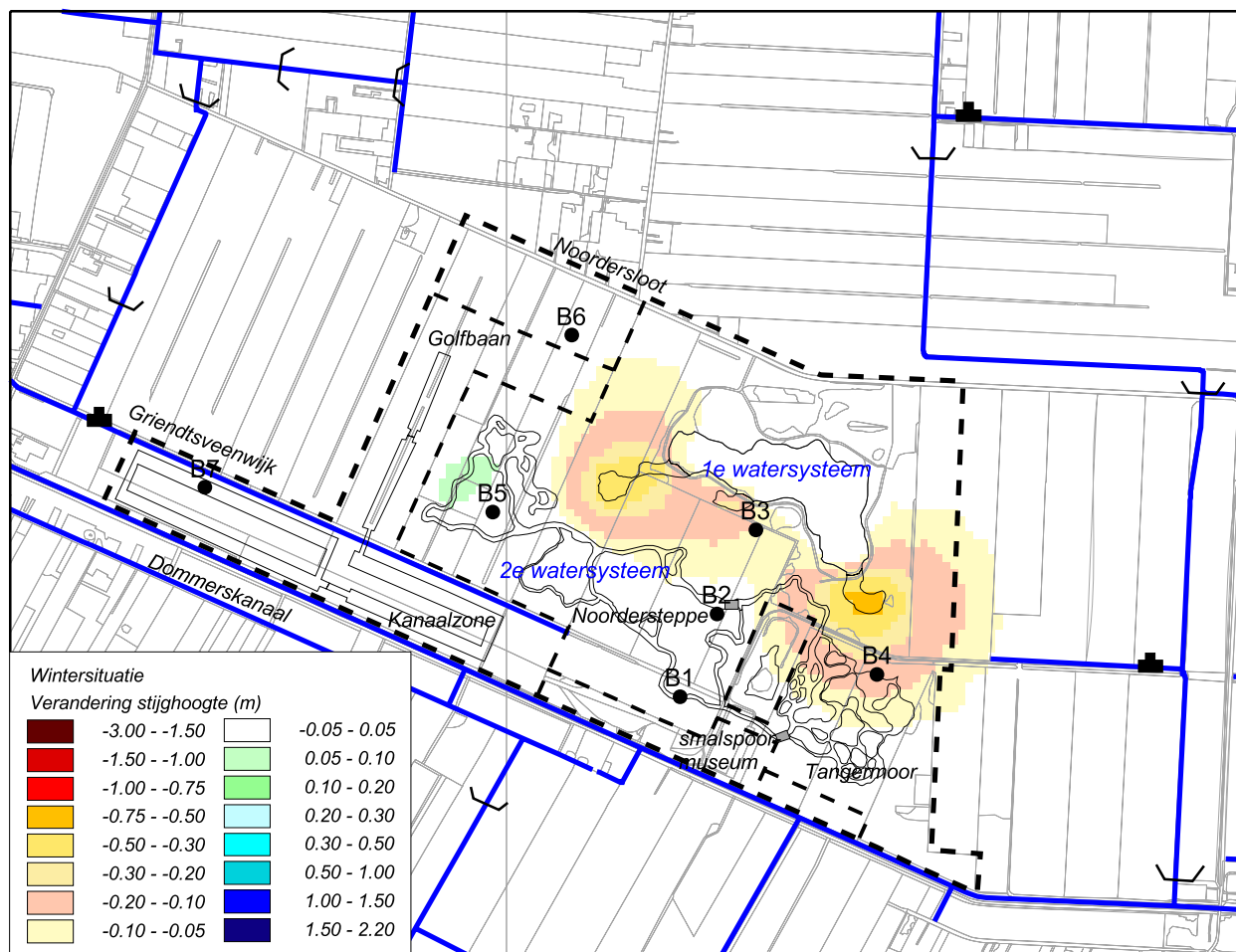
Wateroverlastbestrijding

- Zie scenario 1.



Figuur 5.3 Berekende verandering in stijghoogte in het eerste watervoerend pakket
Scenario 2 en 0-scenario

1:25000



Figuur 5.4 Berekende verandering in stijghoogte in het tweede watervoerend pakket
Scenario 2 en 0-scenario

1:25000

5.3.3 Scenario 3

Waterkwantiteitseffecten

Grondwater

Door de peilverhoging in de zandwinplas treedt een sterke verhoging op van de stijghoogte in het tweede watervoerende pakket (zie figuur 5.6). Door de geringere wegzijging (via de keileem) werkt de verhoging in het tweede watervoerende pakket ook door in het eerste watervoerende pakket. Met name in de directe omgeving van de plas (heidegebied) treden zodoende sterke grondwaterstandsstijgingen op, ook in de delen met een dikke keileemlaag (zie figuur 5.5).

Verder van de plas verwijderd werkt de verhoging met name door in gebieden waar de keileem dun is of ontbreekt. Zo treden in het oostelijke landbouwgebied in de zomersituatie grondwaterstandsstijgingen op van 0,05 tot 0,4 m en blijft het effect in het noordelijke landbouwgebied beperkt tot grondwaterstandsstijgingen van 0,05 tot 0,2 m (terwijl aan de noordzijde sterkere verhogingen in het tweede watervoerende pakket optreden). In de wintersituatie blijven in de landbouwgebieden grondwaterstandsstijgingen grotendeels achterwege doordat het surplus aan water afgevangen wordt door de randsloot en de reeds aanwezige ontwateringssystemen in de landbouwgebieden zelf. Alleen in een klein gebied aan de oostzijde treedt ook in de wintersituatie een zekere grondwaterstandsstijging op. Dit is een gebied waar in de uitgangssituatie de grondwaterstand onder het niveau van de drainage-middelen ligt. Het gebied is nu dus zelfs in de winter erg droog (zie figuur 2.12) en een stijging in de wintersituatie is hier dus niet nadelig.

In scenario 3 is vrijwel geen verdrogend effect meer aanwezig van de aanleg van de lobben aan de zuidzijde van de zandwinplas: het effect wordt grotendeels geneutraliseerd door de peilverhoging in de zandwinplas. Alleen ter plaatse van de lobben zelf is met name in de wintersituatie nog sprake van een zekere verlaging ten opzichte van de uitgangssituatie. In de omgeving van de lobben is echter net als in de rest van het heidegebied sprake van vernatting.

De onttrekking van diep grondwater (voor aanvulling van de zandwinplas) veroorzaakt slechts een beperkte stijghoogteverlaging in het derde watervoerende pakket (zie figuur 5.7: verlagingen van 15 cm ter plaatse van de putten en van 5 cm op een afstand van maximaal 400 m van de putten). De onttrekking heeft dus nauwelijks invloed op het regionale grondwatersysteem en het Bargerveen ligt buiten de invloedsfeer van de onttrekking. Dit is te danken aan het grote doorlaatvermogen van dit pakket. Door de aanwezigheid van de Cromerklei werkt de stijghoogteverlaging in het derde pakket ook nauwelijks door in de ondiepe pakketten. Alleen in de directe omgeving van de putten is sprake van een iets versterkte wegzijging van het tweede naar het derde pakket.

In het westelijke deel van het tweede watersysteem treden stijghoogteverhogingen op van 5 tot 10 cm in het derde watervoerende pakket. Dit komt met name door een versterkte wegzijging vanuit het tweede watervoerende pakket als gevolg van de verhoging van de stijghoogte in het dit pakket en de beperkte weerstand van de Cromerklei in dit gebied. De verhoging in het tweede pakket wordt enerzijds mogelijk gemaakt door de verminderde drainerende werking van de plas en anderzijds door de betere conservering van gebiedseigen water (als gevolg van demping van de huidige sloten).

Alleen aan de noordzijde van Noordersteppe en bij het traject van de rivier in het heidegebied ten noorden van het ven treden (met name in de wintersituatie) nog grondwaterstands dalingen (in het eerste watervoerende pakket) op. Aan de noordzijde van Noordersteppe betreft het slechts het droogvallen van dun watervoerend laagje (enkele dm in de winter) op een dunne keileemlaag (3 dm). Dit laagje valt ook in de uitgangssituatie grotendeels al periodiek droog en de actuele ecologische waarde van dit gebied is gering (voormalig landbouwgebied). In het traject van de rivier in het heidegebied is echter een dikke keileemlaag aanwezig (dikte = 1 tot 2,5 m), met hierboven een omvangrijkere watervoerende laag die in de uitgangssituatie niet droog valt. Het heidegebied is in de uitgangssituatie echter wel sterk verdroogd waardoor de actuele ecologische waarde ervan gering is. Het gebied heeft gezien de geohydrologische opbouw wel potentie voor herstel en / of ontwikkeling van natte natuurwaarden.

Oppervlaktewater

Het peil in de zandwinplas wordt hoger en er ontstaat weer een gedempt peilverloop, overeenkomstig met de referentiesituatie van voor 1993 (voordat onttrekking plaatsvond): het gemiddeld winterpeil bedraagt 14,7 mNAP (= verhoging van 1,4 meter ten opzichte van de uitgangssituatie) en het gemiddeld zomerpeil bedraagt 14,1 mNAP (= verhoging van 2,3 meter tov uitgangssituatie).

Door de geringere drainerende werking van de zandwinplas kunnen hogere waterstanden in het lage peilvak van tweede watersysteem gerealiseerd worden. In scenario 3 kunnen waterpeilen gerealiseerd worden die uiteenlopen van 13,3 mNAP in de zomersituatie tot 13,9 mNAP in de wintersituatie (zie tabel 5.2). Dit is circa 0,3 m hoger dan in scenario 2. In Tangermoor is de wegzijging in scenario 3 iets geringer dan in scenario 2. Er hoeft zodoende minder water aangevoerd te worden om Tangermoor in de zomer op peil te houden. De 50.000 m³/jaar die in scenario 3 gereserveerd is voor opvang van het wegzijgings- en verdampingsverlies is hiervoor ruim voldoende. In de uiteindelijk gekozen opzet van de watersystemen is deze 50.000 m³/jaar echter naar verwachting niet eens nodig (zie deel III).

Functioneren in extreem natte perioden

De mogelijkheden voor het vasthouden van water in scenario 3 zijn voor wat betreft het Wildlife Parkresort vergelijkbaar met die van scenario 4. Om in extreem natte perioden al het gebiedseigen water vast te kunnen houden zou in het lage peilvak van het tweede watersysteem echter in scenario 3 een iets sterkere peilstijging (40 cm) geaccepteerd moeten worden dan in scenario 4 (30 cm). Dit komt doordat in scenario 3 gedeeltelijke doorvoer van het water naar het derde watersysteem niet mogelijk is. Ondanks de relatief hoge (grond)waterstanden ten opzichte van scenario 1 en 2 zijn dus ook in scenario 3 goede mogelijkheden voor het vasthouden van water aanwezig. Dit is te danken aan de grote oppervlakte open water (33 ha) en aan het feit dat ook in scenario 3 de grondwaterstanden in veel deelgebieden ook in een natte wintersituatie nog altijd behoorlijk ver onder maaiveld liggen (met name in de Noordersteppe, grondwaterstand 1 m –mv, zie figuur 5.15) waardoor dus nog steeds een aanzienlijke hoeveelheid water in de bodem kan worden vastgehouden.

Waterkwaliteit

Uitgaande van een goede waterkwaliteit van het diepe grondwater (met lage voedingstoffenconcentraties), zal bij onttrekking van diep grondwater uit nieuw te plaatsen putten, beluchting van het opgepompte water en doorstroming van het tweede watersysteem (op redelijk goedkope wijze) de waterkwaliteit sterk verbeterd worden. Door de beluchting van het opgepompte water wordt het huidige probleem van de te hoge ijzerconcentraties verholpen en door de lange verblijftijd in de watersystemen wordt ook de concentratie van ongewenst mangaan dat eventueel in het grondwater aanwezig is gereduceerd. Door het hoge peil in de plas wordt vrijwel geen antropogeen beïnvloed grondwater uit het noordoostelijke landbouwgebied meer aangetrokken en door vermindering van de verdroging van het omringende heidegebied komen ook minder voedingsstoffen in het grondwater terecht als gevolg van de mineralisatie van het hier aanwezige veenpakket.

Wel blijft bij het gebruik van de zandwinplas het risico aanwezig dat vanuit het laagje ijzerslib dat de afgelopen jaren op de bodem van de plas is afgezet onder bepaalde omstandigheden grote hoeveelheden ijzer vrijkomen. Dit zou tegengegaan kunnen worden door verwijdering van het laagje ijzerslib. Verder kan tijdens de beluchting in het tweede watersysteem en de opslag in de zandwinplas de kwaliteit van het water wel enigszins beïnvloed worden door de uitwerpselen van de fauna van het Wildlife Resort. Gezien de constante toevoer van grote hoeveelheden schoon grondwater (gemiddeld 1900 m³/dag) is deze beïnvloeding naar verwachting echter slechts marginaal.

De goede waterkwaliteit is niet alleen gunstig voor de gietwaterproductie maar ook voor de recreatieve functie: bij aanleg volgens scenario 3 (en scenario 4) wordt automatisch het gehele recreatiepark van kwalitatief goed water voorzien en het bevordert bovendien de gewenste doorstroming van de watersystemen (tegengaan algengroei en muggenplagen). Het water kan zodoende dus twee keer gebruikt worden.

Toetsing (zie tabel 5.3)

Gietwater

- Uitgaande van een goede waterkwaliteit van het diepe grondwater, zal door gebruik van dit diepe grondwater (in plaats van het vervuilde, ondiepe grondwater), beluchting hiervan en doorstroming van het tweede watersysteem de gietwaterkwaliteit sterk verbeterd worden.
- Onzekere factor ten aanzien van de waterkwaliteit is de aanwezigheid van het laagje ijzerslib op de bodem van de zandwinplas: onder bepaalde omstandigheden kunnen hier incidenteel nog steeds grote hoeveelheden ijzer uit vrijkomen.
- Ook door de invloed van uitwerpselen en urine van de fauna van het Wildlife Parkresort vormen nog een onzekere factor ten aanzien van de waterkwaliteit.

Recreatie

- Uitgaande van een goede kwaliteit van het diepe grondwater, ontstaat zowel in het eerste als tweede watersysteem een goede waterkwaliteit en helder water met lage algenconcentraties: dit is ook vanuit recreatief oogpunt aantrekkelijk.
- Door de aanvulling met diep grondwater kan het oorspronkelijke hoge peil en de gedempte peildynamiek in de zandwinplas hersteld worden. Dit is gunstig bij aanleg van bepaalde voorzieningen (aanlegsteigers rondvaartboot). Bovendien is het in deze situatie mogelijk om dicht nabij de waterspiegel te bouwen.

Natte natuur

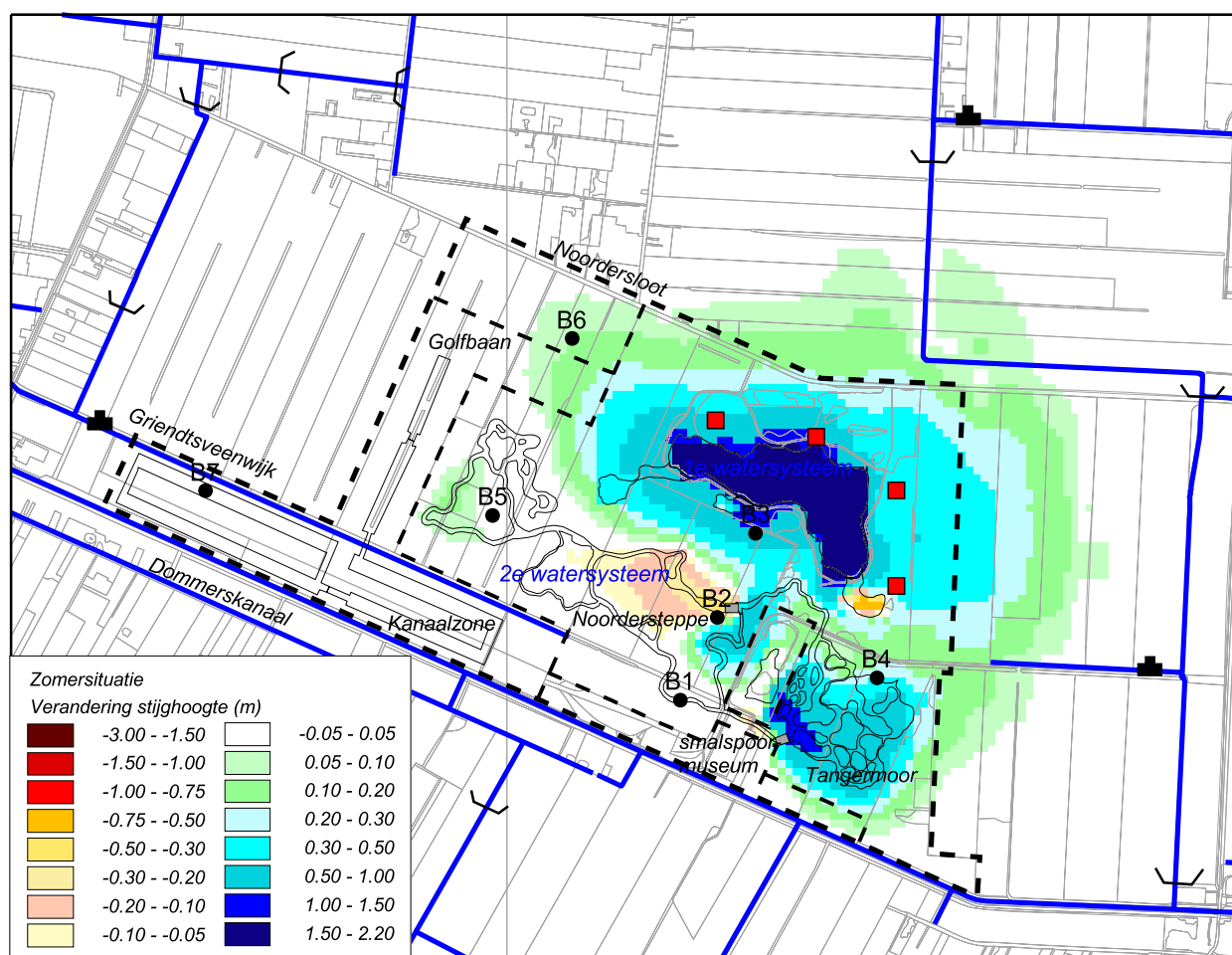
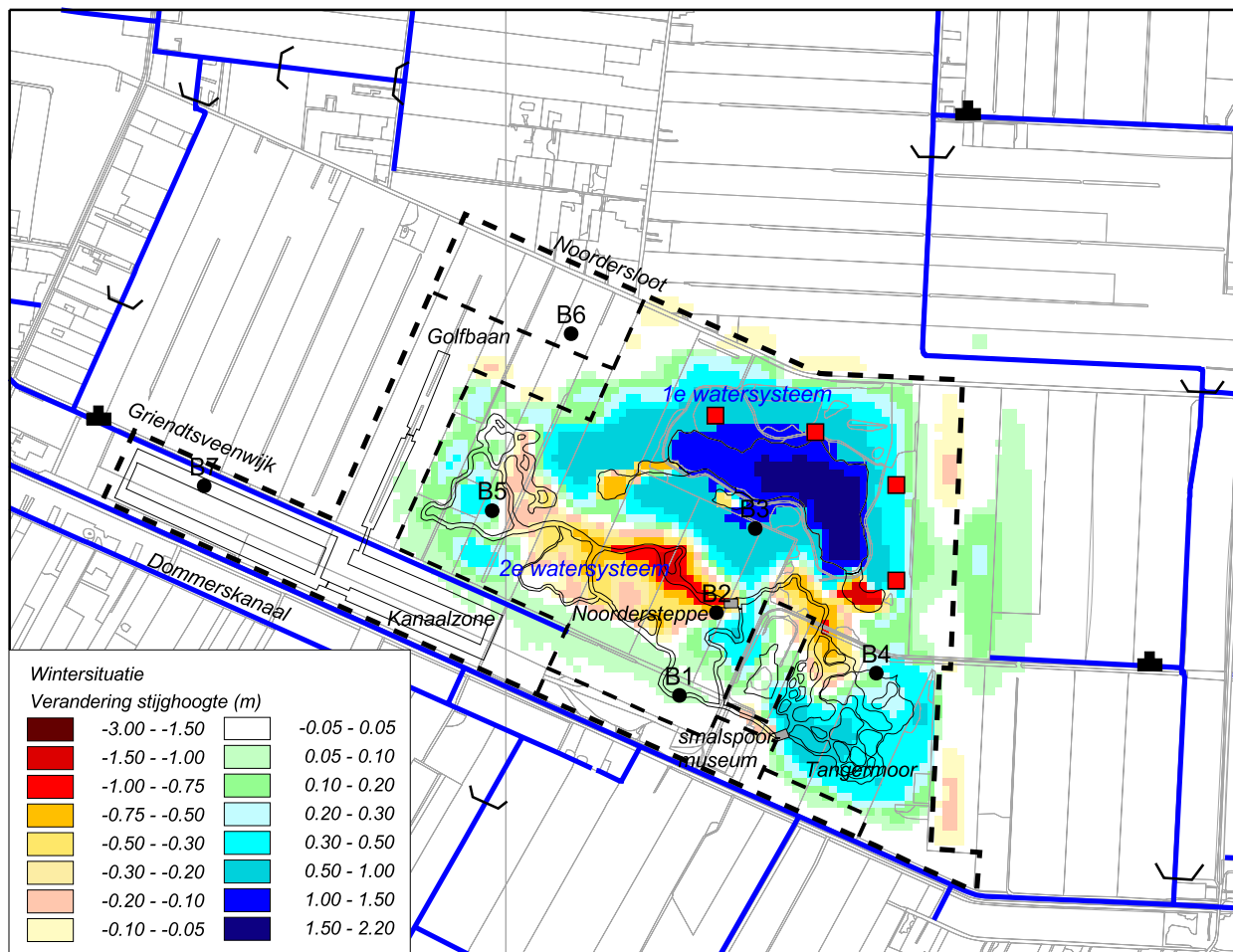
- Door de vermindering van de verdroging van het heidegebied ontstaan betere mogelijkheden voor ontwikkeling / herstel van vochtige heide en ontstaat een betere watervoerendheid van het noordelijke ven.
- Het traject van de rivier ten noorden van het (zuidelijke) ven heeft nog wel een verdrogende werking op het heidegebied. Dit zou tegengegaan kunnen worden door het aanbrengen van slecht doorlatende keileemoevers (in aansluiting op de keileembodem).
- De oevers van de rivier in het heidegebied bieden interessante ontwikkelingsmogelijkheden voor vegetaties van zure, voedselarme en vochtige omstandigheden (natte heide met soorten als dophei, moeraswolfsklauw en kleine zonnedaauw).
- De onttrekking heeft slechts een beperkt effect op de stijghoogten van het diepe grondwater, zodoende wordt het regionale systeem niet aangetast en is er geen significant effect op het Bargerveen.

Landbouwgebieden omgeving

- Door de grondwaterstandsverhogingen in de zomersituatie wordt de verdroging van de landbouwgebieden aan de noord- en oostzijde gereduceerd.
- Door aanleg van de randsloot en aanwezigheid van de huidige drainagemiddelen in de omringende landbouwgebieden blijven (in de landbouwgebieden die nu al nat zijn) grondwaterstandsverhogingen in de wintersituatie achterwege.

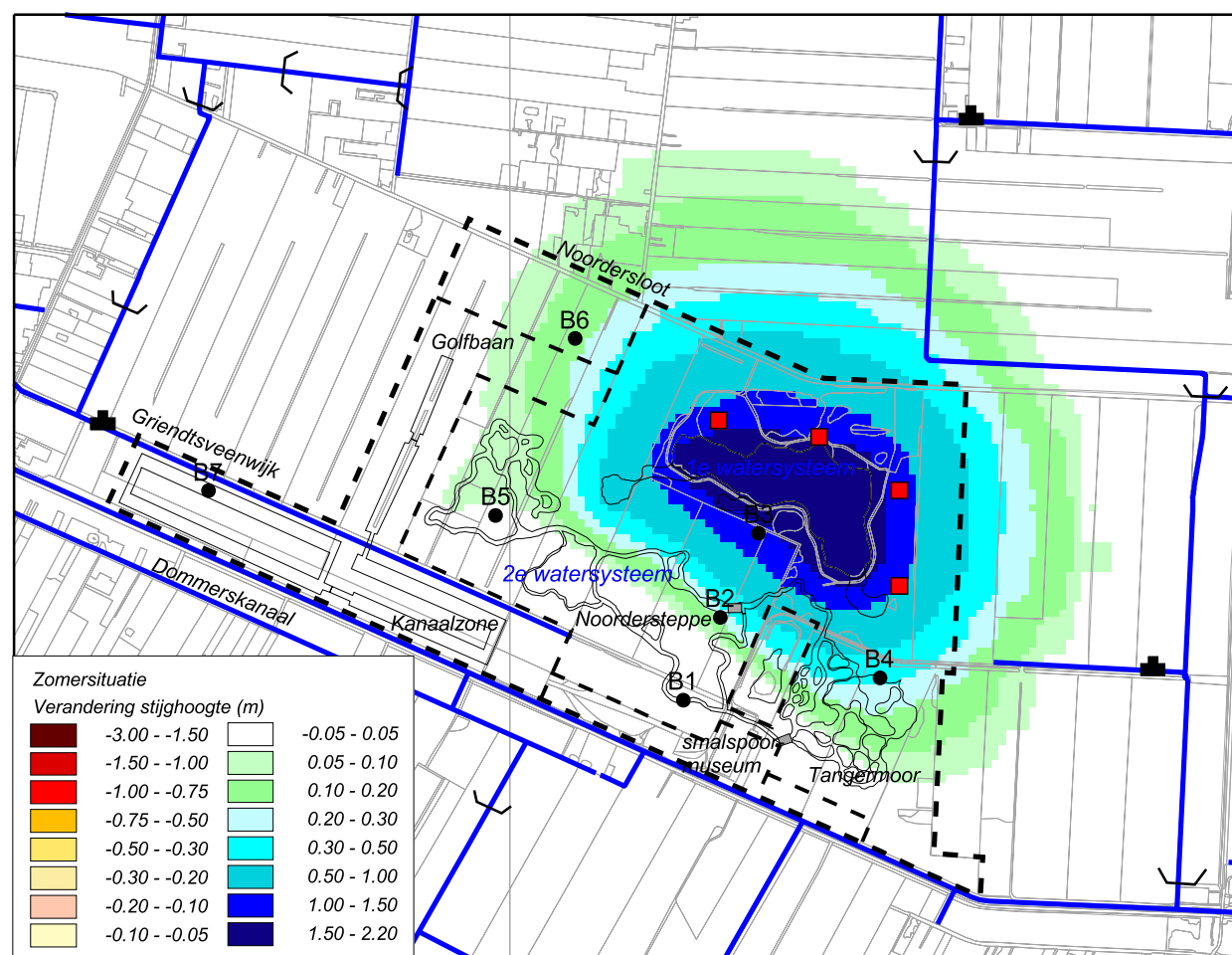
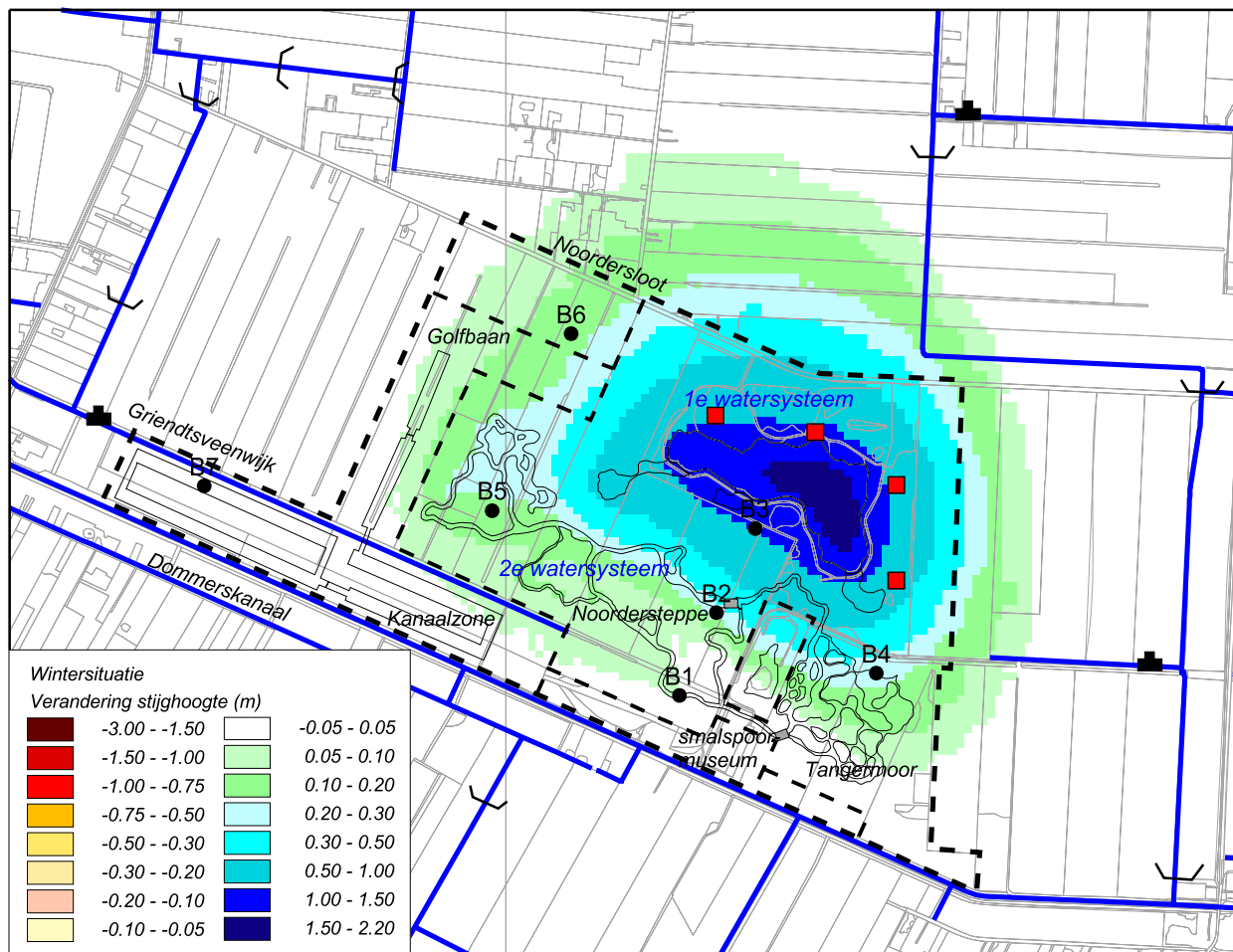
Mogelijkheden voor vasthouden van water

- In principe kan in extreem natte perioden het totale gebiedeigen wateroverschot in het recreatiepark vastgehouden worden. Hierdoor kan de wateroverlast in het benedenstreams gelegen oppervlaktewaterstelsel dus gereduceerd worden.



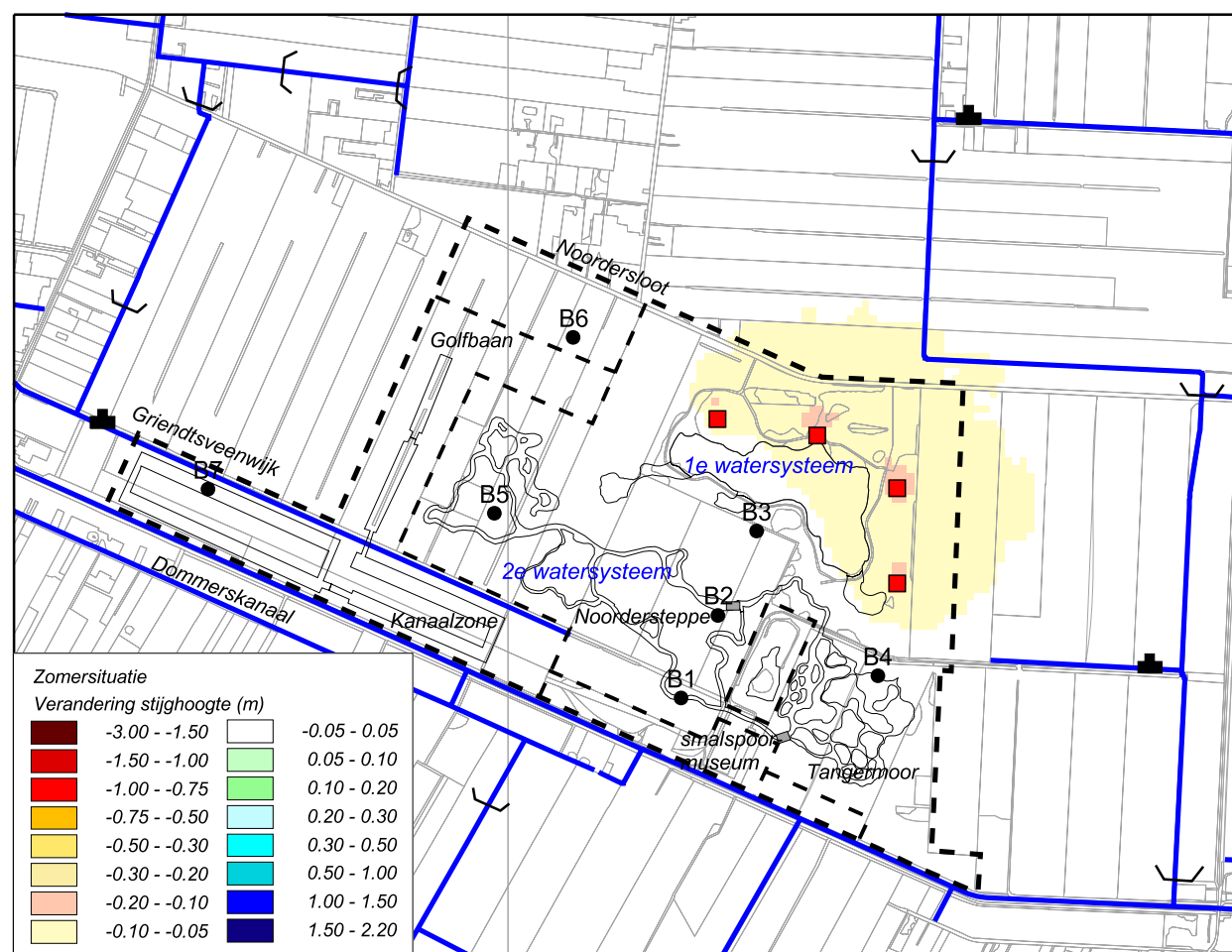
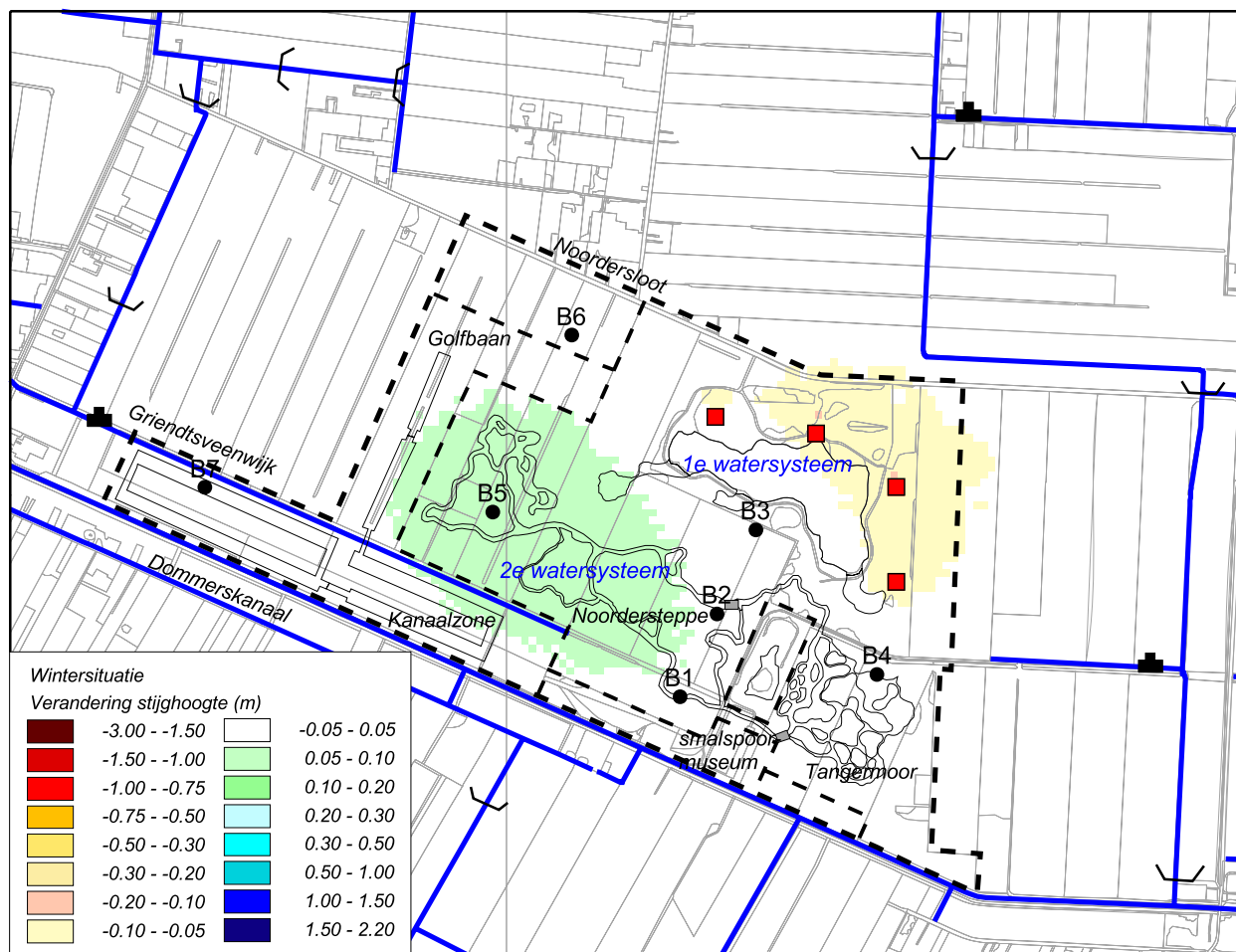
Figuur 5.5 Berekende verandering in stijghoogte in het eerste watervoerend pakket
Scenario 3 en 0-scenario

1:25000



Figuur 5.6 Berekende verandering in stijgheogte in het tweede watervoerend pakket
Scenario 3 en 0-scenario

1:25000



Figuur 5.7 Berekende verandering in stijghoogte in het derde watervoerend pakket
Scenario 3 en 0-scenario

1:25000

5.3.4 Scenario 4

Waterkwantiteitseffecten

Grondwater

Aanleg van een derde watersysteem volgens scenario 4 heeft weinig invloed op de grondwaterstanden in het eerste watervoerende pakket (zie figuur 5.8). Er treden vrijwel alleen kleine interne grondwaterstandsverhogingen en verlagingen op. Omdat (met uitzondering van het noordelijke deel van de golfbaan) geen keileem aanwezig is zijn de effecten in het tweede watervoerende pakket hetzelfde. Het geringe effect komt doordat bij het ontwerp van het derde watersysteem nauw is aangesloten op het functioneren van het grondwatersysteem in de Ausgangssituatie: er is een getrapt systeem gemaakt en de peilen van de verschillende deelsystemen zijn zoveel mogelijk afgestemd op de actuele grondwaterstanden.

Er treedt het gehele jaar door kwel op naar het derde watersysteem. Dit kwelwater kan benut worden voor de gietwaterproductie en (zodanig) voor het op peil houden van watersysteem 2.

In de rest van het gebied (Wildlife Resort) zijn de effecten vrijwel identiek aan de effecten van scenario 3.

Oppervlaktewater

Er is uitgegaan van een serie gekoppelde plassen met een breedte van 40 meter en een diepte van enkele meters. De gehanteerde peilen staan vermeld in tabel 5.2. De exacte vormgeving zal bij vervaardiging van een totaalplan voor de kanaalzone en de golfbaan nog nader uitgewerkt worden.

Mogelijkheden voor het vasthouden en bergen van water in extreem natte perioden

Voor scenario 4 is berekend in welke mate in extreem natte perioden het gebiedseigen neerslagoverschot in het plangebied kan worden vastgehouden en wat in aanvulling hierop de mogelijkheden zijn voor berging van gebiedsvreemd water. De berekening wordt nader toegelicht in bijlage 3. De opzet van het systeem voor het vasthouden van water en de hierbij optredende peilstijgingen worden weergegeven in figuur 5.16.

Uit de resultaten blijkt dat met peilstijgingen van 20 tot 30 cm in de watersystemen van het Wildlife Parkresort en peilstijgingen van 30 tot 50 cm in het derde watersysteem het totale wateroverschot van bijna het gehele plangebied (270 ha van de totale oppervlakte van 295 ha) in extreem natte perioden vastgehouden kan worden. Zelfs bij een extreme neerslagpiek van 83 mm met een herhalingsdijk van eens in de 100 jaar hoeft vanuit het grootste gedeelte van het plangebied dus geen water afgevoerd te worden. Er kan op deze wijze in het plangebied circa 235.000 m³ vastgehouden worden: 95.000 m³ in de bodem en 140.000 m³ in de oppervlaktewatersystemen. Dankzij de geïntegreerde opzet van het waterhuishoudkundige systeem van het park kan dit water bovendien gebruikt worden voor de gietwaterproductie.

Door het vasthouden van water in het recreatiepark wordt het laagste peilvak van het Amsterdamsche veld in extreem natte perioden sterk ontlast. Het gemaal in de Griendtsveenwijk hoeft in de toekomstige situatie alleen nog maar het wateroverschot van het gedeelte van het lage peilvak dat in agrarisch gebruik blijft af te voeren. De oppervlakte van het gebied dat via het gemaal afwatert wordt gereduceerd van 275 ha naar 97 ha: dit is een reductie van 65 procent van de oppervlakte (zie figuur 5.16). Door de geringere belasting van het gemaal zal in de toekomstige situatie het streefpeil in het waterlopenstelsel beter gehandhaafd kunnen worden. Door het vasthouden van water in het recreatiepark neemt de wateroverlast in dit laaggelegen gebied dus af.

Bij het accepteren van een verdere peilstijging in het derde watersysteem (tot 14,0 mNAP) is het in principe mogelijk om in aanvulling hierop een kleine hoeveelheid gebiedsvreemd water te bergen (circa 70.000 m³). Gezien de slechte waterkwaliteit van het gebiedsvreemde water en de beperkte hoeveelheid die (in aanvulling op het vasthouden van gebiedsvreemd water) kan worden geborgen is het echter verstandiger om alleen het gebiedseigen water vast te houden: hiermee wordt de grootste winst voor wateroverlastbestrijding al geboekt terwijl de waterkwaliteit niet negatief beïnvloed wordt.

Waterkwaliteit

De waterkwaliteitseffecten komen grotendeels overeen met die van scenario 3.

Toetsing (zie tabel 5.3)

Gietwater

- Het surplus aan water van het derde watersysteem kan gebruikt worden voor de gietwatervoorziening.

Recreatie

- Door aanleg van het derde watersysteem wordt een waterrijk gebied gerealiseerd dat kan dienen als basis voor een aantrekkelijke recreatieve inrichting.
- Het surplus aan water van het derde watersysteem kan ook gebruikt worden voor het op peil houden van het tweede watersysteem.

Natte natuur

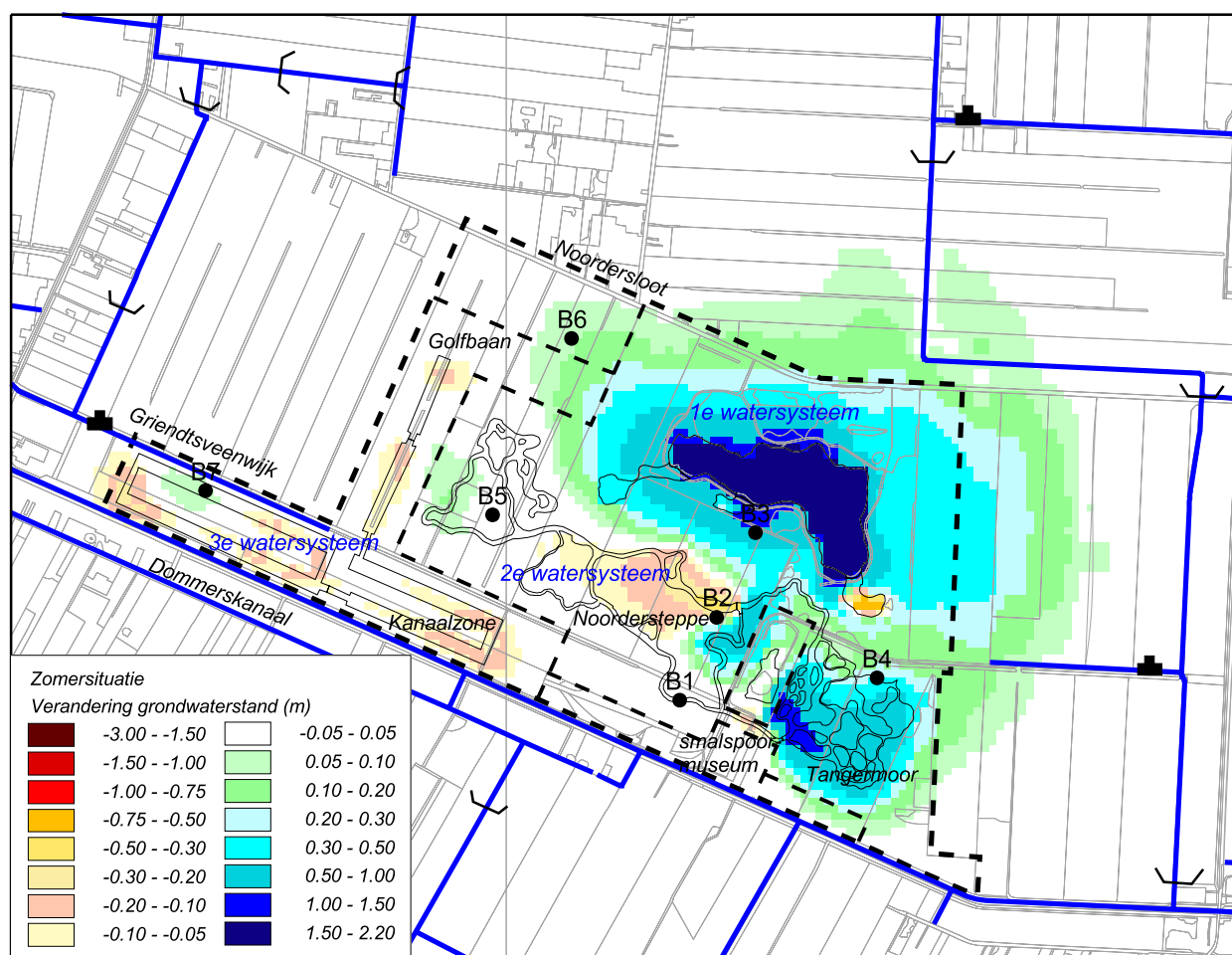
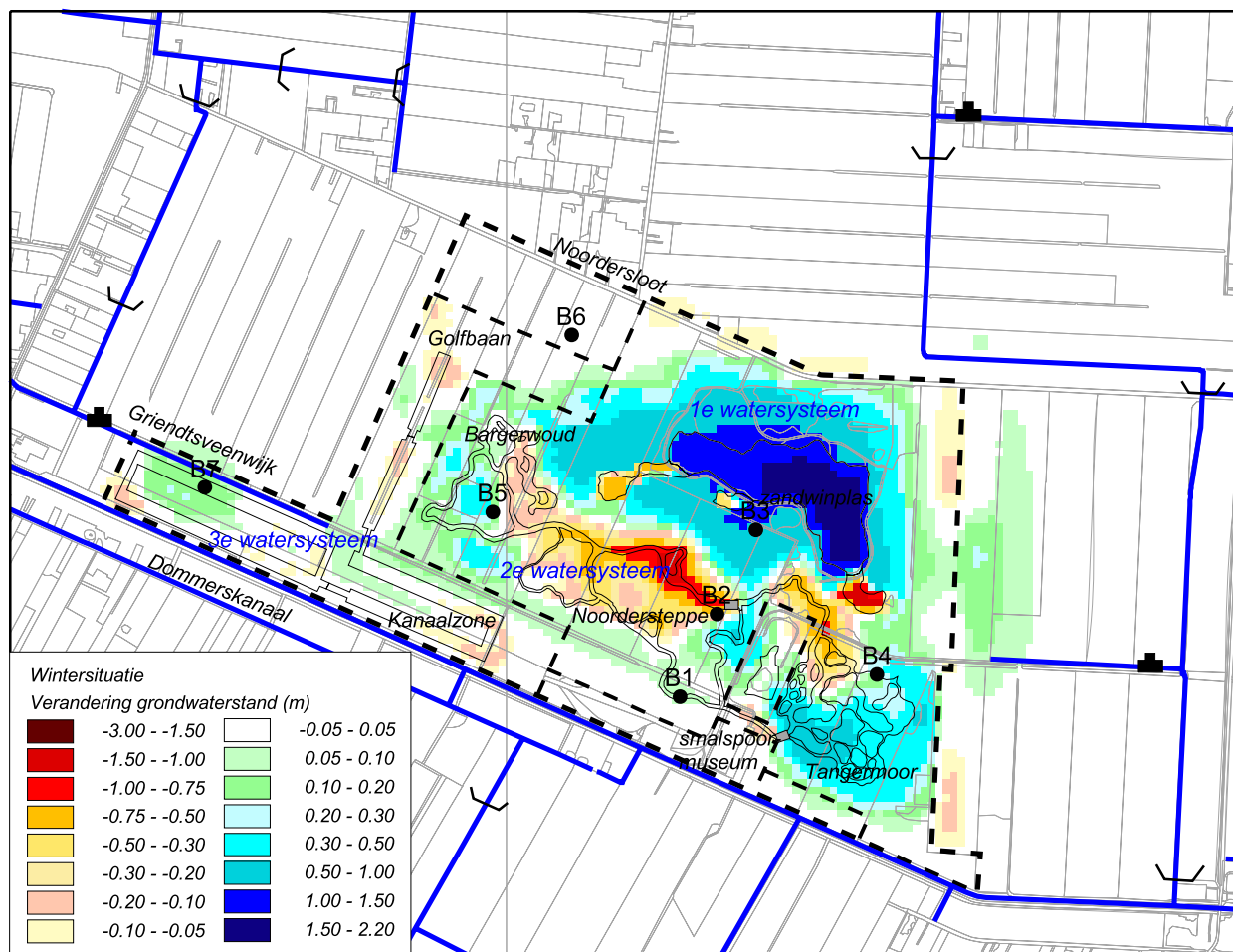
- In de kanaalzone en het golfbaangebied komen in de huidige situatie geen waardevolle natte natuurwaarden voor. Door het realiseren van flauwe taluds zijn er echter wel goede mogelijkheden voor ontwikkeling van ecologische interessante oeverzones (met name in de roughs van de golfbaan).
- Omgeving eerste en tweede watersysteem: zelfde als scenario 3.

Landbouwgebieden omgeving

- Er treden als gevolg van aanleg van het derde watersysteem vrijwel geen externe grondwaterstandsverhogingen of -verlagingen op. Alleen ten noorden van peilbuis B7 (in een kleine zone waar in de huidige situatie de grondwaterstand ver onder maaiveld ligt) treedt een kleine verhoging op.
- Omgeving eerste en tweede watersysteem: zelfde als scenario 3.

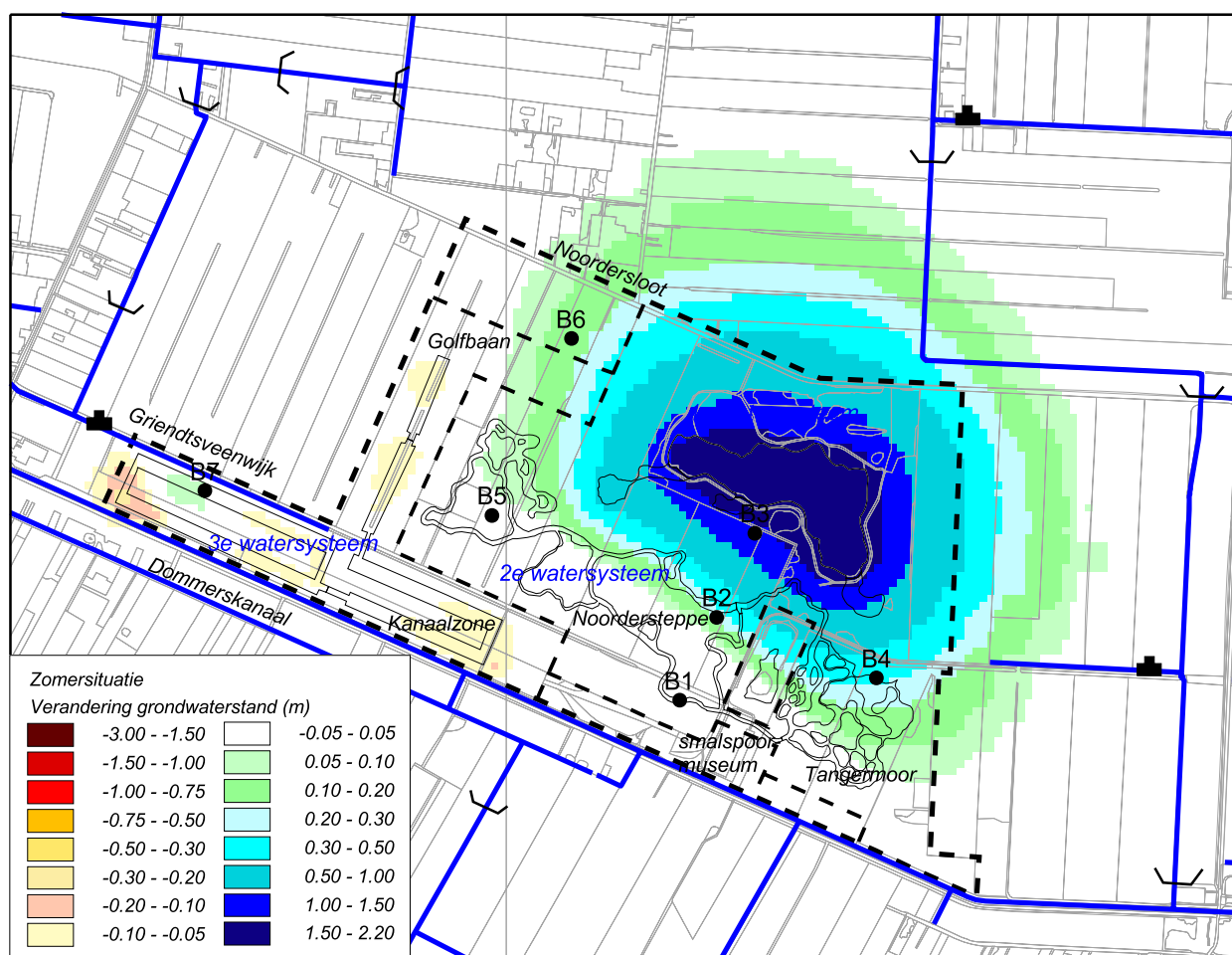
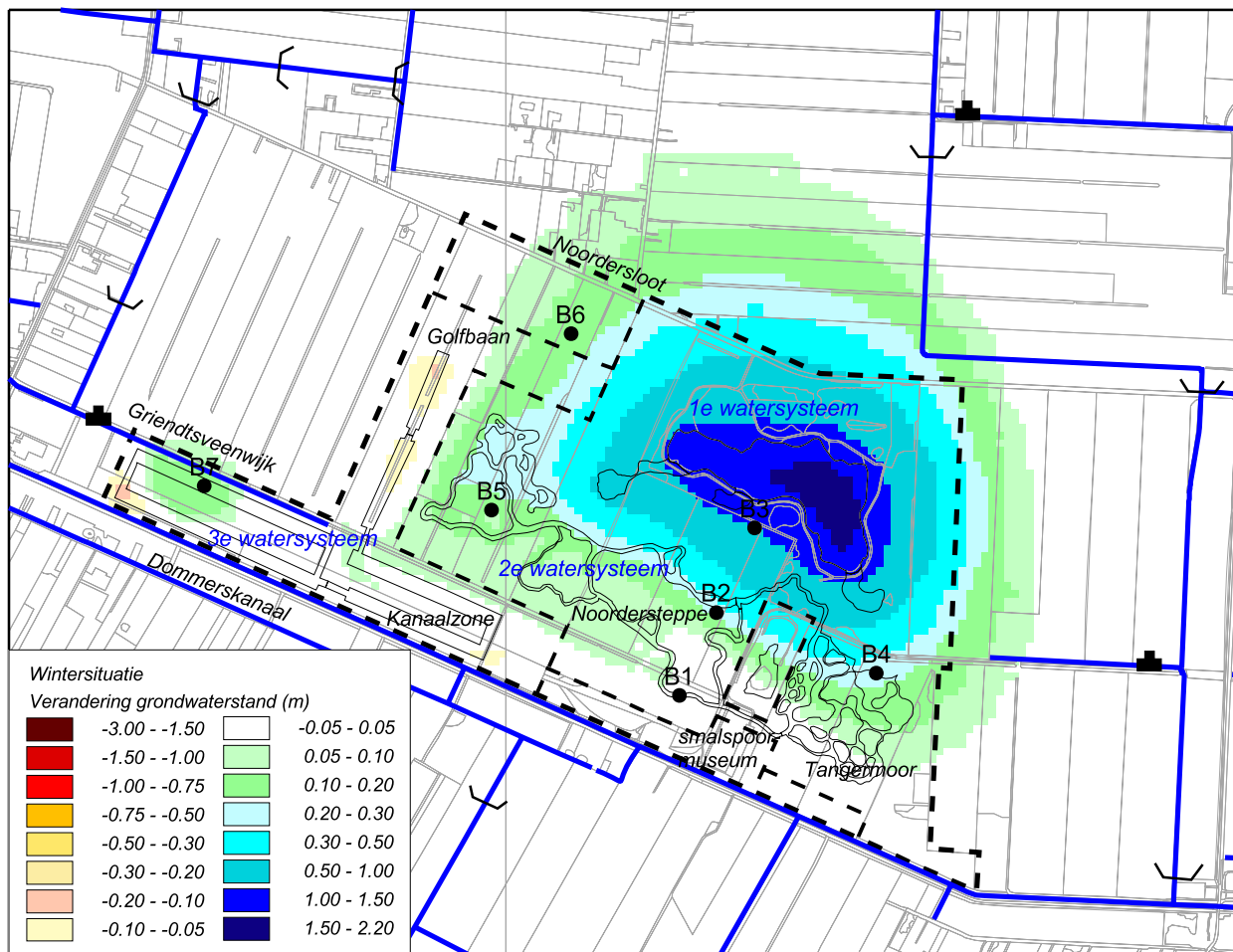
Wateroverlastbestrijding

- Net als in de andere scenario's kan in extreem natte perioden het totale gebiedeigen wateroverschot in het recreatiepark vastgehouden worden. Door uitbreiding van het plangebied en aanleg van het derde watersysteem is het totale volume dat kan worden vastgehouden in scenario 4 echter beduidend groter (circa 235.000 m³ bij een neerslagpiek van 83 mm) dan in de overige scenario's (circa 145.000 m³ bij een neerslagpiek van 83 mm).
- Hierdoor kan de wateroverlast in het benedenstrooms gelegen oppervlaktewaterstelsel dus sterk gereduceerd worden: de oppervlakte die op het gemaal in de Griendtsveenwijk afwatert neemt af van 275 ha naar 97 ha (afname van 65 %).
- In principe kan in het derde watersysteem ook gebiedsvreemd water geborgen worden. Gezien de slechte waterkwaliteit van het gebiedsvreemde water en de beperkte nog beschikbare bergingscapaciteit is het niet raadzaam om waterberging daadwerkelijk te realiseren.



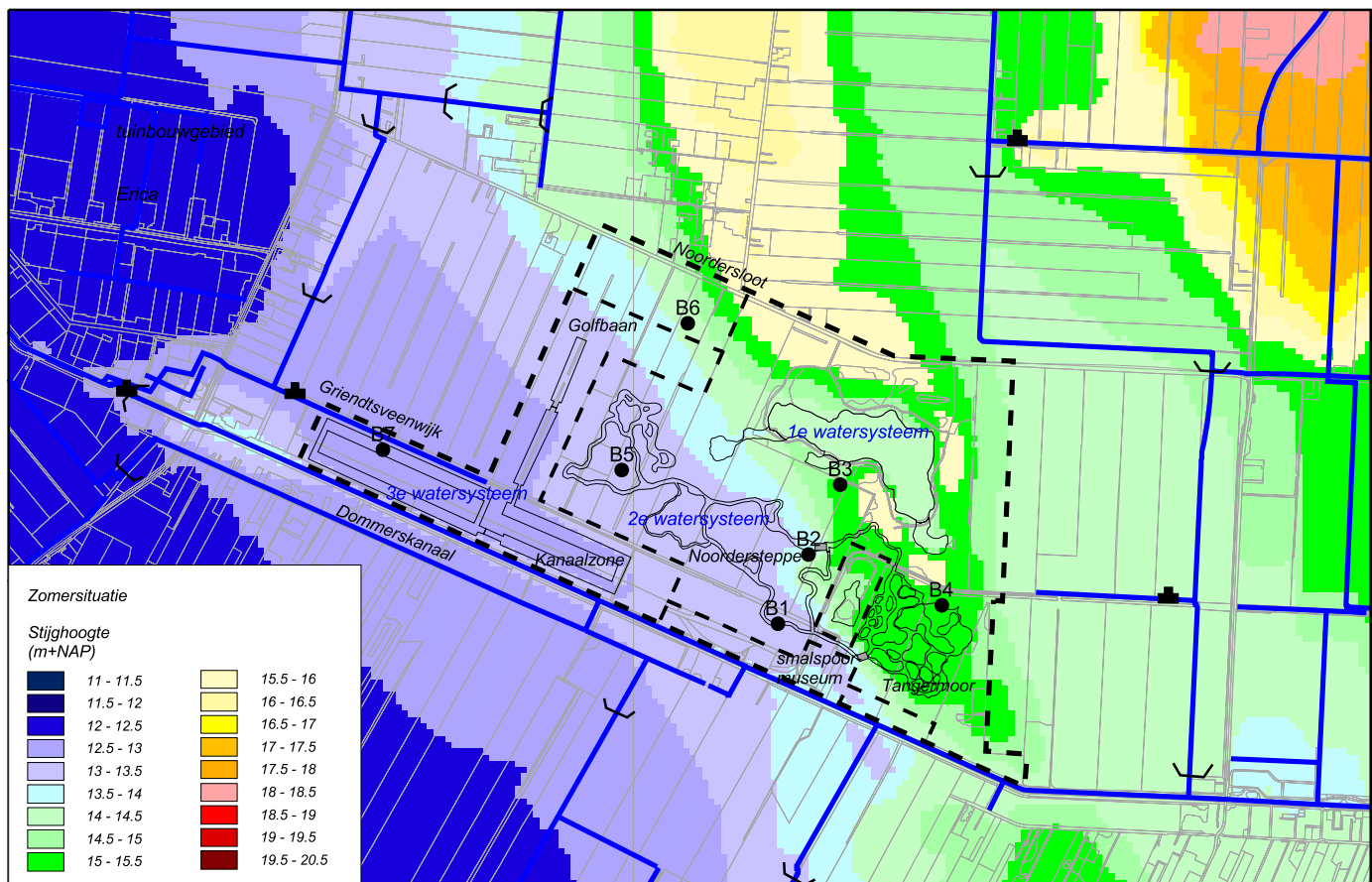
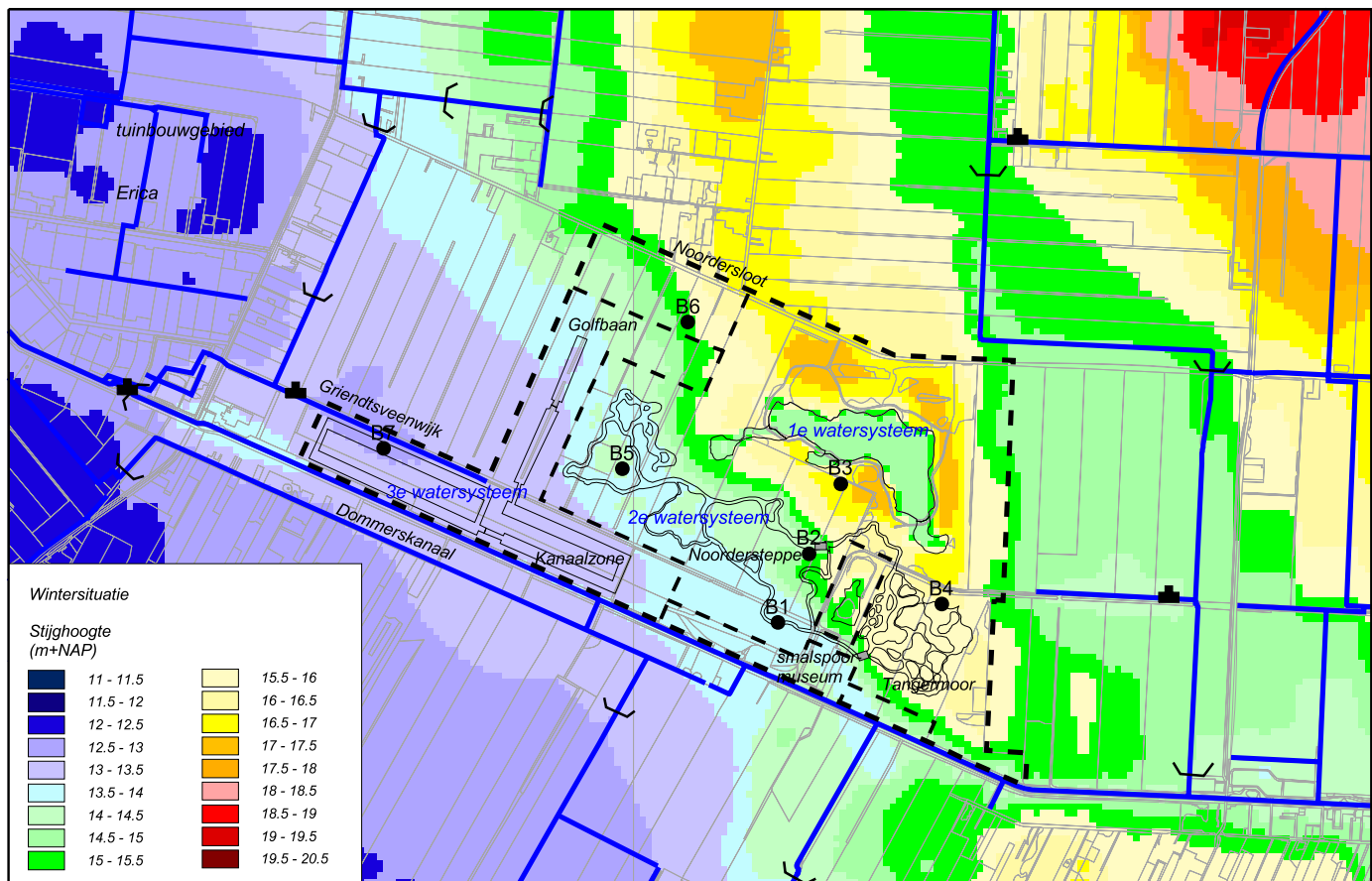
Figuur 5.8 Berekende verandering in stijghoogte in het eerste watervoerend pakket
Scenario 4 en 0-scenario

1:25000

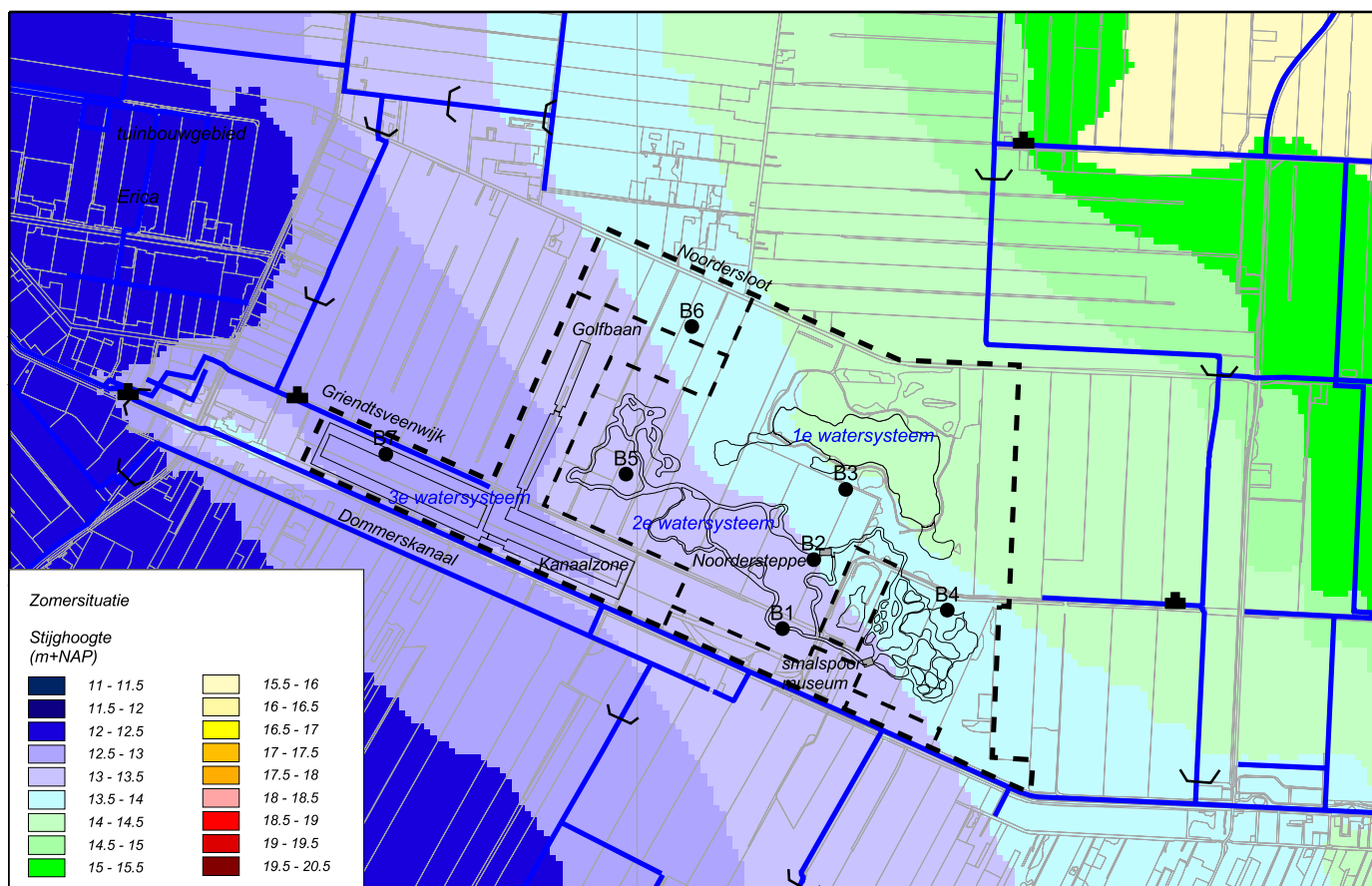
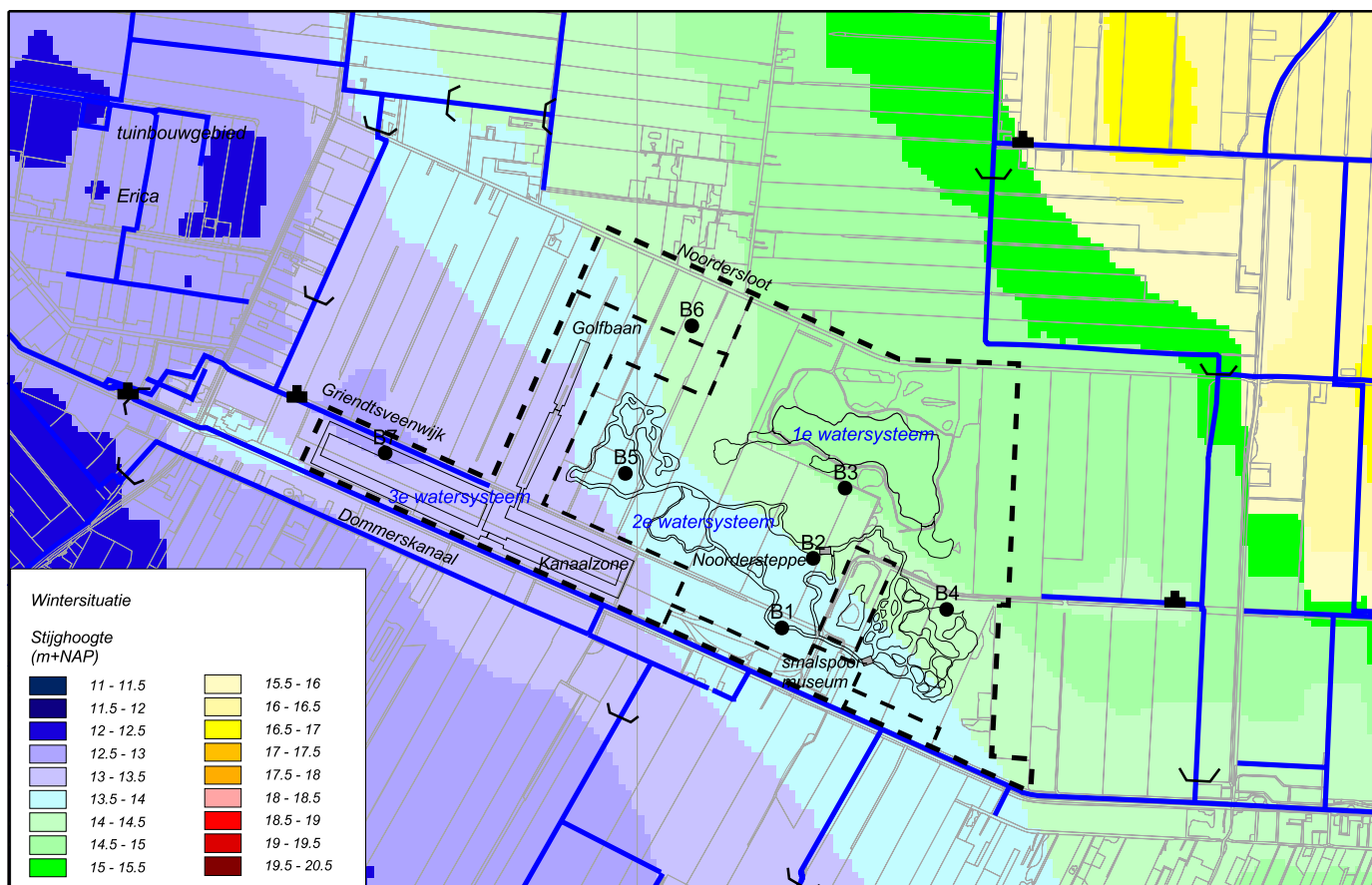


Figuur 5.9 Berekende verandering in stijghoogte in het tweede watervoerend pakket
Scenario 4 en 0-scenario

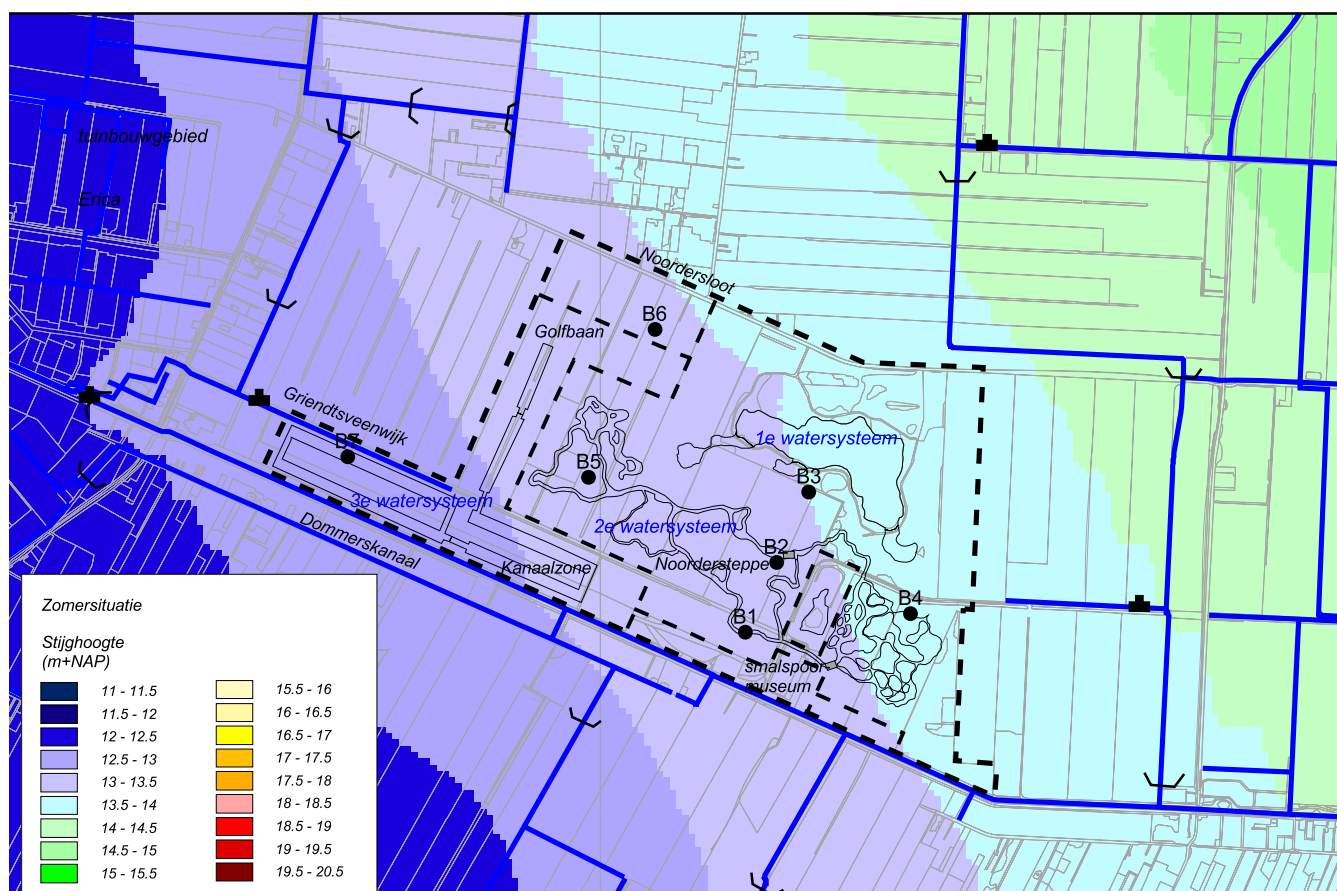
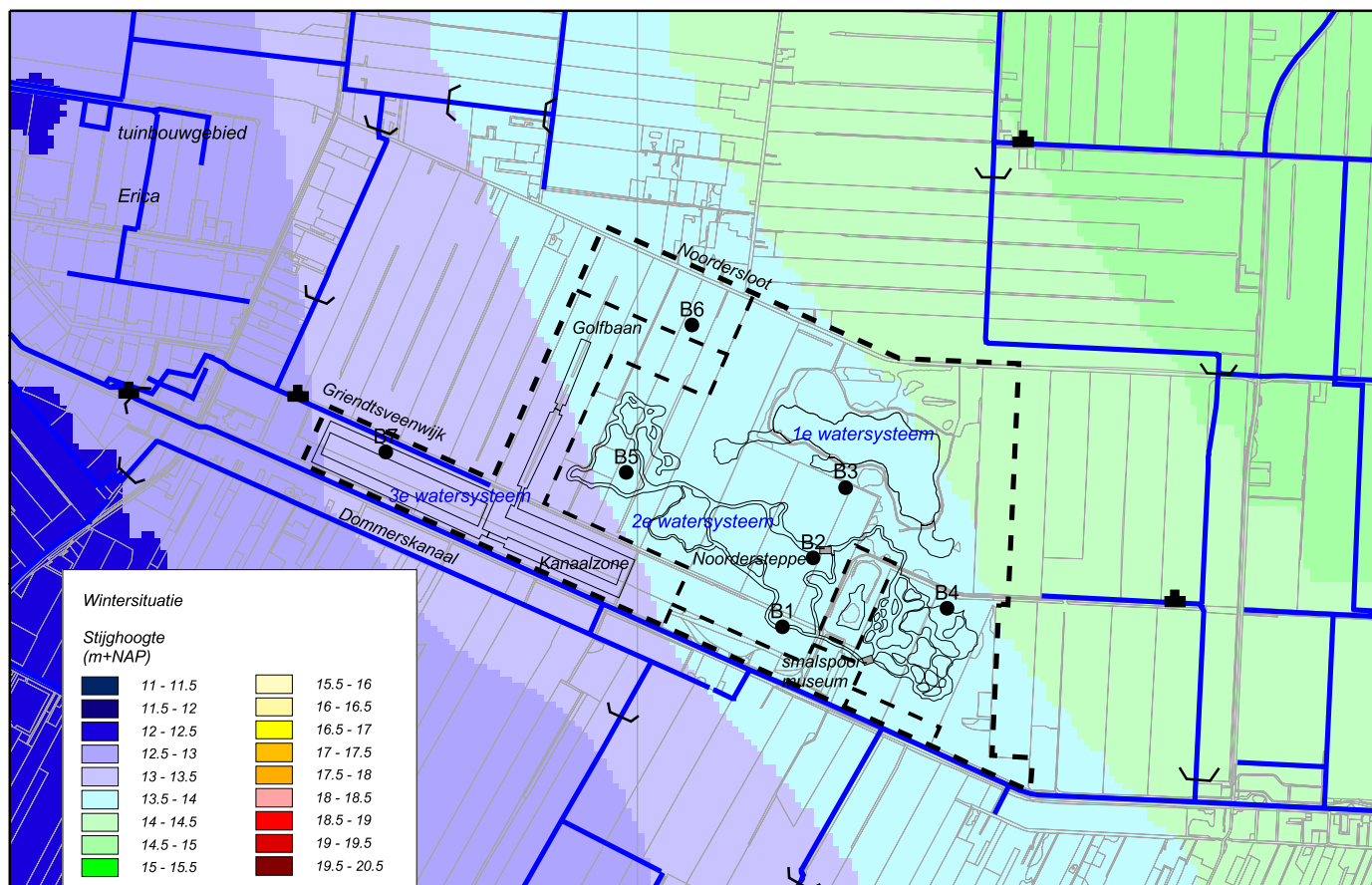
1:25000



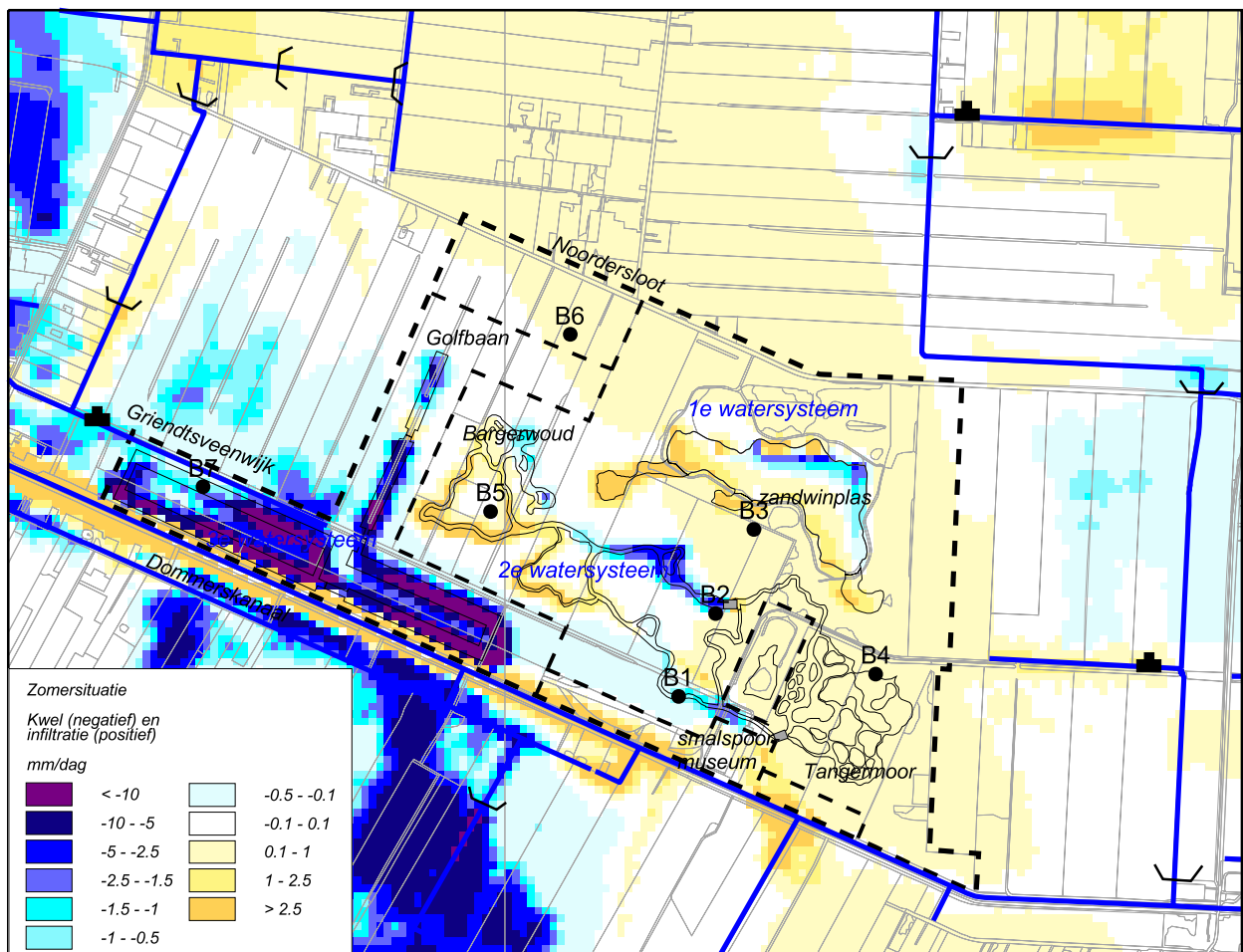
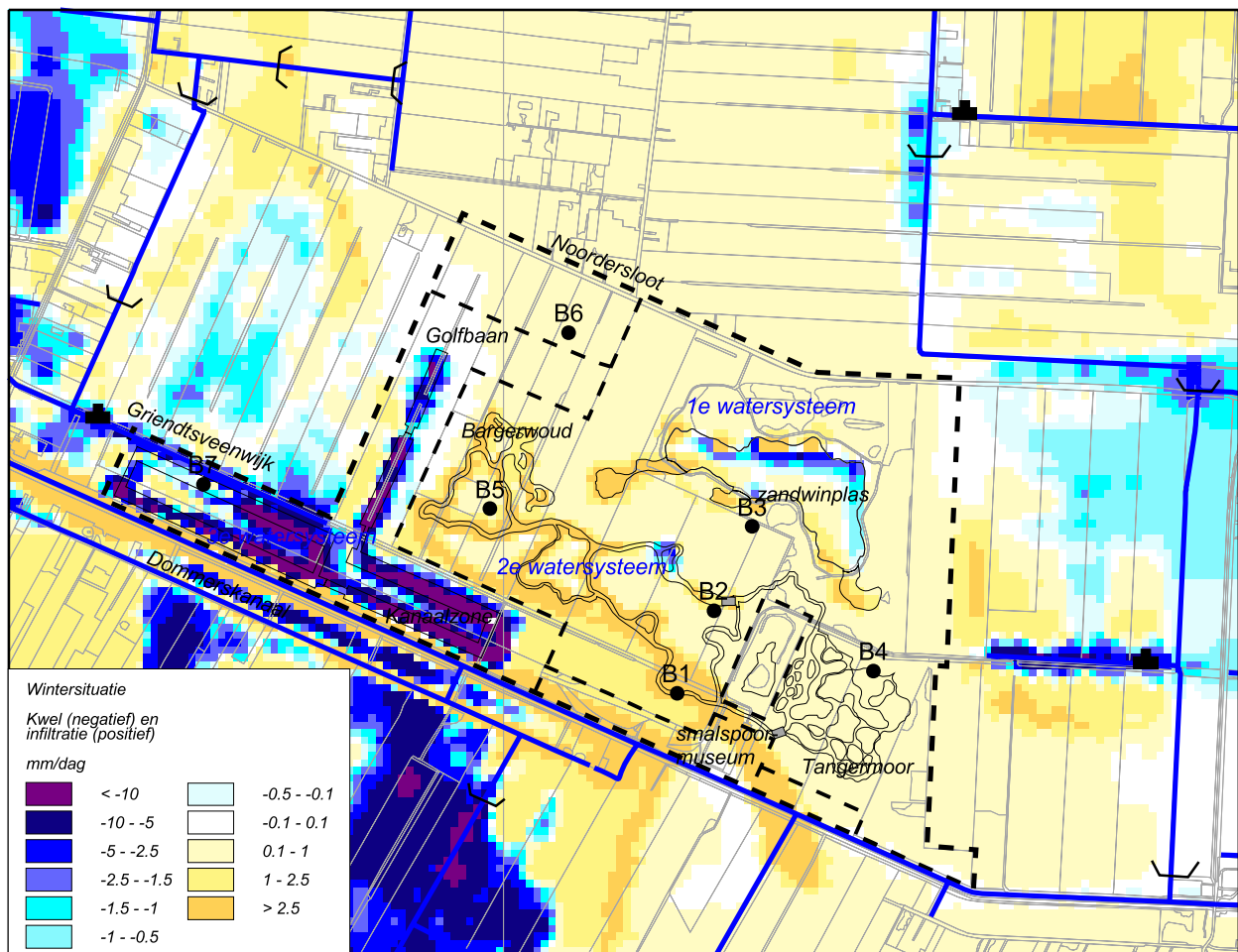
Figuur 5.10 Berekende isohypsen in het eerste watervoerend pakket - Scenario 4



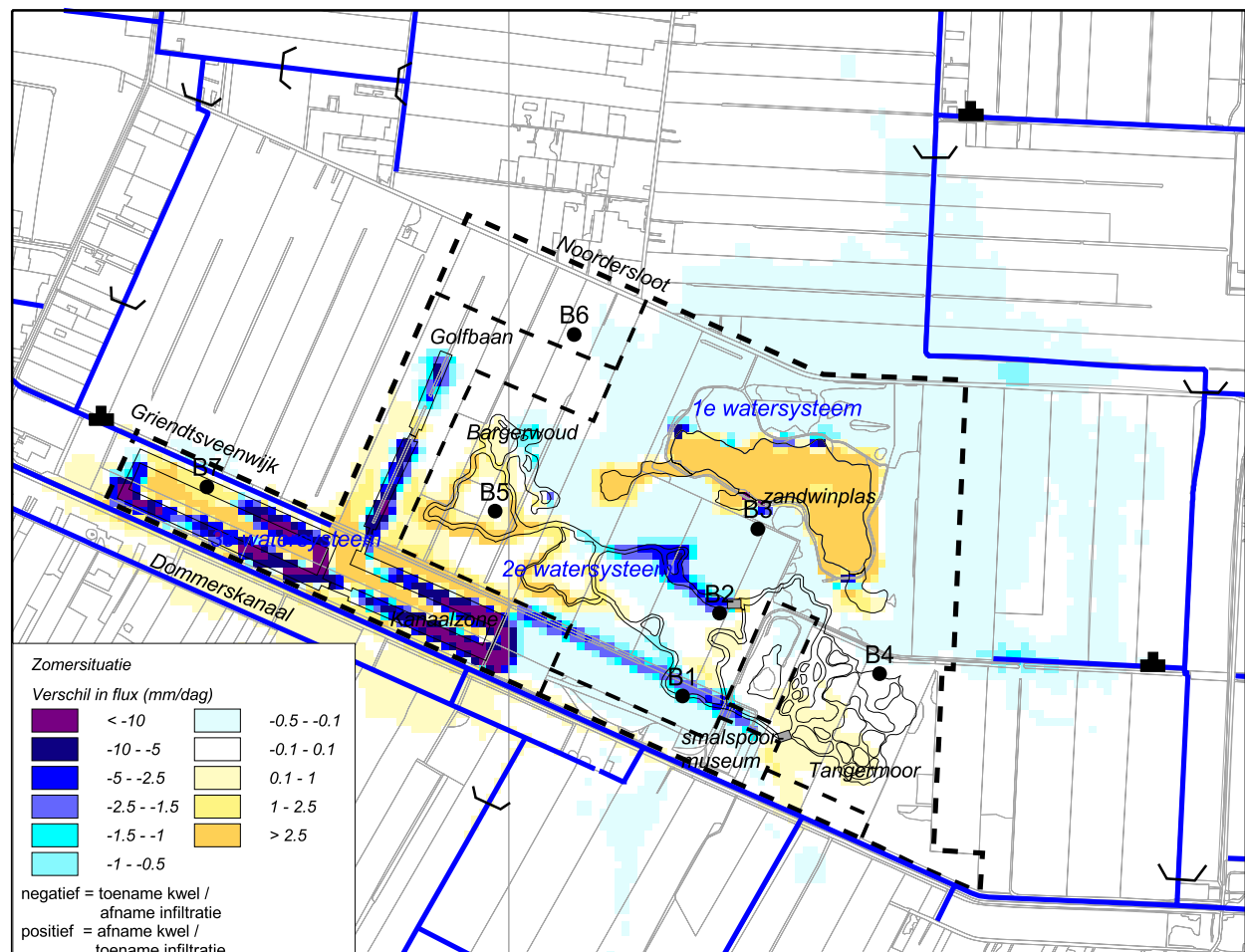
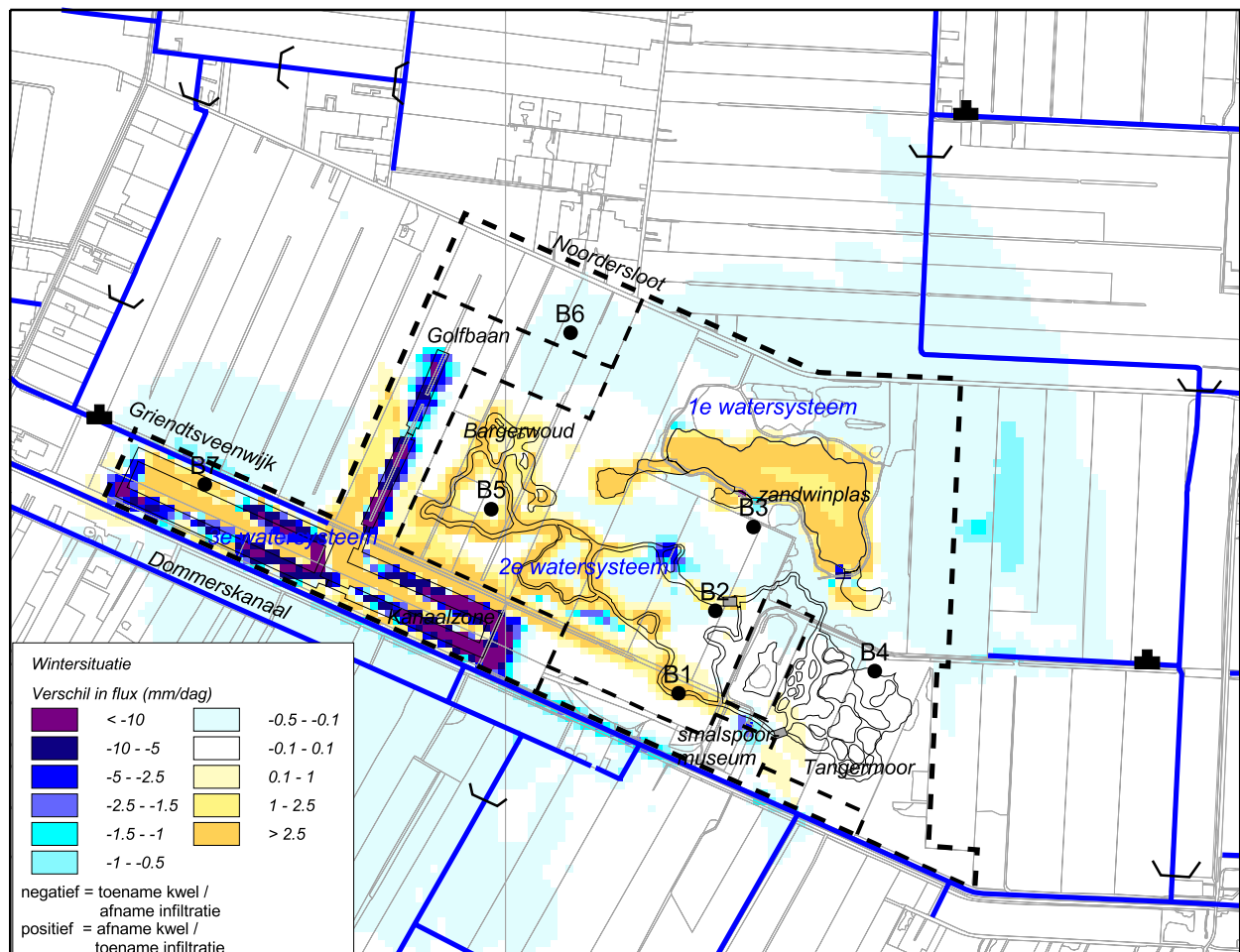
Figuur 5.11 Berekende isohypsen in het tweede watervoerend pakket - Scenario 4



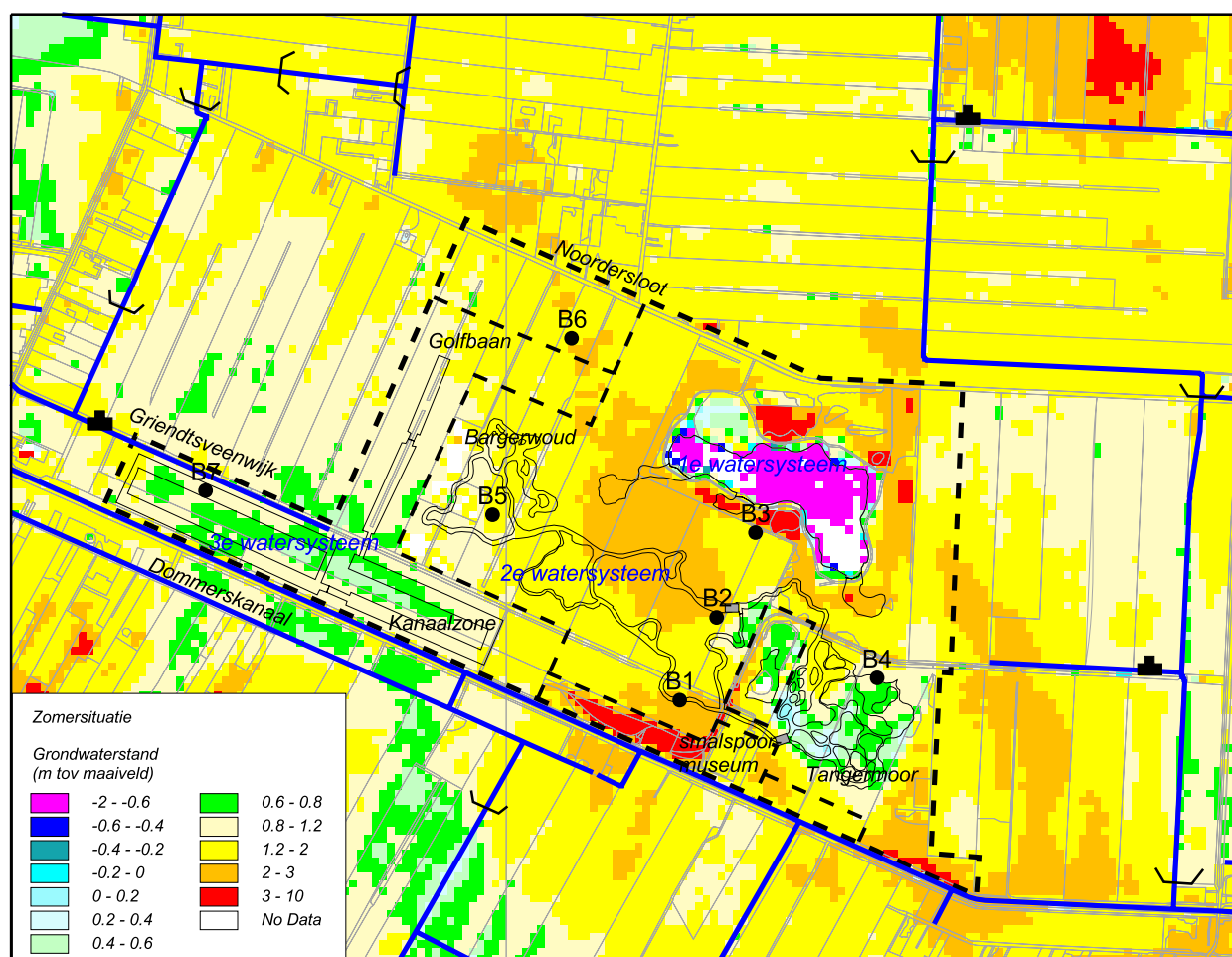
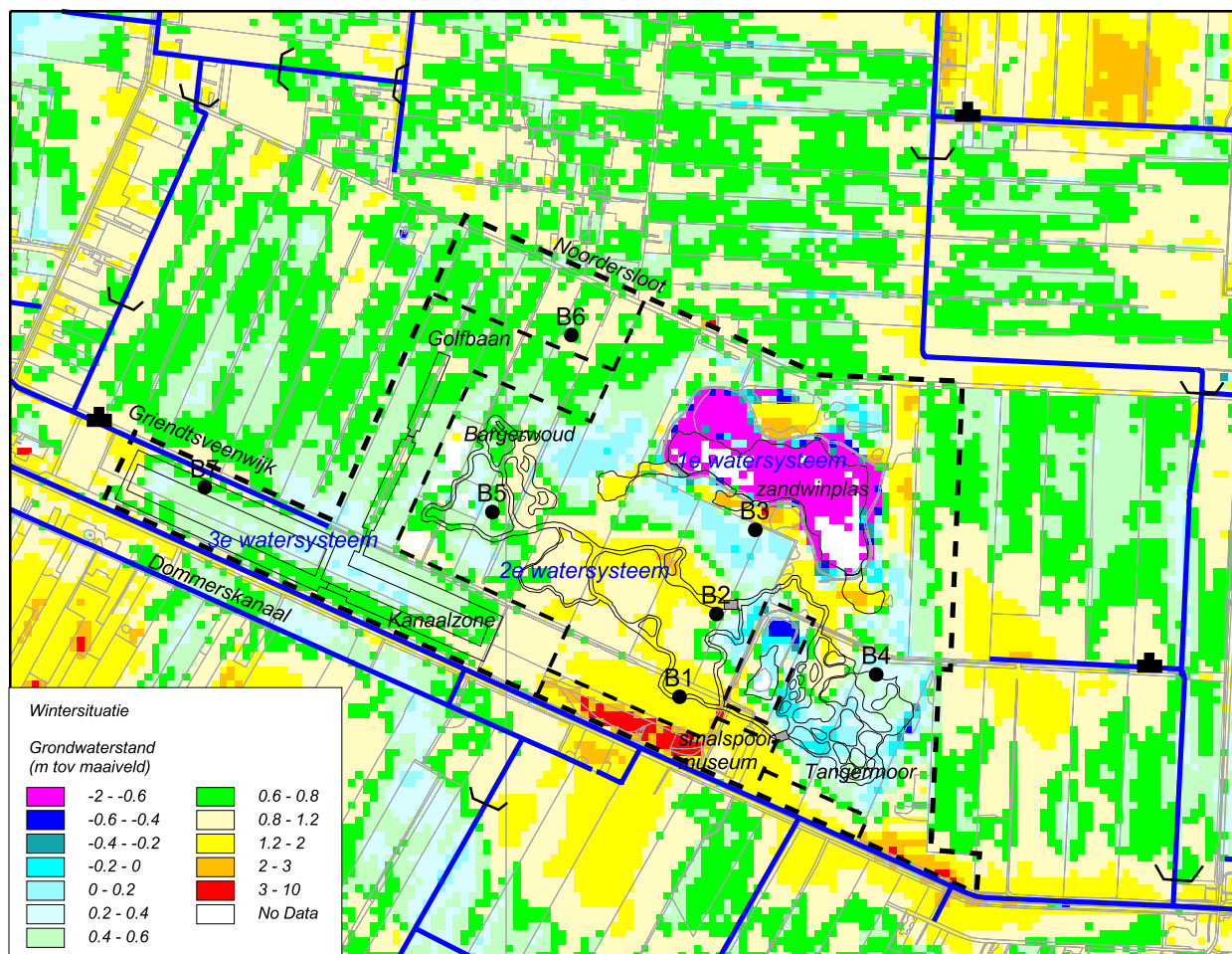
Figuur 5.12 Berekende isohypsen in het derde watervoerend pakket - Scenario 4



Figuur 5.13 Berekende kwel en infiltratie door de onderkant van het eerste watervoerende pakket
Scenario 4



Figuur 5.14 Berekende verschil in flux door de onderkant van het eerste watervoerende pakket
Scenario 4 en scenario 0



Figuur 5.15 Berekende grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld
Scenario 4

Tabel 5.3 Matrix met de resultaten van de beoordeling van verschillende inrichtingsvormen voor het recreatiepark in combinatie met het al dan niet aanpakken van de gietwaterproblematiek

scen-nr.	omschrijving	waterhuishoudkundige aspecten							kosten	eind-oordeel
		gietwater		recreatie		condities natte natuur	condities landbouw	water-overlast-bestrijding		
		gietwater-hoeveelheid	gietwater-kwaliteit	oppervlakte waterpeil	oppervlakte water-kwaliteit					
1	Conventionele aanleg Wildlife Resort zonder aanpak van de gietwaterproblematiek	+ –	–	– –	+ –	– –	– –	+	+ +	– –
2	Milieuvriendelijke aanleg Wildlife Resort zonder aanpak van de gietwaterproblematiek	+ –	–	–	+ –	–	–	+	+	–
3	Milieuvriendelijke aanleg Wildlife Resort met aanpak gietwaterproblematiek dmv onttrekking van diep grondwater	+	+	+	+	+	+	+	+ –	+
4	Scenario 3 + uitbreiding met een derde watersysteem	+	+	+ +	+	+	+	+ +	+ –	+ +

+ + = zeer positief (zeer goede gewenste effecten / geen ongewenste effecten / lage kosten)

+ = positief

+ – = neutraal

– = negatief

– – = zeer negatief

5.4 Conclusies

Conventionele aanleg van het tweede watersysteem conform scenario 1 (als één geheel zonder dat rekening gehouden wordt met de bodemopbouw) leidt als gevolg van doorsnijding van de keileem tot sterke (grond)waterstandsverlagingen in deelgebied Tangermoor en de omgeving van het traject van de rivier in het heidegebied. Bovendien treedt er hierdoor een kortsluitingseffect op in het tweede watervoerende pakket, met stijghoogteverlagingen in deelgebied Tangermoor tot gevolg. Zonder peilverhoging in de zandwinplas veroorzaakt de aanleg van lobben aan de zuidzijde van de plas stijghoogteverlagingen in het tweede watervoerende pakket. De toename van de verdroging veroorzaakt een nog verdere verdroging van reeds verdroogde natte natuurtypen en een zekere verdroging van het oostelijke landbouwgebied. Verder komen bij een conventionele inrichting de waterpeilen in Tangermoor en het traject van de rivier in het heidegebied erg ver beneden maaiveld te liggen (2,5 tot 4 m –mv).

Bij opsplitsing van het tweede watersysteem in een hoog en een laag peilvak en aanleg van het hoge peilvak boven de keileem (scenario 2) treedt in plaats van verdroging juist vernatting op van het deelgebied Tangermoor. In het heidegebied is echter nog steeds sprake van een zekere verdroging door aanleg van de rivier. Door de opsplitsing leidt de aanleg van het tweede watersysteem bovendien niet meer tot een kortsluiting in het tweede watervoerende pakket. Net als scenario 1 leidt de aanleg van de drie lobben nog wel tot verdroging.

In zowel scenario 1 als 2 blijft de huidige slechte waterkwaliteit in de zandwinplas gehandhaafd: door het lage peil blijft de zandwinplas ijzerrijk en antropogeen beïnvloed grondwater uit het noordoostelijke landbouwgebied draineren. Bovendien blijft in het omringende heidegebied versterkte mineralisatie van het veenpakket optreden en blijft ook de toestroming van het met voedingsstoffen verrijkt grondwater uit het heidegebied naar de plas gehandhaafd. Als gevolg van bemestingsinvloeden uit het verleden zal het grondwater in de voormalige landbouwgebieden van het Wildlife Parkresort voorlopig voedselrijk blijven en zal dus ook het oppervlaktewater van het tweede watersysteem voorlopig een voedselrijk karakter hebben. Bij aanleg volgens scenario 2 is er een risico op het vrijkomen van fosfaat door vernatting van de voedselrijke bovengrond. Dit probleem wordt echter grotendeels ondervangen door ontgraving van de bovengrond.

Bij onttrekking van diep grondwater (scenario 3) kan het hoge peil en de gedempte peildynamiek van de oorspronkelijke situatie (voordat onttrekking uit de plas plaatsvond) hersteld worden. De onttrekking veroorzaakt slechts een geringe stijghoogteverlaging in het derde watervoerende pakket. Het regionale grondwatersysteem wordt zodoende niet aangetast en er is geen significant negatief effect op het Bargerveen. Door de peilverhoging in de plas treden in het omringende gebied sterke grondwaterstandsstijgingen op, waardoor de verdroging van het heidegebied en de aangrenzende delen van het landbouwgebied worden gereduceerd. Ook wordt zo het effect van de aanleg van de drie lobben aan de zuidzijde van de plas geneutraliseerd en kunnen hogere waterpeilen in het tweede watersysteem gerealiseerd worden. Indien de kwaliteit van het diepe grondwater goed is (lage voedingsstoffenconcentraties), dan zal door het gebruik hiervan (in plaats van het ondiepe, vervuilde grondwater) de waterkwaliteit van de zandwinplas verbeteren. Door beluchting van het diepe grondwater wordt het huidige ijzerprobleem verholpen en door doorstroming van de watersystemen worden ook de mangaanconcentraties verlaagd.

Bij toevoeging van het derde watersysteem (scenario 4) ontstaat een goede basis voor een aantrekkelijke recreatieve inrichting van de golfbaan en de kanaalzone en met name bij flauwe afwerking van de oevers kan het systeem ook een ecologische meerwaarde hebben. Bovendien kan het wateroverschot van het derde watersysteem benut worden voor de gietwaterproductie en het op peil houden van het tweede watersysteem.

In alle scenario's zijn uitstekende mogelijkheden aanwezig voor bestrijding van wateroverlast: in extreem natte perioden kan in principe het totale gebiedseigen wateroverschot in zijn geheel (tijdelijk) in de watersystemen van het plangebied vastgehouden worden. Aanleg van een derde watersysteem heeft hierbij een belangrijke toegevoegde waarde: in de eerste plaats kan zo door de uitbreiding van het plangebied in zijn totaliteit nog meer water worden vastgehouden (en dus wateroverlast worden bestreden) en het water kan bovendien benut worden voor de gietwaterproductie. Het is niet raadzaam het derde watersysteem te gebruiken voor berging van gebiedsvreemd water: de slechte waterkwaliteit van het gebiedsvreemde water is nadelig voor de gietwatervoorziening en de toegevoegde waarde voor wateroverlastbestrijding is beperkt: vrijwel dezelfde winst wordt geboekt door het vasthouden van gebiedseigen water.

Eindconclusie

De beste methode voor aanpak van de gietwaterproblematiek en de meest optimale integrale waterhuishoudkundige inrichting van het recreatiepark worden dus gerealiseerd door aanleg en beheer van de watersystemen volgens scenario 4. Ook aanleg volgens scenario 3 geeft zeer positieve effecten. In beide gevallen kan voor niet al te hoge kosten productie van kwalitatief goed gietwater plaatsvinden in combinatie met een recreatief aantrekkelijke waterrijke inrichting, een reductie van de wateroverlast in het benedenstroomse oppervlaktewaterstelsel en een vermindering van de verdroging van natte natuurtypen en landbouwgronden.

6 Optimalisatie scenario-berekeningen op basis van een pompproef

6.1 Inleiding

Uit het hydrologisch vooronderzoek volgt dat de waterproblematiek in het geplande recreatiepark het best aangepakt kan worden door middel van onttrekking van diep grondwater in combinatie met milieuvriendelijke aanleg van de watersystemen (= scenario 3 of 4). Op deze wijze kan een aantrekkelijke recreatieve inrichting gecombineerd worden met levering van gietwater van goede en constante kwaliteit en wordt de verdroging van natte natuurtypen en landbouwgebieden in de omgeving van de zandwinplas (waaruit in de huidige situatie het gietwater wordt onttrokken) gereduceerd. Bovendien kan in de omvangrijke oppervlaktewatersystemen in extreem natte perioden het totale neerslagoverschot van het recreatiepark tijdelijk worden vastgehouden, waardoor een belangrijke bijdrage wordt geleverd aan de wateroverlastbestrijding van het verder benedenstrooms gelegen, overstromingsgevoelige gebied.

De onttrekking van diep grondwater leidt echter wel tot een zekere stijghoogte-verlaging in het derde watervoerende pakket. Op grond van de eerder uitgevoerde berekeningen bleek dat de effecten niet groot waren en het verder oostelijk gelegen natuurgebied Bargerveen hiervan geen nadelige invloed zal ondervinden. Desalniettemin bleef er zorg bestaan over eventuele kleine effecten op dit ecologisch waardevolle natuurgebied.

Om met behulp van het model de effecten van de onttrekking op het Bargerveen nauwkeuriger te kunnen berekenen en meer zekerheid te krijgen over de geschiktheid van de locatie voor onttrekking van diep grondwater is in opdracht van de WMD / Gietwater BV en Griendtsveen DLO een pompproef uitgevoerd. In dit hoofdstuk worden de resultaten van de pompproef en de aangepaste modelberekeningen weergegeven.

6.2 Opzet pompproef en eerste metingen

Voor de pompproef zijn door de firma Haitjema in de zomer en herfst van 2006 een pompput en zeven waarnemingsputten geboord. De locaties zijn weergegeven op de kaart van figuur 6.1. De pompput is eind juli 2006 geboord en heeft een einddiepte van 100 meter. Door Haitjema is vervolgens een capaciteitsmeting uitgevoerd. Hieruit is gebleken dat de capaciteit van de pompput zeer goed is: bij een afpompings van 2 meter levert de pompput circa 150 m³/uur. Ook zijn monsters van het grondwater genomen. Uit de analyseresultaten is gebleken dat zowel het ijzer- als het mangaangehalte behoorlijk hoog zijn: ijzer 24,7 mg/l en mangaan 0,65 mg/l.

In de periode van augustus tot en met oktober 2006 zijn de waarnemingsputten geboord. Deze zijn allen 50 meter diep. Op een diepte tussen circa 25 en 35 meter werd een kleipakket (PP, WP2, WP3, WP4 en WP7) of een pakket van kleiïge zanden (WP1, WP5 en WP6) aangetroffen. Hieruit volgt dat overal een tweede scheidende laag (Cromerklei) aanwezig is, maar deze laag is met name aan de zuidwestkant van het recreatiepark (WP5 en WP6) minder goed ontwikkeld. Dit beeld stemt dus in grote lijnen overeen met de REGIS-gegevens, waaruit al was gebleken dat het recreatiepark op de zuidwestgrens ligt van het gebied waar Cromerklei voorkomt (zie figuur 2.2).

In alle waarnemingsputten zijn in het tweede en derde watervoerende pakket peilbuizen geplaatst. In de peilbuizen zijn de grondwaterstanden met behulp van divers automatisch geregistreerd. Vanaf 8 november is eerst gedurende een week de natuurlijke uitgangssituatie vastgelegd. Vanaf 15 november is de pompput aangezet (start pompproef). Er is gedurende 1 week met een constante capaciteit van 60 m³/uur gepompt. Uit de reactie van de grondwaterstanden wordt afgeleid hoe gemakkelijk het grondwater door de watervoerende lagen toestroomt en de weerstandsbiedende kleilagen passeert. Deze gegevens zijn gebruikt om de callibratie van het model te verfijnen. Na een week pompen is de pompput weer uitgezet, en is een stopproef uitgevoerd: er is gemeten hoe de grondwaterstanden weer omhoog komen.

6.3 Resultaten pompproef en aanpassing modelparameters

Op grond van de meetreeksen van wp7 zijn de meetreeksen van wp1 t/m wp6 gecorrigeerd op neerslaginvloeden. Waarnemingsput wp7 is namelijk ver (2,7 km) van de pompput verwijderd, en het effect van de onttrekking op de grondwaterstand is hier veel kleiner dan het effect van de neerslag. De tijd-verlagingslijnen die voor de peilbuizen in het derde watervoerende pakket op grond van de gecorrigeerde meetreeksen zijn afgeleid zijn weergegeven in de grafieken van wp1 t/m wp6 in bijlage 4. De ongecorrigeerde tijd-verlagingslijn van wp7 is weergegeven als laatste grafiek van bijlage 4.

In principe zou het beter geweest zijn om voor de correctie een echt onafhankelijke peilbuis te gebruiken. Een goede meetreeks hiervan is in de betreffende periode echter niet beschikbaar. Het probleem kan ondervangen worden door ook de ongecorrigeerde meetreeksen in beschouwing te nemen: deze meetreeksen zijn in bijlage 5 opgenomen. Met de ongecorrigeerde reeksen zijn de uitkomsten in grote lijnen hetzelfde. Het gaat dus eigenlijk alleen om een fine-tuning.

De pompproef is gesimuleerd met behulp van het grondwatermodel. In de grafieken van bijlage 4 zijn de berekende tijd-verlagingslijnen van het derde watervoerende pakket samen met de gemeten tijdverlagingslijnen aangegeven. Eerst is er gerekend met de oorspronkelijke waarden van de modelparameters: de resultaten hiervan zijn weergegeven met rode lijnen. Vervolgens zijn de modelparameters zodanig aangepast dat de berekende niet-stationaire tijd-verlagingslijnen goed overeenkomen met de gemeten tijd-verlagingslijnen. Daarbij zijn verscheidene aanpassingen getest. De beste resultaten werden uiteindelijk verkregen bij een aanpassing van het doorlaatvermogen van het derde watervoerende pakket met een factor 0,65 tot 0,75. De resultaten hiervan zijn in de grafieken met groene en blauwe lijnen weergegeven. Gemiddeld gezien moet het doorlaatvermogen van het derde watervoerende pakket dus met een factor 0,7 aangepast worden.

Daarnaast is ook de bergingscoëfficiënt aangepast van 0,0001 naar 0,001: de aangepaste waarde geeft een betere "fit" bij aanvang van de pompproef, ofwel de snelheid waarmee het maximale verlagingniveau bereikt wordt. De aanpassing maakt echter niets uit voor de uiteindelijke verlaging. De aanpassing van de kD is dus het belangrijkste.

Er was geen aanleiding om de weerstand van de Cromerklei aan te passen: conform de resultaten van de metingen bleek dat ook bij de weerstand zoals gehanteerd in het model de verlagingen in het derde watervoerende pakket in beperkte mate doorwerkten in het tweede watervoerende pakket.

6.4 Resultaten waarnemingsput wp7

Waarnemingsput wp7 staat nabij de westgrens van het Bargerveen. Uit de (ongecorrigeerde) grafiek van wp7 blijkt dat gedurende de eerste vier dagen van de pompproef de grondwaterstand onder invloed van het neerslagoverschot enkele centimeters stijgt. Daarna daalt gedurende een vrij droge periode van enkele dagen de grondwaterstand met enkele centimeters, en in de hierop volgende natte perioden treedt weer een stijging op. Het verloop van het neerslagoverschot is dus bepalend voor het grondwaterstandsverloop en het effect van de pompproef is in vergelijking hiermee verwaarloosbaar klein.

Ook met het model worden ter plaatse van wp7 slechts zeer geringe effecten van de pompproef berekend (zowel bij hantering van de oorspronkelijke als de aangepaste waarden van de modelparameters).

6.5 Aanpassing scenario-berekeningen

Het voorkeursscenario (= scenario 4) is opnieuw doorgerekend. Ten aanzien van de effecten in de richting van het Bargerveen gelden de resultaten van de aangepaste berekeningen echter ook voor scenario 3: de jaarlijkse onttrekkingshoeveelheden en het onttrekkingsregime van scenario's 3 en 4 zijn immers gelijk aan elkaar.

Het voorkeursscenario is voor de GLG-situatie opnieuw doorgerekend. De GLG-situatie is de situatie bij de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand. De GLG is een belangrijke stuurvariabele in relatie tot het behoud en herstel van hoogveenvegetaties. De resultaten van de nieuwe berekeningen zijn op de kaarten van figuren 6.2, 6.3 en 6.4 weergegeven.

Op verzoek van de betrokkenen van Staatsbosbeheer zijn op de kaarten ook de 1 tot 5 cm contouren van de berekende verlagingen weergegeven. Normaal gesproken worden echter alleen veranderingen die groter zijn dan 5 cm aangegeven en worden veranderingen die kleiner zijn dan 5 cm als niet significant beschouwd. Om te voldoen aan de wensen van Staatsbosbeheer en toch een beeld te krijgen van eventuele minieme effecten op het Bargerveen zijn de berekende verlagingen van 1 tot 5 cm ondanks de bezwaren wel toegevoegd.

Uit figuur 6.2 blijkt dat (na aanpassing van het model op grond van de resultaten van de pompproef) er als gevolg van de onttrekking van diep grondwater volgens scenario 4 in de GLG-situatie in het Bargerveen in het eerste watervoerende pakket (= zandlaag tussen de veenbasis en de keileem) geen verlaging berekend wordt. In de noordwesthoek van het Schoonebeeker Veld wordt wel een kleine verlaging (van circa 1 cm) berekend, maar het betreft hierbij dus geen significante verlaging.

Uit figuur 6.3 blijkt dat na aanpassing van het model op grond van de resultaten van de pompproef er als gevolg van de onttrekking van diep grondwater volgens scenario 4 in de GLG-situatie zowel in het Bargerveen als in het Schoonebeekerveld in het tweede watervoerende pakket (= zandlaag onder de keileem) geen verlaging (van 1 cm of meer) berekend wordt.

Uit figuur 6.4 blijkt dat na aanpassing van het model op grond van de resultaten van de pompproef er als gevolg van de onttrekking van diep grondwater volgens scenario 4 in de GLG-situatie op de uiterste westgrens van het Bargerveen en in de noordwesthoek van het Schoonebeeker Veld in het derde watervoerende pakket (= zandlaag onder de Cromerklei) een kleine verlaging (van 1 cm) berekend wordt.

Als nadere toelichting op het effect van de diepe grondwateronttrekking in de doorgerekende GLG-situatie is een geohydrologisch dwarsprofiel vervaardigd (zie figuur 6.5). De ligging van de raai van het dwarsprofiel is aangegeven op de kaart van figuur 6.1. In het dwarsprofiel zijn de drie watervoerende pakketten, de twee slecht doorlatende lagen (keileem en Cromerklei) en de hydrologische basis aangegeven. Bovendien is in het dwarsprofiel de stijghoogte in het derde watervoerende pakket weergegeven, zowel in de uitgangssituatie als bij onttrekking van diep grondwater (volgens scenario 4). Verder is in het Bargerveen de waterstand in het veenpakket aangegeven. Door de onttrekking van het diepe grondwater daalt de stijghoogte in de GLG-situatie in het derde watervoerende pakket in de directe omgeving van de winplaats met 5 tot 20 cm en onder het westelijke deel van het Bargerveen is de berekende verlaging in het derde watervoerende pakket hooguit 1 cm. Door de weerstandsbiedende werking van de Cromerklei werkt deze verlaging niet door in het tweede watervoerende pakket en dus ook niet in het eerste watervoerende pakket. Dit betekent dat er dus ook geen negatief effect is op de vochtigheidstoestand van de veenbasis, en dat dus ook een eventuele voeding van het hoogveengebied door kwel vanuit de zandondergrond niet beïnvloed wordt.

Wel moet bij scenario 4 (en ook bij scenario 3) rekening gehouden worden met sterkere effecten tijdens piekonttrekkingen in de periode mei tot en met augustus. Deze effecten gelden dus niet voor de doorgerekende GLG-situatie van eind september. Een GLG-situatie kan zich in de praktijk echter ook eerder in het jaar voordoen, met name in juli en augustus. Juli is tevens een maand met een maximale piekonttrekking. Voor deze situatie is in scenario 4 (met een onttrekking in juli van 130.000 m³) in het westelijke deel van het Bargerveen een verlaging van 2 cm in het derde watervoerende pakket en een verlaging van 1 cm in het tweede watervoerende pakket berekend. In het eerste watervoerende pakket (= zandlaag boven de keileem, ofwel de veenbasis) wordt in het westelijke deel van het Bargerveen echter ook bij maximale piekonttrekking geen verlaging berekend.

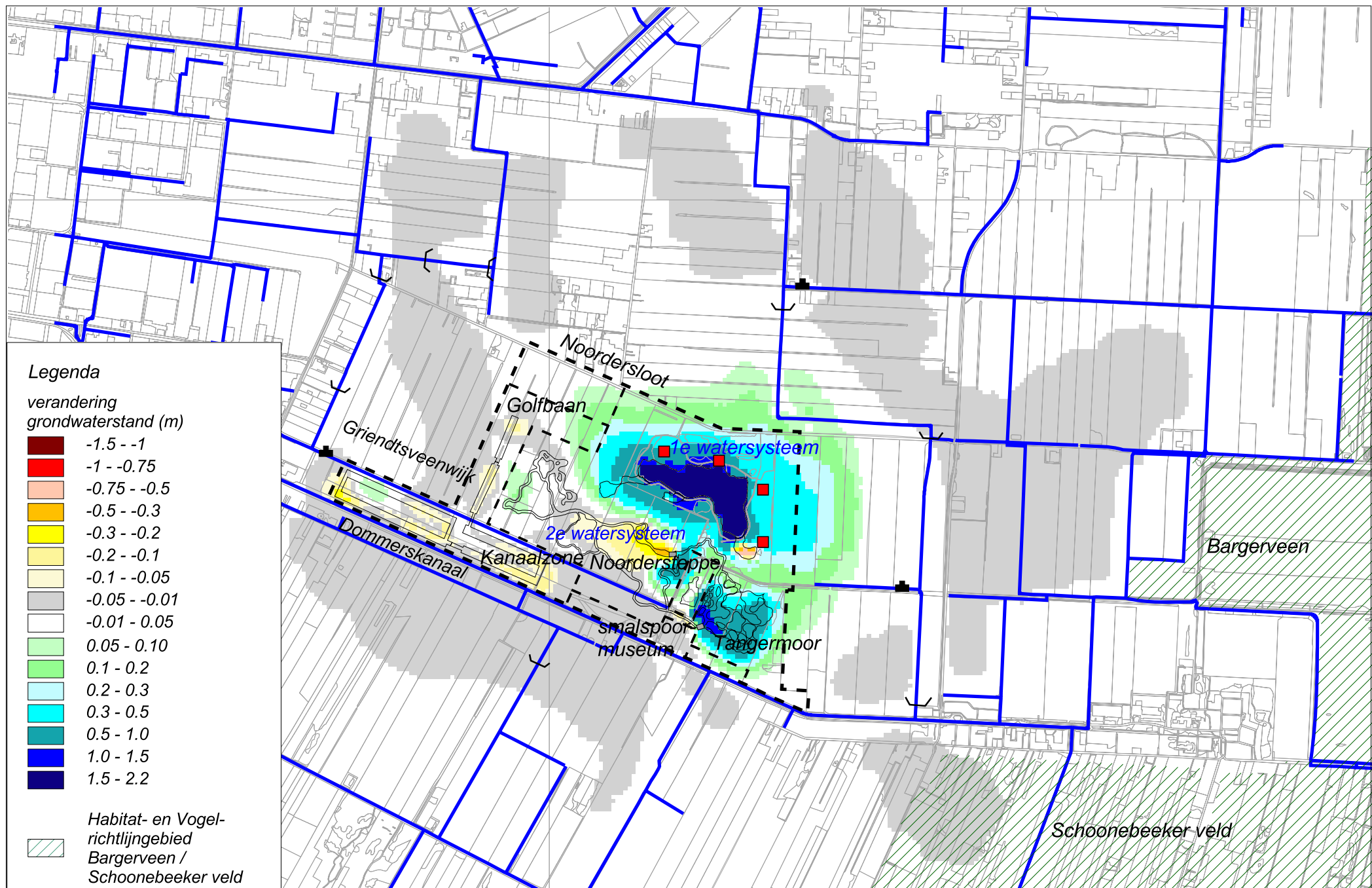
6.6 Conclusies

Op basis van resultaten van de pompproef is in het hydrologisch model het doorlaatvermogen van het derde watervoerende pakket aangepast met een factor 0,7. Daarnaast is ook de bergingscoëfficiënt van het derde watervoerende pakket aangepast (van 0,0001 naar 0,001).

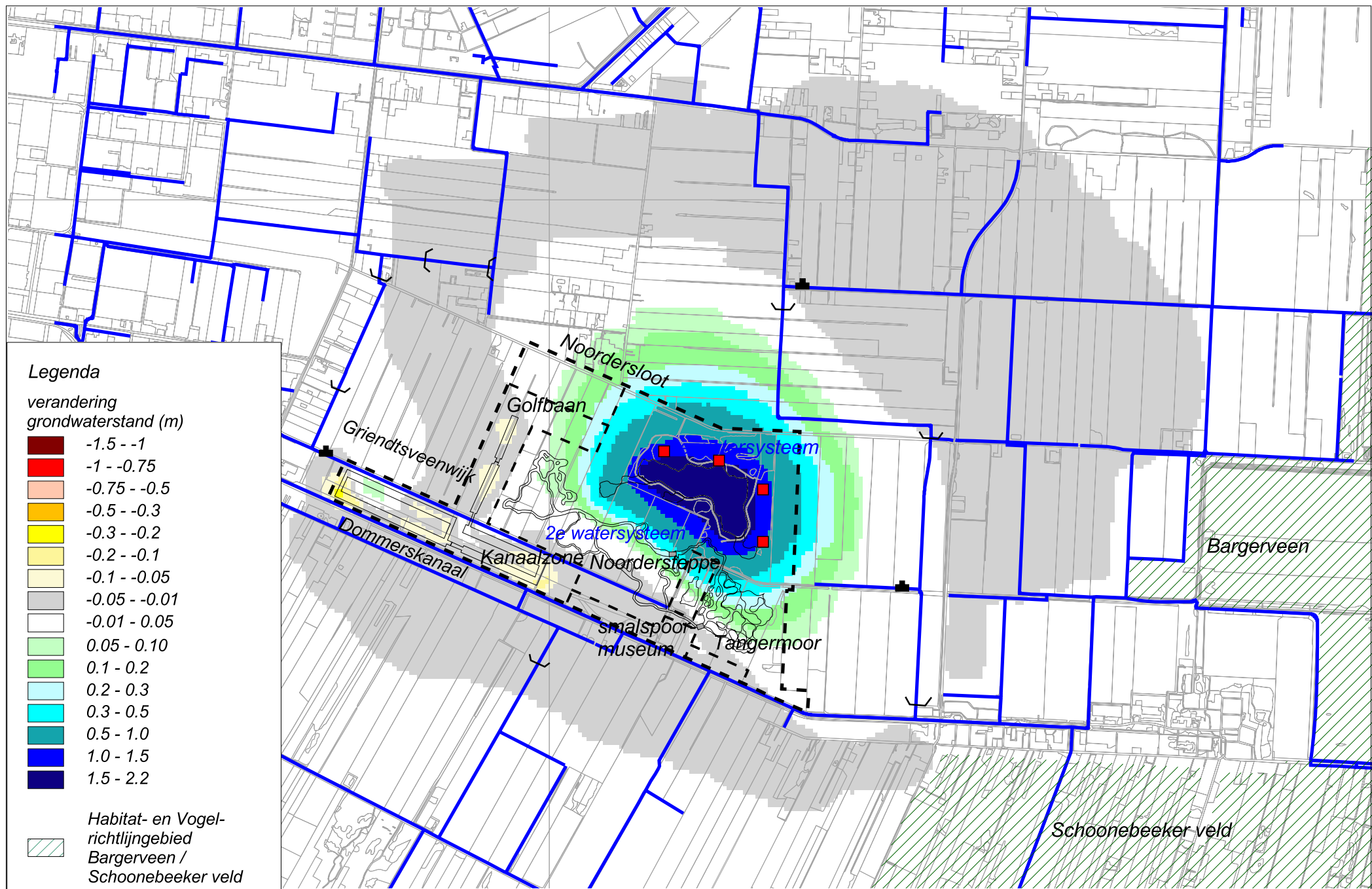
Ook op grond van de aangepaste modelberekeningen (op basis van de resultaten van de pompproef) blijkt dat er als gevolg van de onttrekking van diep grondwater conform scenario 4 (en dus ook conform scenario 3) er geen significant negatieve effecten zijn op het Bargerveen en het Schoonebeeker Veld. In (de veenbasis van) het Bargerveen worden ook geen kleine verlagingen (van 1 tot 5 cm berekend). In de uiterste noordwesthoek van het Schoonebeeker Veld wordt wel een kleine verlaging van circa 1 cm berekend in het eerste watervoerende pakket (maar dit is dus geen significante verlaging).



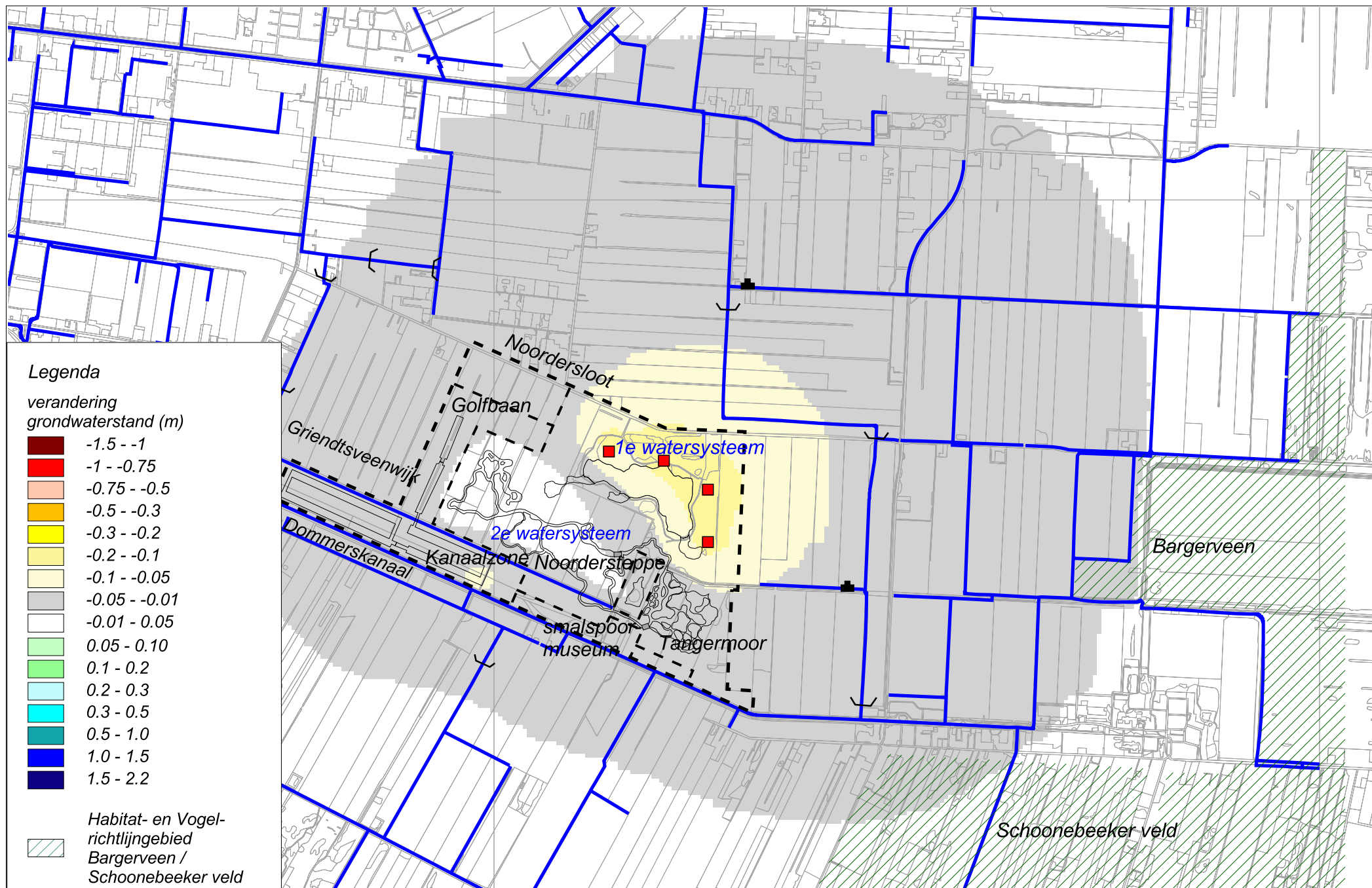
Figuur 6.1 Locaties pompput en waarnemingsputten



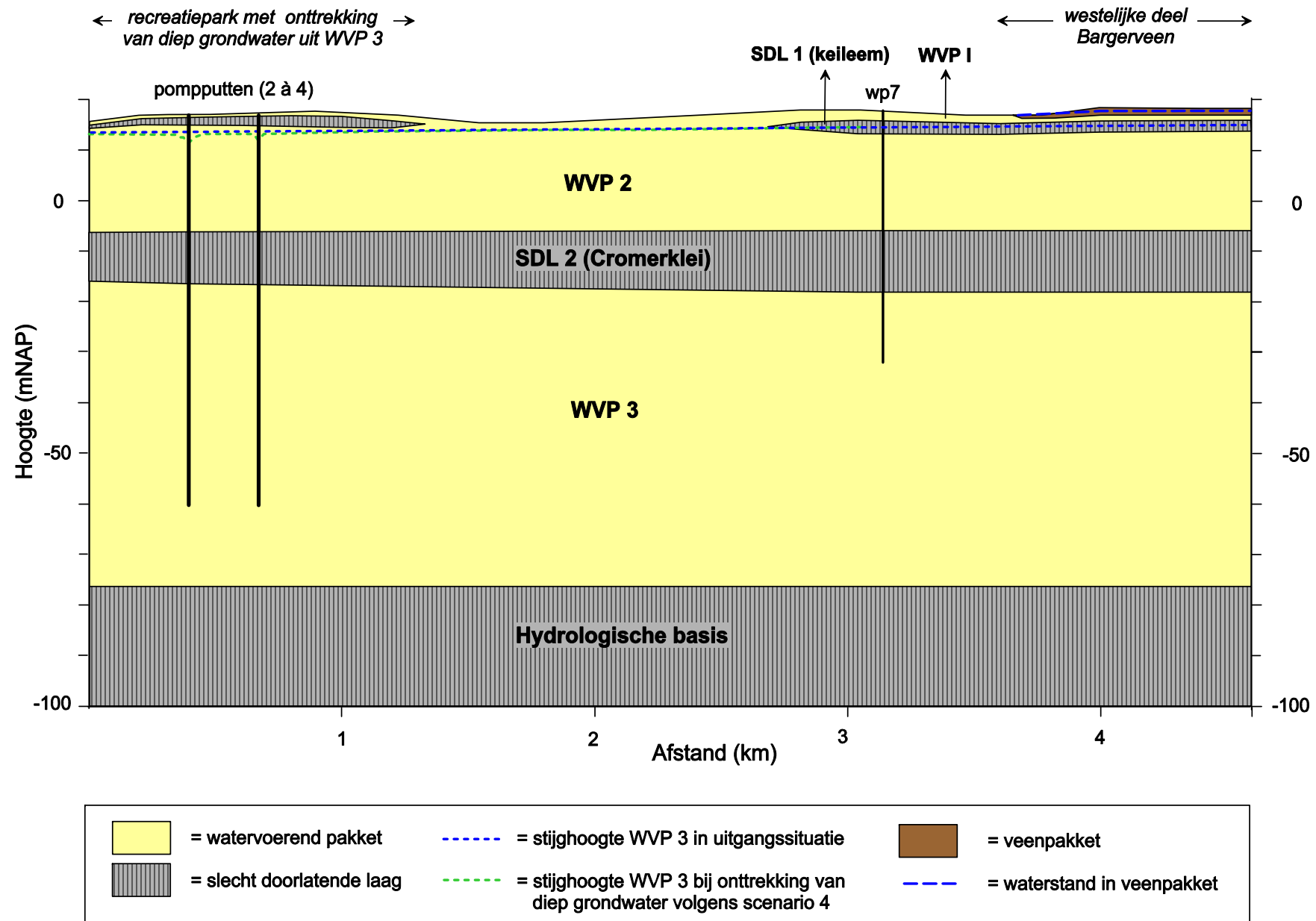
Figuur 6.2 Kaart met de berekende verandering in stijghoogte (tussen scenario 4 en 0-scenario) in het eerste watervoerend pakket bij aangepaste modelparameters



Figuur 6.3 Kaart met de berekende verandering in stijghoogte (tussen scenario 4 en 0-scenario) in het tweede watervoerend pakket bij aangepaste modelparameters



Figuur 6.4 Kaart met de berekende verandering in stijghoogte (tussen scenario 4 en 0-scenario) in het derde watervoerend pakket bij aangepaste modelparameters



Figuur 6.5 Geohydrologisch dwarsprofiel met nadere toelichting van het effect van de onttrekking van diep grondwater

7 Aanvullend hydrologisch modelonderzoek

7.1 Inleiding

Om de volgende redenen is aanvullend hydrologisch modelonderzoek uitgevoerd:

- Vanwege nieuwe ontwikkelingen in de vraag naar gietwater.
- Om af te leiden of met een constante onttrekking van diep grondwater en gebruik van de zandwinplas als voorraadbuffer negatieve effecten op de stijghoogte van het diepe grondwater verminderd kunnen worden.
- Om af te leiden wat het effect van de onttrekking van diep grondwater is ten opzichte van de onbeïnvloede situatie: deze informatie is nodig voor toetsing van het plan in het kader van de NB-wet.

De opzet van hoofdstuk 7 is daarbij als volgt:

- In paragraaf 7.2 wordt de effectbepaling van het aanvullende scenario 5 weergegeven. In scenario 5 zijn de nieuwe ontwikkelingen in de vraag naar gietwater verwerkt en wordt uitgegaan van een constante onttrekking van diep grondwater in combinatie met het gebruik van de zandwinplas als voorraadbuffer.
- In paragraaf 7.3 volgt effectbepaling ten opzichte van de onbeïnvloede situatie.
- In paragraaf 7.4 worden de conclusies van het aanvullende hydrologisch modelonderzoek beschreven.

7.2 Effectbepaling scenario 5

Inleiding

Door recente ontwikkelingen in de glastuinbouwsector de vraag naar gietwater de laatste jaren (vanaf 2006) structureel afgenomen. In de eerste plaats is (in het kader van renovaties die onlangs in het glastuinbouwgebied van Erica zijn uitgevoerd) in sterkere mate overgeschakeld naar toevoer uit andere bronnen (kasdekwater en particuliere onttrekkingen van grondwater). In de tweede plaats heeft de regio te maken met een tegenvallende uitbreiding van de glastuinbouwsector. In relatie hiermee is het gemeentelijk beleid er nu op gericht om eventuele uitbreiding alleen in het glastuinbouwgebied van Klazienaveen en niet in dat van Erica plaats te laten vinden. Er is dus ook geen groei in het areaal aan glastuinbouwgebied die de daling in de vraag naar gietwater als gevolg van de renovaties kan opvangen. In 2006 zag de WMD / Gietwater BV al een afname in de vraag naar 621.000 m³/jaar, en de cijfers tot en met september 2007 wijzen op een sterke afname ten opzichte van de hoeveelheid van 2006.

In scenario's 3 en 4 was bovendien 50.000 m³/jaar gereserveerd voor de opvang van de wegzijging en de verdamping vanuit de watersystemen. In de uiteindelijk gekozen opzet van de watersystemen is deze 50.000 m³/jaar naar verwachting niet nodig. De wegzijging en verdamping worden namelijk ondervangen door te accepteren dat de peilen in de watersystemen in droge perioden wegzakken (semi-natuurlijk peilbeheer). De peilen blijven daarbij hoog genoeg in relatie tot de ondergrenzen die vanuit de recreatieve doelstelling zijn geformuleerd (zie hoofdstuk 9: integraal waterbeheer Wildlife Parkresort).

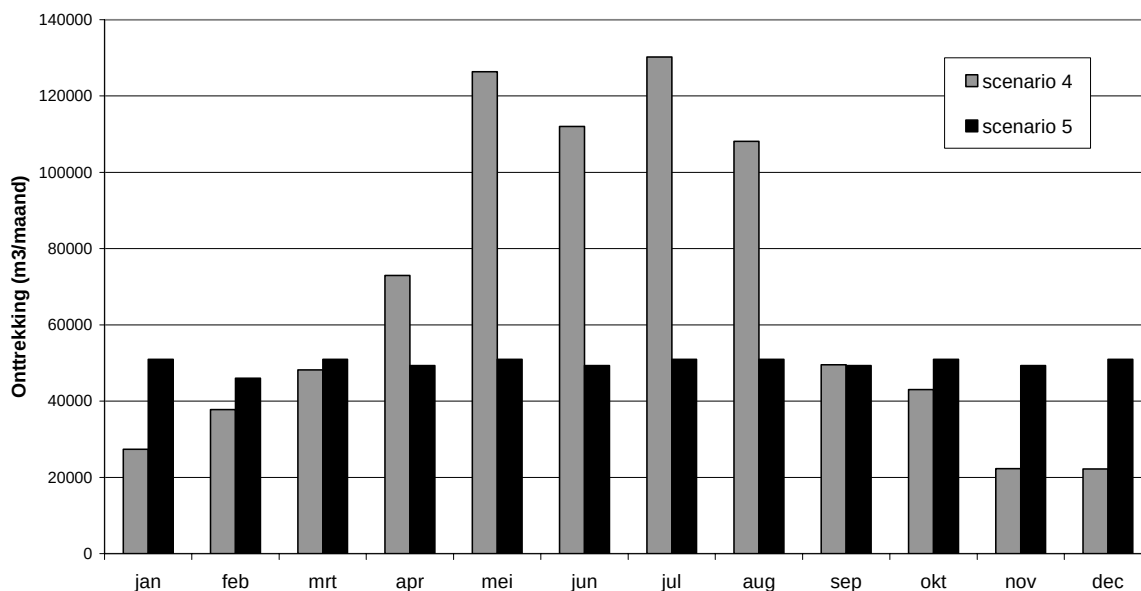
De afname in de vraag naar gietwater en het werken met een semi-natuurlijk peilbeheer hebben als gevolg dat de jaarlijks benodigde hoeveelheid aan diep grondwater dus geringer is dan in scenario's 3 en 4 was aangenomen: in plaats van 800.000 m³/jaar is volgens de nieuwe inzichten slechts 600.000 m³/jaar nodig.

Bovendien werd in scenario's 3 en 4 uitgegaan van onttrekking van diep grondwater conform de maandelijkse behoefte (zie figuur 7.1). Nadeel van deze vorm van onttrekking is de aanwezigheid van hoge onttrekkingspieken in de periode mei tot en met augustus (zie figuur 7.1). Als gevolg van deze hoge piekonttrekkingen zijn in deze maanden ook de negatieve effecten op de stijghoogten van het diepe grondwater relatief groot. Hoewel er ook dan geen negatieve effecten in het Bargerveen optreden (zie laatste alinea van paragraaf 6.5), vormden de sterkere effecten bij de piekonttrekkingen in de periode mei tot en met augustus wel de aanleiding om na te denken over een onttrekkingsvorm met een geringer negatief effect op de stijghoogte van het diepe grondwater in de zomerperiode.

Bij gebruik van de zandwinplas als voorraadbuffer kan gewerkt worden met een min of meer constante onttrekking van diep grondwater gedurende het jaar. Pieken in de vraag naar gietwater in de zomermaanden worden hierbij opgevangen door (extra) onttrekking van water vanuit de voorraad in de zandwinplas. In de winter wordt de voorraad vervolgens weer worden aangevuld doordat de vraag lager is dan gemiddeld.

In aanvulling op de eerdere berekeningen is zodoende in scenario 5 berekend wat de effecten zijn bij constante onttrekking bij een jaarlijkse onttrekkingshoeveelheid van 600.000 m³, ofwel circa 50.000 m³/maand (zie figuur 7.1).

Maandelijkse onttrekkingshoeveelheden van diep grondwater in scenario's 4 en 5



Figuur 7.1 Maandelijkse onttrekkingshoeveelheden van diep grondwater zoals aangenomen in scenario 4 (jaarlijkse onttrekking van 800.000 m³ en onttrekking conform maandelijkse behoefte aan gietwater) en scenario 5 (jaarlijkse onttrekking van 600.000 m³ en constante onttrekking)

Resultaten

De stijghoogteveranderingen die in scenario 5 in de drie watervoerende pakketten zijn berekend zijn weergegeven in figuren 7.2, 7.3 en 7.4. De stijghoogteveranderingen die bij scenario 5 berekend worden zijn vergelijkbaar met die van scenario 4 in de GLG-situatie. Er worden dus geen verlagingen in het eerste en tweede watervoerende pakket in het Bargerveen berekend (dus geen significante verlagingen en ook geen kleine verlagingen). Bovendien worden nu in het eerste en tweede watervoerende pakket ook geen verlagingen berekend in de noordwesthoek van het Schoonebeeker Veld (dus geen significante verlagingen en ook geen kleine verlagingen). Wel wordt (net als scenario 4 in de GLG-situatie) op de uiterste westgrens van het Bargerveen en noordwesthoek van het Schoonebeeker Veld een stijghoogteverlaging van 1 cm in het derde watervoerende pakket berekend (maar deze minieme verlaging werkt dus niet door in het tweede of eerste watervoerende pakket).

De verklaring voor de sterke overeenkomst van de resultaten is dat in de maand voorafgaand aan de GLG-situatie (september) de gemiddelde onttrekkingshoeveelheid op hetzelfde niveau ligt (50.000 m³/maand) als de onttrekkingshoeveelheid conform de maandelijkse behoefte aan gietwater (in september ook 50.000 m³/maand: zie figuur 7.1). In scenario 4 werken de hoge piekonttrekkingen van de voorafgaande zomerperiode blijkbaar dus niet (of nauwelijks) door in de GLG-situatie.

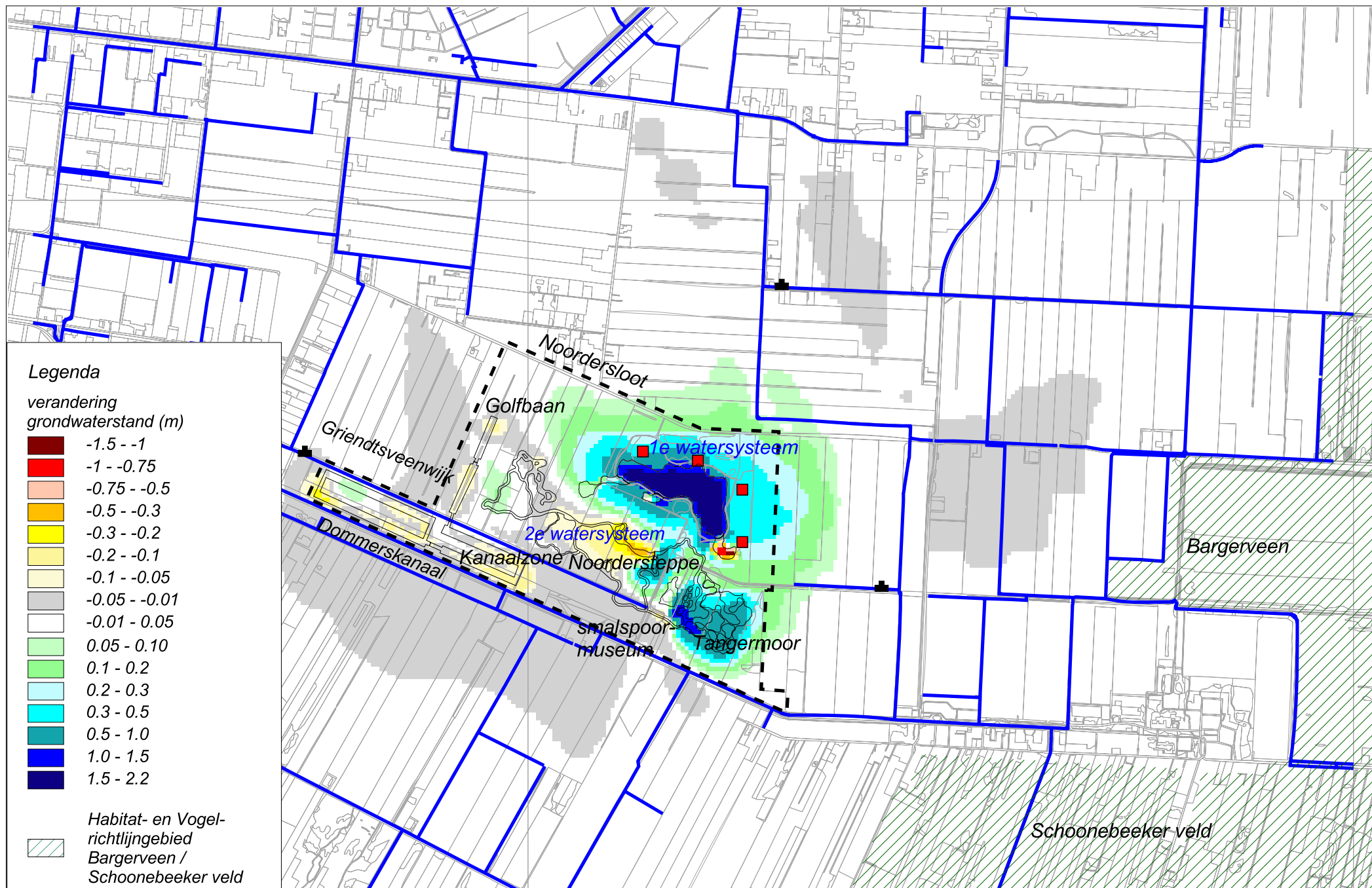
Voordeel van scenario 5 ten opzichte van scenario 4 is dus dat sterkere verlagingen als gevolg van piekonttrekkingen in de periode mei tot en met augustus (zoals in scenario 4) worden voorkomen. Echter ook dan worden er nog steeds geen verlagingen in het eerste watervoerende pakket in het Bargerveen berekend (zie paragraaf 6.5). Desalniettemin is vanuit het oogpunt van beperking van de effecten op de stijghoogte van het diepe grondwater (in het algemeen) en de effecten in de richting van het Bargerveen (in het bijzonder) een constante onttrekking in combinatie met een geringere jaarlijkse onttrekkingshoeveelheid uiteindelijk beter.

Bij het gebruik van de zandwinplas als voorraadbuffer (scenario 5) zakt het peil in de zomer weg tot circa 13,5 mNAP in de GLG-situatie (zie tabel 7.1). Dit is 0,5 meter verder dan bij onttrekking conform de maandelijkse vraag naar gietwater (voor de zomerpeilen van scenario's 3 en 4: zie tabel 5.2). Als gevolg hiervan wordt door de plas ondiep grondwater aangetrokken. Door het aantrekken van het ondiepe grondwater wordt het wegzakken van het peil in de plas dus weer gereduceerd. Door het aantrekken van ondiep grondwater kan bovendien de onttrekkingshoeveelheid van het diepe grondwater nog (enigszins) gereduceerd worden. Het is daarbij wel van belang dat bij het op peil brengen van de plas in het winterhalfjaar er niet al teveel water verloren gaat naar de omgeving: het peil moet dus niet te hoog opgezet worden.

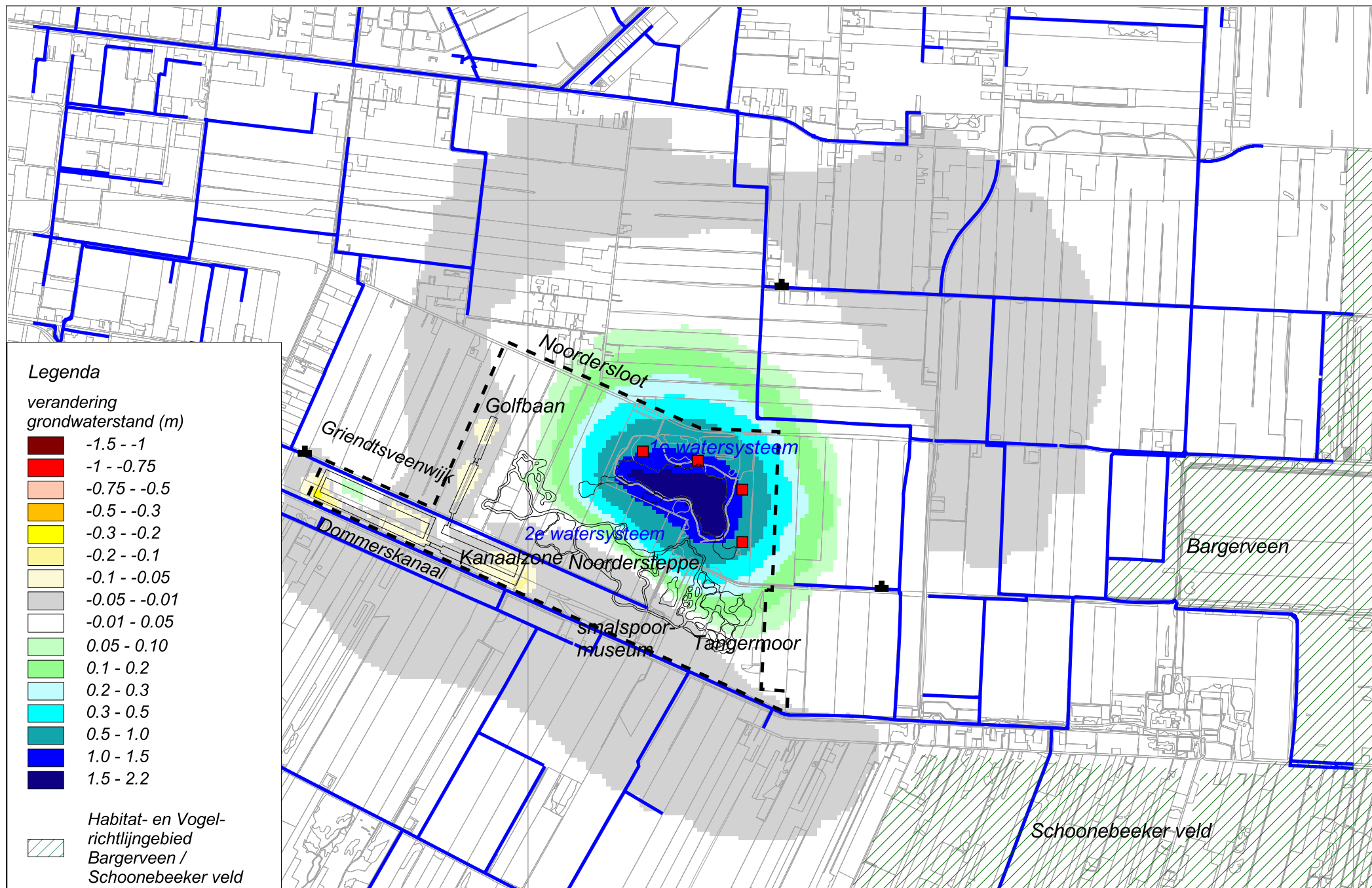
Tenslotte is door het aantrekken van ondiep grondwater (en het voeren van een semi-natuurlijk peilbeheer) ook het zomerpeil van systeem 2A in scenario 5 iets lager (10 cm) dan in scenario's 3 en 4: voor de GLG-situatie wordt nu een peil van 13,2 mNAP berekend.

Tabel 7.1 *Berekende oppervlaktewaterpeilen in scenario 5*

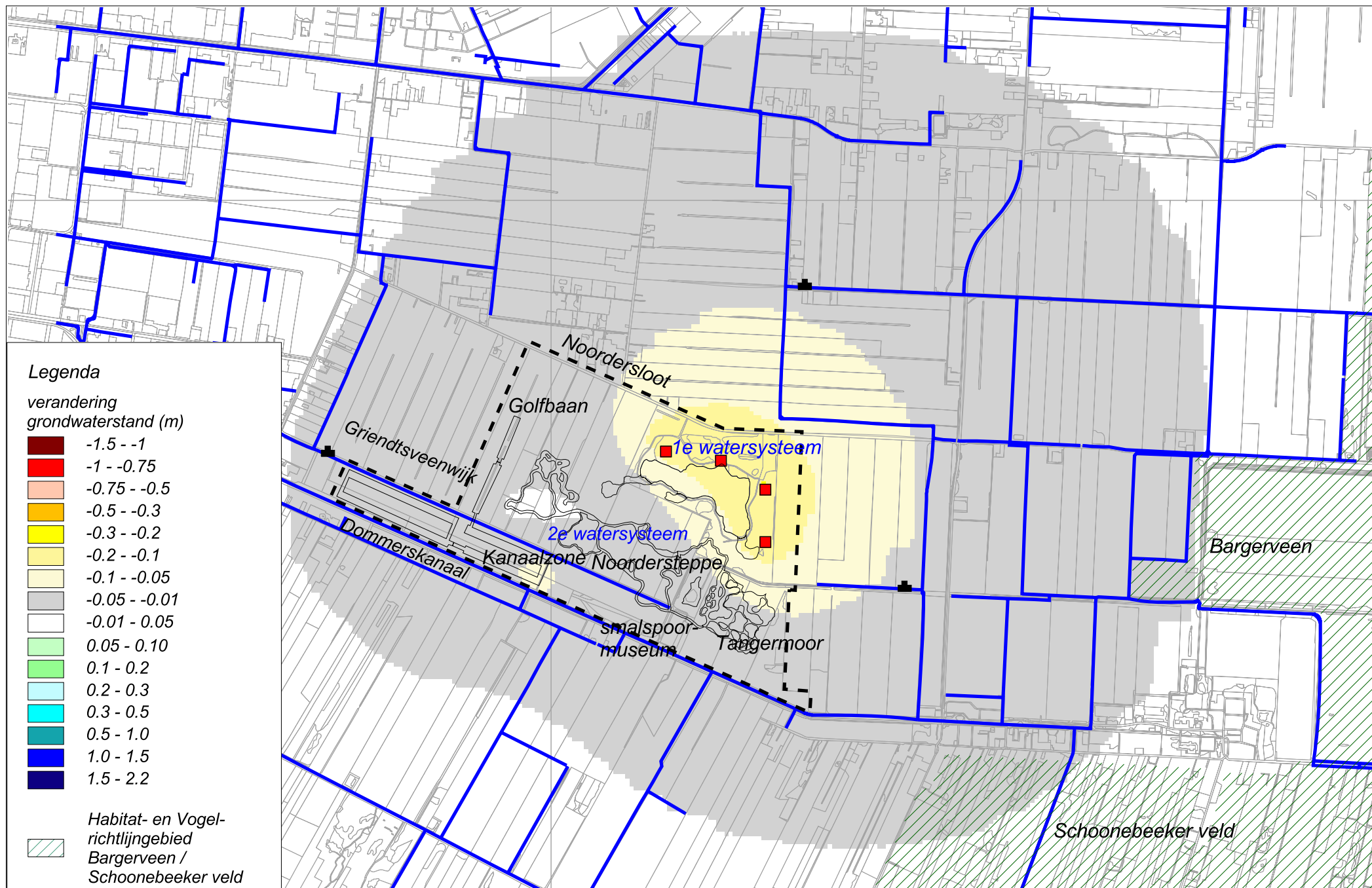
watersysteem	deelsysteem	winterpeil (bij GHG-situatie)	zomerpeil (bij GLG-situatie)
1	-	14,7	13,5
2	hoge peilvak	15,8	15,5
2	lage peilvak	13,9	13,2
3	hoge peilvak	13,4	13,1
3	middelste peilvak	13,2	12,9
3	lage peilvak	13,0	12,7



Figuur 7.2 Kaart met de berekende verandering in stijghoogte (tussen scenario 5 en 0-scenario) in het eerste watervoerend pakket bij aangepaste modelparameters



Figuur 7.3 Kaart met de berekende verandering in stijghoogte (tussen scenario 5 en 0-scenario) in het tweede watervoerend pakket bij aangepaste modelparameters



Figuur 7.4 Kaart met de berekende verandering in stijghoogte (tussen scenario 5 en 0-scenario) in het derde watervoerend pakket bij aangepaste modelparameters

7.3 Effectbepaling ten opzichte van de onbeïnvloede situatie

Inleiding

Voor toetsing van het plan in het kader van de NB-wet is het ook noodzakelijk de effecten van de diepe grondwaterwinning ten opzichte van de onbeïnvloede situatie in beeld te brengen. Met de onbeïnvloede situatie wordt in dit verband een situatie zonder onttrekking van water uit de zandwinplas bedoeld.

Resultaten

De stijghoogteveranderingen die bij constante onttrekking en een jaarlijkse onttrekkingshoeveelheid van 600.000 m³ in de watervoerende pakketten ten opzichte van de ongestoorde optreden, zijn weergegeven in figuren 7.5, 7.6 en 7.7. Omdat gewerkt wordt met een constante onttrekking gelden de berekende stijghoogteveranderingen zowel voor de gemiddelde verlaging als voor het maximale effect in de zomersituatie.

Uit de resultaten blijkt dat ten opzichte van de ongestoorde situatie er in alle drie de pakketten stijghoogteverlagingen berekend worden. Dit komt omdat anders dan bij de vergelijking met de huidige verstoorde situatie er geen positief effect is van het weer op peil brengen van de zandwinplas.

Bij vergelijking met de ongestoorde situatie zijn de stijghoogteverlagingen in het derde watervoerende pakket groter dan bij vergelijking met de huidige gestoorde situatie. In het eerste watervoerende pakket zijn echter ook bij vergelijking met de ongestoorde situatie geen effecten in het Bargerveen en het Schoonebeeker Veld zelf berekend (er worden dus zowel geen significante als geen kleine verlagingen berekend). Dit betekent dus dat ook bij vergelijking met de ongestoorde situatie er geen verlaging berekend is voor de stijghoogte in de zandondergrond onder de veenbasis van het Bargerveen.

7.4 Conclusies

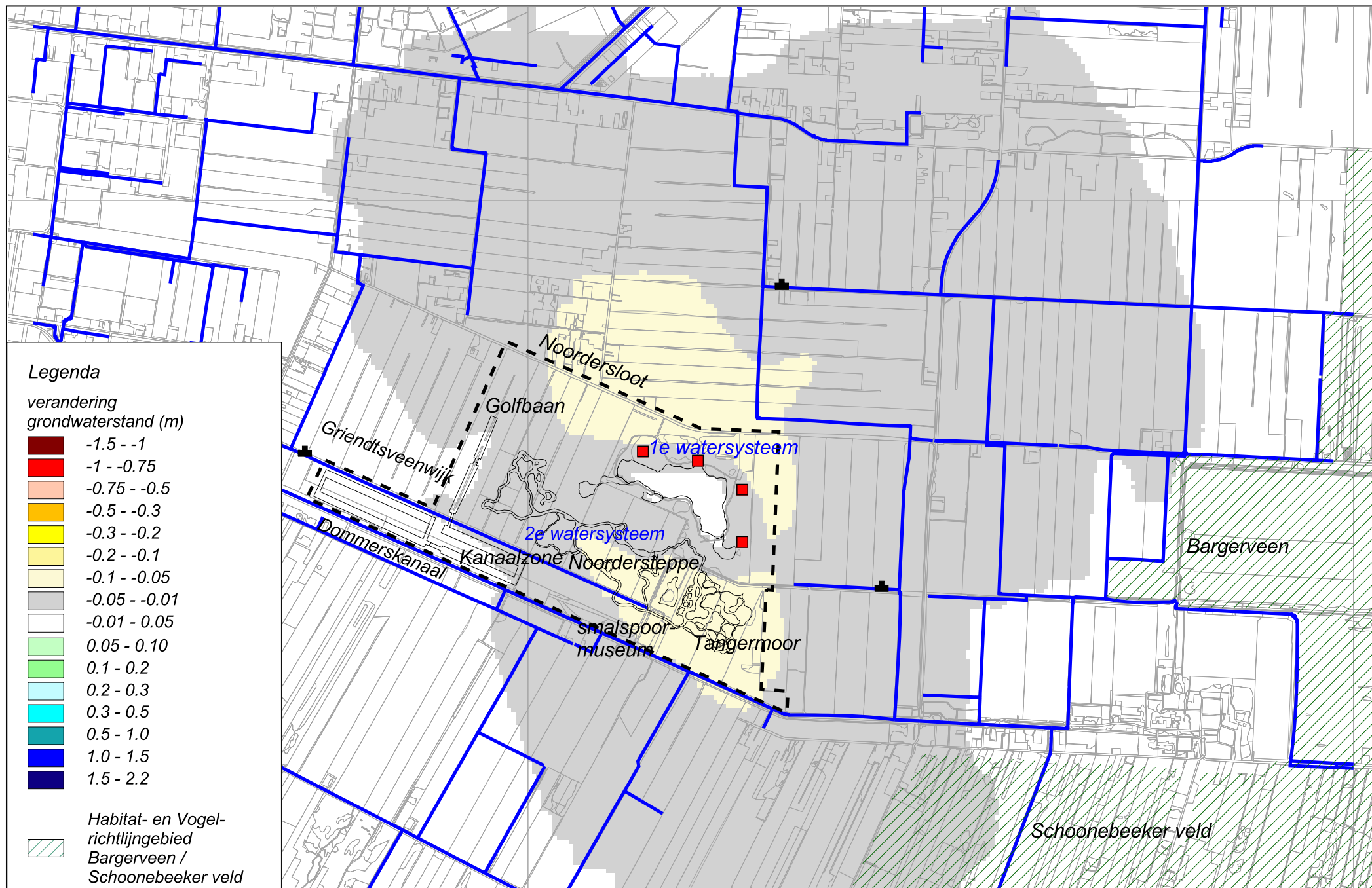
Bij constante onttrekking van diep grondwater en een jaarlijkse onttrekkingshoeveelheid van 600.000 m³/jaar zijn de effecten op de stijghoogte van het diepe grondwater vergelijkbaar met die van scenario 4 in de GLG-situatie. Met deze vorm van constante onttrekking worden bovendien sterkere effecten als gevolg van piekonttrekkingen in de periode mei tot en met augustus (als in scenario 4) voorkomen. Dit betekent dat het effect van de diepe onttrekking op de stijghoogte van het diepe grondwater het gehele jaar door beperkt is en dat het Bargerveen en ook het Schoonebeeker Veld (nog sterker dan in scenario 4) buiten de invloedsfeer van de onttrekking blijft: er worden immers geen significante en ook geen kleine verlagingen berekend.

Bij constante onttrekking van diep grondwater en een jaarlijkse onttrekkingshoeveelheid van 600.000 m³ zijn er ook bij vergelijking met de ongestoorde situatie geen negatieve effecten op het Bargerveen en het Schoonebeeker Veld: er worden ook dan geen significante en ook geen kleine verlagingen berekend.

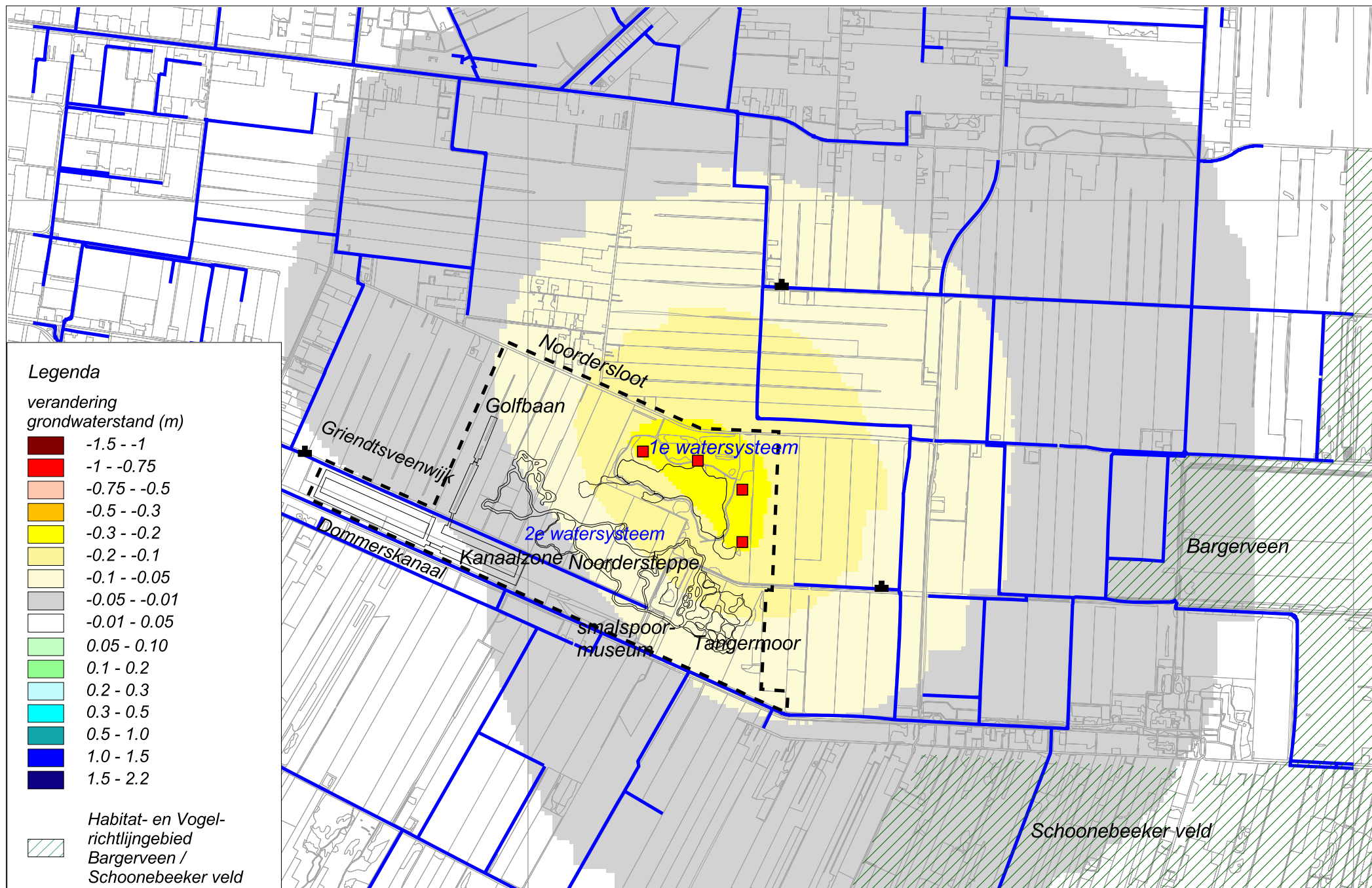
Door gebruik van de zandwinplas als voorraadbuffer zakt het peil in de plas in de zomer wat verder weg dan in scenario 4. Ten opzichte van de uitgangssituatie wordt echter nog steeds grote winst geboekt, niet alleen ten aanzien van het peilregime maar ook vanuit waterkwaliteitsoogpunt (hieraan wordt in hoofdstuk 9 verdere uitwerking gegeven). Bij eindafweging van alle belangen is deze onttrekkingsvorm daarom uiteindelijk het meest optimaal.



Figuur 7.5 Kaart met de berekende verandering in stijghoogte (tussen scenario 5 en ongestoord situatie)
in het eerste watervoerend pakket bij aangepaste modelparameters



Figuur 7.6 Kaart met de berekende verandering in stijghoogte (tussen scenario 5 en ongestoord situatie)
in het tweede watervoerend pakket bij aangepaste modelparameters



Figuur 7.7 Kaart met de berekende verandering in stijghoogte (tussen scenario 5 en ongestoord situatie) in het derde watervoerend pakket bij aangepaste modelparameters

8 Mogelijkheden voor maatregelen met een positief effect op het Bargerveen

8.1 Inleiding

Uit het hydrologisch onderzoek volgt dat er als gevolg van de voorgestelde onttrekking van diep grondwater geen negatieve effecten zijn op het Bargerveen. Voor het afleiden van maatregelen die het hydrologisch functioneren van het Bargerveen wel (op een positieve manier) beïnvloeden is in het kader van dit project de aandacht ook gericht op de randzone van het Bargerveen. In de randzone liggen namelijk veel gronden van Griendtsveen DLO, en wellicht is het mogelijk om hier een positieve bijdrage te leveren aan het behoud en herstel van het hoogveengebied. Griendtsveen DLO kan hierin dus een belangrijke faciliterende rol spelen.

Om de mogelijkheden voor maatregelen met een positief effect op het Bargerveen af te leiden is overleg gevoerd met de betrokkenen van Staatsbosbeheer en zijn enkele kansrijke locaties in het veld bezocht (op 26 september 2007). Op grond hiervan zijn uiteindelijk twee kansrijke gebieden in de randzone afgeleid: gebied Hospers (zie paragraaf 8.2) en de Duitse randzone (zie paragraaf 8.3).

Daarnaast is ook de optie van aanvoer van het overschot van Bargerveenwater naar het recreatiepark besproken (ter reductie van de onttrekkingshoeveelheid aan diep grondwater). De aanvoer van het overschot aan Bargerveenwater naar het recreatiepark is echter geen maatregel waarmee een positief hydrologisch effect op het Bargerveen bewerkstelligd kan worden (aangezien er geen negatief effect is van de voorgestelde onttrekking van diep grondwater). Bovendien zijn de jaarlijkse wateroverschotten aan de westkant van het Bargerveen onder normale omstandigheden beperkt en zijn hier in droge jaren zelfs (vrijwel) geen waterschotten beschikbaar (zie hoofdstuk 4). Aanvoer van Bargerveenwater is daarom in dit hoofdstuk verder buiten beschouwing gelaten.

Vanuit andere invalshoeken zou de aanvoer van het overschot aan Bargerveenwater wel een interessante optie kunnen zijn. Dit wordt nader toegelicht in het verkennende scenario-onderzoek (zie paragraaf 4.3, scenario G4).

8.2 Gebied Hospers

Het gebied Hospers ligt strategisch ten opzichte van het Bargerveen. Het is een hoekperceel met een oppervlakte van ruim 30 ha tussen het zuidwestelijke deel van het Bargerveen en Weiteveen (zie figuur 1.1). Met name in het deel van het natuurgebied direct ten noorden van het gebied Hospers zijn er potenties voor herstel van hoogveenslenk-vegetaties. Het gebied Hospers is echter grotendeels niet opgenomen in het eerdere onderzoek en planvorming ten aanzien van de verdrogingsbestrijding van het Bargerveen. Dit betekent dat aanpak van het gebied een grote meerwaarde kan hebben ten opzichte van reeds lopende ontwikkelingen (ofwel de realisatie van de hydrologische bufferzones aan de west- en noordwestkant van het veengebied). Op de grens van het perceel en het Bargerveen ligt bovendien in de huidige situatie een diepe hoofdwaterloop die een sterk drainerende werking heeft op het veengebied. Door hier maatregelen te treffen kan een belangrijke bijdrage geleverd worden aan de verdrogingsbestrijding van het veen. Daarnaast kan het gebied een rol spelen in de vervulling van andere wensen van Staatsbosbeheer: het gebied kan gebruikt worden voor plaatsing van een schaapskooi en als inloopgebied voor de recreatie. De maatregelen zijn daarbij ook op (vrij) korte termijn realiseerbaar.

In de toekomstige situatie mag het gebied Hospers echter niet heel nat worden: strikte voorwaarde is dat het aangrenzende dorp Weiteveen geen muggen- en wateroverlast krijgt, en ook met de agrarische sector zijn hierover afspraken gemaakt. Desalniettemin is er ook onder deze voorwaarden voldoende speelruimte beschikbaar om een positief effect op het Bargerveen te bewerkstelligen: het gebied kan bijvoorbeeld omgevormd worden tot grasland en er kan gewerkt worden met een ondiepe ontwatering, waardoor de toplaag van de bodem droog blijft maar het drainage-niveau (in de richting van het Bargerveen) ten opzichte van de uitgangssituatie wel verhoogd wordt, met name ter plaatse van de diepe hoofdwaterloop op de grens van het perceel en het veengebied.

8.3 Duitse randzone

Momenteel is Griendtsveen DLO bezig met het vrijmaken van gronden in een 300 meter brede strook aan de Duitse zijde van het Bargerveen. Deze strook bestaat in de huidige situatie deels uit diep ontwaterde verveningsgronden en diep ontwaterde landbouwgronden, en deels uit ruig terrein. Griendtsveen DLO kan zodoende de inrichting van een hydrologische bufferzone aan de Duitse zijde van het hoogveengebied faciliteren.

8.4 Andere mogelijkheden voor samenwerking

Bij het beheer van met name de gronden in de bufferzone van het Bargerveen komt hooi en ook houtafval vrij. In het Wildlife Parkresort is voor de voedselvoorziening van bepaalde diergroepen juist behoefte aan hooi en houtige gewassen. Ook in dit opzicht is een samenwerking van Staatsbosbeheer en Griendtsveen DLO dus interessant.

Op lange termijn zou ooit een uitbreiding van de recreatieve ontwikkelingen plaats kunnen vinden in het gebied ten oosten van het Wildlife Parkresort. In dat kader zou dan ook de huidige diepe ontwatering van deze gronden verminderd kunnen worden, en zou het Wildlife Parkresort ook steeds meer een poortfunctie kunnen vervullen in de richting van het Bargerveen. Op dit moment zijn hier echter hooguit vage ideeën over. Pas als het Wildlife Parkresort is aangelegd en goed loopt zal worden nagedacht over eventuele verdere recreatieve ontwikkelingen.

8.5 Conclusies en aanbevelingen

De beste mogelijkheden voor het treffen van maatregelen met een positief hydrologisch effect op het Bargerveen zijn aanwezig voor het gebied Hospers (ten zuidwesten van het Bargerveen). Daarnaast kan Griendtsveen DLO ook een faciliterende rol spelen in het realiseren van een hydrologische bufferzone aan de Duitse zijde.

Momenteel wordt ook in het kader van het GGOR-proces nagedacht over maatregelen voor het Bargerveen. In dit kader wordt ook overwogen om maatregelen door te rekenen met behulp van (een detaillering van) het MIPWA-model. Nadere onderbouwing van de positieve effecten van de genoemde maatregelen en nadere uitwerking hiervan kan goed in dat verband plaatsvinden.

9 Integraal waterbeheer Wildlife Parkresort

9.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een nadere uitwerking gegeven van de gewenste opzet van de waterhuishoudkundige inrichting en het waterbeheer van het Wildlife Parkresort. Deze opzet is bedoeld als basis voor het definitieve ontwerp van het park.

De uitwerking is gebaseerd op de resultaten van het eerder uitgevoerde hydrologische onderzoek. In de uitwerking zijn ook een aantal aanpassingen verwerkt die in de loop van het onderzoek met name ten aanzien van het ontwerp van de watersystemen zijn doorgevoerd. Deze aanpassingen worden bij behandeling van de betreffende onderdelen nader toegelicht.

Het eerder uitgevoerde hydrologisch onderzoek biedt met name vanuit waterkwantitatief oogpunt onderbouwing aan het gewenste integrale waterbeheer. Voor de nadere onderbouwing vanuit waterkwalitatief oogpunt is ook een waterkwaliteitsstudie uitgevoerd (Arcadis, november 2007).

De uitwerking van het integraal waterbeheer is (in conceptvorm) in een aantal bilaterale overleggronden met Waterschap Velt en Vecht, Waterleidingmaatschappij Drenthe, Gemeente Emmen en Staatsbosbeheer besproken. De opmerkingen van de betrokken zijn zo goed mogelijk in de opzet verwerkt.

De indeling van het hoofdstuk is als volgt:

- Eerst worden de doelstellingen van het gewenste integrale waterbeheer behandeld (paragraaf 9.2).
- Vervolgens wordt ingegaan op de hoofdropzet van de watersystemen (paragraaf 9.3).
- Daarna volgt het functioneren van de watersystemen (paragraaf 9.4).
- Daarna worden de waterkwaliteitsaspecten behandeld (paragraaf 9.5).

9.2 Doelstellingen

In het Wildlife Parkresort wordt het waterbeheer niet alleen afgestemd op de recreatieve functie maar ook op de gietwaterfunctie en op wateroverlastbestrijding. Bovendien mogen andere functies die in het plangebied en de omgeving een rol spelen (natte natuur en landbouw) niet nadelig beïnvloed worden. Het is daarentegen gewenst dat ook voor deze functies positieve effecten optreden.

Hierbij kunnen de volgende doelstellingen onderscheiden worden:

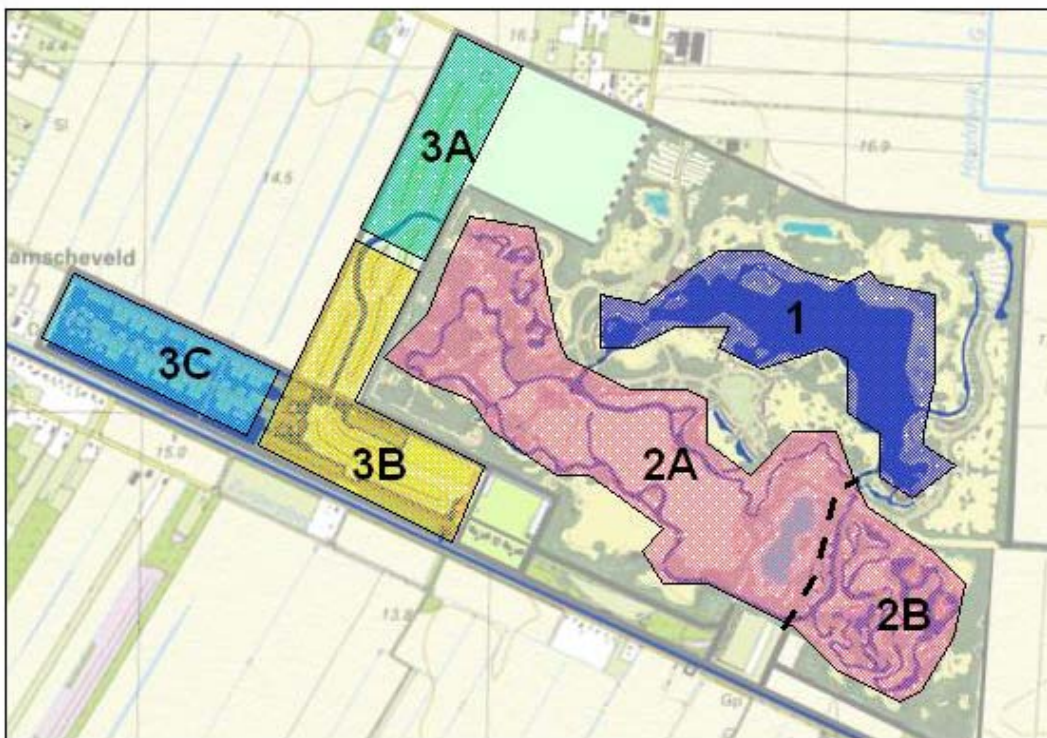
- Maximale bedrijfszekerheid voor de recreatieve functie: goede watervoerendheid van de watersystemen, geen sterk fluctuerende waterpeilen (in verband met de recreatieve voorzieningen), goede waterkwaliteit (geen overlast voor recreanten, helder water met rijke aquatische levensgemeenschap en goed ontwikkelde moeras- en oevervegetaties) en voldoende stroming in de watersystemen (voor het tegengaan van muggenplagen).
- Maximale bedrijfszekerheid voor de gietwaterfunctie: levering van gietwater dat voldoet aan de gestelde kwaliteitseisen in dezelfde hoeveelheden als in de uitgangssituatie. Daarbij is rekening gehouden met de recente structurele afname in de vraag naar gietwater. De jaarlijkse benodigde hoeveelheid komt daarmee uit op circa 600.000 m³ (= conform scenario 5: zie paragraaf 7.2).
- Vasthouden van water in de watersystemen van het park in extreem natte perioden voor wateroverlastbestrijding in het verder westelijk gelegen overstromingsgevoelige gebied.
- Realiseren van milieuvriendelijke watersystemen met optimale ecologische ontwikkelingsmogelijkheden: rekening houden met de positie van de watersystemen binnen het grondwatersysteem, realiseren van natuurlijke peilfluctuaties en van een goede waterkwaliteit.
- Reductie van de verdroging van natuur- en landbouwgronden in de omgeving.

9.3 Hoofdopzet van de watersystemen

Figuur 9.1 geeft een schematisatie van de watersystemen in het totale recreatiepark. Er worden drie hoofdwatersystemen onderscheiden:

- Watersysteem 1: de reeds aanwezige zandwinplas die wordt uitgebreid met enkele lobben.
- Watersysteem 2, onderverdeeld in systeem 2A en systeem 2B.
- Watersysteem 3, onderverdeeld in deelsystemen 3A, 3B en 3C: basis voor een golfbaan en een eventueel te realiseren waterrijk recreatiegebied in de Kanaalzone.

De uitwerking van het integrale waterbeheer concentreert zich op de watersystemen van het Wildlife Parkresort (systemen 1 en 2). Daar waar nodig wordt ook het derde watersysteem in de uitwerking betrokken. Het derde watersysteem wordt echter op korte termijn nog niet in volle omvang aangelegd: het gedeelte in de golfbaan wordt waarschijnlijk wel aangelegd maar realisatie van de Kanaalzone vindt pas op langere termijn (en wellicht in andere vorm) plaats. Dit betekent dat de watersystemen van het Wildlife Parkresort (en de golfbaan) ook zonder het gedeelte van de Kanaalzone goed moeten kunnen functioneren.



Figuur 9.1 Watersystemen recreatiepark

9.4 Functioneren van de watersystemen

De watersystemen hebben in relatie tot hun gebruik en hun positionering in het grondwatersysteem verschillende peilen en peilregimes (zie figuur 9.2). De watersystemen staan met elkaar in verbinding via sluizen, stuwen en pompen (zie figuur 9.3). De sluizen zijn bedoeld voor het bevaarbaar maken van de watersystemen met een rondvaartboot en kajaks. Met behulp van de stuwen en pompen vindt het waterbeheer ten behoeve van de recreatieve functie en de gietwaterfunctie plaats.

In een aantal onderdelen wordt het waterbeheer in de onderstaande paragrafen nader toegelicht, namelijk:

- Semi-natuurlijk peilbeheer (paragraaf 9.4.1).
- Opzet van het tweede watersysteem (9.4.2).
- Gietwatervoorziening (paragraaf 9.4.3).
- Bevaarbaarheid (paragraaf 9.4.4).
- Doorstroming (paragraaf 9.4.5).
- Wateroverlastbestrijding (paragraaf 9.4.6).

9.4.1 Semi-natuurlijk peilbeheer

Binnen de bandbreedten die vanuit de recreatieve functie gelden krijgen de watersystemen een zo natuurlijk mogelijk peilbeheer. Dit betekent dat in natte (winter)perioden tot op zekere hoogte het gebiedseigen water in de watersystemen wordt geconserveerd en dat in droge (zomer)perioden tot op zekere hoogte het wegzakken van de waterstand wordt geaccepteerd (zie figuur 9.2: streefpeilen).

Deze vorm van peilbeheer is in dit vrij hooggelegen gebied noodzakelijk voor het voeren van een efficiënt (en dus kostenbesparend) waterbeheer. Bij het aanhouden van vaste hoge peilen zouden namelijk enorme wegzijgingsverliezen optreden die vanuit een externe bron aangevuld zouden moeten worden en bij het aanhouden van vaste lage peilen zouden in natte perioden grote hoeveelheden gebiedseigen water afgevoerd worden die juist in dit gebied broodnodig zijn. Het natuurlijke peilbeheer is bovendien vanuit ecologisch oogpunt gunstig: bij een natuurlijk peilverloop zijn er veel betere ontwikkelingsmogelijkheden voor vitale oever- en moerasvegetaties, die op hun beurt weer van belang zijn als paai- en opgroei biotoop voor de visfauna.

Voor de conservering van het gebiedseigen water worden alle bestaande interne waterlopen gedempt: niet alleen de perceelsloten maar ook (het interne deel van) de diepe Griendtsveenwijk (voor ligging Griendtsveenwijk: zie figuur 2.4). Bovendien wordt vanuit de toekomstige watersystemen van het recreatiepark zo min mogelijk water afgevoerd naar het externe stelsel. Ook in extreem natte perioden wordt het gebiedseigen water zoveel mogelijk in het park vastgehouden. Op deze wijze wordt een bijdrage geleverd aan de wateroverlastbestrijding van het verder benedenstrooms gelegen overstromingsgevoelige gebied (zie ook paragraaf 9.4.6).

De peilregimes van het semi-natuurlijke peilbeheer zijn als volgt afgeleid:

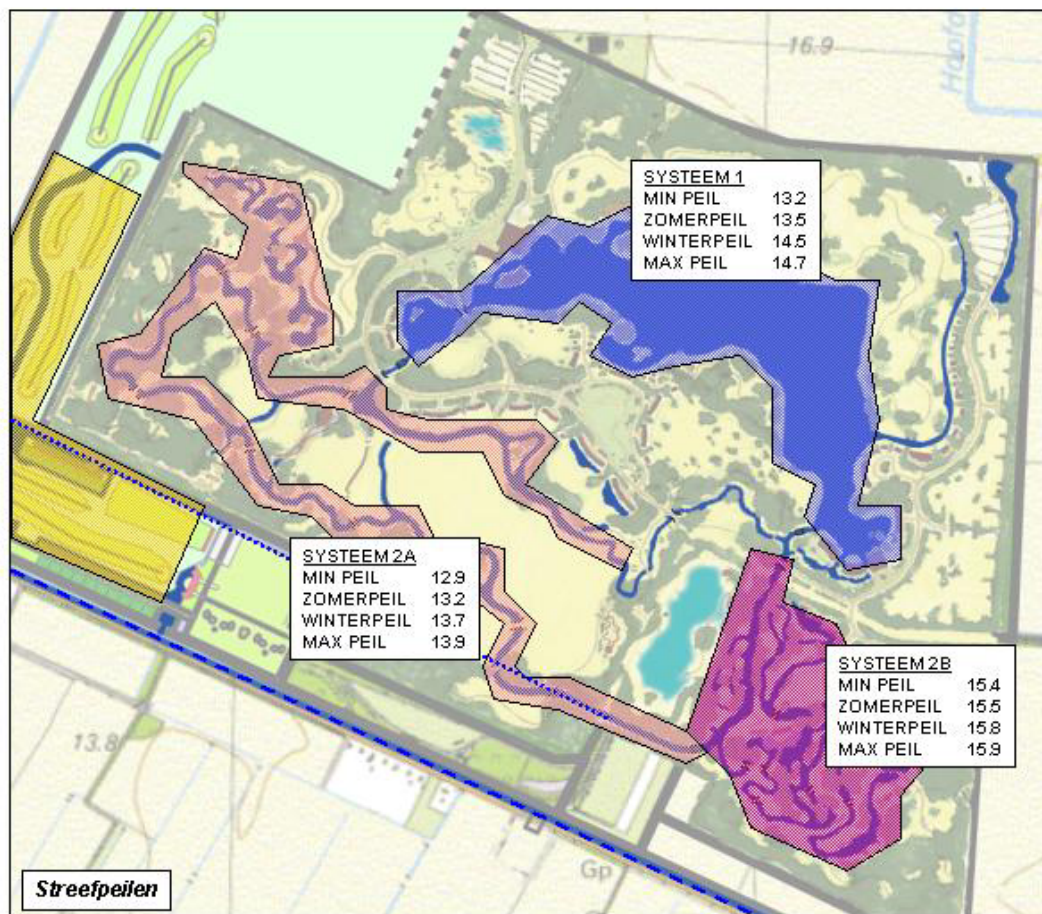
- Uit het hydrologisch onderzoek (scenario 5) volgt welke peilen er in de GHG- en GLG-situatie ontstaan bij gebruik van de zandwinplas als voorraadbuffer in combinatie met een overigens natuurlijk peilbeheer (zie tabel 7.1).
- De peilen die berekend zijn voor de GLG-situatie worden gehanteerd als de zomerpeilen.
- De peilen die berekend zijn voor de GHG-situatie zijn gebruikt als uitgangspunt voor vaststelling van de winterpeilen. Om in relatie tot de recreatieve functie al te sterke peilfluctuaties te voorkomen zijn in systemen 1 en 2A de winterpeilen echter iets

lager (0,2 meter) gekozen dan de GHG-peilen. Voor systeem 2B is dit niet nodig omdat de natuurlijke fluctuatie hier beperkt is.

- Voor het vasthouden van water in extreem natte perioden mogen de peilen tot maximaal 0,1 meter (in systeem 2B) à 0,2 meter (in systemen 1 en 2A) boven de vastgestelde winterpeilen oplopen: dit zijn de maximale peilen.
- Om het incidenteel wegzakken van de waterstand in extreem droge perioden op te kunnen vangen zijn ook minimum peilen gedefinieerd. De minimumpeilen liggen voor systemen 1 en 2A 0,3 meter lager dan de zomerpeilen en voor systeem 2B 0,1 meter lager dan het zomerpeil.

De minimum- en maximumpeilen liggen dus vast: het minimumpeil mag niet onderschreden worden en het maximumpeil mag niet overschreden worden. Het verschil tussen het minimum- en maximumpeil is de totale bandbreedte van de peilfluctuatie. De zomer- en winterpeilen zijn flexibel: de daadwerkelijke peilen in de winter en de zomer zijn afhankelijk van het neerslag- en verdampingsoverschot en kunnen dus afwijken van de weergegeven waarden. Het verschil in zomer- en winterpeil vormt de bandbreedte waarbinnen de peilfluctuatie normaal gesproken plaatsvindt.

Doordat de winterpeilen van systemen 1 en 2A iets onder het GHG-niveau zijn gekozen zal in (normale) natte winterperioden een zekere afvoer van water uit de watersystemen nodig zijn. Dit kan op twee manieren: in de eerste plaats door onttrekking van water voor de gietwaterproductie zonder aanvulling van de voorraad vanuit het diepe grondwater, en in de tweede plaats door afvoer naar het externe stelsel. De eerste manier is uiteraard het best, de tweede manier moet echter achter de hand worden gehouden als extra garantie (in het geval dat in bepaalde winterperioden de gietwaterproductie minimaal is).



Figuur 9.2 Streefpeilen

De ontgravingsdiepten van watersystemen 2A en 2B (en eventueel ook 3A, 3B en 3C) worden afgestemd op de minimumpeilen (zie paragraaf 9.4.2). Vanuit de recreatieve functie moet het wegzakken van de waterstand tot op het minimumniveau echter zoveel mogelijk worden voorkomen. Dit is mogelijk door extra input van water:

- Door de toevoer van gezuiverd grijs afvalwater (zie ook paragraaf 9.5.4 en figuur 9.6). Deze toevoer zit nog niet in de berekeningen (van scenario 5) verwerkt. Op basis van de studie van Arcadis blijkt dat hoeveelheid grijs afvalwater echter niet heel erg groot is: 13.500 m³/zomer.
- Verder kan (op termijn) gebruik gemaakt worden van water uit het derde watersysteem (via pomp 3, zie figuur 9.5). Watersysteem 3 ligt namelijk verder benedenstrooms, aan de voet van de helling, in een gebied dat van nature veel natter is dan de zone van het Wildlife Parkresort. Door deze gunstige ligging kan in droge zomerperioden beschikt worden over water uit het derde watersysteem, zonder dat dit nadelig is voor het functioneren van het derde watersysteem zelf: er treden hier dan nog steeds geen extreme peilfluctuaties op (fluctuatiebereik in scenario 5 is slechts 30 cm: zie tabel 7.1). Omdat systeem 3 op korte termijn nog niet (in volle omvang) wordt aangelegd, is voorlopig ook de beschikbare watervoorraad voor het op peil houden van systeem 2 beperkt (of niet aanwezig).
- Door toevoer van water vanuit de zandwinplas: door te accepteren dat het peil in de zandwinplas verder wegzakt kan het tweede watersysteem in extreem droge perioden langer op het gewenste zomerpeil gehouden worden met water uit de zandwinplas.

Voor het op peil houden van de watersystemen is dus geen extra input van diep grondwater nodig. De watersystemen van het park worden alleen gebruikt voor opslag van het opgepompte diepe grondwater en doorvoer naar pomp 4, waar het water afgetapt wordt. Het functioneren van de watersystemen in relatie tot de gietwatervoorziening wordt nader toegelicht in paragraaf 9.4.3.

9.4.2 Opzet van het tweede watersysteem

In relatie tot het verschil in bodemopbouw (en conform de resultaten van het hydrologisch onderzoek: zie conclusies van het hydrologisch modelonderzoek in paragraaf 5.4) wordt watersysteem 2 opgesplitst in twee deelsystemen: systemen 2A en 2B. Systeem 2B (= hoge peilvak in het hydrologisch onderzoek) ligt in een gebied waar in de ondergrond een dikke, weerstands biedende keileemlaag aanwezig is en systeem 2A (= lage peilvak in het hydrologisch onderzoek) ligt in gebied waar geen of hooguit een dunne keileemlaag aanwezig is.

In het ontwerp van het tweede watersysteem zijn ten opzichte van de oorspronkelijke opzet (zoals doorerekend in scenario's 2 t/m 5 en weergegeven in figuur 1.2) de volgende aanpassingen doorgevoerd:

- Er zijn twee verbindingen toegevoegd naar het eerste watersysteem (voor de rondvaartboot en de realisatie van doorstroming in alle watersystemen).
- De Lazy River is anders gesitueerd: de Lazy River ligt nu aan de noordzijde van het ven in plaats van aan de westzijde van het ven.
- De loop van de rivier in het Bargerwoud is aangepast (rondlopend systeem in plaats van lus een de westzijde van systeem 2A).

Systeem 2A wordt uitgegraven tot ruim beneden de (toekomstige) freatische grondwaterspiegel in de zandondergrond. Systeem 2B wordt boven de keileemlaag aangelegd. Op deze wijze wordt nauw aangesloten op de natuurlijke uitgangssituatie, en door het dempen van de diepe waterlopen wordt de huidige verdroging van het gebied bestreden. Het watersysteem wordt vervolgens gerealiseerd door ontgraving van de veen- en zandbodem die boven de keileemlaag aanwezig is. Zo ontstaat net bij als het verder westelijk gelegen ven een systeem met open water boven de keileem.

Door de aanleg boven de keileem is het peil van watersysteem 2B veel hoger dan dat van systemen 1 en 2A en is ook de peilfluctuatie veel geringer. Deze vorm van aanleg biedt daarmee een interessante basis voor de recreatieve inrichting. Zo wordt het hoogteverschil tussen systemen 2A en 2B benut voor het laten afstromen van water via de Lazy River en is de beleving van het relatief natte Tangermoor (systeem 2B) heel anders dan het veel drogere Noordersteppe (systeem 2A). De beperkte peilfluctuatie in systeem 2B wordt ook benut door aanleg van recreatieve voorzieningen tot dicht nabij de waterspiegel.

Om tot een goed onderbouwd ontwerp van systeem 2B te komen is nader onderzoek uitgevoerd naar de bodemopbouw van dit gebied het en is een vergelijking gemaakt met het hydrologisch functioneren van het ven (zie bijlage 6A). Uit de resultaten volgt dat bij aanpak van twee knelpunten verwacht mag worden dat systeem 2B op vergelijkbare wijze kan functioneren als het ven. Dit betekent dat systeem 2B in principe zonder aanvoer van oppervlaktewater van buitenaf het gehele jaar door op peil gehouden kan worden. In het noordoostelijke deel van Tangermoor is echter een zwakke plek in de keileemlaag aangetroffen (= knelpunt 1). De gemakkelijkste aanpak van dit knelpunt is aanpassing van het ontwerp van Tangermoor: de noordoosthoek (gebied van Bo43 en Bo44) kan buiten het moerasgebied gelaten worden. Het is echter ook mogelijk om keileem die elders (bij uitbreiding van de zandwinplas met drie lobben) vrijkomt te gebruiken voor opvulling van de zwakke plek. Bij aanleg van de verbindingssloop tussen Tangermoor en de zandwinplas moet de keileem door middel van grondverzet op de gewenste hoogte gebracht worden (= knelpunt 2). De Lazy River kan met een flauw verhang over de keileemlaag heen aangelegd worden.

9.4.3 Gietwatervoorziening

De gietwatervoorziening kan het best worden toegelicht aan de hand van figuur 9.3. Voor de levering van gietwater wordt op twee plekken diep grondwater onttrokken: pompen 1a en 1b. Na voorzuivering (met name voor reductie van ijzer- en fosfaatconcentraties) wordt het opgepompte grondwater ingebracht in de zandwinplas (systeem 1) en Tangermoor (systeem 2B). Vanuit Tangermoor stroomt een deel van het water via de Lazy River af naar systeem 2A en een deel van het water stroomt via sluis A en stuw 1 naar de zandwinplas (systeem 1). De zandwinplas wordt gebruikt als voorraadbuffer. Via sluis B en stuw 2 wordt water vanuit de zandwinplas doorgevoerd naar systeem 2A. Met behulp van pomp 4 wordt aan de noordwestzijde van systeem 2A gietwater onttrokken en via een buisleiding naar het glastuinbouwgebied getransporteerd. Indien noodzakelijk wordt het water eerst nagezuiverd voordat het als grondstof voor de gietwaterproductie aan de waterfabriek wordt geleverd. Als garantie dat de waterkwaliteit voldoet aan de gestelde eisen is het raadzaam de waterkwaliteit bij pomp 4 te monitoren (voor nadere toelichting waterkwaliteitsaspecten: zie paragraaf 9.5).

Door de overschakeling naar de onttrekking van diep grondwater voor de gietwaterleverantie wordt grote winst geboekt ten opzichte van de uitgangssituatie: de waterkwaliteit van de zandwinplas verbetert (zowel als gevolg van de input van voorgezuiverd en belucht diep grondwater als van het beëindigen van het aantrekken van ondiep, zuurstofloos, ijzerrijk grondwater), de WMD / Gietwater BV krijgt een goede en constante grondstof voor de gietwaterproductie en de plas krijgt weer een hoog peil met gedempt peilverloop. Het hoge peil is niet alleen gunstig voor de recreatieve inrichting maar betekent ook een beëindiging van de sterk verdrogende werking van de huidige zandwinplas op natuur- en landbouwgebieden in de directe omgeving (zie figuur 7.2).

De onttrekking van diep grondwater is dus uitsluitend bedoeld voor de dekking van de hoeveelheid te leveren gietwater. De weergegeven peilregimes kunnen in principe ook gerealiseerd worden zonder de combinatie met de gietwaterfunctie. De combinatie van functies heeft echter belangrijke voordelen voor beide partijen:

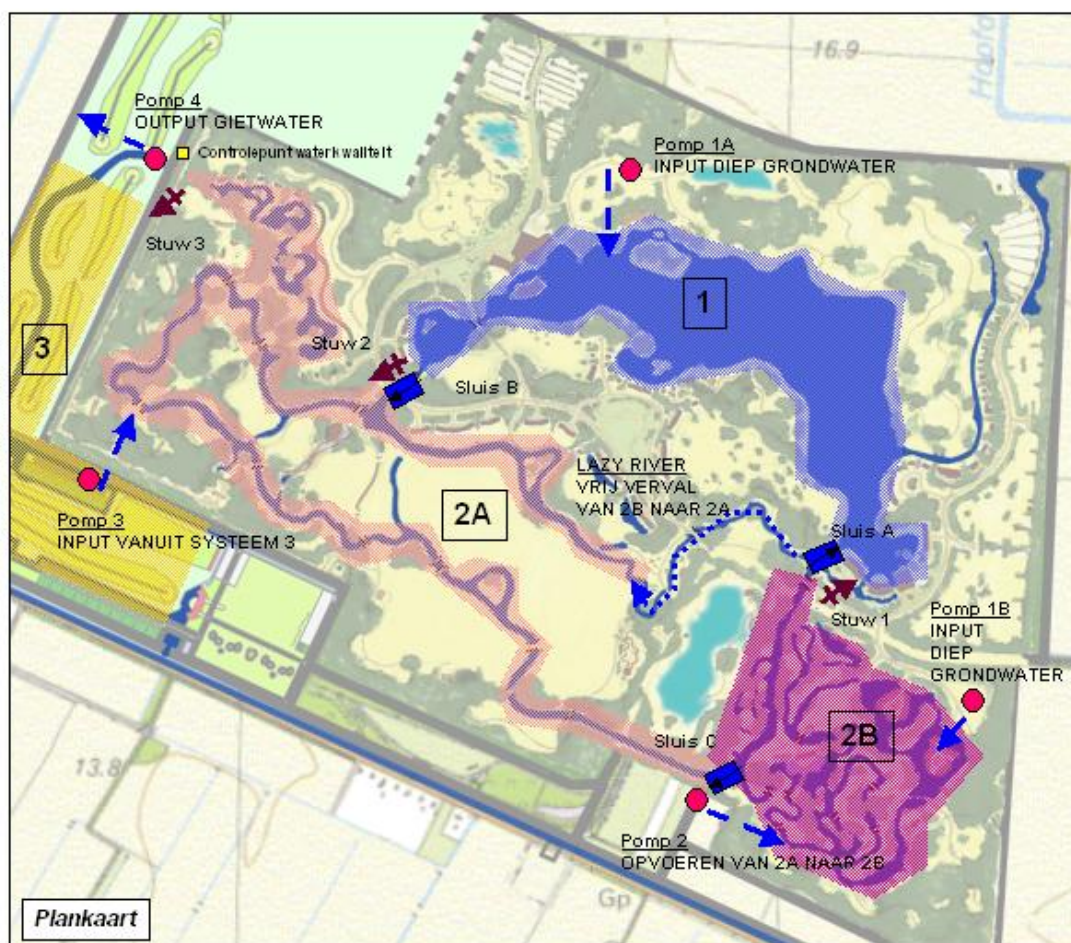
- De zandwinplas kan (binnen de bandbreedte die vanuit de recreatieve functie wordt gesteld) gebruikt worden als voorraadbuffer. Hiermee kunnen pieken in de vraag naar gietwater opgevangen worden. Voordelen hiervan zijn een geringere benodigde pompcapaciteit en mogelijkheden voor reductie van effecten in de richting van het Bargerveen in de zomer (periode mei t/m augustus), omdat hoge pieken in de grondwateronttrekkingshoeveelheden kunnen worden voorkomen.
- Het park biedt goede mogelijkheden voor de bereiding van het gietwater uit het diepe grondwater: er is ruimte beschikbaar voor voorzuivering van het water (met name ten behoeve van de reductie van de ijzer- en fosfaatconcentratie) en door het realiseren van een voldoende lange verblijftijd van het opgepompte grondwater in de watersystemen van het park (ofwel nazuivering) kan ook het ongewenste mangaan grotendeels uit het water verwijderd worden.
- Het diepe grondwater kan gebruikt worden voor doorstroming van het tweede watersysteem, wat gunstig is voor de waterkwaliteit.

Voorzieningen om diep grondwater te onttrekken zijn deels al aanwezig: in het kader van de pompproef die in 2006 is uitgevoerd is pompput 1a geslagen. Om voldoende capaciteit te kunnen leveren en hoge bedrijfszekerheid te kunnen realiseren zijn echter twee putten noodzakelijk. De tweede put kan het best nabij Tangermoor geplaatst worden: op deze locatie heeft de onttrekking de grootste meerwaarde voor het gewenste integrale waterbeheer. Met het water kan dan namelijk voor een goede doorstroming van Tangermoor gezorgd worden, de schutverliezen van sluizen A en C kunnen aangevuld worden, de Lazy River kan van water voorzien worden en ook in de zuidelijke tak van systeem 2A kan doorstroming gerealiseerd worden. Plaatsing en gebruik van pomp 1b is hiermee dus van wezenlijk belang voor het voeren van een goed waterbeheer in het Wildlife Parkresort.

Uiteindelijk zijn dus twee putten minder nodig dan aangenomen in het hydrologisch modelonderzoek (waarbij uitgegaan werd van vier putten). De locatie van pompput 1a komt bij benadering overeen met de locatie van de meest westelijke pompput in het hydrologisch onderzoek en de locatie van pompput 1b komt bij benadering overeen met de locatie van de meest zuidoostelijke pompput in het hydrologisch onderzoek (zie figuur 9.3 en de kaarten met de berekende effecten in hoofdstuk 7).

Pomp 1b zal tijdens onderhoudswerkzaamheden niet in gebruik zijn, en in winterperioden zullen de debieten (in relatie tot de geringe behoefte aan gietwater) beperkt zijn. Daarom is ook de plaatsing van pomp 2 van belang: in perioden dat pomp 1b niet of in beperkte mate in gebruik is kan met behulp van pomp 2 voor doorstroming van de zuidelijke tak van systeem 2A en Tangermoor gezorgd worden, het schutverlies van de sluisen aangevuld worden en de Lazy River van water voorzien worden.

Voor de regulatie van de opslag en doorvoer van het gietwater en de waterstromen die ontstaan door het schutwaterverlies bij de sluisen en verdere doorstroming van de watersystemen dient een adequaat waterbeheersingssysteem te worden opgezet. Fine-tuning van het waterbeheer kan het best proefondervindelijk plaatsvinden.

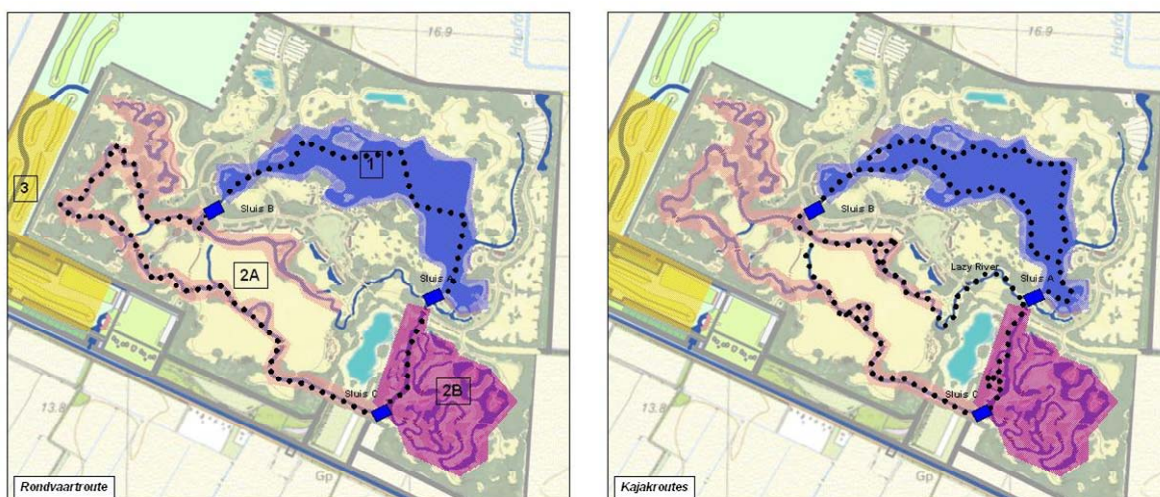


Figuur 9.3 Plankaart met waterhuishoudkundige kunstwerken

9.4.4 Bevaarbaarheid

Het gehele stelsel is optimaal afgestemd op een goede bevaarbaarheid voor de rondvaartboot en kajaks. De verschillende routes voor de rondvaartboot en de kajaks zijn weergegeven in figuur 9.4. Om de hoogteverschillen tussen de verschillende watersystemen te overwinnen zijn in de routes drie schutsluizen opgenomen. Bij sluis A bedraagt het hoogteverschil circa 1,5 meter, bij sluis B circa 0,8 meter en bij sluis C circa 2,3 meter. De kajaks kunnen gebruik maken van de Lazy River. De Lazy River krijgt een verval van 2,3 meter.

Door het gebruik van de sluizen treden aanzienlijke schutwaterverliezen op (zie bijlage 7). In de gekozen opzet worden deze verliezen echter ingezet voor het realiseren van doorstroming van de watersystemen en de doorvoer van gietwater. De verliezen worden daarbij aangevuld door toevoer van diep grondwater uit de beide putten. Indien nodig kan in aanvulling hierop ook met pomp 2 water vanuit het laagste systeem (systeem 2A) naar het hoogste systeem (systeem 2B) gepompt worden. Hoewel pomp 2 dus niet altijd gebruikt wordt is plaatsing ervan wel essentieel voor realisatie van een bedrijfszekere systeem.

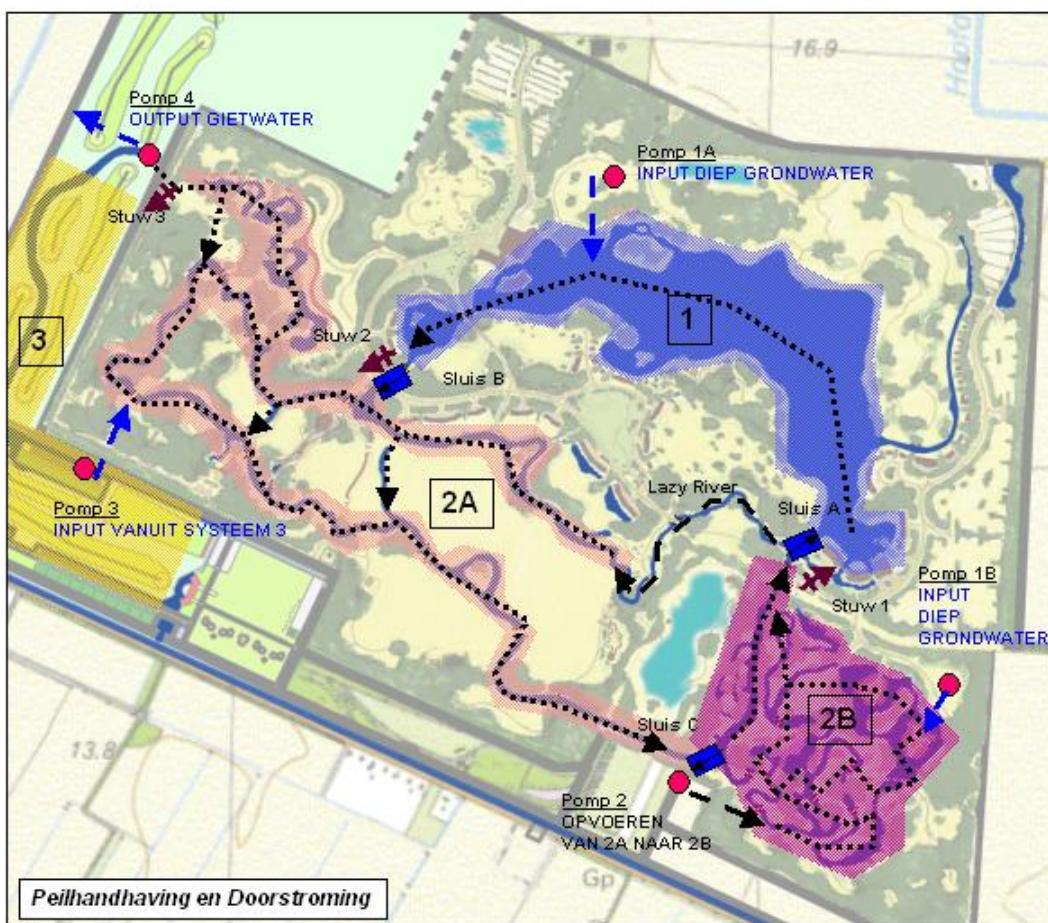


Figuur 9.4 Routes rondvaartboot en kajaks

9.4.5 Doorstroming

Met name voor het ondiepe tweede watersysteem is in de zomer verversing van het water en doorstroming van belang: door de verversing worden de nutriëntconcentraties en temperatuur laag gehouden waardoor overmatige algengroei wordt voorkomen. Bovendien is doorstroming van belang voor het voorkomen van muggenplagen.

De doorstroming wordt gerealiseerd door de schutwaterverliezen en de doorvoer van gietwater. Grondwater dat met pomp 1b wordt opgepompt wordt via Tangermoor naar de Lazy River en het noordelijke deel van systeem 2A geleid. In perioden dat de Lazy River niet wordt gebruikt ('s-nachts) kan het water ook via de zuidelijke tak van systeem 2A geleid worden en ook het schutverlies van sluis C stimuleert de doorstroming van de zuidelijke tak. Bovendien kan met behulp van pomp 2 een deel van het water vanuit systeem 2A weer naar systeem 2B worden gepompt: ook op deze wijze kan de zuidelijke tak van systeem 2A dus van doorstroming voorzien worden. Daarnaast wordt grondwater dat met pomp 1a wordt opgepompt via de zandwinplas en stuw 2 / sluis B naar het noordwestelijke deel van systeem 2A geleid.



Figuur 9.5 Peilhandhaving en doorstroming

9.4.6 Wateroverlastbestrijding

In extreem natte perioden wordt het neerslagoverschot zoveel mogelijk in het plangebied vastgehouden, waardoor het verder benedenstrooms gelegen stelsel wordt ontlast en dus een bijdrage geleverd wordt aan de wateroverlastbestrijding van het verder westelijk gelegen overstromingsgevoelige gebied. Dankzij de geïntegreerde opzet van de watersystemen kan dit water bovendien gebruikt worden voor de gietwatervoorziening.

De opzet van het systeem voor het vasthouden van water, de hierbij optredende peilstijgingen, de onderliggende berekeningen en de uitgangspunten die zijn gehanteerd in de berekeningen zijn weergegeven in bijlage 3. De berekeningen zijn uitgevoerd voor twee varianten:

- Aanleg van het Wildlife Parkresort (met de bijbehorende watersystemen 1, 2A en 2B) volgens de opzet zoals uitgewerkt in hoofdstuk 9.
- Uitbreidingsvariant: aanleg van het Wildlife Parkresort, de golfbaan en de Kanaalzone (met de bijbehorende watersystemen 1, 2A, 2B, 3A, 3B en 3C).

Uit de berekeningen blijkt dat bij de gekozen opzet in het Wildlife Parkresort in totaal circa 119.000 m³ kan worden vastgehouden: circa 63.000 m³ in watersystemen 1, 2A, 2B en de vennen en circa 56.000 m³ in het nog beschikbare onverzadigde deel van het bodemprofiel (ofwel door middel van berging in de bodem). Bij een neerslagpiek van 83 mm (met een herhalingstijd van eens in de 100 jaar) bedraagt het totale neerslagoverschot van het betreffende gebied 155.000 m³. Hiervan kan circa 77% worden vastgehouden en komt 23%, ofwel circa 36.000 m³ tot afvoer (vanuit een gebied met een oppervlakte van 187 ha). Neerslagpieken tot 64 mm kunnen dus geheel worden vastgehouden.

Bij aanleg van het derde watersysteem zijn er nog verdergaande mogelijkheden voor het vasthouden van water: in dat geval kan bij een neerslagpiek van 83 mm niet alleen het gebiedseigen neerslagwater van het uitbreidingsgebied zelf maar ook het overschot van het Wildlife Parkresort worden vastgehouden (in totaal 245.000 m³). In het derde watersysteem treden daarbij peilstijgingen op van 0,4 tot 0,6 meter (uitgaande van een oppervlakte van 15,1 ha).

In principe is het mogelijk om in het derde watersysteem ook gebiedsvreemd water te bergen. Met name gezien het negatieve effect op de waterkwaliteit is berging van gebiedsvreemd water echter ongewenst. Bovendien is de hoeveelheid water die (in aanvulling op het vasthouden van gebiedseigen water) geborgen kan worden niet bijzonder groot (tenzij een sterkere peilstijging wordt geaccepteerd). Het is in deze situatie daarom verstandiger om alleen het gebiedseigen water vast te houden: hiermee wordt de grootste winst voor wateroverlastbestrijding al gerealiseerd zonder dat de waterkwaliteit negatief wordt beïnvloed.

9.5 Waterkwaliteit

9.5.1 Inleiding

Zowel voor de gietwaterfunctie als voor de recreatieve functie is een goede en constante waterkwaliteit noodzakelijk. Voor het gietwater zijn lage ijzer- en mangaanconcentraties, lage chloride-concentraties, een geringe troebelheid, weinig zwevende stof en lage algenconcentraties van belang (zie tabel 9.1).

Tabel 9.1 Specificatie van de vereiste gietwaterkwaliteit (Bron: WMD / Gietwater BV)

Parameter	Eenheid	Gestelde eis
Zuurgraad	pH	4 – 7
Troebelheid	FTU	< 30
zwevende stof	mg/l	< 15
DOC	mg/l	< 12.5
IJzer (totaal) Fe 3+	mg/l	< 10
IJzer Fe 2+ ¹⁾	mg/l	< 0.25
Mangaan	mg/l	< 0.08
Chlorofyl-a	µg/l	< 12.5

Voor de recreatieve functie moet de waterkwaliteit zodanig zijn dat er geen overlast optreedt voor recreanten (geen zuurstofloosheid, geen overmatige groei van algen, geen overlast van steekmuggen en geen gezondheidsrisico's: zie rapport Arcadis, 2007). Een goede waterkwaliteit (zonder zuurstofloosheid en overmatige algengroei) is ook van belang voor het realiseren van een rijke aquatische levensgemeenschap. Hiervoor is het van belang dat met name de fosfaatconcentraties laag zijn (totaal-fosfaat liefst < 0,15 mgP/l). In het kader van de waterkwaliteitsstudie wordt daarom specifiek aandacht besteedt aan het fosfaathuishouding (zie rapport Arcadis).

Een belangrijke basis voor het realiseren van een goede waterkwaliteit wordt verkregen door uitsluitend gebruik te maken van gebiedseigen water en diep grondwater. Er is geen input van vervuild gebiedsvreemd water nodig, het diepe grondwater is (na voorzuivering) schoon en het kwaliteitsbeheer van het gebiedseigen water is in eigen hand.

De uiteindelijke waterkwaliteit van het park- en gietwater wordt bepaald door de factoren:

- Uitspoeling en afspoeling van stoffen vanuit de bodem.
- Invloed van dierlijke mest en urine.
- Invloed van gezuiverd grijs afvalwater.
- De kwaliteit van het diepe grondwater en het regenwater.
- Stroming.
- De zuiverende werking van de watersystemen en eventueel nazuivering.

In de nu volgende paragrafen wordt in grote lijnen aangegeven wat de invloeden van de verschillende factoren op de waterkwaliteit zijn. De nadere onderbouwing hiervan en meer uitgebreide informatie is te vinden in het rapport van de waterkwaliteitsstudie van Arcadis.

9.5.2 Uitspoeling en afspoeling van stoffen vanuit de bodem

Een belangrijk deel van het plangebied wordt sinds de vervening als akkerbouwgrond benut. Door intensieve bemesting is de bodem hier verrijkt met voedingsstoffen. Na beëindiging van de bemesting zal door uitspoeling de resterende stikstof snel uit de bodem verdwijnen. Fosfaat wordt echter gebonden aan bodemdeeltjes, waardoor in samenhang met de jarenlange bemesting een grote fosfaatvoorraad is opgebouwd. De hoogste fosfaatconcentraties zijn te verwachten in de organische toplaag van de bodem, maar ook in de minerale ondergrond kunnen de fosfaatconcentraties enigszins verhoogd zijn.

Bij vernatting van het gebied kan (door oplossing van ijzerfosfaten) een deel van de fosfaatvoorraad vrijkomen en uitspoelen naar het oppervlaktewater. Dit proces kan met name optreden in het deelgebied van Tangermoor, omdat hier een verregaande vernatting wordt gerealiseerd. De overige gebieden zijn hiervoor minder gevoelig, omdat ook in de toekomstige situatie de toplaag van de bodem voldoende droog blijft.

Bovendien is ook afspoeling van fosfaatrijke bodemdeeltjes mogelijk, met name in toekomstige oeverzones van de nieuwe watersystemen en ook als fosfaatrijke grond in ophogingen langs het oppervlaktewater wordt verwerkt. Dit proces veroorzaakt in natte perioden in hellende landbouwgebieden enorm hoge fosfaatconcentraties in het oppervlaktewater en ook bij het recreatiegebied de Rietplas (Emmen) zijn hierdoor nu grote waterkwaliteitsproblemen. Daarnaast moet er ook voor gewaakt worden dat fosfaatrijke organische lagen niet in rechtstreeks contact komen te staan met oppervlaktewater.

Uit de waterkwaliteitsstudie van Arcadis blijkt dat de bijdrage van uitspoeling aan de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater meevalt. De afspoeling van fosfaatrijke bodemdeeltjes en rechtstreeks contact tussen fosfaatrijke bodemlagen en het oppervlaktewater worden voorkomen door een goed doordacht grondverzetsplan. In de eerste plaats wordt bij de ontgravingen voor de beoogde nieuwe watersystemen altijd de gehele organische toplaag van de bodem verwijderd. Het betreft hierbij niet alleen de voedselrijke bouwvoor maar ook eventueel aanwezige moerige lagen en veenlagen. Om af te leiden hoe diep hiervoor ontgraven moet worden is middels een aantal grondboringen de dikte van de organische toplaag gemeten (zie bijlage 6B). In de tweede plaats worden de ophogingen (met name de hellingen) afgedekt met een laag schoon zand. In de derde plaats worden ook de organische bodems die bij de ontgravingen in de oeverzones bloot komen te liggen afgedekt met een laag schoon zand.

In de bouwvoor kunnen ook residuen van gewasbeschermingsmiddelen voorkomen. Bovengenoemd grondverzetprincipe draagt er tevens zorg voor dat geen direct contact met het oppervlaktewater meer mogelijk is. In de toekomst worden ook geen gewasbeschermingsmiddelen meer benut.

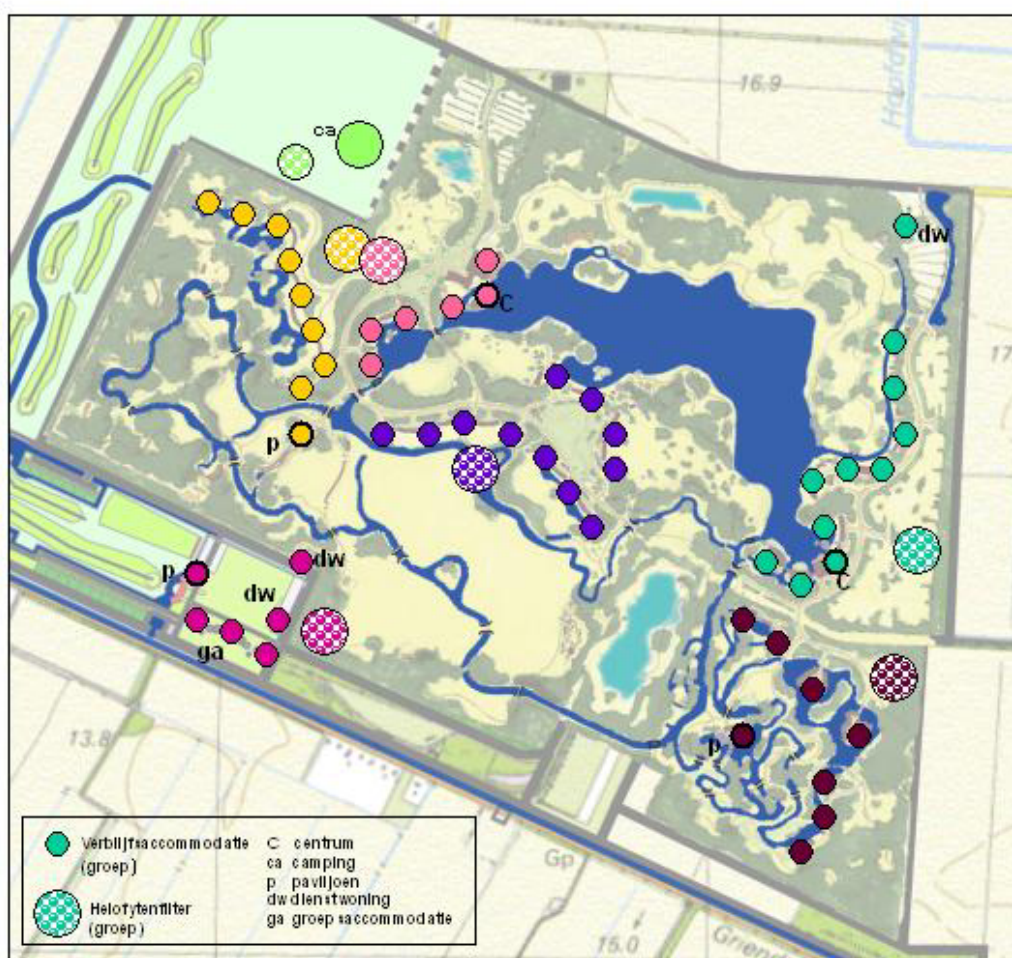
9.5.3 Invloed van dierenmest en urine

Ook de mest en urine die door de dierlijke bewoners van het park wordt geproduceerd heeft invloed op de waterkwaliteit. De mate waarin dierlijke mest en urine uiteindelijk invloed heeft op de oppervlaktewaterkwaliteit en op welke wijze de beïnvloeding kan worden geminimaliseerd, worden behandeld in de waterkwaliteitsstudie van Arcadis.

9.5.4 Invloed van gezuiverd grijs afvalwater

Als onderdeel van het integrale waterbeheer in het Wildlife Parkresort is het de bedoeling om het grijze afvalwater uit lodges en centrumgebouwen te zuiveren middels helofytenfilters en vervolgens toe te laten vloeien in het parkwater (zie figuur 9.6). De toevoer draagt bij aan het op peil houden van het oppervlaktewater. Dit is met name van belang in de zomerperioden, en juist dan is de toevoer groot, aangezien de bezetting van de lodges en centra dan maximaal is. Uit de waterkwaliteitsstudie van Arcadis blijkt dat de bijdrage van het gezuiverde grijs afvalwater een de totale fosfaatbelasting beperkt is. De toevoer van gezuiverd grijs afvalwater heeft dus geen sterke negatieve invloed op de waterkwaliteit. Het is daarbij wel van belang om een zo hoog mogelijk zuiveringsrendement voor de helofytenfilters te realiseren.

Voor de filters wordt (behalve helofyten) ook het gebruik van Lotus overwogen: hiermee zijn elders goede ervaringen opgedaan en een Lotus-vegetatie is ook vanuit visueel oogpunt aantrekkelijk. Verder wordt bij het ontwerp van de helofytenfilters niet alleen aandacht besteedt aan het realiseren van goede groeiomstandigheden voor de gewenste plantensoorten, maar ook aan het realiseren van de juiste omstandigheden voor het uitvoeren van het beheer. De helofytenfilters hebben namelijk alleen een goede zuiverende werking als er ook wordt geoogst, wat betekent dat het oogsten dus op eenvoudige wijze moet kunnen plaatsvinden.



Figuur 9.6 Zuivering grijs afvalwater

Het is de bedoeling om zwart afvalwater (toiletwater) op andere wijze uit het gebied af te voeren. Het debiet van het zwarte afvalwater is namelijk vrij gering terwijl de kwaliteit ervan slecht is (in verhouding tot de vereiste kwaliteit voor de gietwaterfunctie en de recreatieve functie) en de zuivering ervan complex is.

9.5.5 Invloed van diep grondwater en regenwater

Het regenwater is (in ieder geval ten aanzien van fosfaat) een schone aanvoerbron. Het diepe grondwater bevat veel ijzer en mangaan, maar de concentraties van deze stoffen worden door voorzuivering en verblijf in de watersystemen van het WLPR (ofwel nazuivering) verlaagd totdat ze voldoen aan de gestelde eisen voor het gietwater.

Het diepe grondwater bevat mogelijk veel fosfaat. Van de kwaliteit van het diepe grondwater is één meting bekend, en toen werd een fosfaatconcentratie van 0,7 mgP/l gemeten, wat dus hoog is (Arcadis, 2007). Nader onderzoek zal uit moeten wijzen of er structureel sprake van een hoge fosfaatconcentratie van het diepe grondwater. Indien dit het geval is, dan moet ook het fosfaat middels voorzuivering grotendeels uit het water verwijderd worden, voordat het toegevoerd wordt naar de watersystemen van het recreatiepark. Het (middels voorzuivering) realiseren van lage fosfaatconcentraties voor het diepe grondwater is namelijk van doorslaggevend belang voor de eindconcentratie in het oppervlaktewater. Bij een voldoende lage fosfaatconcentratie vormt het opgepompte grondwater een ideale stuurvariabele waarmee in alle watersystemen een goede waterkwaliteit gerealiseerd kan worden, ondanks de verrijkende invloeden van bepaalde overige posten.

Bovendien zorgt de toevoer van het koele diepe grondwater (met name de toevoer via pomp 1b) ervoor dat de temperatuur van het ondiepe tweede watersysteem laag wordt gehouden, wat ook een bijdrage levert in het voorkomen van overmatige algengroei.

9.5.6 Zuiverende werking van de watersystemen

Net als de helofytenfilters hebben ook de watersystemen van het Wildlife Parkresort een zuiverende werking. Voedingsstoffen worden opgenomen in water- en moerasplanten, en ook door denitrificatieprocessen verdwijnt stikstof uit de watersystemen. Net als voor de helofytenfilters geldt daarbij dat de vegetatie wel geoogst moet worden voor het realiseren van een optimale zuiverende werking. In diepe delen van de zandwinplas kan ook aan slibdeeltjes gebonden fosfaat tot bezinking komen en zodoende uit de waterlaag verdwijnen.

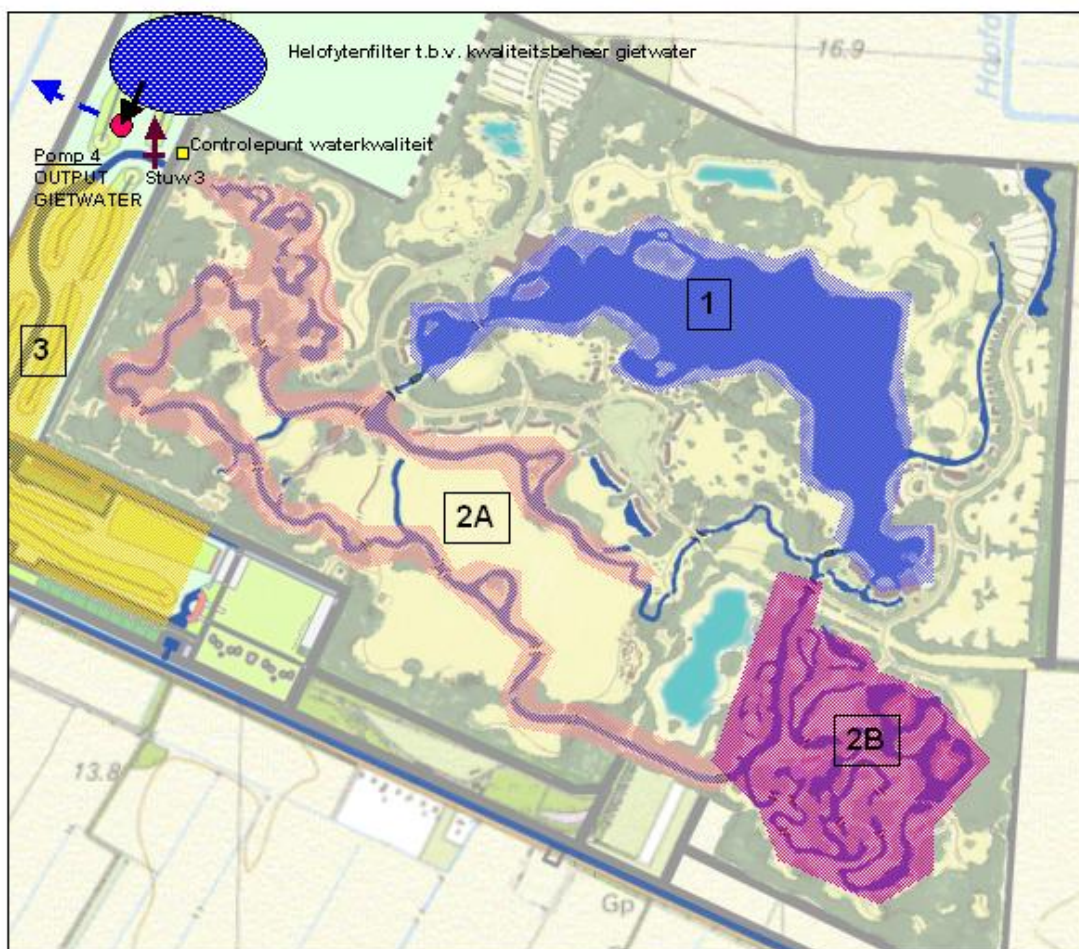
9.5.7 Invloed van stroming

Om muggenplagen te vermijden wordt ernaar gestreefd het water in het park zoveel mogelijk stromend te maken (zie ook paragraaf 9.4.5). De larven van steekmuggen prefereren ondiep stilstaand en voedselrijk water. De geplande waterdiepten zijn in combinatie met het grote oppervlak van de wateren zodanig dat er over het algemeen teveel waterbeweging is om steekmuggen in grote hoeveelheden tot ontwikkeling te laten komen. Echter in de oeverzones van met name het moerasgebied van Tangermoor zal wel sprake zijn van ondiep, stilstaand water. Daarom is het nuttig om ook op ander wijze (bijvoorbeeld door de inzet van roofvissen, oeverwaluwen en andere insecteneters zoals vleermuizen) muggenbestrijding ter hand te nemen.

Bij te hoge stroomsnelheden kan als gevolg van opwerveling van slib- en zanddeeltjes de helderheid van het water verminderen. Met uitzondering van de Lazy River is er echter sprake van hooguit traag stromende watersystemen, waardoor dit probleem zich naar verwachting niet of hooguit beperkt voor zal doen. Eventuele problemen kunnen bovendien ondervangen worden door afvang van de slib- en zanddeeltjes in een nazuiveringssysteem (zie paragraaf 9.5.8).

9.5.8 Nazuivering

Indien noodzakelijk dan wordt het water eerst met een helofytenfilter nagezuiverd voordat het als grondstof voor de gietwaterproductie wordt geleverd (zie figuur 9.7). De omvang van het filter wordt bepaald door de noodzakelijke verblijftijd van het water in het filter (om de gewenste zuivering te kunnen bereiken) en de hydraulische belasting ervan in relatie tot de vraag naar gietwater (zie aanbevelingen). Het filter kan ook dienen voor afvang van zand- en slibdeeltjes. Als garantie dat de waterkwaliteit voldoet aan de gestelde eisen is het raadzaam de waterkwaliteit te monitoren op het punt waar het water het park verlaat (bij pomp 4).



Figuur 9.7 Nazuivering

10 Eindconclusies en aanbevelingen

Door middel van de beoogde opzet van de waterhuishoudkundige inrichting en het waterbeheer in het Wildlife Parkresort kunnen de huidige waterhuishoudkundige problemen die in het gebied spelen op effectieve wijze worden aangepakt en kunnen de in te richten watersystemen in de toekomst op meervoudige wijze worden benut:

- Realisatie van een bedrijfszeker en aantrekkelijk waterrijk recreatiegebied.
- Levering van de benodigde hoeveelheden gietwater met een kwaliteit die voldoet aan de gestelde eisen.
- Goede ecologische ontwikkelingsmogelijkheden voor de watersystemen: rijke aquatische levensgemeenschap en moeras- en oevervegetatie.
- Reductie van de wateroverlast in het verder westelijk gelegen overstromingsgevoelige gebied.
- Verdrogingsbestrijding van aangrenzende natuur- en landbouwgebieden.

Hiertoe wordt bij de inrichting en het beheer van de watersystemen nauw aangesloten op de natuurlijke uitgangssituatie. Zo wordt systeem 2B boven de hier aanwezige keileemlaag aangelegd terwijl systeem 2A (waar geen of nauwelijks keileem aanwezig is) wordt uitgegraven tot beneden de freatische grondwaterspiegel. Binnen de bandbreedten die vanuit de recreatieve functie gelden, krijgen de watersystemen een zo natuurlijk mogelijk peilverloop. Door demping van de bestaande waterlopen en het zoveel mogelijk achterwege laten van waterafvoer vanuit het park naar het externe oppervlaktewaterstelsel wordt het gebiedseigen water geconserveerd. Om ervoor te zorgen dat watersystemen 2A en 2B ook in extreem droge zomerperioden op eigen kracht watervoerend kunnen blijven, worden ze voldoende diep uitgegraven. Vanuit de recreatieve functie is het echter wenselijk om het wegzakken tot op het minimumniveau zoveel mogelijk te voorkomen. Daarom wordt ook het gezuiverde grijze afvalwater van de lodges en centrumgebouwen benut voor het op peil van de watersystemen. Indien (op termijn) het derde watersysteem wordt aangelegd, dan kan ook over water uit dit verder benedenstrooms (en dus gunstiger) gelegen systeem beschikt worden voor het op peil houden van het eerste en tweede watersysteem. Ook kan overwogen om water uit de zandwinplas te gebruiken voor het op peil houden van het tweede watersysteem (en te accepteren dat het peil in de zandwinplas in extreem droge zomerperioden verder wegzakt).

Voor de gietwatervoorziening wordt diep grondwater opgepompt, via systemen 1 en 2 wordt het water naar de noordwestzijde van het Wildlife Parkresort geleid, waarvandaan de levering van gietwater aan het glastuinbouwgebied plaatsvindt. Door middel van de onttrekking van diep grondwater wordt de zandwinplas weer op peil gebracht waardoor de huidige verdrogende werking ervan (grotendeels) wordt beëindigd. Ook wordt op deze wijze zo min mogelijk ijzerrijk en antropogeen beïnvloed grondwater vanuit de omgeving meer aangetrokken waardoor de waterkwaliteit van de plas zal verbeteren.

In principe kan het recreatiepark op eigen kracht draaien, maar de combinatie van de recreatieve functie en de gietwaterfunctie heeft belangrijke wederzijdse voordelen:

- In het park is ruimte voor ontijzering van het water aanwezig en door verblijf van het opgepompte water in de watersystemen kan het ongewenste mangaan grotendeels uit het water worden verwijderd.
- De zandwinplas kan gebruikt worden als voorraadbekken. Hiermee kunnen pieken in de vraag naar gietwater worden opgevangen en kunnen effecten van de onttrekking op de stijghoogte van het diepe grondwater in de zomerperiode (mei t/m augustus) gedompt worden.
- Het (na voorzuivering) schone, diepe grondwater kan gebruikt worden voor doorstroming van de watersystemen.

In de watersystemen kan bovendien in extreem natte perioden het neerslagoverschot van het park (grotendeels) worden vastgehouden. Zodoende wordt het verder benedenstrooms gelegen gebied ontlast, waardoor een belangrijke bijdrage wordt geleverd aan wateroverlastbestrijding van dit overstromingsgevoelige gebied. Ook het water dat in extreem natte perioden wordt vastgehouden kan door de geïntegreerde opzet gebruikt worden voor de gietwatervoorziening.

Doordat uitsluitend gebruik wordt gemaakt van (voorgezuiverd) diep grondwater, gebiedseigen water en gezuiverd grijs afvalwater (en er dus geen aanvoer van vervuild gebiedsvreemd water nodig is) zijn er ook goede perspectieven voor realisatie van een goede waterkwaliteit. Een goede kwaliteit wordt ook gerealiseerd door verwijdering van de gehele voedselrijke organische toplaag van de bodem bij aanleg van de watersystemen, het voorkomen van afspoeling van fosfaatrijke bodemdeeltjes naar het oppervlaktewater (door afdekking van de oevers en de ophogingen met een laag schoon zand), zuivering van grijs afvalwater met helofytenfilters en door de zuiverende werking van de watersystemen zelf. Muggenplagen worden tegengegaan door middel van het realiseren van voldoende doorstroming van de watersystemen. Indien nodig wordt het water bij het verlaten van het Wildlife Parkresort met een helofytenfilter nagezuiverd alvorens het als grondstof voor de gietwaterproductie wordt geleverd. Als garantie dat de waterkwaliteit voldoet aan de gestelde eisen kan de waterkwaliteit op dit punt gemonitord worden.

De onttrekking van diep grondwater veroorzaakt ter plaatse van het Wildlife Parkresort slechts een geringe daling van de stijghoogte in het derde watervoerende pakket. Voor de verder oostelijk gelegen natuurgebieden Bargerveen en Schoonebeeker Veld worden met het gebruikte grondwatermodel voor het voorkeursscenario (scenario 5) zowel bij vergelijking met de huidige als de ongestoorde situatie geen significante verlagingen van de stijghoogte- en grondwaterstand berekend. Op de uiterste westgrens van het Bargerveen en in de noordwesthoek van het Schoonebeeker Veld wordt wel een minieme (en dus niet significante) daling van de stijghoogte in het derde watervoerende pakket berekend (van 1 cm), maar deze daling werkt (in het voorkeursscenario) niet door in het tweede en eerste watervoerende pakket, en dus ook niet in de veenbasis van het Bargerveen.

Bij bespreking van de resultaten in het brede wateroverleg (van 15-11-2007) is de vraag naar voren gekomen of het model wel geschikt is om de mogelijke effecten op het Bargerveen voldoende nauwkeurig te bepalen (met name ten aanzien van de invloed van de oostelijke modelrand op de resultaten). Daarnaast is in de richtlijnen van de MER de vraag gesteld wat de nauwkeurigheid van het model is en is gevraagd of er inzicht gegeven kan worden in de gevoeligheid van het model. Om deze vragen te beantwoorden en om te komen tot een gedragen MER dat aan de richtlijnen voldoet is door Witteveen+Bos een nadere analyse van het model uitgevoerd. Voor de resultaten hiervan wordt verwezen naar de betreffende notitie van Witteveen+Bos.

Voor het afleiden van maatregelen die het hydrologisch functioneren van het Bargerveen in positieve zin beïnvloeden is het raadzaam de aandacht te richten op de randzone van het hoogveengebied: door het treffen van relatief eenvoudige maatregelen in eigendommen van Griendtsveen DLO kan op structurele wijze een significante positieve bijdrage geleverd worden aan het herstel van dit unieke hoogveengebied. De beste mogelijkheden voor het treffen van maatregelen met een positief hydrologisch effect op het Bargerveen zijn aanwezig voor het gebied Hospers (ten zuidwesten van het Bargerveen). Daarnaast kan Griendtsveen DLO ook een faciliterende rol spelen in het realiseren van een hydrologische bufferzone aan de Duitse zijde. Momenteel wordt ook in het kader van het GGOR-proces nagedacht over maatregelen voor het Bargerveen.

Literatuur

ARDADIS, 2007. Studie waterkwaliteit Wildlife Parkresort. In opdracht van Griendtsveen Beheer B.V.

AELMANS, F.G., 1978. Grondwaterkaart van Nederland, kaartbladen 21 Oost, 22 Weste, 22 Oost en 23 West. Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft.

CATE, J.A.M. TEN EN G.W. DE LANGE, 1976. Geomorfologische kaart Oost en Zuidoost Drenthe, schaal 1 : 50.000. Stiboka, Wageningen.

DIENST LANDELIJK GEBIED, 2002. Herinrichting Schoonebeek – Masterplan water. DLG, Groningen.

HULLENAAR, J.W. VAN 'T & J.S. BELL, 2004. Hydrologische analyse Griendtsveenpark. Bell Hullenaar, Zwolle.

HULLENAAR, J.W. VAN 'T & J.S. BELL, 2005. Hydrologisch veldonderzoek Wildlife Parkresort . Bell Hullenaar, Zwolle.

SCHENKEVELD, A.J.M., 2004. Ecologisch onderzoek Griendtsveenpark – Emmen. Bureau Schenkeveld, Culemborg.

STARINGCENTRUM, 2000. Afvoeronderzoek Bargerveen. Staringcentrum, Wageningen.

STUYT, L.C.P.M., 1998. De waterhuishouding van het Bargerveen en het herinrichtingsgebied Schoonebeek – Systeemanalyse herinrichtingsgebied Schoonebeek. sc-dlo, Wageningen.

WALSUM, P.E.V. VAN, J.W.J. VAN DER GAAST & J.G. TE BEEST, 1998. De waterhuishouding van het Bargerveen en het herinrichtingsgebied Schoonebeek - Veldonderzoek en simulatie van de regionale hydrologie. sc-dlo, Wageningen.

WALSUM, P.E.V. VAN, 1998. Scenario-analyse waterbeheer. sc-dlo, Wageningen.

WEE, M.W. TER, 1979. Geologische kaart van Nederland, bladen Emmen-West (17W) en Emmen-Oost (17O). Rijks geologische dienst, Haarlem.

WIERTSEMA & PARTNERS, 2004. Resultaten grondonderzoek ten behoeve van de aanleg van de vaarverbinding Erica – Ter Apel te Klazienaveen. Provincie Drenthe, Assen.

Bijlagen

- 1 Modelbouw en -ijking
- 2 Grafieken van het (grond)waterstandsverloop van de nieuwe meetpunten
- 3 Berekeningen vasthouden van water in extreem natte perioden
- 4 Gemeten en berekende tijd-verlagingslijnen bij de pompproef
- 5 Ongecorrigeerde meetreeksen van de waarnemingsputten bij de pompproef
- 6 Aanvullend bodemonderzoek
 - 6A Bodemopbouw van systeem 2B in relatie tot het naastgelegen ven
 - 6B Dikte van de organische toplaag van de bodem
- 7 Schutwaterbalans
- 8 Gietwaterlevenarties in de periode 2000 t/m 2006

Bijlage 1 Modelbouw en -ijking

Modelbouw

Het rekenprogramma MODFLOW is toegepast om het geohydrologische model te maken van het onderzoeksgebied.

Schematisatie en invoergegevens

Horizontale schematisatie

De coördinaten van de hoekpunten van het modelgebied zijn $X_{min} = 257000$, $X_{max} = 265000$, $Y_{min} = 520000$, $Y_{max} = 527000$. Het modelgebied is ruim om het Wildlife Resort gekozen om de invloed van de modelranden in het interessegebied minimaal te houden. Het centrale deel van het modelgebied is gemodelleerd met een celgrootte van 25 meter x 25 meter. De resolutie van het modelgrid loopt naar de randen langzaam op tot 250 meter x 250 meter.

De modelgrenzen zijn van vaste randen voorzien. De waarden van de randen zijn bepaald met behulp van gemeten waarden van stijghoogten in de omgeving.

Uiteindelijk blijkt uit de berekende effecten dat de begrenzing van het modelgebied ten aanzien van veranderingen in de stijghoogten van > 5 cm ruim genoeg is gekozen. Aangezien er bij veranderingen < 5 cm echter geen sprake is van een significant effect is de begrenzing van het modelgebied dus in principe ruim genoeg. Ten aanzien van de 1-cm contour van de stijghoogteveranderingen in het derde watervoerende pakket zou de oostelijke vaste modelrand de resultaten van de berekeningen wel in lichte mate kunnen beïnvloeden. Zelfs als dit het geval zou zijn, dan heeft dat echter geen gevolgen voor de berekende stijghoogte-veranderingen in het tweede en eerste watervoerende pakket (vanwege de minieme eventuele afwijking en de aanwezigheid van de weerstandsbiedende lagen).

Verticale schematisatie

De bodemopbouw van het modelgebied is geschematiseerd zoals is geschreven in paragraaf 2.2. De diktes en dieptes van de modellagen zijn overgenomen van REGIS met uitzondering van de keileemlaag. De dikte en diepte van de keileemlaag is gebaseerd op de grondboringen uit het DINO-archief aangevuld met 22 grondboringen die in het kader van het "Hydrologisch veldonderzoek Wildlife Resort Drenthe" hebben plaats gevonden. De weerstanden en doorlatendheden van de bodemlagen zijn weergegeven in figuur 2.2.

Tijd

Er is eerst een stationair model gebouwd. Om de grondwaterstanden in zowel een wintersituatie als in een zomersituatie te kunnen berekenen is dit model vervolgens niet-stationair gemaakt. Als ijkingperiode is het hydrologisch jaar april 1997 tot april 1998 gekozen met als inrekenperiode de winter van 1997. Deze periode is gekozen omdat het een vrij gemiddeld jaar is en omdat er voldoende gemeten grondwaterstanden aanwezig zijn om het model te kunnen calibreren. Er zijn stressperiodes van een maand gebruikt.

Bodemparameters

De weerstanden en doorlatendheden van de bodemlagen zijn weergegeven in figuur 2.2. Bij het ijken van het niet-stationaire model zijn de beste resultaten gekregen met een freatische bergingscoëfficiënt van 0,1 in modellaag 1. De berging in de zandwinplas is op 1.0 gezet. De andere modellagen zijn gemodelleerd met een bergingscoëfficiënt van 0,0001.

Oppervlaktewater en drainagesysteem

De hoofdwaterlopen die geregistreerd zijn in de database van het Waterschap Velt en Vecht zijn expliciet ingevoerd in het model (voor ligging: zie figuur 2.5). De winterpeilen zijn ingevoerd voor de

periode oktober tot en met april, en de zomerpeilen voor de periode mei tot en met september. De waterlopen zijn ingevoerd met een bodemweerstand van 1 dag met uitzondering van het Dommerskanaal dat met een bodemweerstand van 5 dagen is gemodelleerd. De zomer en winterpeilen komen overeen met de peilen uit de peilvakkenkaart in figuur 2.5. De in het gebied aanwezige sloten en drainagestelesels zijn gemodelleerd met een gebiedsdekkende drainage van 165 dagen en een drainageniveau van 1 meter beneden maaiveld. In het heidegebied rondom de zandwinplas is geen gebiedsdekkende drainage ingevoerd.

Zandwinplas

De zandwinplas is gemodelleerd met een vast peil per stressperiode. De peilen zijn overgenomen van de metingen van meetpunt 23AS9005. In de ijkingperiode is water onttrokken uit de plas. Tijdens het iken van het model is de waterbalans van de plas gecontroleerd. De hoeveelheid water die draineert uit de plas is ongeveer gelijk zijn aan de hoeveelheid onttrokken grondwater.

Grondwateraanvulling

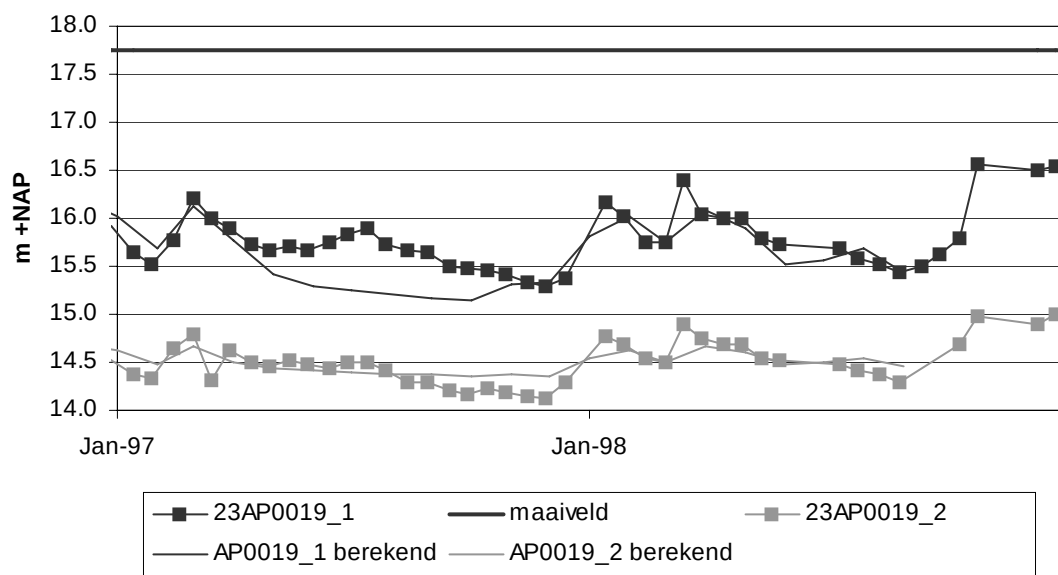
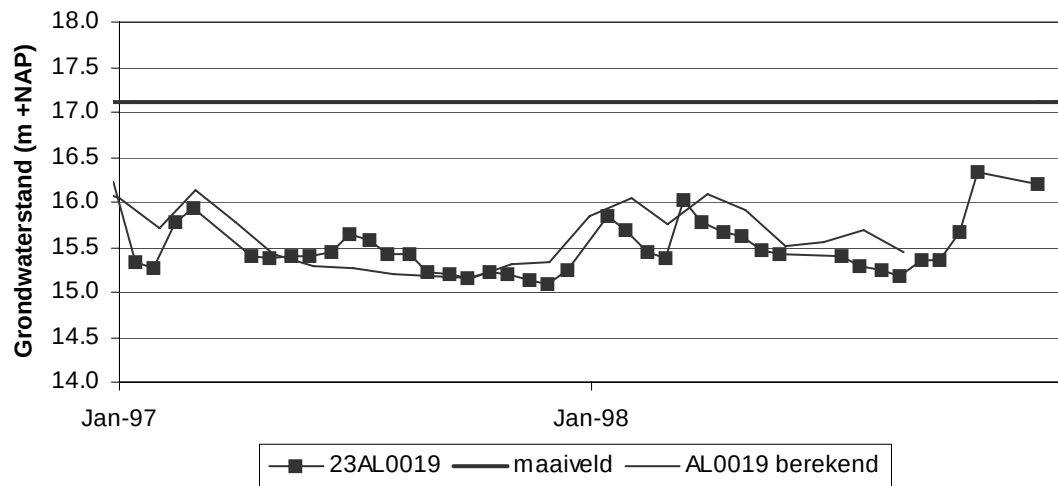
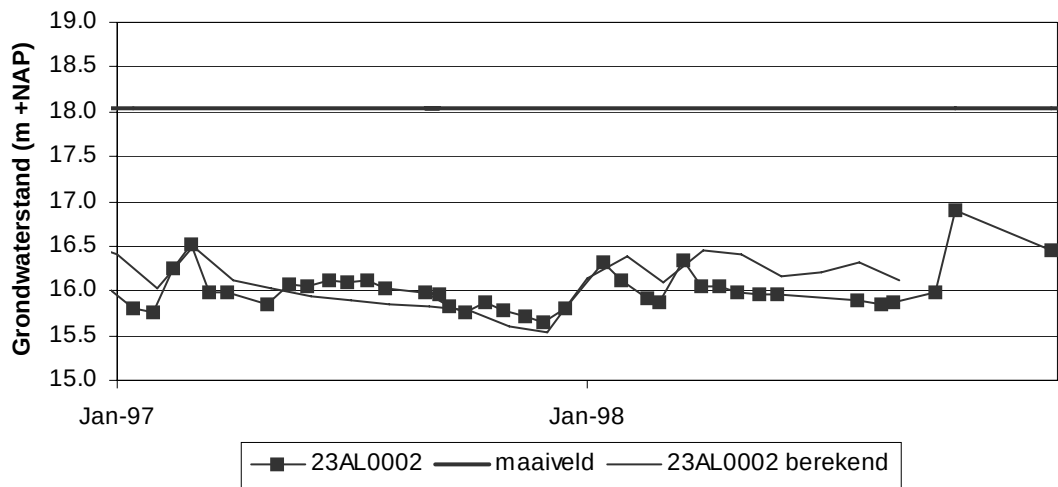
De grondwateraanvulling is bepaald aan de hand van de gegevens van neerslagstation Emmen en de verdampingsgegevens van weerstation Hogeveen. In het model zijn recharge en evapotranspiration packages gebruikt. In het evaporation package is uitgegaan van een afnemende verdamping met de diepte onder maaiveld (van 100% op een diepte van 0 tot 0,3 m – mv tot 0 % op een diepte van 2 m –mv). Waar keileem aanwezig is reageert de grondwaterstand vertraagd op de neerslag. De berging van de onverzadigde zone wordt daarom geschematiseerd als een bakje met een inhoud van 3mm. Als de berging vol is gaat de neerslag door naar de eerste modellaag. Als de berging niet vol is dan wordt het bakje eerst gevuld voordat het overblijvende neerslag- overschot naar modellaag 1 gaat. In de gebieden zonder keileem is geen correctie voor onverzadigde zone toegepast.

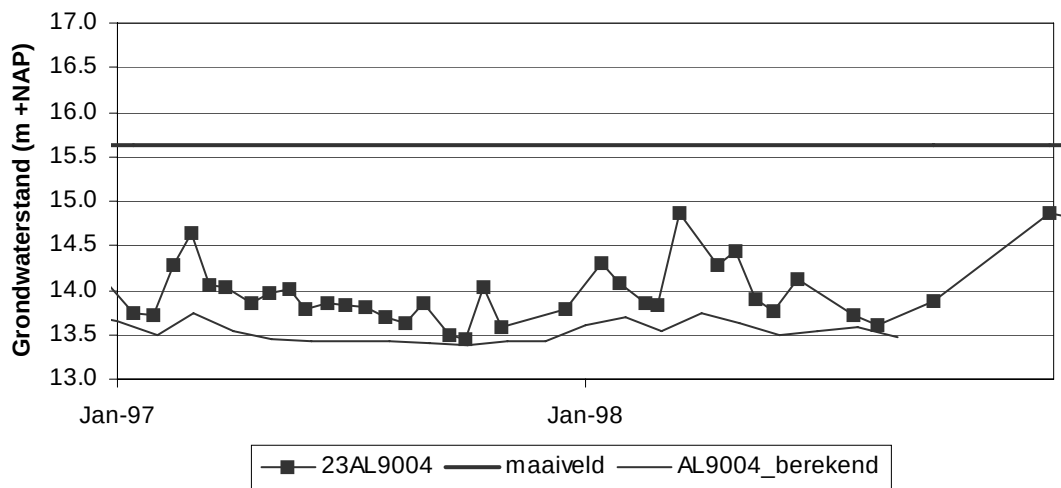
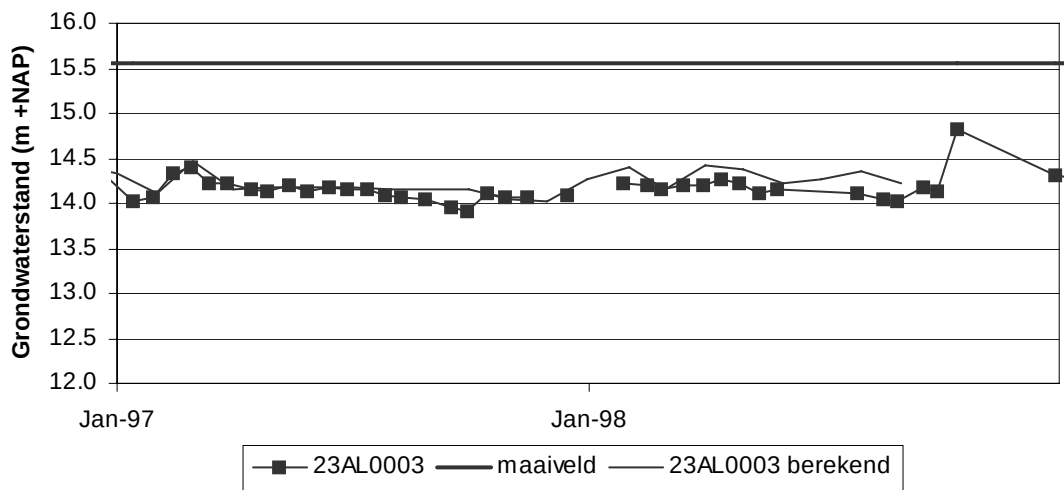
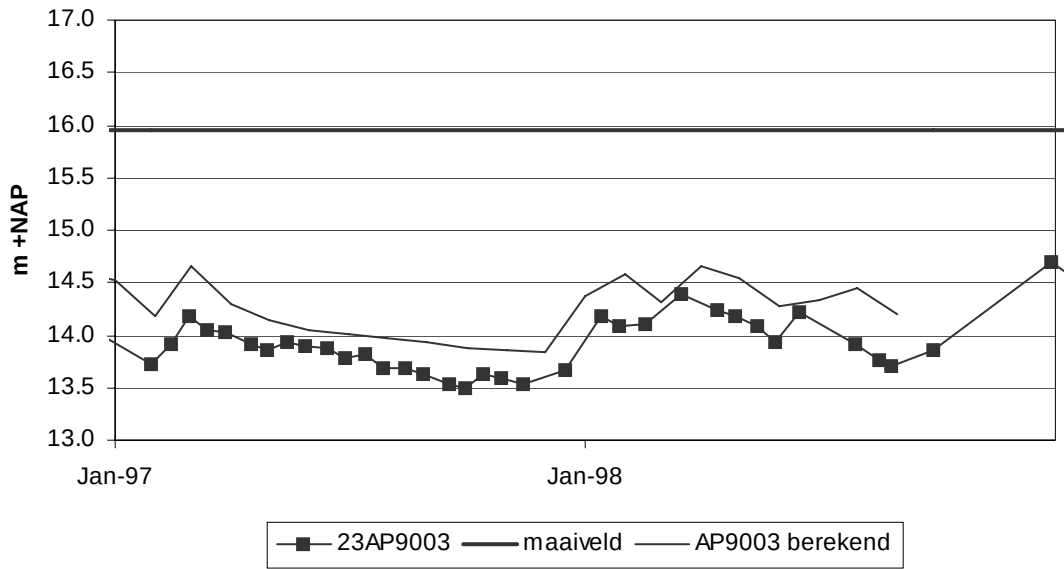
Model-ijking

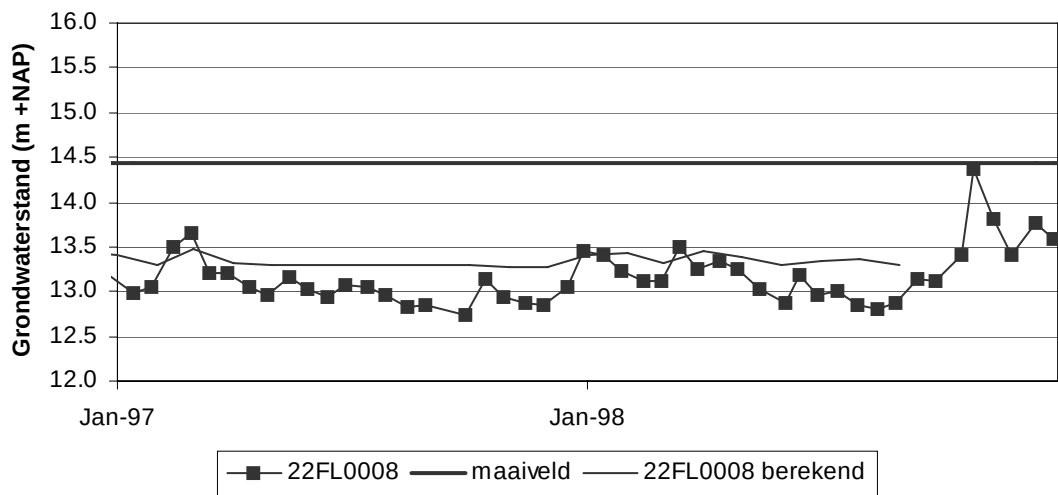
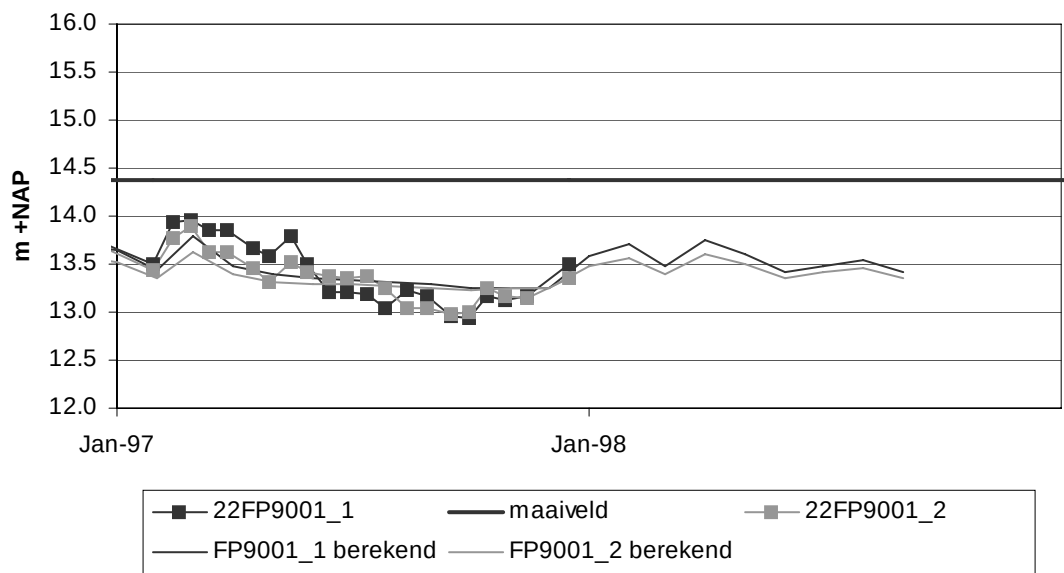
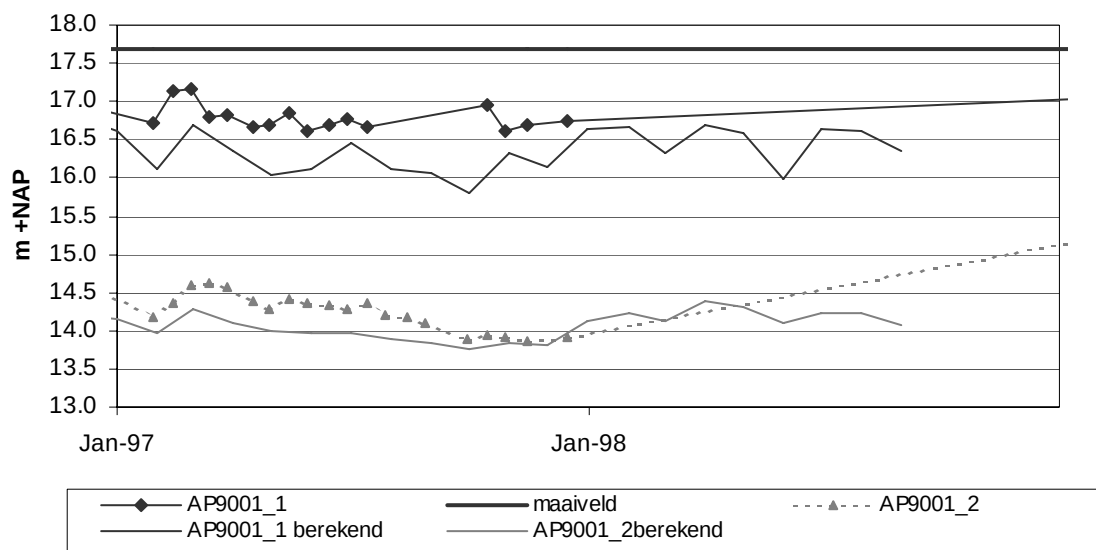
Het model is eerst geijkt voor een stationaire situatie. Vervolgens is het model niet-stationair gemaakt. In de bijgevoegde ijkingsgrafieken wordt voor een aantal peilbuizen met lange meetreeksen het berekende stijghoogteverloop vergeleken met het gemeten stijghoogteverloop. De locaties van de meetpunten zijn aangegeven in figuur 2.4.

In het plangebied zijn ook de resultaten van de (grond)waterstandsmetingen van het nieuwe meetnet gebruikt voor de ijking. Aangezien het meetnet pas in juli 2005 is geplaatst zijn van de ijkingsperiode (april 1997 – april 1998) echter geen gegevens beschikbaar. Op grond van de meetreeksen van een oude peilbuis die aan de westkant van het plangebied staat en die in het kader van dit onderzoek weer opnieuw opgenomen wordt (22FP9001) is afgeleid dat de situatie van eind september 1997 vergelijkbaar is met die van eind september 2005. Het betreft hier bij benadering een GLG-situatie. Op grond van deze overeenkomst zijn de meetgegevens van eind september 2005 gebruikt als extra ijkgegevens voor de GLG-situatie.

IJkingsgrafieken



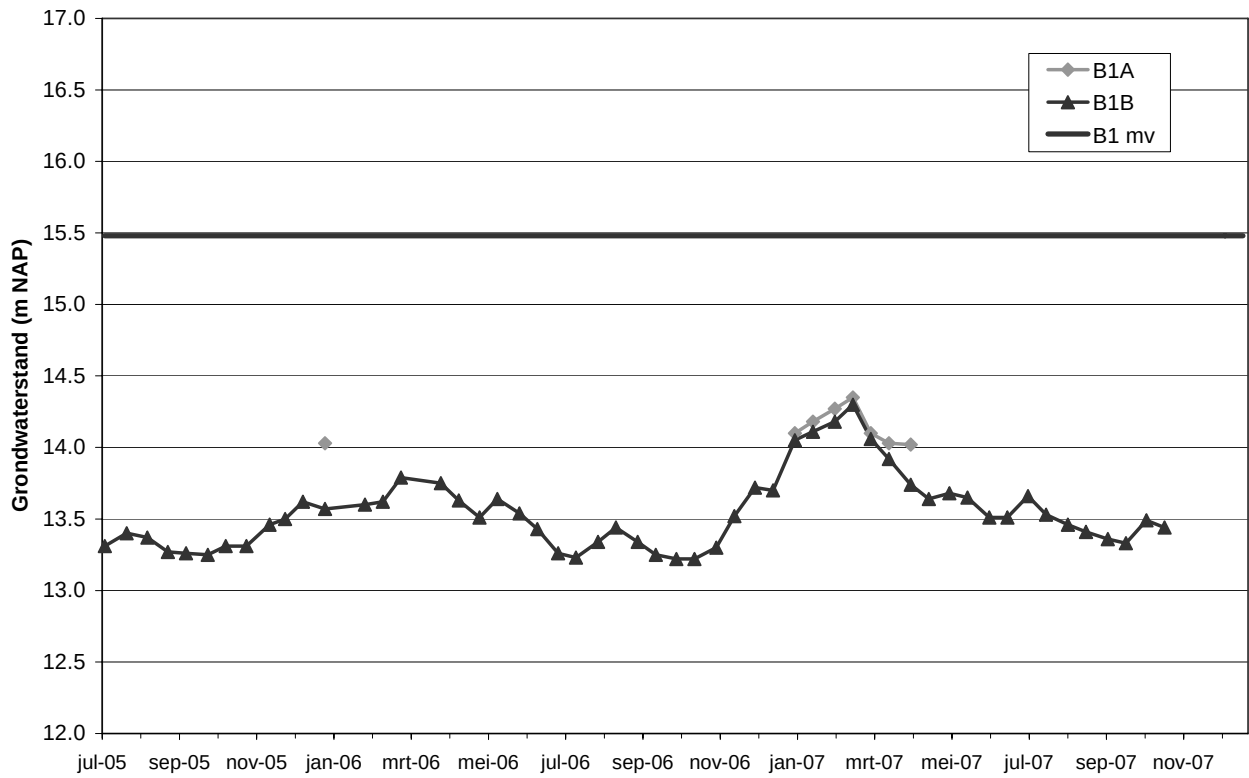
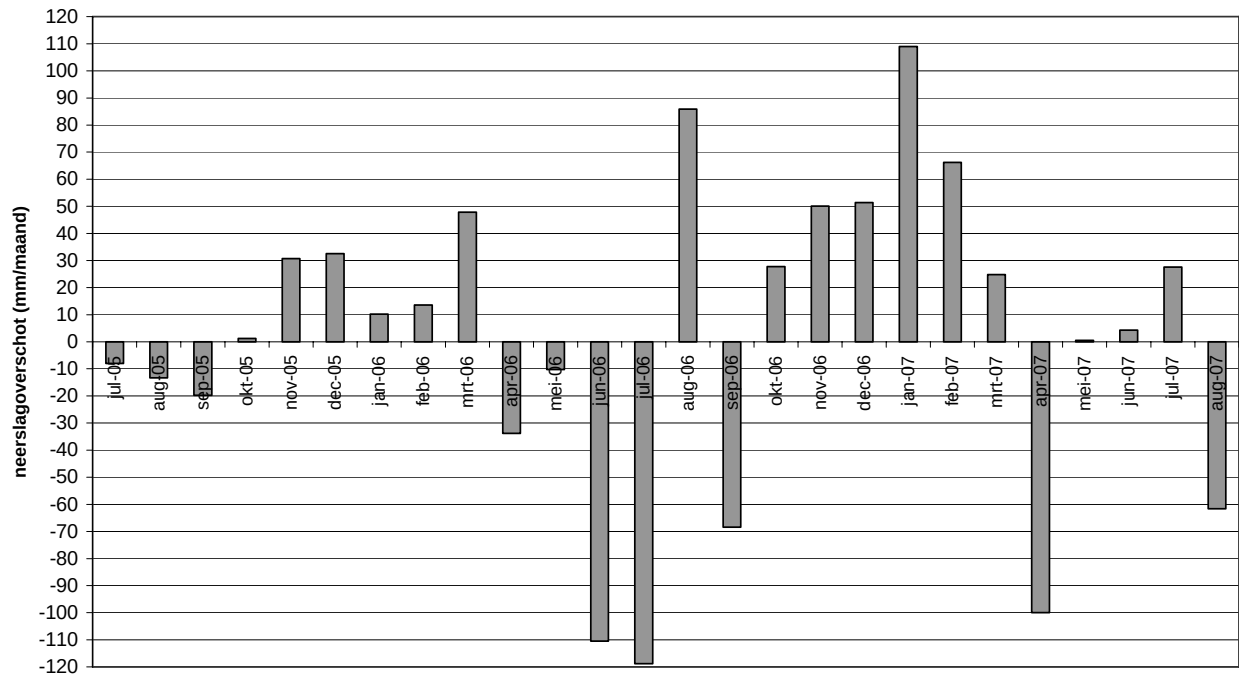


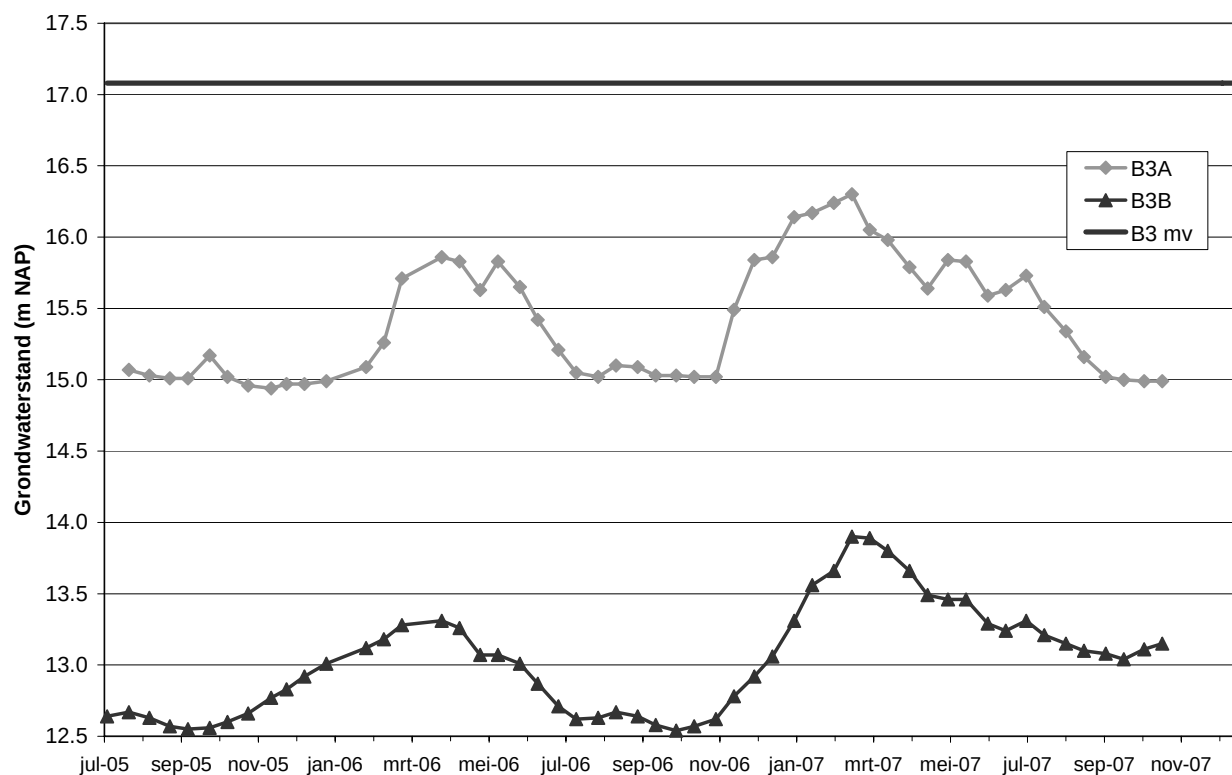
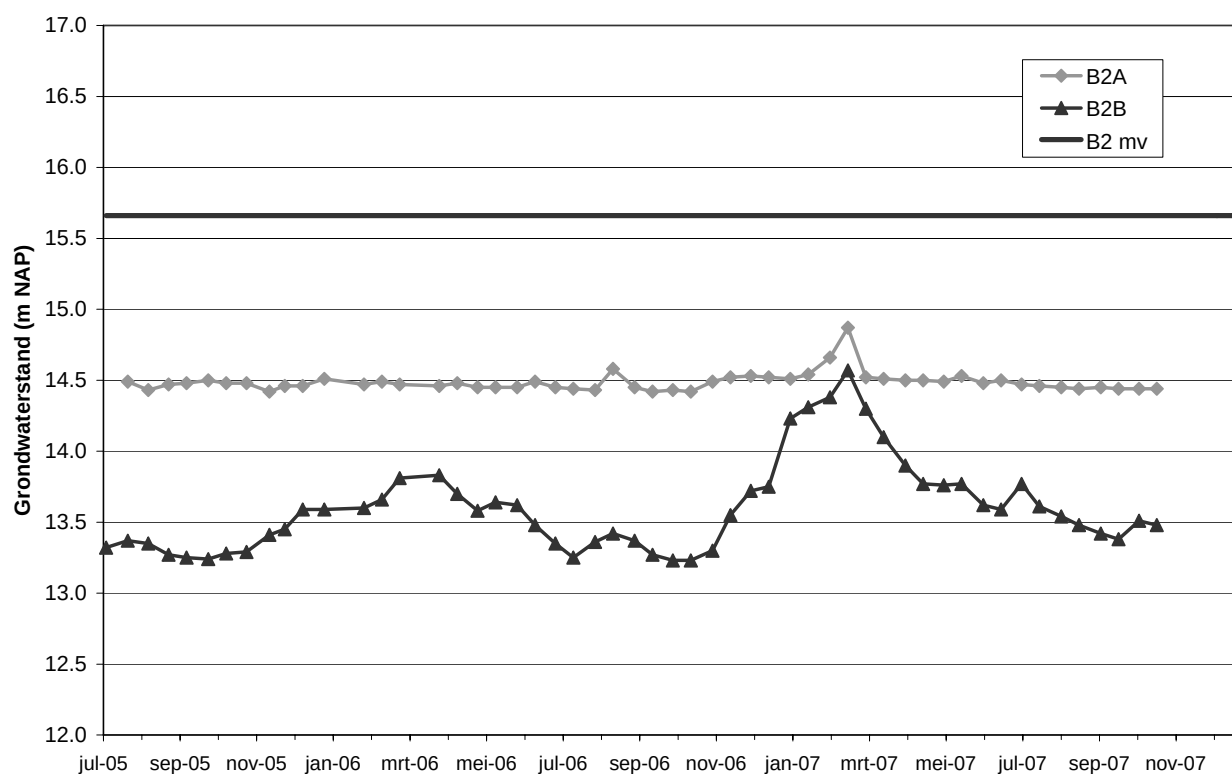


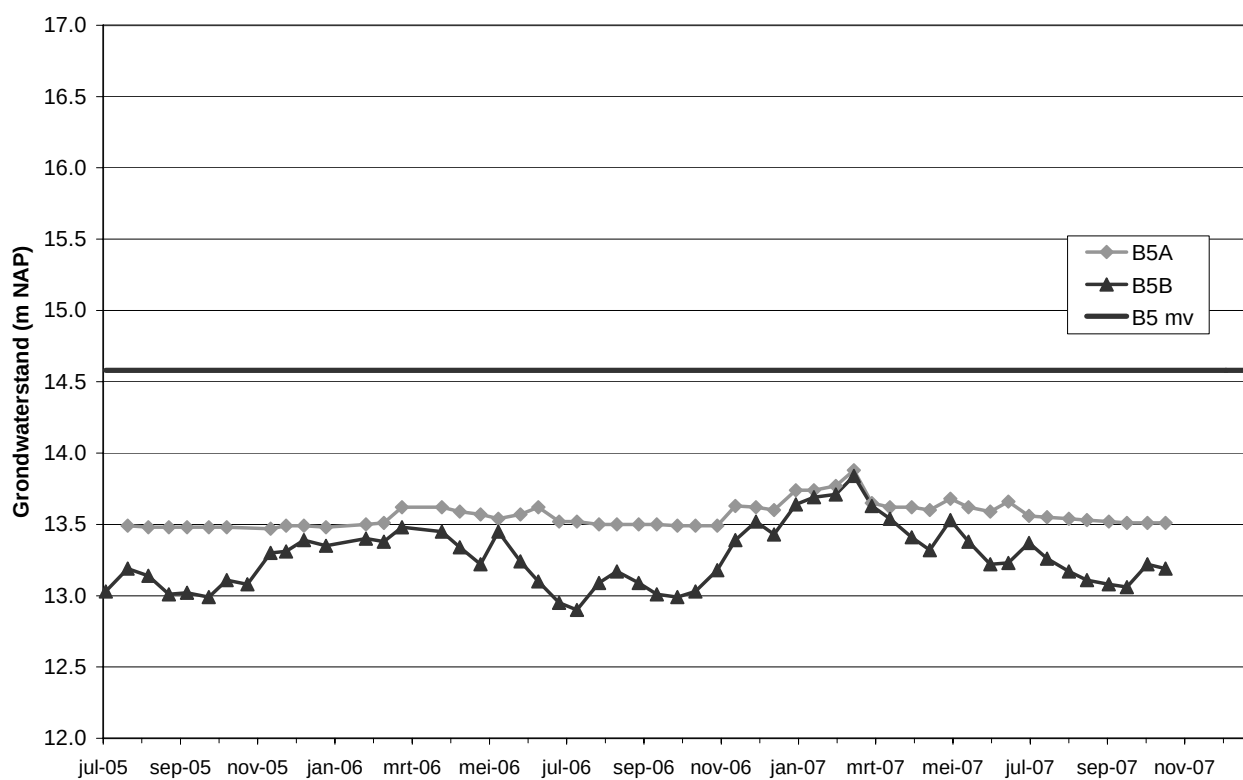
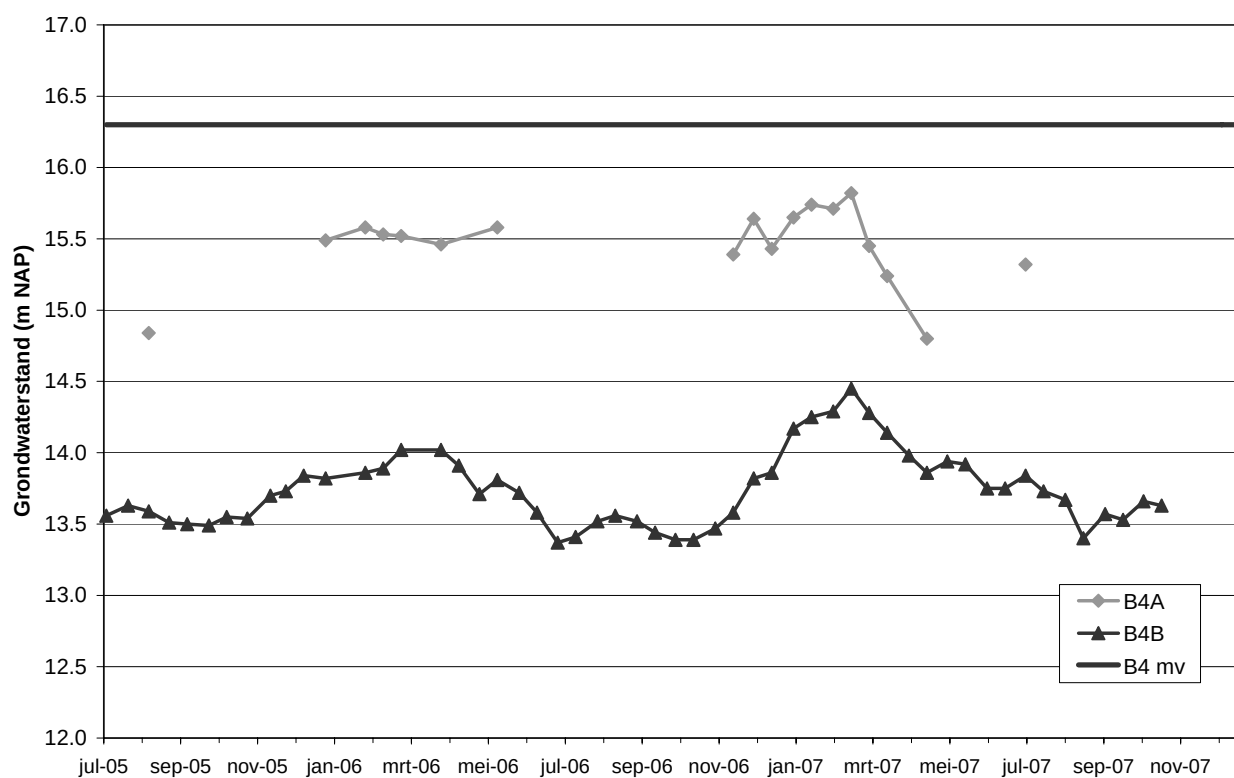
Bijlage 2

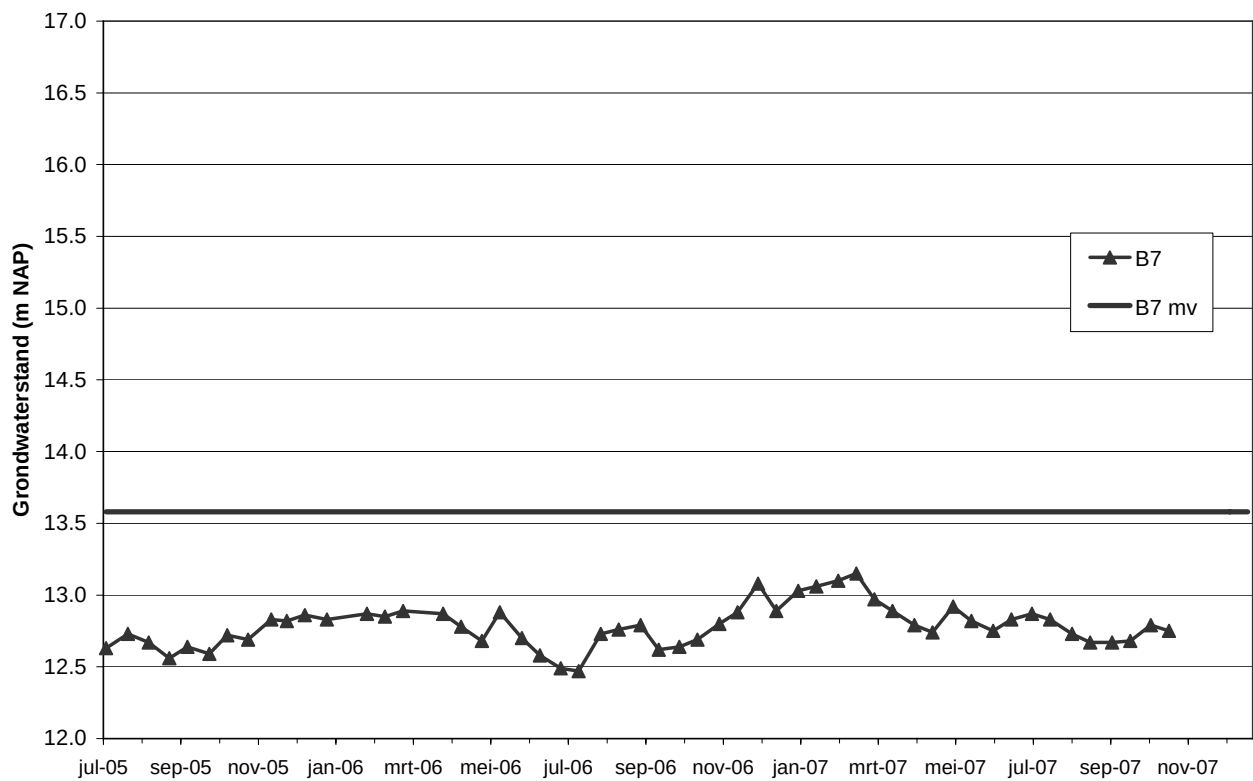
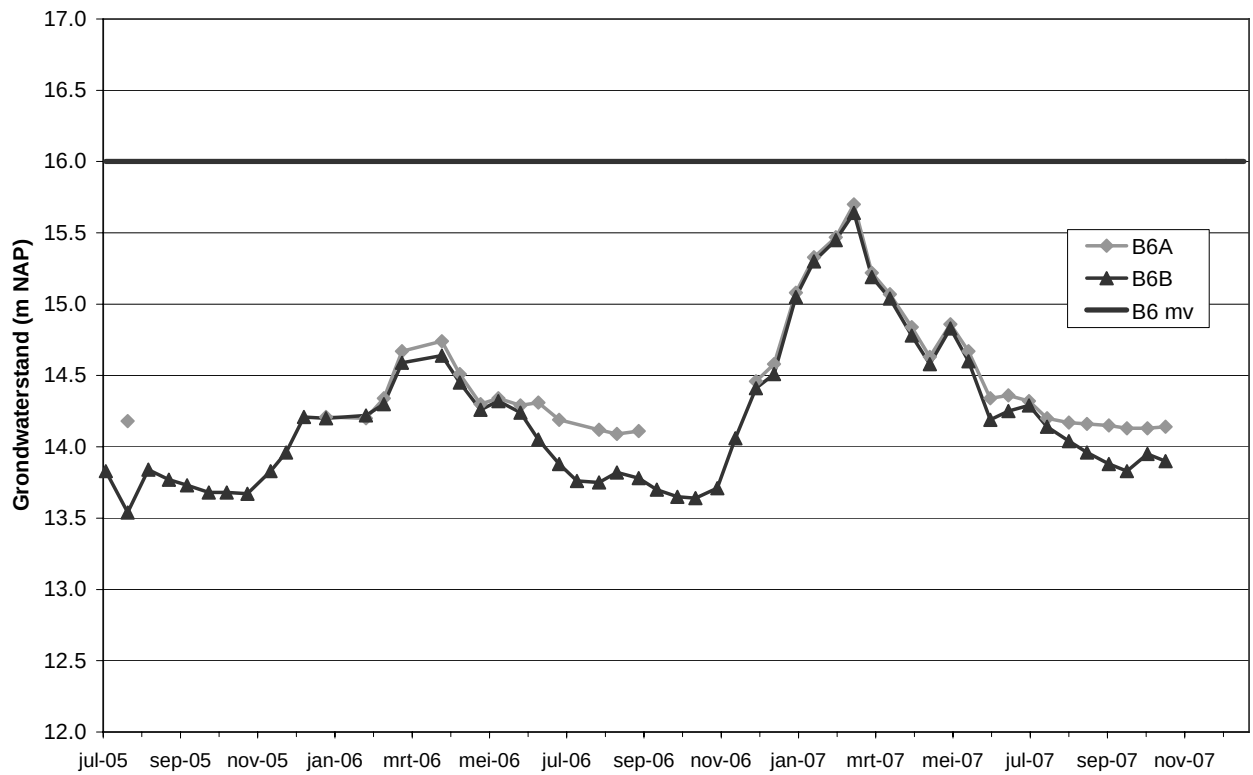
Grafieken van het (grond)waterstandsverloop van de nieuwe meetpunten & het maandelijks verloop van het neerslagoverschot

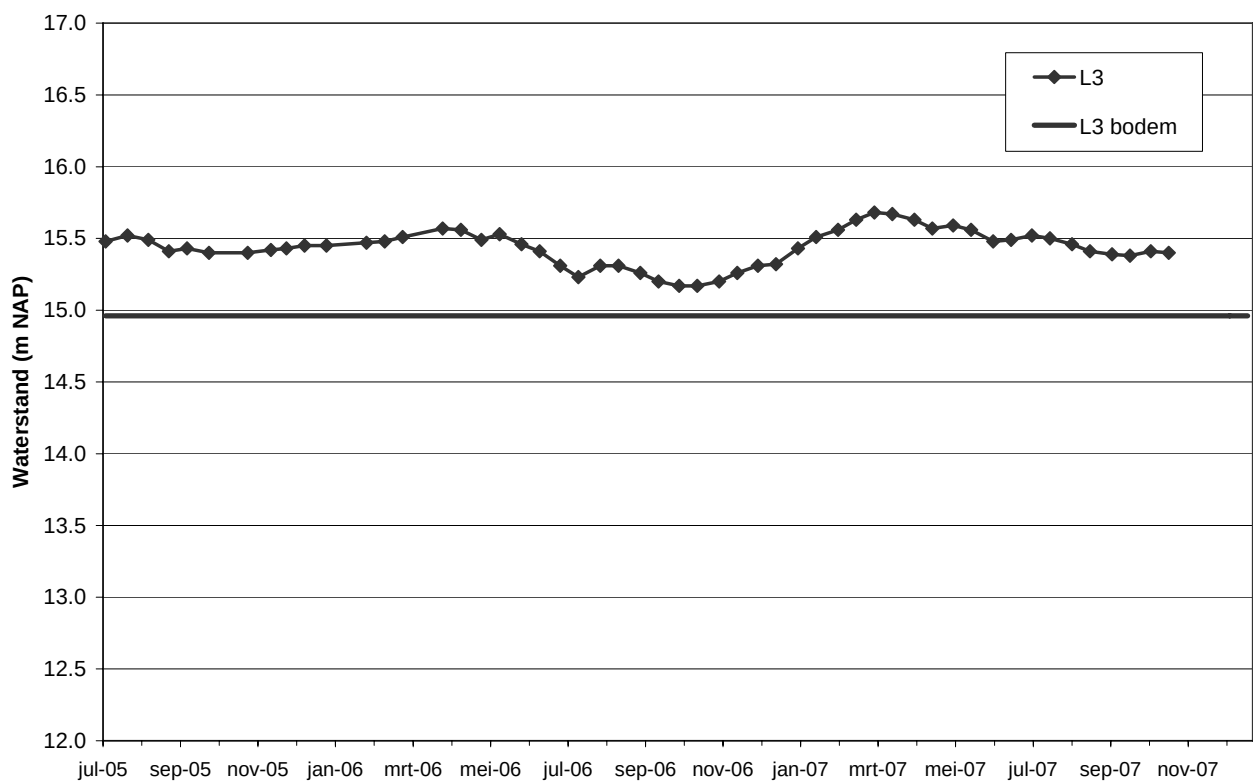
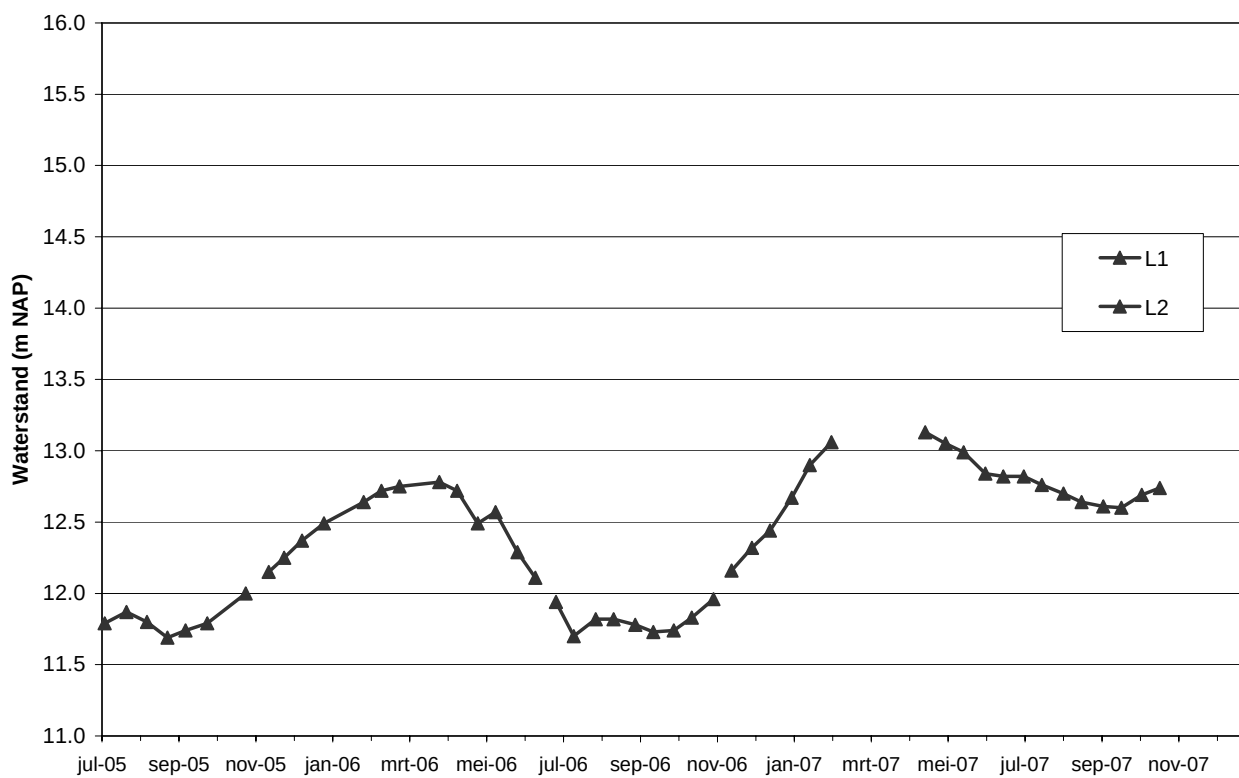
Neerslagoverschot
(bij open water verdamping)

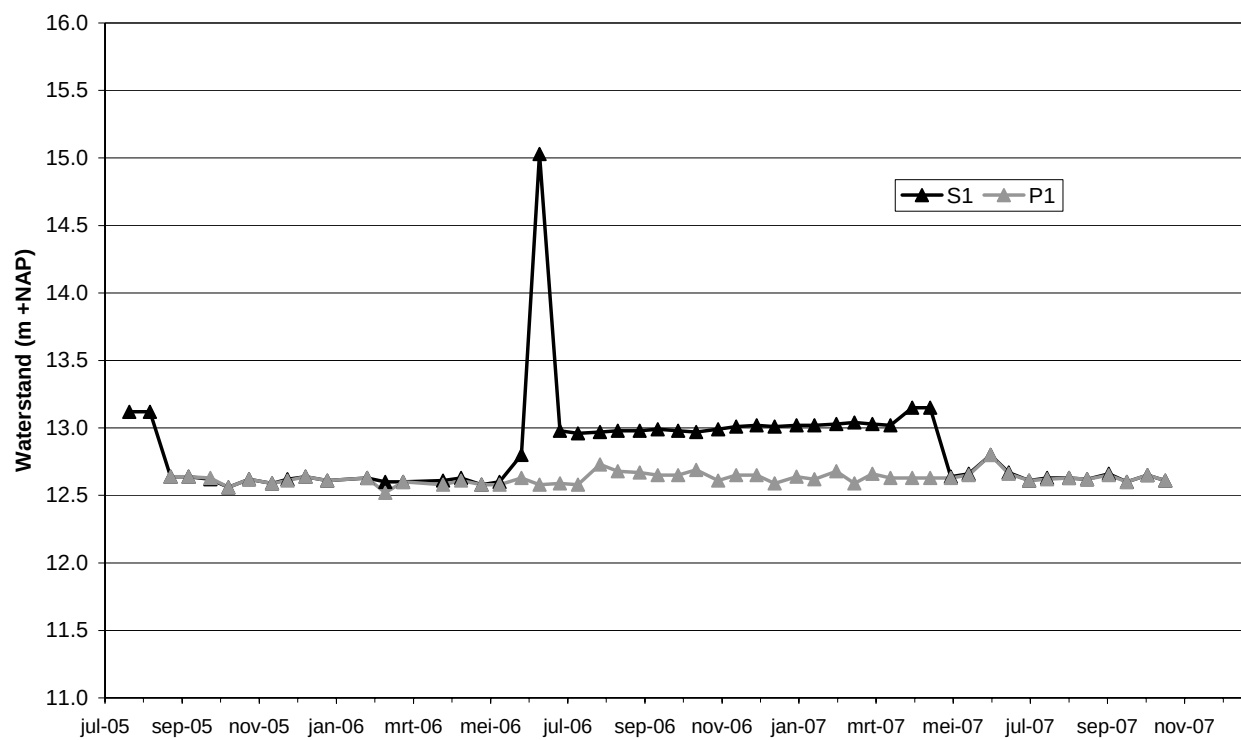












Bijlage 3

Berekeningen vasthouden van water in extreem natte perioden

Inleiding

Voor twee varianten is berekend in welke mate in extreem natte perioden het gebiedseigen neerslagoverschot in het plangebied vastgehouden kan worden.

- Aanleg van het Wildlife Parkresort (met de bijbehorende watersystemen 1, 2A en 2B) volgens de opzet zoals uitgewerkt in hoofdstuk 9. Deze opzet is in grote lijnen conform scenario 3 van het hydrologisch onderzoek.
- Uitbreidingsvariant: aanleg van het Wildlife Parkresort, de golfbaan en de Kanaalzone (met de bijbehorende watersystemen 1, 2A, 2B, 3A, 3B en 3C). Deze opzet is in grote lijnen conform scenario 4 van het hydrologisch onderzoek.

In de onderstaande tekst worden (aan de hand van de bijgevoegde kaart en tabellen) de opzet van het systeem voor het vasthouden van water, de berekeningen en de hierbij gehanteerde uitgangspunten toegelicht.

Toelichting van de opzet van het systeem, de berekeningsmethode en de hierbij gehanteerde uitgangspunten

In de berekening is uitgegaan van een neerslagpiek van 83 mm met een herhalingsjijd van 100 jaar. Er is aangenomen dat bij aanvang van de neerslagpiek een natte wintersituatie aanwezig is: de oppervlaktewatersystemen zijn op winterpeil en de grondwaterstanden bevinden zich op GHG-niveau.

In de berekening wordt ervan uitgegaan dat alle oppervlaktewatersystemen in het plangebied worden benut: op deze wijze kan het wateroverschot op de meest efficiënte wijze worden vastgehouden (bij de uitwerking van het definitieve ontwerp kunnen overigens nog wel wijzigingen doorgevoerd worden). Behalve de grote watersystemen worden ook de kleine systemen benut (zuidelijke en noordelijke ven). In deze kleine systemen wordt echter alleen water van de betreffende deelgebieden zelf vastgehouden (ivm ecologische doelstelling). Op grond van de hoogteligging en de grondwaterstromingsrichting van het ondiepe grondwater is voor elk oppervlaktewater-systeem afgeleid welk deelgebied op het betreffende systeem afwatert: op deze wijze is het plangebied opgesplitst in 10 stroomgebieden (zie bijgevoegde kaart).

Bovendien kan een deel van het neerslagoverschot vastgehouden worden in het nog beschikbare onverzadigde deel van het bodemprofiel (ofwel door bodemberging). Als bergingsfactor μ is een waarde van 0,1 aangehouden. Omdat ook bij extreme neerslag niet overal de grondwaterstand tot aan maaiveld zal stijgen (in zeer hooggelegen gebieden en gedraineerde gebieden) en in de berekening de huidige maaiveldshoogten zijn gehanteerd is voor de opslag in het bodemprofiel veiligheidshalve een correctiefactor van 0,5 toegepast (ofwel gemiddeld wordt in de helft van het nog beschikbare bodemprofiel water vastgehouden). Zodoende is de berekening als volgt uitgevoerd: eerst is op grond van de kaart met de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld per deelgebied berekend hoeveel water kan worden vastgehouden indien gebruik gemaakt zou kunnen worden over 100% van het nog beschikbare bodemprofiel (= oppervlakte x gemiddelde grondwaterstand x 0,1), en vervolgens is deze waarde gedeeld door 2.

In watersystemen 1, 2A en 2B van het Wildlife Resort wordt een maximale oppervlaktewater-peilstijging van 10 à 20 cm geaccepteerd: bij overschrijding wordt het wateroverschot afgevoerd naar het benedenstrooms gelegen deelsysteem. In het derde watersysteem mag het waterpeil oplopen tot maximaal 14,0 mNAP (= 1 m boven het winterpeil van het laagste peilvak van het derde watersysteem). De berekening is weergegeven in de bijgevoegde tabel en de peilstijgingen die bij deze opzet in de verschillende deelsystemen optreden zijn weergegeven op de bijgevoegde kaart.

Verdere deelgebiedsspecifieke aandachtspunten zijn:

- In deelgebied 1 is de oppervlakte open water in de huidige opzet beperkt (0,75 ha), waardoor de mogelijkheden voor het vasthouden van water hier ook beperkt zijn (tot 2.250 m³). Het overschot (6.700 m³) wordt afgevoerd naar watersysteem 1 (zandwinplas).
- Om een peilstijging > 0,3 m in het noordelijke ven te voorkomen is uitgegaan van gedeeltelijke doorvoer van het water van deelgebied 2 naar de zandwinplas (3600 m³).
- Deelgebied 5 (zuidoostelijke randzone langs het Dommerskanaal) heeft met uitzondering van enkele sloten ook geen open water. In de berekening is uitgegaan van doorvoer van het wateroverschot van deelgebied 5 (= 2.200 m³) naar deelgebied 7 (= watersysteem 2A, ofwel lage peilvak van het tweede watersysteem).
- Om in het lage peilvak van het tweede watersysteem (ofwel systeem 2A) een peilstijging van > 0,2 m te voorkomen is uitgegaan van doorvoer van een deel van het water naar het derde watersysteem (36.000 m³).

Resultaten

Uit de berekeningen blijkt dat bij de gekozen opzet in het Wildlife Parkresort in totaal circa 119.000 m³ kan worden vastgehouden: circa 63.000 m³ in watersystemen 1, 2A, 2B en de vennen en circa 56.000 m³ in het nog beschikbare onverzadigde deel van het bodemprofiel (ofwel door middel van berging in de bodem). Bij een neerslagpiek van 83 mm (met een herhalingsdijk van eens in de 100 jaar) bedraagt het totale neerslagoverschot van het betreffende gebied 155.000 m³. Hiervan kan circa 77% worden vastgehouden en komt 23%, ofwel circa 36.000 m³ tot afvoer (vanuit een gebied met een oppervlakte van 187 ha). Neerslagpieken tot 64 mm kunnen dus geheel worden vastgehouden.

Bij aanleg van het derde watersysteem zijn er nog verdergaande mogelijkheden voor het vasthouden van water: in dat geval kan bij een neerslagpiek van 83 mm niet alleen het gebiedseigen neerslagwater van het uitbreidingsgebied zelf maar ook het overschot van het Wildlife Parkresort worden vastgehouden (in totaal 245.000 m³). In het derde watersysteem treden daarbij peilstijgingen op van 0,4 tot 0,6 meter (uitgaande van een oppervlakte van 15,1 ha).

Reductie van wateroverlast in de laagte aan de westzijde van het recreatiepark

In de huidige situatie watert een groot deel van het plangebied af op de Griendtsveenwijk. Met behulp van het gemaal in het benedenstroomse deel van de Griendtsveenwijk wordt het wateroverschot vanuit het laagste peilvak van het Amsterdamse Veld naar de verbindingssloop met het Dommerskanaal gepompt (zie figuur 2.5). Dit laaggelegen peilvak (waarin ook de kanaalzone van het recreatiepark is gesitueerd) is in de huidige situatie gevoelig voor wateroverlast: enkele jaren geleden stond het laagste deel van dit gebied nog onder water.

Door het vasthouden van water in het recreatiepark wordt het laagste peilvak van het Amsterdamsche veld in extreem natte perioden sterk ontlast. Het gemaal hoeft in de toekomstige situatie alleen nog maar het wateroverschot van het gedeelte van het lage peilvak dat in agrarisch gebruik blijft af te voeren. De oppervlakte van het gebied dat via het gemaal afwatert wordt zodoende gereduceerd van 275 ha naar 97 ha: dit is een reductie van met 65 procent. Door de geringere belasting van het gemaal zal in de toekomstige situatie het streefpeil in het waterlopenstelsel beter gehandhaafd kunnen worden. Door het vasthouden van water in het recreatiepark neemt de wateroverlast in dit laaggelegen gebied dus af.

Mogelijkheden voor berging van gebiedsvreemd water in het derde watersysteem

Bij het vasthouden van gebiedseigen water loopt het waterpeil in het derde watersysteem op tot circa 13,8 mNAP (systeem 3B en 3C) à 13,6 mNAP (systeem 3C). In principe is het mogelijk om (in aanvulling op het vasthouden van gebiedseigen water) de kanaalzone ook in te richten voor berging van gebiedsvreemd water. Uitgaande van een maximaal waterpeil van 14,0 mNAP zou in het derde watersysteem (in aanvulling op het vasthouden van gebiedseigen water bij een neerslagpiek van 83 mm) een hoeveelheid van circa 45.000 m³ geborgen kunnen worden.

Het gebiedsvreemde water heeft echter een slechte waterkwaliteit: het water is grotendeels afkomstig van intensief beheerde landbouwgronden en heeft daardoor een sterk antropogeen karakter. In de zomer heeft het water hoge chloride- en natriumconcentraties door de aanvoer van IJsselmeerwater. Door berging van water zou de waterkwaliteit in het derde watersysteem dus negatief beïnvloed worden. Dit is niet alleen ongunstig voor de gietwaterproductie maar ook in relatie tot de recreatieve functie.

Met name gezien het negatieve effect op de waterkwaliteit is berging van gebiedsvreemd water in het derde watersysteem dus ongewenst. Bovendien is de hoeveelheid water die (in aanvulling op het vasthouden van gebiedseigen water) geborgen kan worden niet bijzonder groot. Het is in deze situatie daarom verstandiger om alleen het gebiedseigen water vast te houden: hiermee wordt de grootste winst voor wateroverlastbestrijding al gerealiseerd zonder dat de waterkwaliteit negatief beïnvloed.

Berekeningen vasthouden van water in extreem natte perioden

- Neerslag van 83 mm (herhalingstijd van 100 jaar) met een GHG-situatie als uitgangssituatie
- Ligging deelgebieden: zie bijgevoegde kaart

Variant 1 Wildlife Parkresort

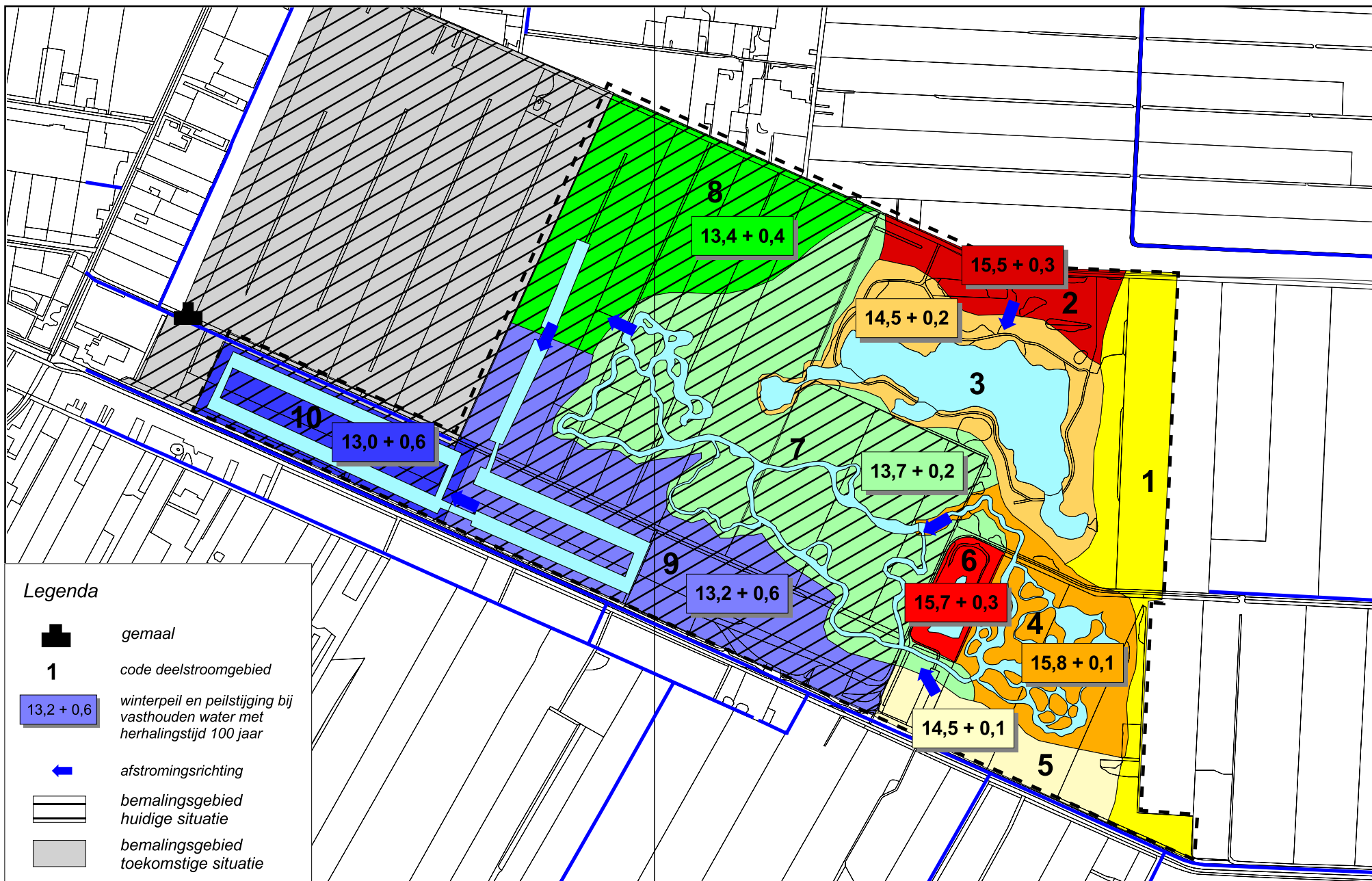
deelgebied	naam	oppervlakte	bruto volume per deelgebied	100 % bodem- berging per deelgebied	50% bodem- berging per deelgebied	vast te houden volume in opp.w. per deelgebied	vast te houden volume inclusief toevoer van boven- strooms deelgebied	totaal vast gehouden volume per deelgebied	oppervlakte open water	peilstijging
		(ha)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(ha)	(m)
1	randzone oost	24,3	20152	22409	11204	8948	8948	2250	0,8	0,30
2	noordelijke ven	11,1	9213	7581	3790	5423	5423	1800	0,6	0,30
3	watersysteem 1 (zandwinplas)	37,3	30926	3601	1800	29126	39446	33080	16,5	0,20
4	watersysteem 2B (hoge peilvak)	24,8	20543	9450	4725	15818	15818	6400	6,4	0,10
5	randzone zuidoost	11,7	9744	15071	7535	2209	2209	0	0,0	0,00
6	zuidelijke ven	5,3	4399	2002	1001	3398	3398	3398	1,1	0,30
7	watersysteem 2A (lage peilvak)	72,2	59951	51602	25801	34150	52143	16040	8,0	0,20
totaal		186,7	154928	111714	55857	99071		62968	33,4	

Variant 2 Wildlife Parkresort in combinatie met toevoeging van een derde watersysteem (uitbreidingsvariant)

deelgebied	naam	oppervlakte	bruto volume per deelgebied	100 % bodem- berging per deelgebied	50% bodem- berging per deelgebied	vast te houden volume in opp.w. per deelgebied	vast te houden volume inclusief toevoer van boven- strooms deelgebied	totaal vast gehouden volume per deelgebied	oppervlakte open water	peilstijging
		(ha)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(ha)	(m)
1	randzone oost	24,3	20152	22409	11204	8948	8948	2250	0,8	0,30
2	noordelijke ven	11,1	9213	7581	3790	5423	5423	1800	0,6	0,30
3	watersysteem 1 (zandwinplas)	37,3	30926	3601	1800	29126	39446	33080	16,5	0,20
4	watersysteem 2B (hoge peilvak)	24,8	20543	9450	4725	15818	15818	6400	6,4	0,10
5	randzone zuidoost	11,7	9744	15071	7535	2209	2209	0	0,0	0,00
6	zuidelijke ven	5,3	4399	2002	1001	3398	3398	3398	1,1	0,30
7	watersysteem 2A (lage peilvak)	72,2	59951	51602	25801	34150	52143	16040	8,0	0,20
8	watersysteem 3A (hoge peilvak)	38,8	32187	26524	13262	18926	55028	4640	1,2	0,40
9	watersysteem 3B (middelste peilvak)	49,5	41060	44893	22447	18613	69002	39730	6,9	0,58
10	watersysteem 3C (lage peilvak)	20,0	16575	8182	4091	12484	41755	41755	7,0	0,60
totaal		294,9	244750	191313	95657	149094		149094	48,4	

Volume beschikbaar voor waterberging in het derde watersysteem (tot op een niveau van 14,0 mNAP)

		extra peilstijging
8	watersysteem 3A (hoge peilvak)	0,20
9	watersysteem 3B (middelste peilvak)	0,22
10	watersysteem 3C (lage peilvak)	0,40
totaal		



Bell Hullenaar

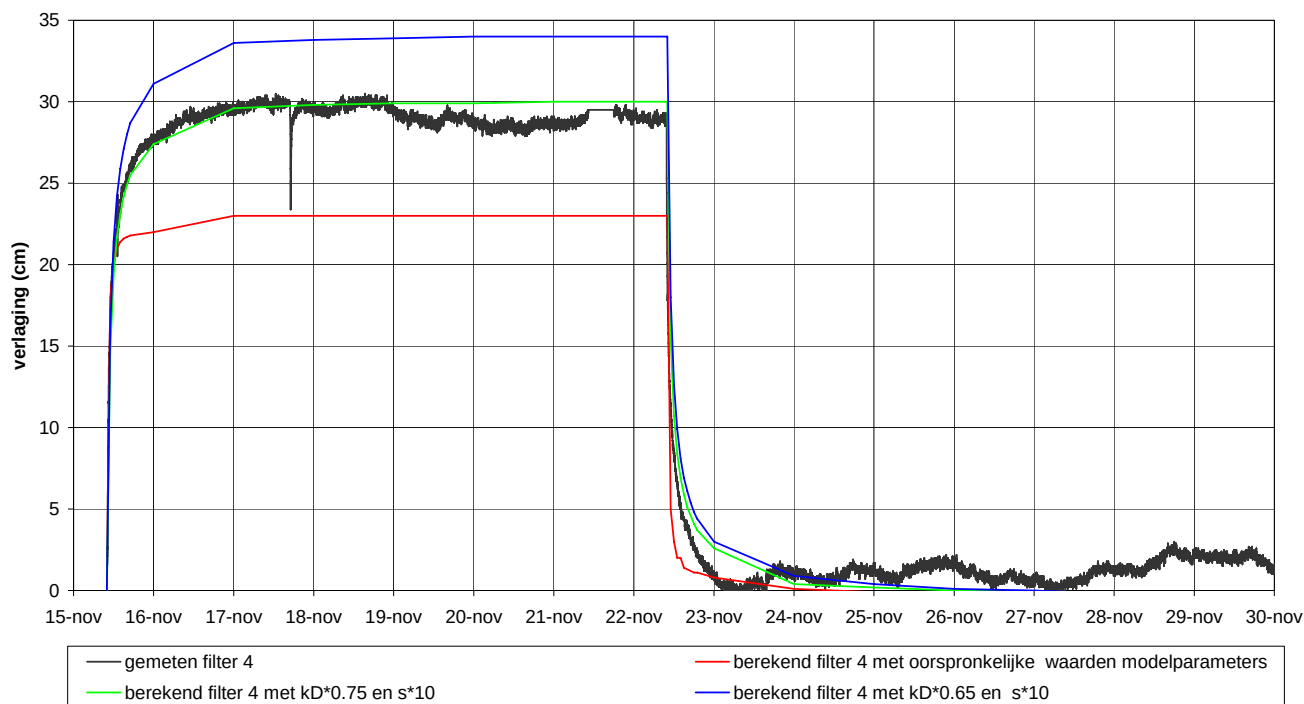
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Hoofdopzet van het systeem voor het vasthouden van water
in extreem natte perioden

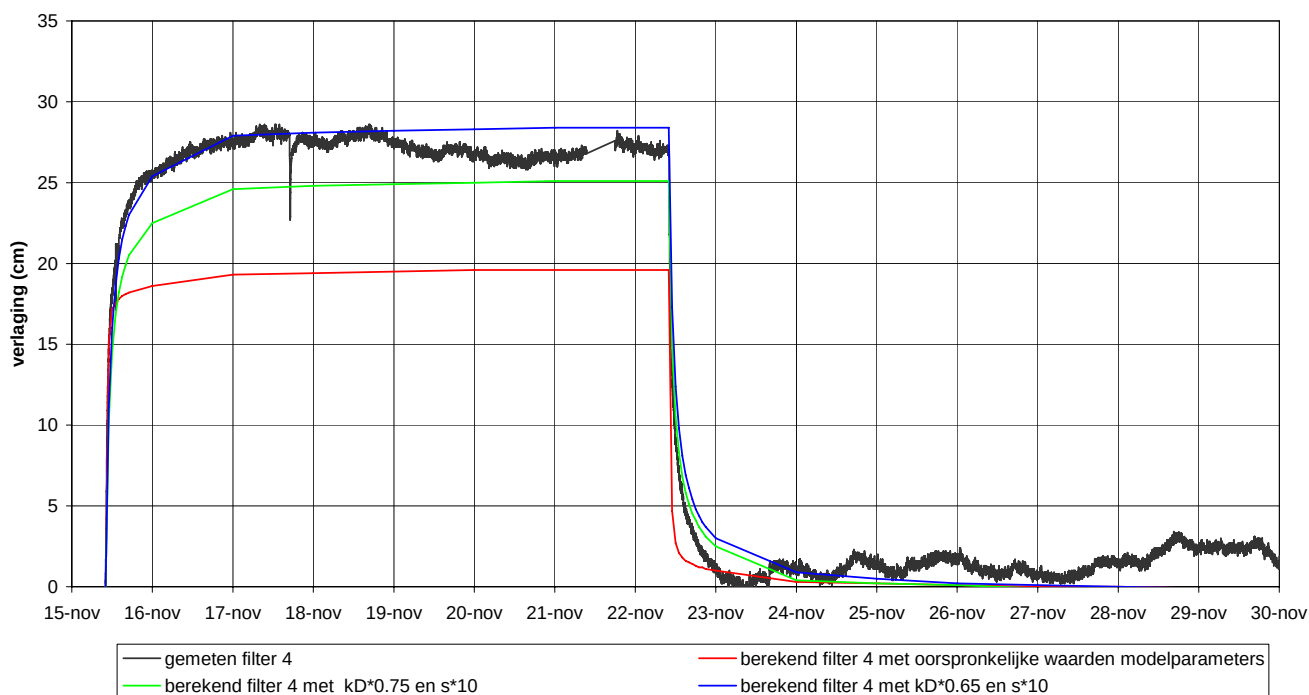
1:15000

Bijlage 4 Gemeten en berekende tijd-verlagingslijnen

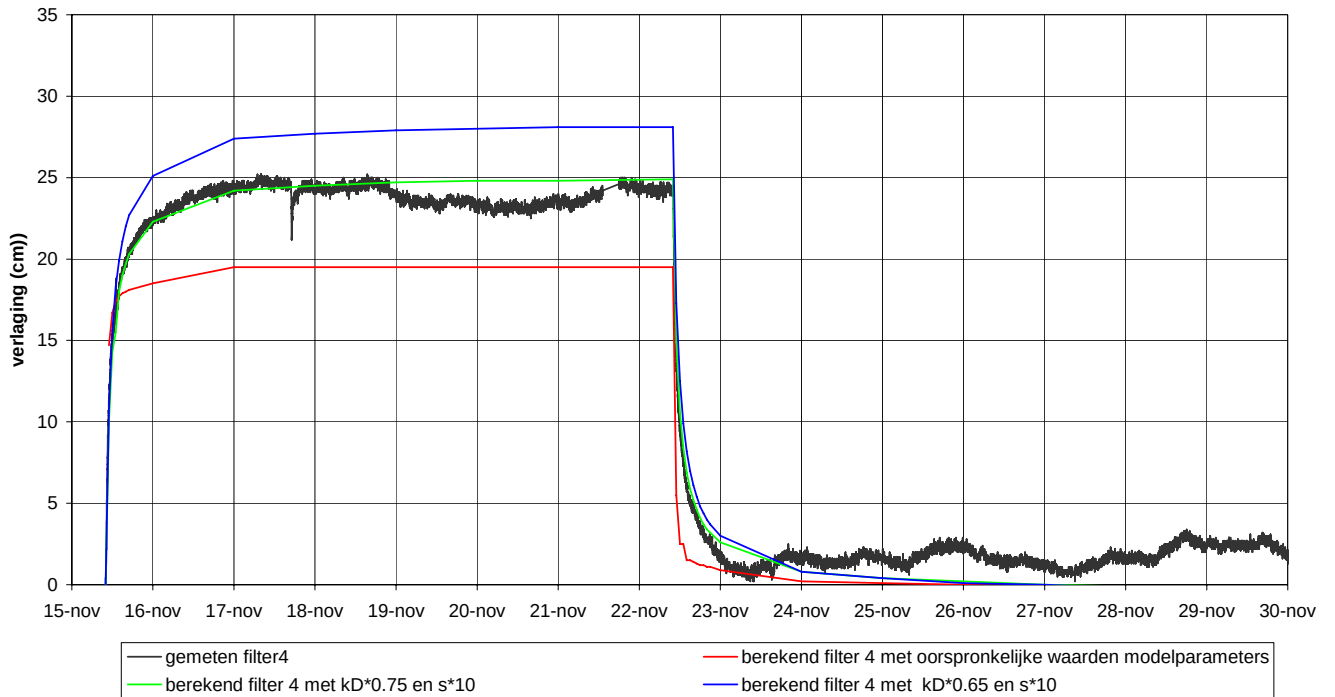
Pompproef recreatiepark
Gemeten en berekende tijd-verlagingslijnen wp1



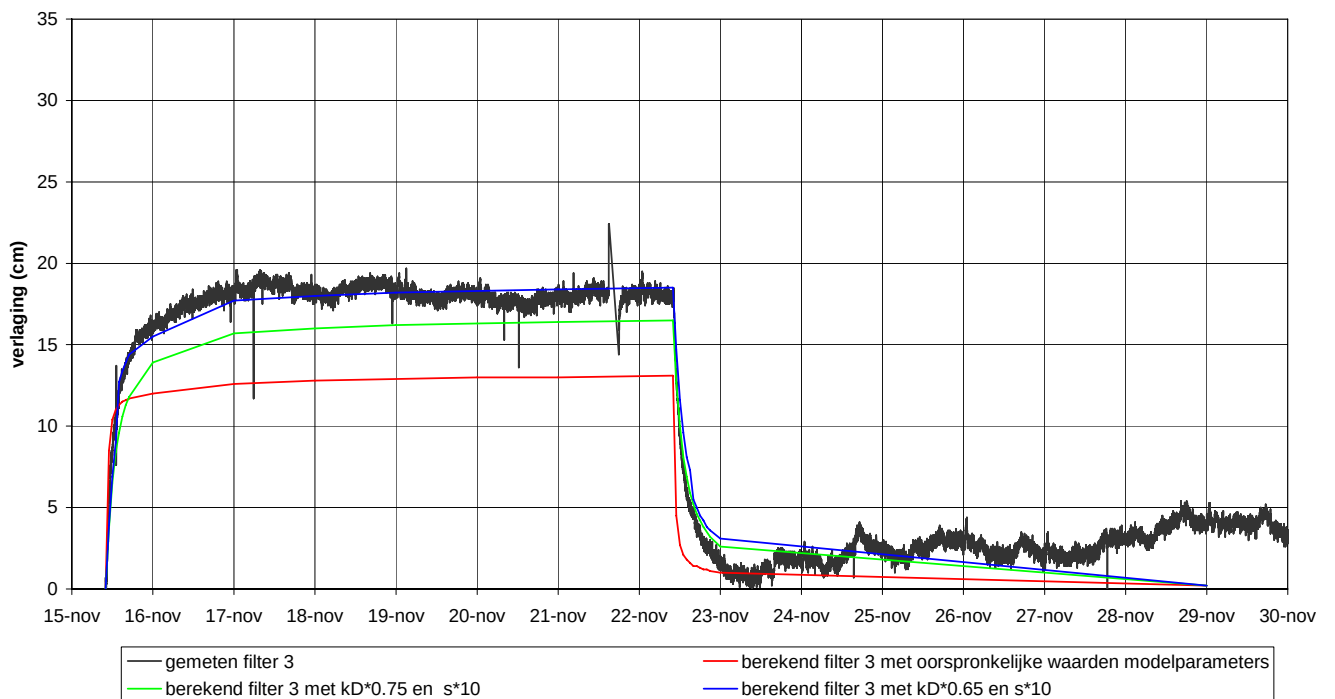
Pompproef recreatiepark
Gemeten en berekende tijd-verlagingslijnen wp2



Pompproef recreatiepark Gemeten en berekende tijd-verlagingslijnen wp3

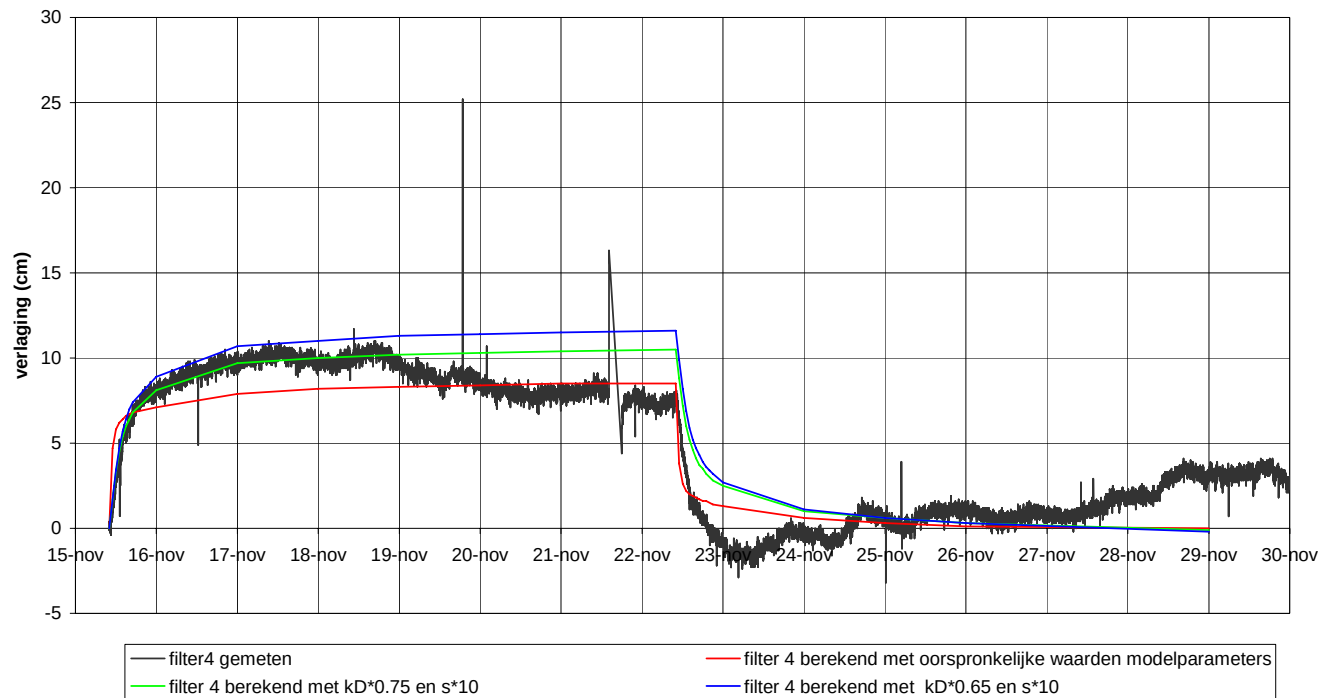


Pompproef recreatiepark Gemeten en berekende tijd-verlagingslijnen wp4



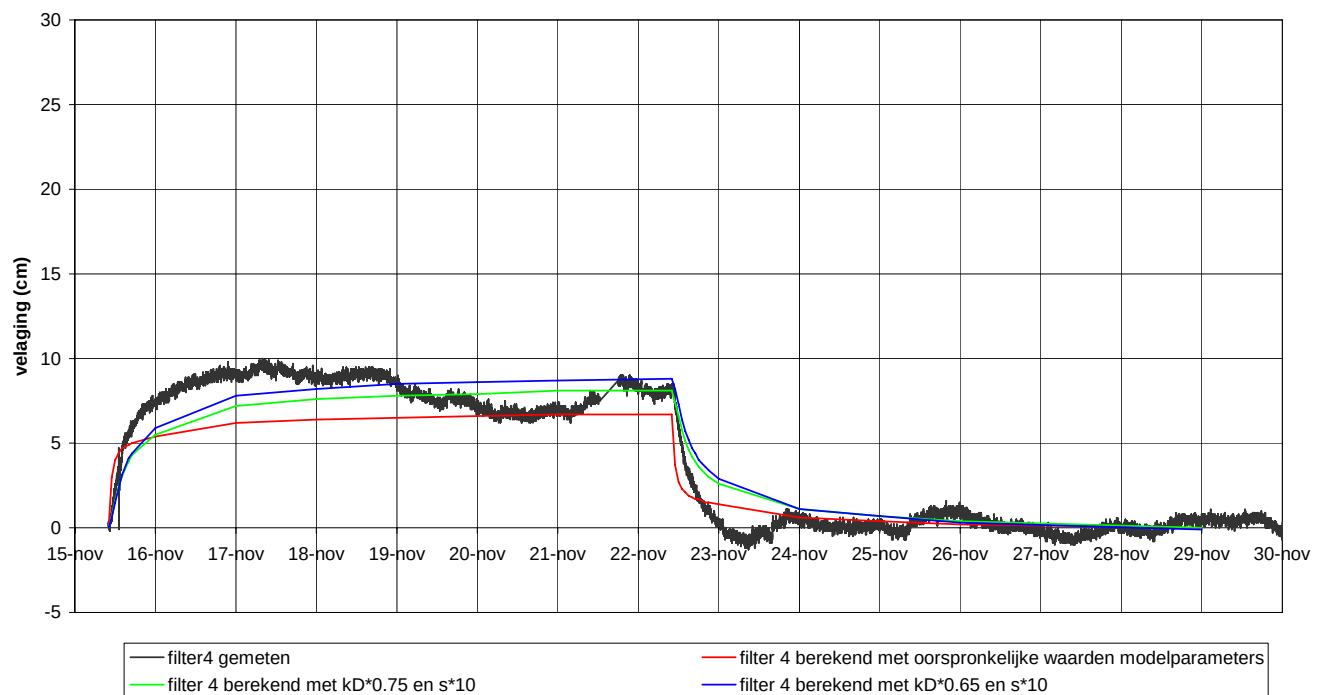
Pompproef recreatiepark

Gemeten en berekende tijd-verlagingslijnen wp5

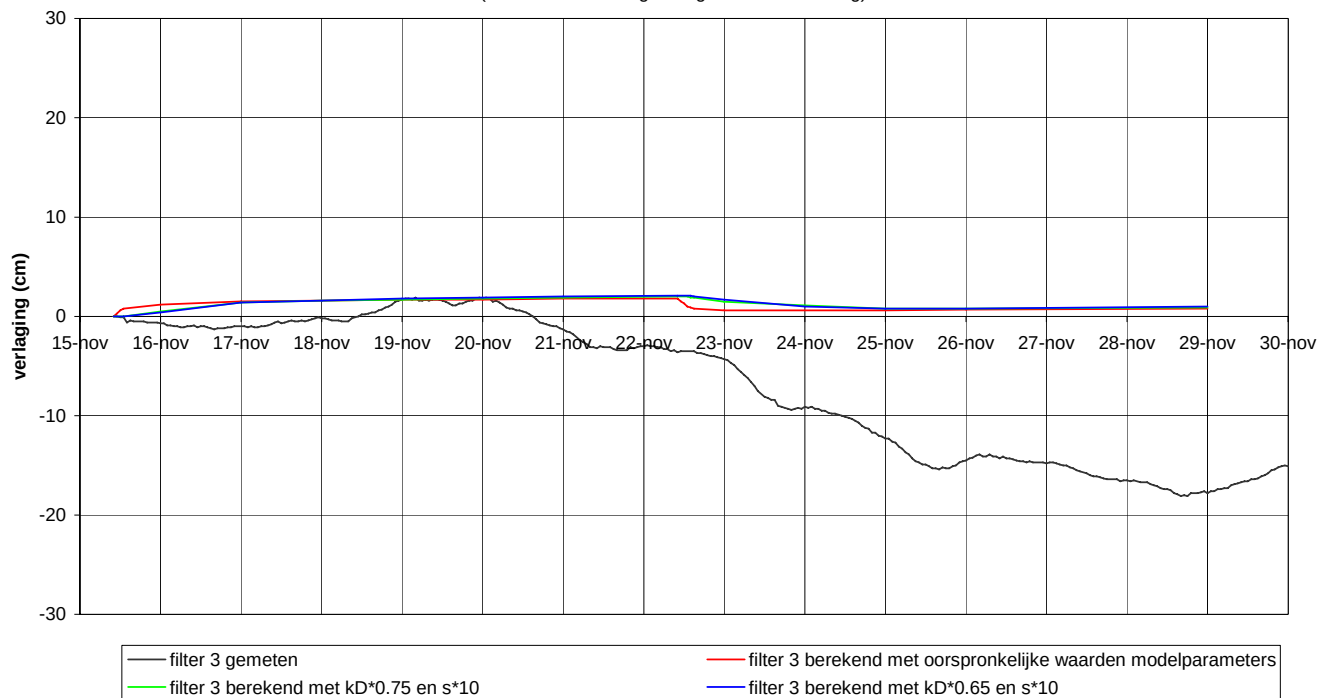


Pompproef recreatiepark

Gemeten en berekende tijd-verlagingslijnen wp6

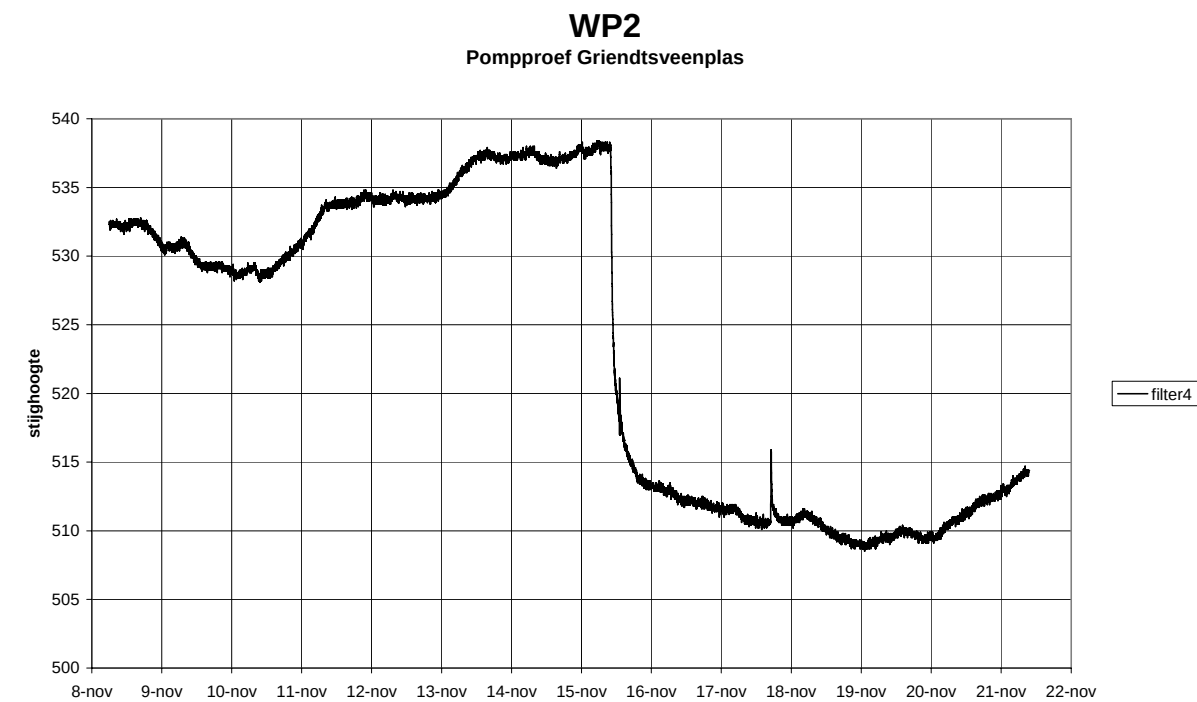
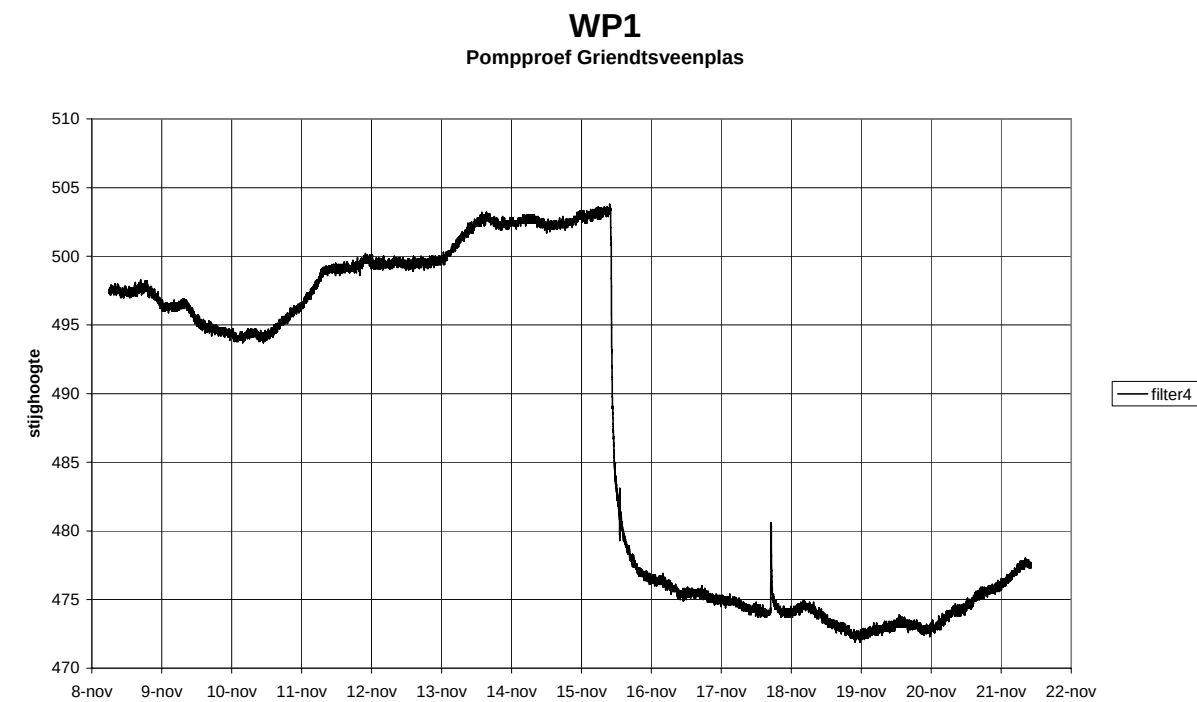


Pompproef recreatiepark
Gemeten en berekende tijd-verlagingslijnen wp 7
(meetwaarden niet gecorrigeerd voor neerslag)



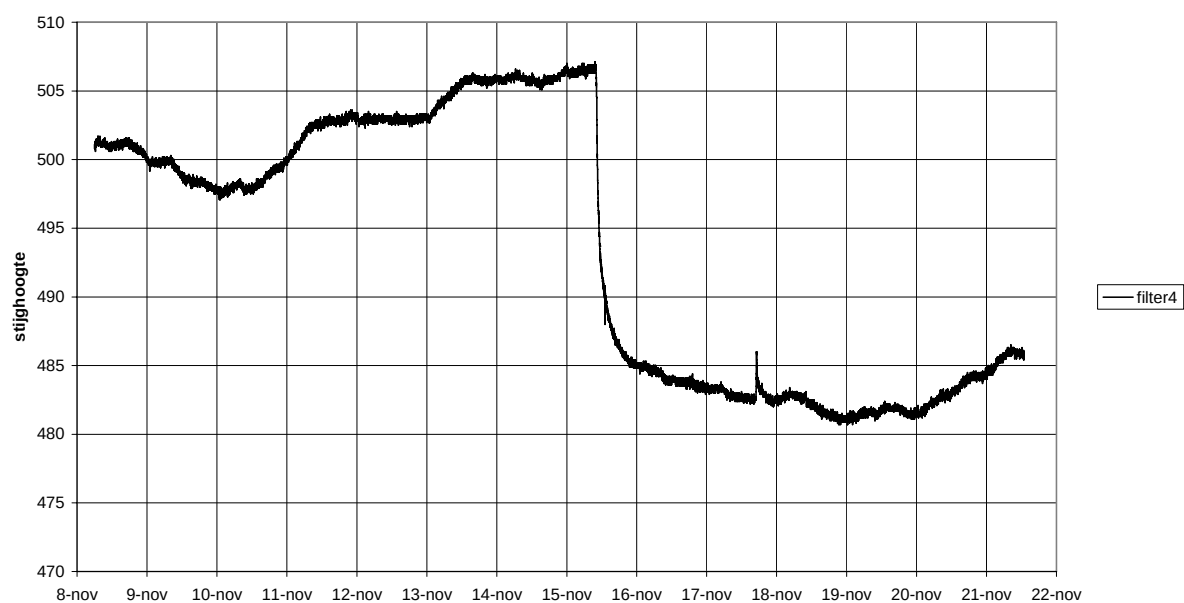
Bijlage 5

Ongecorrigeerde meetreeksen van de waarnemingsputten bij de pompproef Eerste deel: 8-22 november 2006



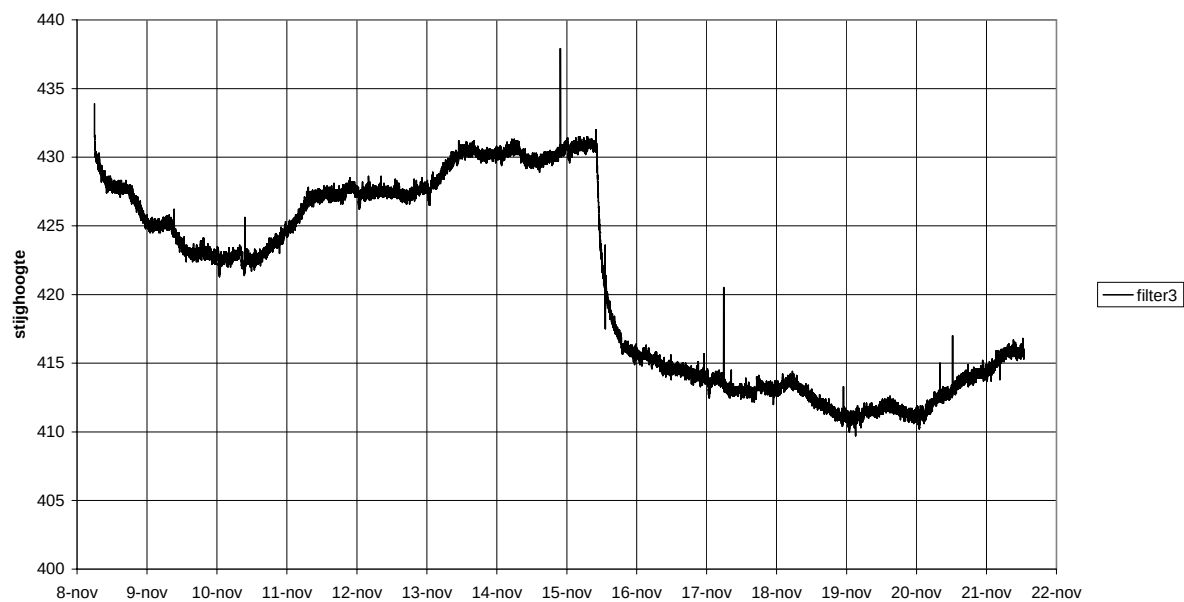
WP3

Pompproef Griendtsveenplas

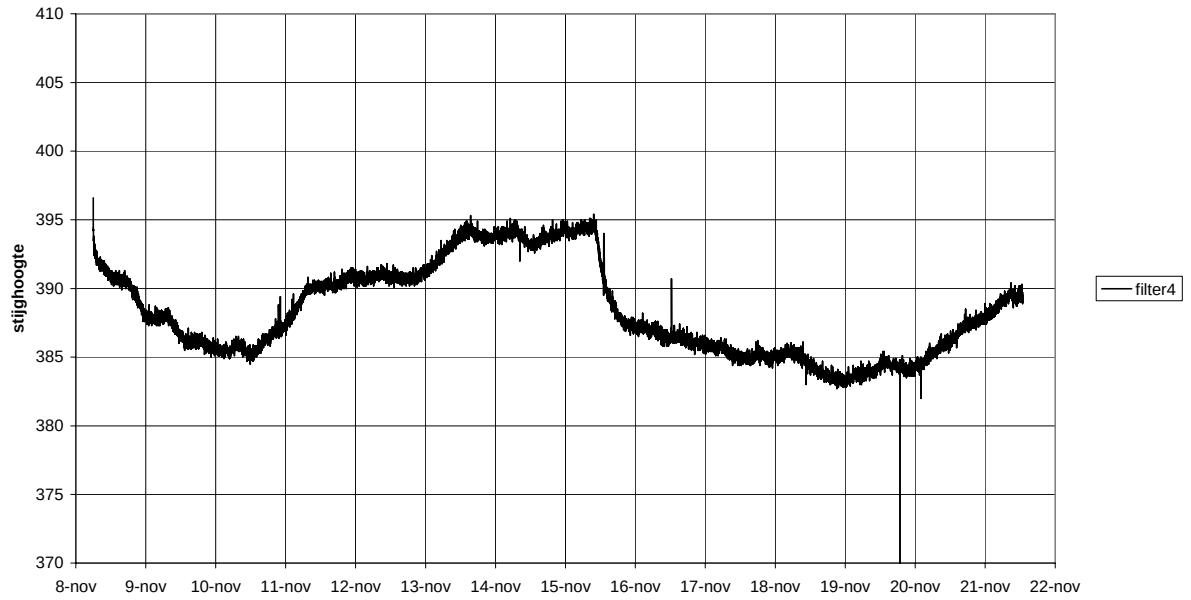


WP4

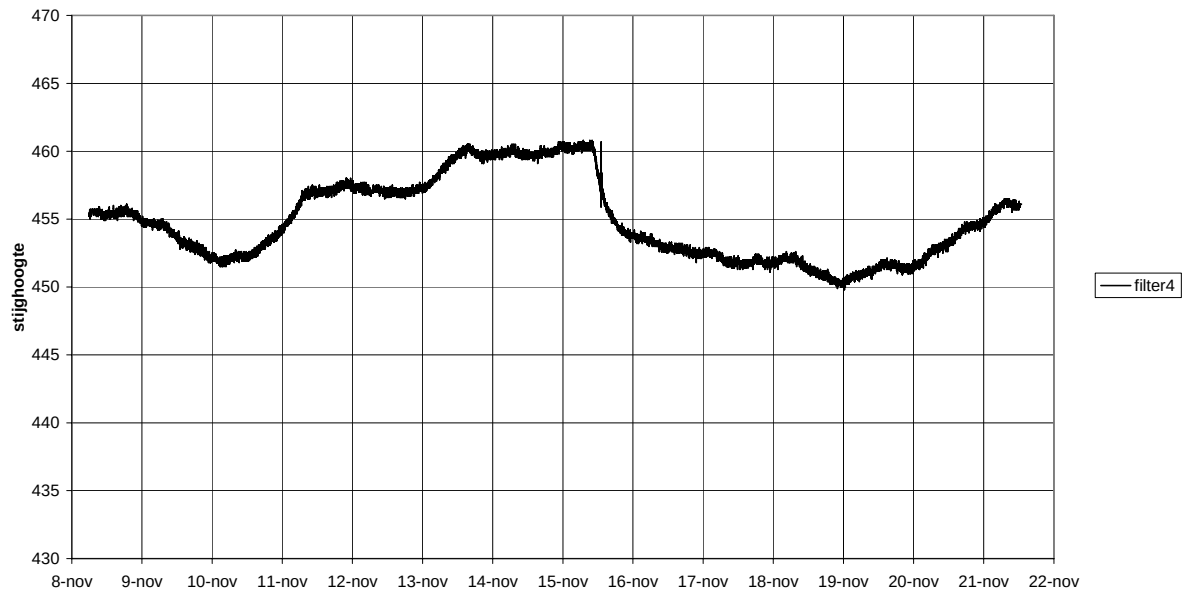
Pompproef Griendtsveenplas



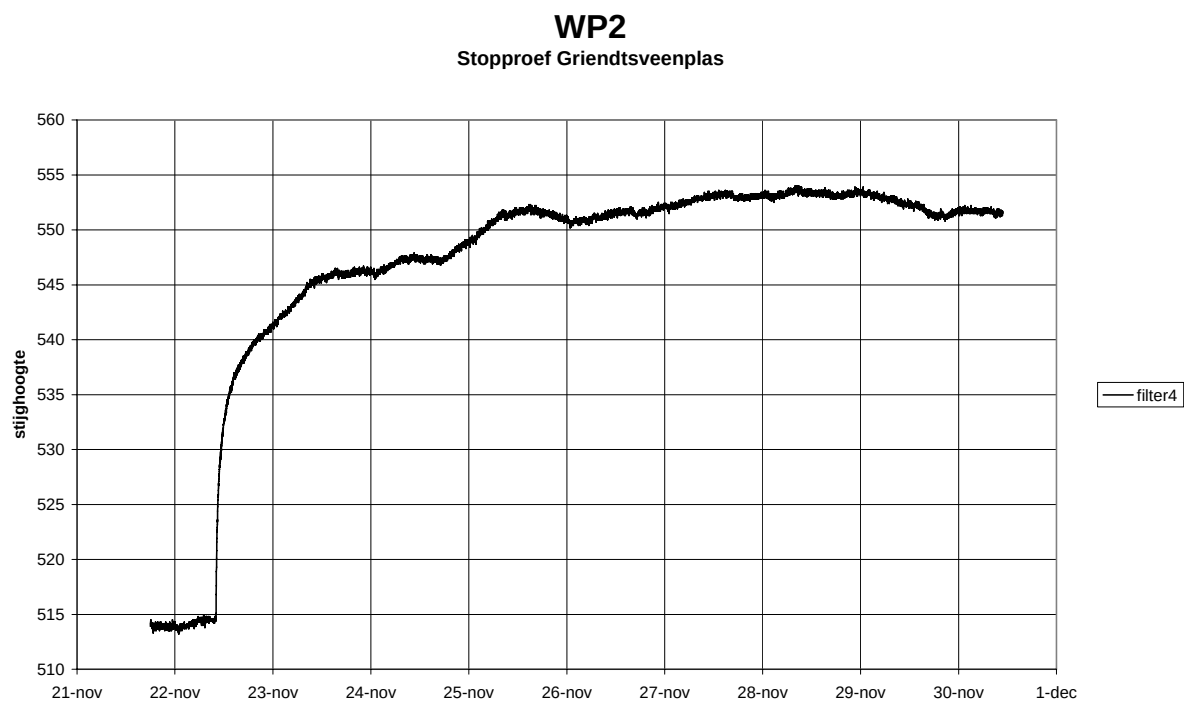
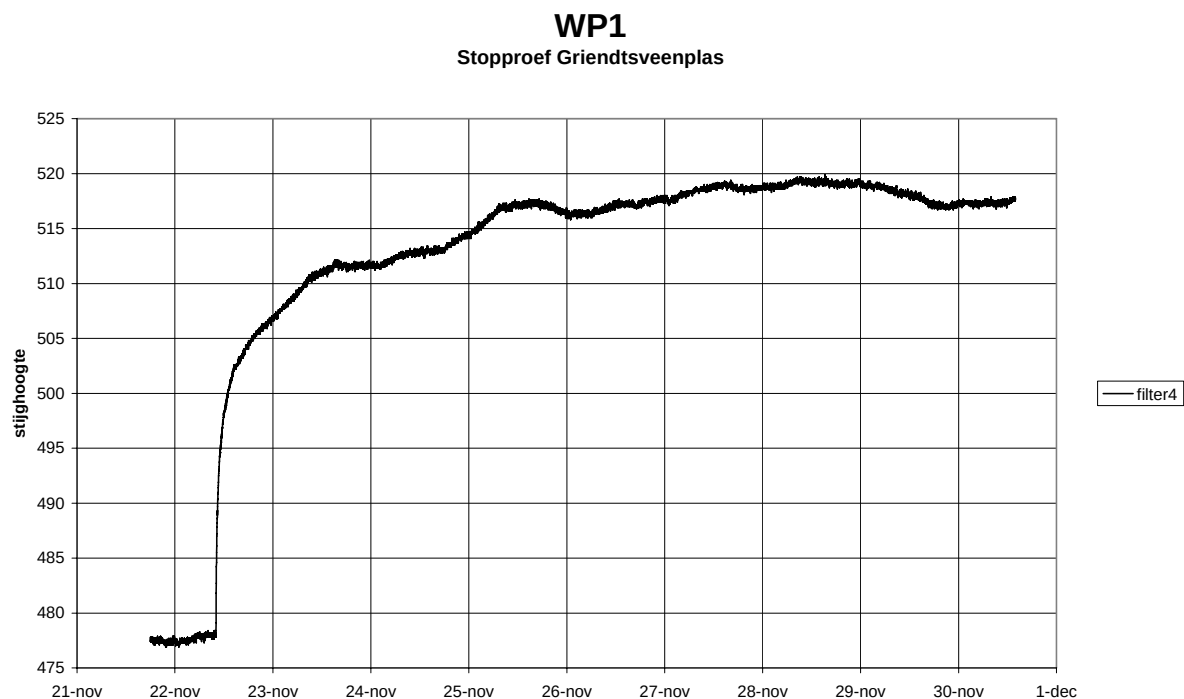
WP5
Pompproef Griendtsveenplas



WP6
Pompproef Griendtsveenplas

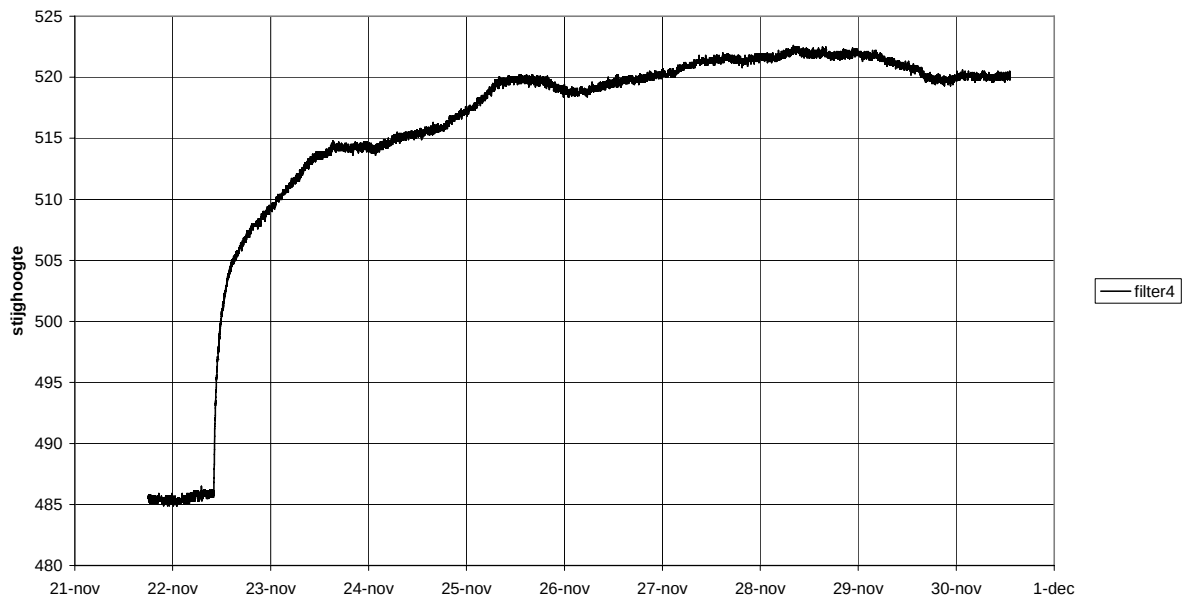


**Ongecorrigeerde meetreeksen van de waarnemingsputten bij de pompproef,
Tweede deel: 22 - 30 november 2006 (stopproef)**



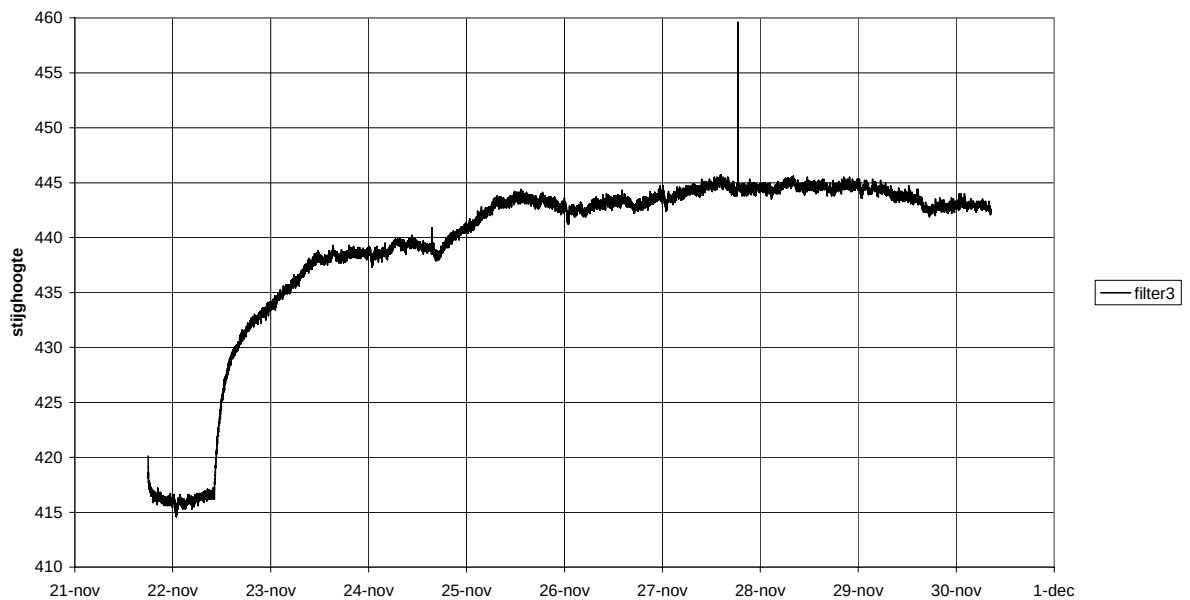
WP3

Stopproef Griendtsveenplas



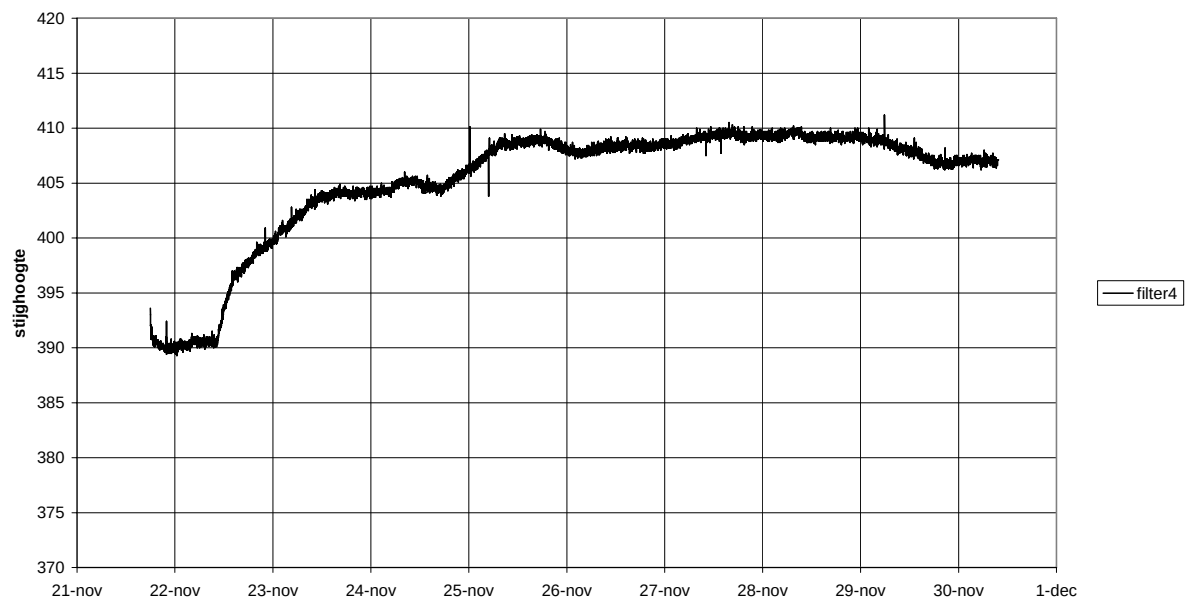
WP4

Stopproef Griendtsveenplas



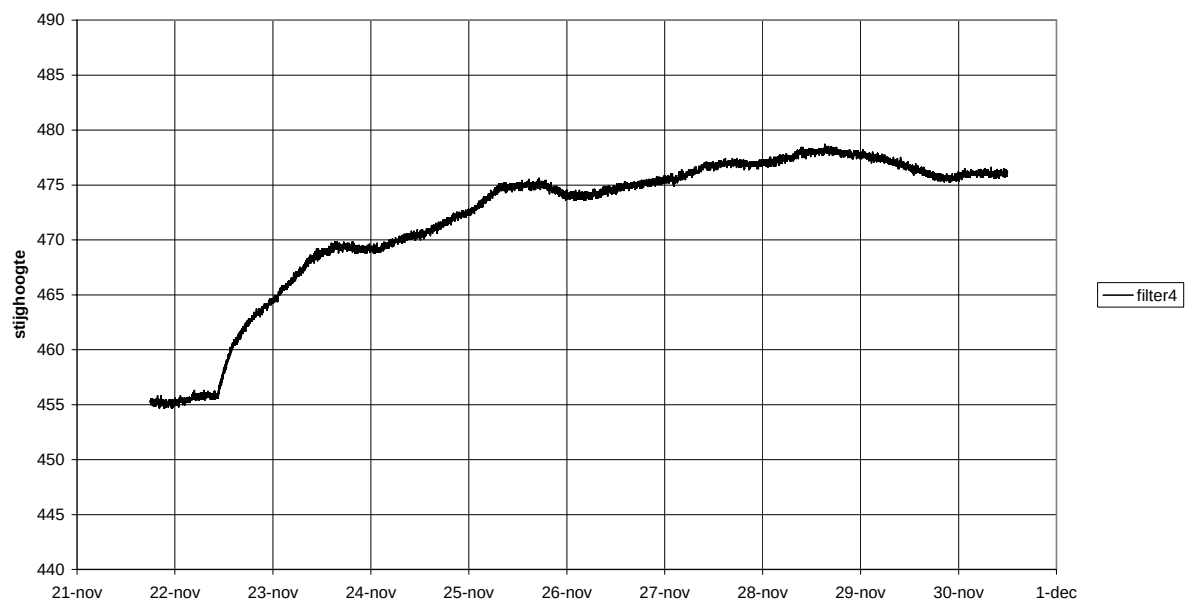
WP5

Stopproef Griendtsveenplas



WP6

Stopproef Griendtsveenplas



Bijlage 6 Aanvullend bodemonderzoek

Bijlage 6A Bodemopbouw van systeem 2B in relatie tot het naastgelegen ven

Inleiding

Om tot een goed ontwerp te komen van het hoge peilvak (systeem 2B) is onderzoek uitgevoerd naar de opbouw van de keileemlaag in het betreffende gebied en is een vergelijking gemaakt met het hydrologisch functioneren van het ven. Hiertoe zijn in augustus 2005 en december 2006 in totaal 20 grondboringen verricht. Het betreft hierbij zowel boringen onder het ven als onder het gebied waar Tangermoor, de Lazy River en de verbindingssloop tussen Tangermoor en de zandwinplas zijn gepland. De locaties van de boringen zijn weergegeven op de bijgevoegde kaart. De boringen met de codes Bo18 t/m Bo24 en Bo35 zijn verricht in augustus 2005. De boringen met de codes Bo40 t/m Bo51 zijn verricht in december 2006. In totaal betreft het 20 boringen. De resultaten van de boringen zijn weergegeven in de bijgevoegde boorprofielen.

Verder is in juli 2005 een peilschaal geplaatst in het ven (L3). Op grond van de verzamelde waterstandsgegevens en de informatie ten aanzien van de bodemopbouw kan nu het peilverloop en het hydrologisch functioneren van het ven afgeleid worden.

Resultaten

Ven

Onder het ven is een keileemlaag met een dikte van 0,9 tot 1,0 meter aanwezig. Aan de basis van het ven is verder geen stagnerende laag aanwezig: de venbodem bestaat uit zand, en deze zandlaag loopt door tot aan de keileem. Dit is ook logisch in relatie tot de ontstaansgeschiedenis van het ven: het betreft een voormalig zanddepot dat uiteindelijk (bij de laatste keer dat het zand er is weggehaald) tot beneden de waterspiegel is uitgegraven.

In het ven is in juli 2005 peilschaal L3 geplaatst. De grafiek van het peilverloop van L3 is ook in deze bijlage opgenomen. Uit de grafiek blijkt dat in het ven een gedempt peilverloop aanwezig is. Het waterpeil fluctueert in de meetperiode tussen 15,17 en 15,57 mNAP. Ook in de extreem droge zomerperiode van 2006 zakt het peil in het ven niet ver weg. Het grootste deel van de peilverlaging in deze extreem droge zomer kan verklaard worden uit het verdampingsoverschot (zie bijgevoegde grafiek). Hieruit volgt dat het wegzijgingsverlies zeer beperkt is.

Tangermoor

Uit de resultaten volgt dat de dikte van de keileemlaag onder bijna het gehele gebied waar Tangermoor is gepland uiteenloopt van 1,2 tot 2,5 meter. De keileem is daarbij op een aantal plaatsen zandig ontwikkeld, maar dat is ook onder het ven het geval. Een uitzondering hierop vormt de noordoosthoek van systeem 2B: ter plaatse van Bo44 is de keileemlaag slechts 0,6 meter dik (en zandig ontwikkeld). Vanwege de aanwezigheid van stenen kon ter plaatse van Bo43 (ondanks diverse pogingen) de keileemlaag niet aangeboord worden. De opbouw is hier dus onbekend.

Om te voorkomen dat systeem 2B in de noordoosthoek door sterke wegzijging veel water verliest moet dit knelpunt aangepakt worden. De gemakkelijkste aanpak van het knelpunt is aanpassing van het ontwerp: de noordoosthoek (gebied van Bo43 en Bo44) kan buiten het moerasgebied gelaten worden. Het is echter ook mogelijk om keileem die elders (bij uitbreiding van de zandwinplas met drie lobben) vrijkomt te gebruiken voor opvulling van de zwakke plek.

De keileem ligt bovendien laag genoeg om Tangermoor met het beoogde zomerpeil van 15,5 mNAP aan te leggen. Ook de vaargeul voor de rondvaartboot (= westzijde Tangermoor: Bo23, Bo47 en Bo22) is met een diepte 1 meter ten opzichte van het zomerpeil goed inpasbaar. Ter plaatse van Bo23 moet hiervoor wel het bovenste deel van de keileem verwijderd worden, maar de keileem is hier zo dik dat ook na ontgraving van de loop nog een laag van 1,5 meter aanwezig blijft.

Voor de moerasontwikkeling in de overige delen van Tangermoor hoeft niet persé zo diep ontgraven te worden als in de vaargeul: een afwisseling van ondiepe delen (van circa 0,5 meter) en diepe delen (van circa 1,0 meter) is hier vanuit ecologisch oogpunt juist interessant. Deze aanlegvorm is in relatie tot de hoogteligging en de dikte van de keileemlaag ook goed inpasbaar: op plekken waar de keileem diep ligt of de keileemlaag dik is kan wat dieper ontgraven worden en op plaatsen waar de keileem hoger ligt en de laag minder dik is moet minder diep ontgraven worden. Om verlanding van het moeras niet al te snel te laten plaatsvinden is het wel goed om daar waar de bodemopbouw het toelaat diep te ontgraven.

Lazy River en de verbindingsloop tussen Tangermoor en de zandwinplas

Ook onder het tracé van de Lazy River en de verbindingsloop is overal een dikke keileemlaag aanwezig (dikte 1,1 tot 2,5 meter). Ter plaatse van de verbindingsloop (Bo51) ligt de keileem echter te hoog in relatie tot het gewenste toekomstige zomerpeil. Bij aanleg van de verbindingsloop moet hier de keileem door middel van grondverzet op de gewenste hoogte gebracht worden.

De Lazy River moet met een zeker verhang worden aangelegd om stroming te creëren. Indien het verhang in het bovenstroomse deel van de Lazy River niet al te sterk wordt gemaakt (circa 0,5 m / 100 meter tussen boorpunten Bo24 en Bo49) dan kan de loop over de keileem heen aangelegd worden. In het traject van Bo24 tot en met Bo50 moet hierbij nog wel het bovenste deel van de keileem worden ontgraven, maar de keileem is hier zo dik dat ook na ontgraving een laag van meer dan één meter overblijft.

Conclusies

- Bij aanpak van twee knelpunten mag verwacht worden dat Systeem 2B op vergelijkbare wijze kan functioneren als het ven. Dit betekent dat systeem 2B in principe zonder aanvoer van oppervlaktewater van buitenaf het gehele jaar door op peil gehouden kan worden.
- In het noordoostelijke deel van Tangermoor is een zwakke plek in de keileemlaag aangetroffen (= knelpunt 1). De gemakkelijkste aanpak van het knelpunt is aanpassing van het ontwerp van Tangermoor: de noordoosthoek (gebied van Bo43 en Bo44) kan buiten het moerasgebied gelaten worden. Het is echter ook mogelijk om keileem die elders (bij uitbreiding van de zandwinplas met drie lobben) vrijkomt te gebruiken voor opvulling van de zwakke plek.
- Bij aanleg van de verbindingsloop tussen Tangermoor en de zandwinplas moet de keileem door middel van grondverzet op de gewenste hoogte gebracht worden (= knelpunt 2).
- De Lazy River kan met een flauw verhang over de keileemlaag heen aangelegd worden.

Bijlage 6B Dikte van de organische toplaag van de bodem

Inleiding

Om vast te stellen hoe diep er ontgraven moet worden om de gehele voedselrijke bovengrond te verwijderen is op basis van grondboringen op ruim 80 plaatsen de dikte van de organische toplaag vastgesteld. Het betreft hierbij boringen van het in 2005 uitgevoerde bodemonderzoek (Bo1 t/m Bo38), de boringen van december 2006 die tevens gebruikt zijn voor afleiding van de opbouw van de keileemlaag onder systeem 2B (Bo40 t/m Bo51) en een aantal aanvullende boringen (Bo52 t/m Bo85). De locaties van de boringen en de gemeten dikten van de organische toplaag zijn weergegeven op de bijgevoegde kaart. De opbouw en samenstelling van de organische toplaag in het gebied van systeem 2B is ook weergegeven in de profielen.

Resultaten

In Tangermoor loopt de dikte van de organische toplaag uiteen van 0,4 tot 0,95 meter. Het betreft hierbij een toplaag van sterk humeus zand (bouwvoor) met daaronder vaak een geroerde laag (van veen gemengd met zand) en soms ook veen. De onderkant van de organische toplaag ligt nergens meer dan 0,3 meter onder het beoogde zomerpeil van Tangermoor (= 15,5 mNAP). Bij ontgraving van het moerasgebied zal de gehele organische toplaag dus verwijderd worden.

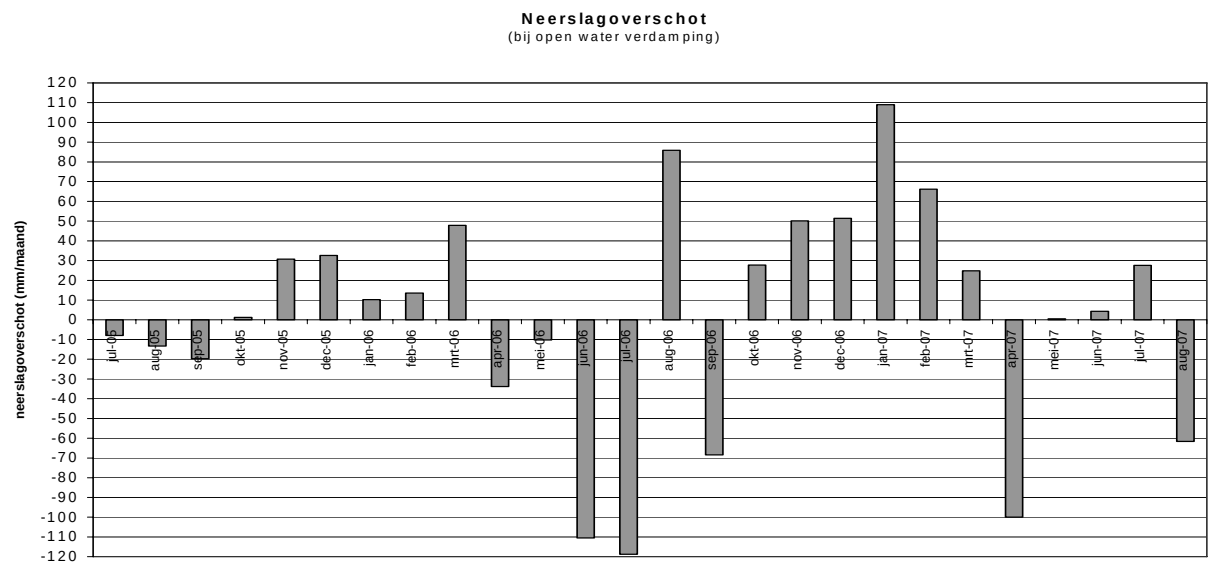
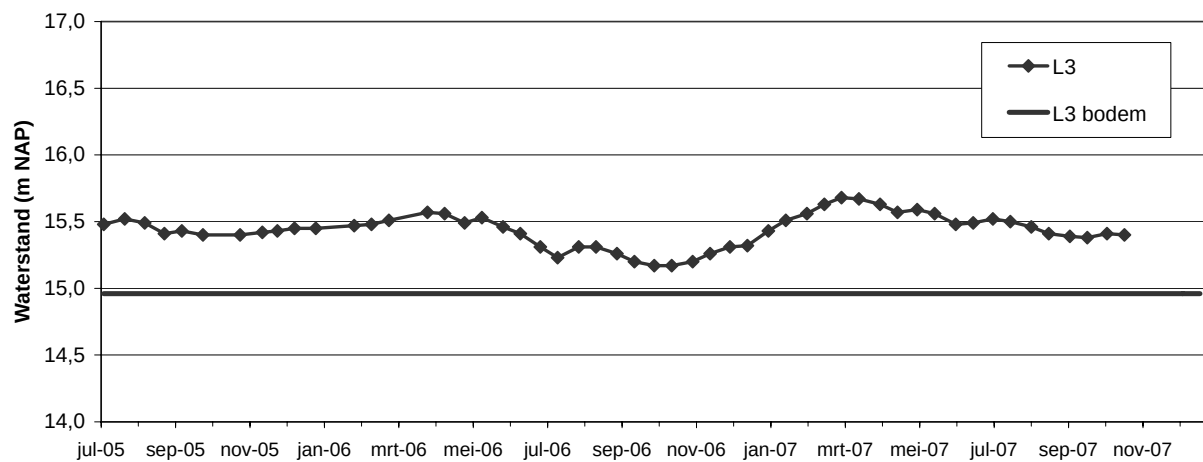
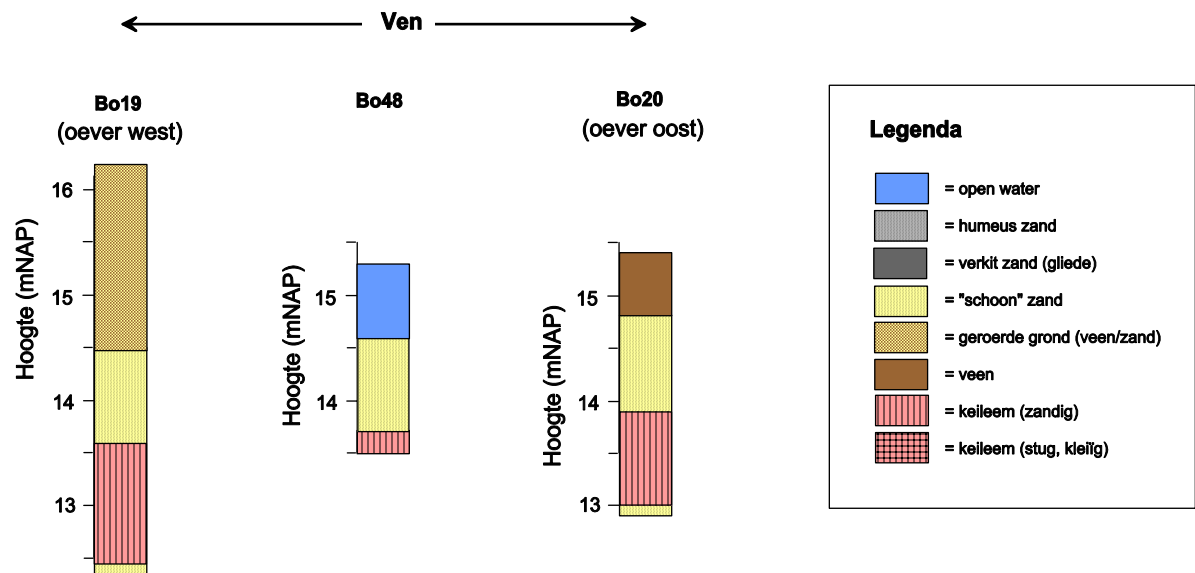
Op het tracé van de rivier van deelsysteem 2A loopt de dikte van de organische toplaag op de meeste plekken uiteen van 0,5 tot 0,9 meter. Ter plaatse van Bo14 en Bo63 is echter een dikte van 1,5 à 1,7 meter aangetroffen. De benodigde ontgraving voor aanleg van de rivier is hier minimaal 2 meter: door de ontgraving zal ook hier dus de gehele organische toplaag verdwijnen.

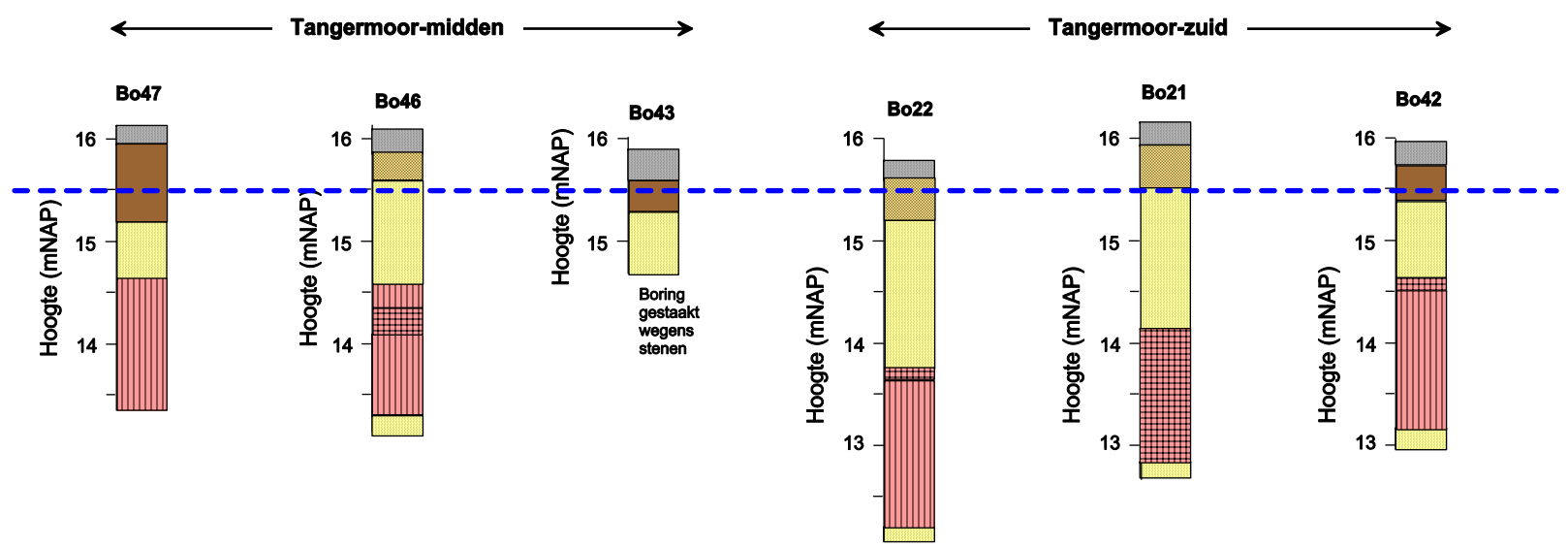
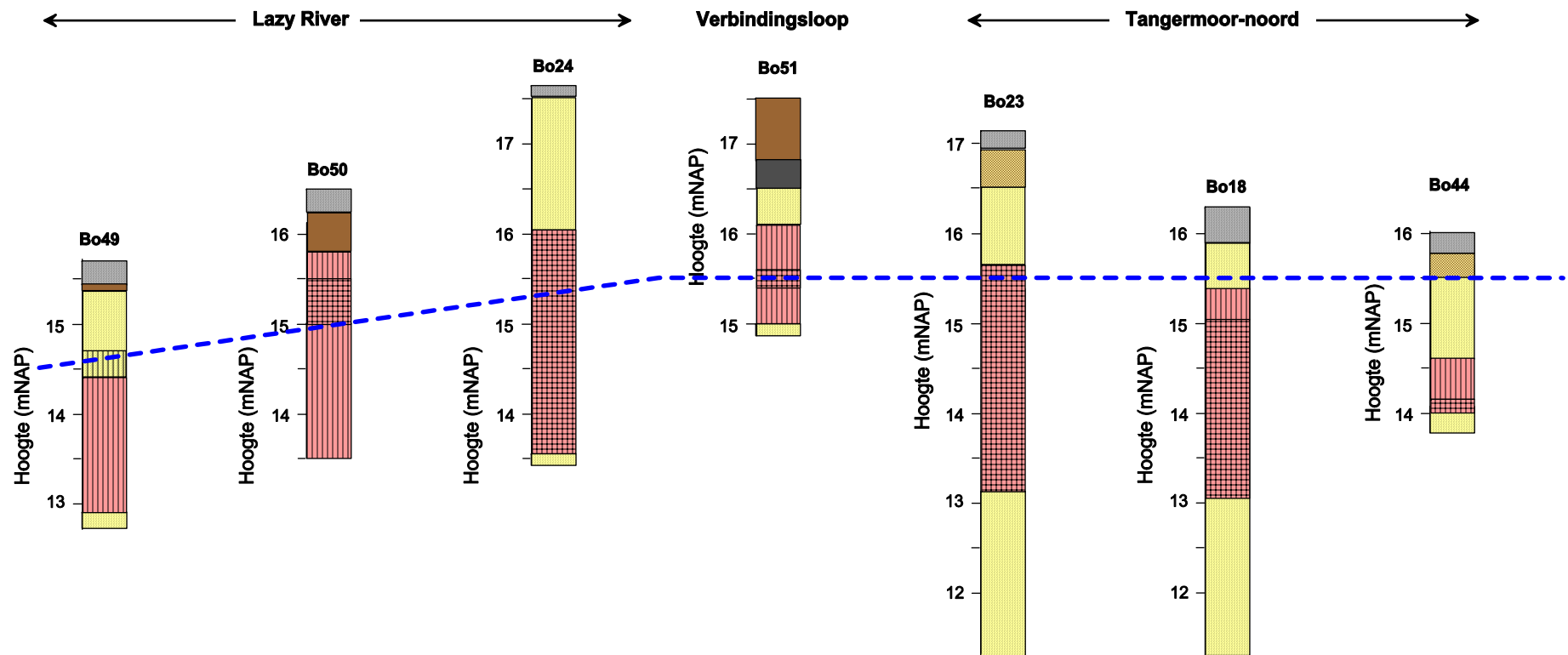
Ter plaatse van de uitbreidingsgebieden van de zandwinplas (systeem 1) is een dikte van de organische toplaag van 0,7 tot 1,7 meter aangetroffen. Aangezien de lobben diep worden, zal ook hier de organische toplaag geheel verdwijnen.

Conclusies en aanbevelingen

- Met de beoogde ontgravingen voor aanleg van de watersystemen zal ook de organische toplaag geheel verdwijnen.
- Om rechtstreeks contact tussen organische bodems en oppervlaktewater te vermijden is het nog wel zaak om de organische bodems die bij de ontgravingen in de oeverzones bloot komen te liggen af te dekken met schoon zand.
- Dit geldt ook voor de ophogingen: om in extreem natte perioden afspoeling van voedselrijke bodemdeeltjes naar het oppervlaktewater door het oppervlakkig afstromende regenwater te voorkomen moeten ook de ophogingen (en met name de hellingen) afgedekt worden met een laag schoon zand.







Legenda

- = humeus zand
- = verkit zand (gliede)
- = "schoon" zand
- = geroerde grond (veen/zand)
- = veen
- = keileem (zandig)
- = keileem (stug, klei'g)
- = toekomstig zomer-waterpeil watersysteem 2B

Bijlage 7 Schutwaterbalans

1. UITGANGSPUNTEN

- SLUIS A
Stroomrichting: van systeem 1 naar 2A
Peilverschil: zomer 0.80 m / winter 0.80 m
Sluisafmeting: 12 x 4 m
- SLUIS B
Stroomrichting: van systeem 2B naar 1
Peilverschil: zomer 1.50 m / winter 1.30 m
Sluisafmeting 12 x 4 m
- AANTAL SCHUTBEWEGINGEN van MINIMUM tot MAXIMUM
Zomer minimaal 1x / 1 uur gedurende 10 uren/dag
maximaal 2x / 1 uur gedurende 12 uren/dag
Winter minimaal 1x / 2 uur gedurende 8 uren/dag
maximaal 1x / 1 uur gedurende 10 uren/dag

2. SCHUTWATERBALANS BIJ MINIMUM AANTAL SCHUTBEWEGINGEN

- SLUIS A (van 1 naar 2A)

Zomer:	12 x 4 x 0.80 x 10 x 1 x 360/2	69.120	70.000	
Winter:	12 x 4 x 0.80 x 8 x 0,5 x 360/2	27.648	30.000	
Totaal				100.000
 - SLUIS B (van 2B naar 1)

Zomer:	12 x 4 x 1,50 x 10 x 1 x 360/2	129.600	130.000	
Winter:	12 x 4 x 1,30 x 8 x 0,5 x 360/2	44.928	45.000	
Totaal				175.000
- Extra afvoer van systeem 1 naar 2A via stuw 1** **75.000**
Gemiddeld 0,14 m³ / min, gedurende 24 uur / dag

3. SCHUTWATERBALANS BIJ MAXIMUM AANTAL SCHUTBEWEGINGEN

- SLUIS A (van 1 naar 2A)

Zomer:	12 x 4 x 0.80 x 12 x 2 x 360/2	165.888`	165.000	
Winter:	12 x 4 x 0.80 x 10 x 1 x 360/2	69.120	70.000	
Totaal				215.000
 - SLUIS B (van 2B naar 1))

Zomer:	12 x 4 x 1,50 x 12 x 2 x 360/2	311.040	310.000	
Winter:	12 x 4 x 1,30 x 10 x 1 x 360/2	112.320	115.000	
Totaal				425.000
- Extra afvoer van systeem 1 naar 2A via stuw 1 210.000
Gemiddeld 0,40 m³ / min, gedurende 24 uur / dag

Bijlage 8 Gietwaterleveranties in de periode 2000 t/m 2006

Hoeveelheden zijn weergegeven in m3/jaar

jaar	<u>2000</u>	<u>2001</u>	<u>2002</u>	<u>2003</u>	<u>2004</u>	<u>2005</u>	2006
1e kwartaal	128.277	103.062	137.908	125.219	103.025	130.960	82.079
2e kwartaal	277.785	268.256	270.705	268.433	239.892	286.702	220.620
3e kwartaal	221.106	239.797	213.527	256.286	244.775	206.160	239.030
4e kwartaal	95.091	94.285	80.280	82.904	103.062	82.332	79.258
totaal	722.259	705.400	702.420	732.842	690.754	706.154	620.987