

Hydrologische evaluaties Regio Oost

Meetnetevaluatie & systeemanalyse Oosterwolde

December 2010



Bell Hullenaar

**Ecohydrologisch
Adviesbureau**

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

in opdracht van:



staatsbosbeheer

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Technische evaluatie van het meetnet	6
2.1	Opbouw van het meetnet	6
2.2	Controle van de meetgegevens	8
3	Ecohydrologisch systeem	10
3.1	Geomorfologie, bodem en geohydrologische opbouw	10
3.2	Hydrologisch systeem	16
3.2.1	Regionale hydrologie	16
3.2.2	Oppervlaktewaterhuishouding	18
3.2.3	Interpretatie van de meetreeksen van derden	24
3.2.4	Interpretatie van de meetreeksen van Staatsbosbeheer	26
3.2.5	Nadere tijdreeksanalyse met behulp van Menyanthes	30
3.2.6	Geohydrologisch dwarsprofiel	35
3.2.7	Waterkwaliteit	39
3.3	Vegetatie & avifauna	46
3.3.1	Vegetatie	46
3.3.2	Avifauna	47
4	Terreincondities in relatie tot de doelcomponenten	48
4.1	Randvoorwaarden voor het realiseren van doelcomponenten	48
4.2	Realisatie van de terreincondities	49
4.3	Knelpunten en oplossingen	51
5	Het nieuwe meetnet	55
5.1	Ecohydrologische meetvragen voor het meetnet	55
5.2	Voorstel voor nieuw meetnet	55

Literatuur

Bijlagen

1 Inleiding

In opdracht van Staatsbosbeheer zijn voor een aantal objecten in de regio oost hydrologische evaluaties uitgevoerd. De hydrologische evaluaties maken deel uit van de Interne Kwaliteitsbeoordelingen (IK): breed opgezette evaluaties die gaan over het beheer van de afgelopen tien jaar.

Voor twee objecten (Enterven en Oosterwolde) zijn uitgebreide evaluaties uitgevoerd. In deze terreinen zijn al lange tijd hydrologische meetnetten aanwezig. De uitgebreide evaluaties omvatten niet alleen een technische evaluatie en een evaluatie van de meetreeksen van de hydrologische meetpunten zelf, maar ook een ecohydrologische systeemanalyse, zodat een goed totaalinzicht ontstaat in het ecohydrologisch functioneren van het object op verschillende schaalniveau's, de aanwezige knelpunten en de mogelijke oplossingen hiervoor.

Voor drie objecten (Bathmense Broek, Nijbroek en Twello) zijn alleen oriënterende verkenningen uitgevoerd. In deze terreinen zijn (nog) geen hydrologische meetnetten aanwezig. Aan de hand van de verkenningen wordt afgeleid of er vragen zijn op waterhuishoudkundig gebied, en zo ja, op welke wijze deze vragen het best beantwoord kunnen worden.

Voor het object IJsselwaarden Zuidwest is een onderverdeling gemaakt. Voor het binnendijs gelegen deelobject Overmars is een beknopte evaluatie uitgevoerd. In dit deelobject is een klein hydrologisch meetnet aanwezig en er spelen hier ook in breder verband waterhuishoudkundige vragen. Voor dit deelobject wordt op grond van een oriënterende systeemanalyse getracht de aanwezige vragen te beantwoorden. Voor de buitendijs gelegen deelobjecten Rammelwaard en Cortenoever (die ook deel uitmaken van het object IJsselwaarden Zuidwest) zijn alleen verkenningen uitgevoerd. In deze deelobjecten zijn weliswaar ook kleine hydrologische meetnetten aanwezig, maar hiervan zijn geen meetreeksen beschikbaar. Bovendien spelen in deze deelobjecten in veel mindere mate waterhuishoudkundige vragen. Aanvankelijk was het ook de bedoeling om een verkenning uit te voeren voor het object IJsselwaarden Noordwest, maar hieraan bleek uiteindelijk geen behoefte te bestaan, omdat er ten aanzien hiervan nauwelijks waterhuishoudkundige vragen zijn. Door aan dit object verder geen aandacht te besteden kon de beschikbare tijd besteedt worden aan de oriënterende systeemanalyse van Overmars (waarvoor het aanvankelijk de bedoeling was alleen een verkenning uit te voeren).

Voor ieder object is een afzonderlijke rapportage vervaardigd. De belangrijkste resultaten zijn ook ingevoegd in de hoofdttekst van de Interne Kwaliteitsbeoordelingen (IK's).

In dit deelrapport wordt de meetnetevaluatie Oosterwolde behandeld.

2 Technische evaluatie van het meetnet

2.1 Opbouw van het meetnet

Oude meetnet

In 1995 is een uitgebreid hydrologisch meetnet geplaatst, bestaande uit peilbuizen (code B), peillatten (code L) en peilschalen (code S). Alle meetpunten zijn aangegeven op de kaart van figuur 2.1. De technische gegevens van de meetpunten zijn in bijlage 1 opgenomen. Het oude meetnet werd handmatig opgenomen (op de 14^e en 28^e van elke maand). Van de periode 1995 tot en met 1999 zijn van alle meetpunten meetreeksen beschikbaar, en van een aantal meetpunten lopen de meetreeksen door tot in 2000. De meetpunten waren voornamelijk geplaatst in twee raaien: van zuid naar noord (over de breedterichting van het reservaat) en van zuidwest naar noordoost (over de lengterichting van het reservaat).

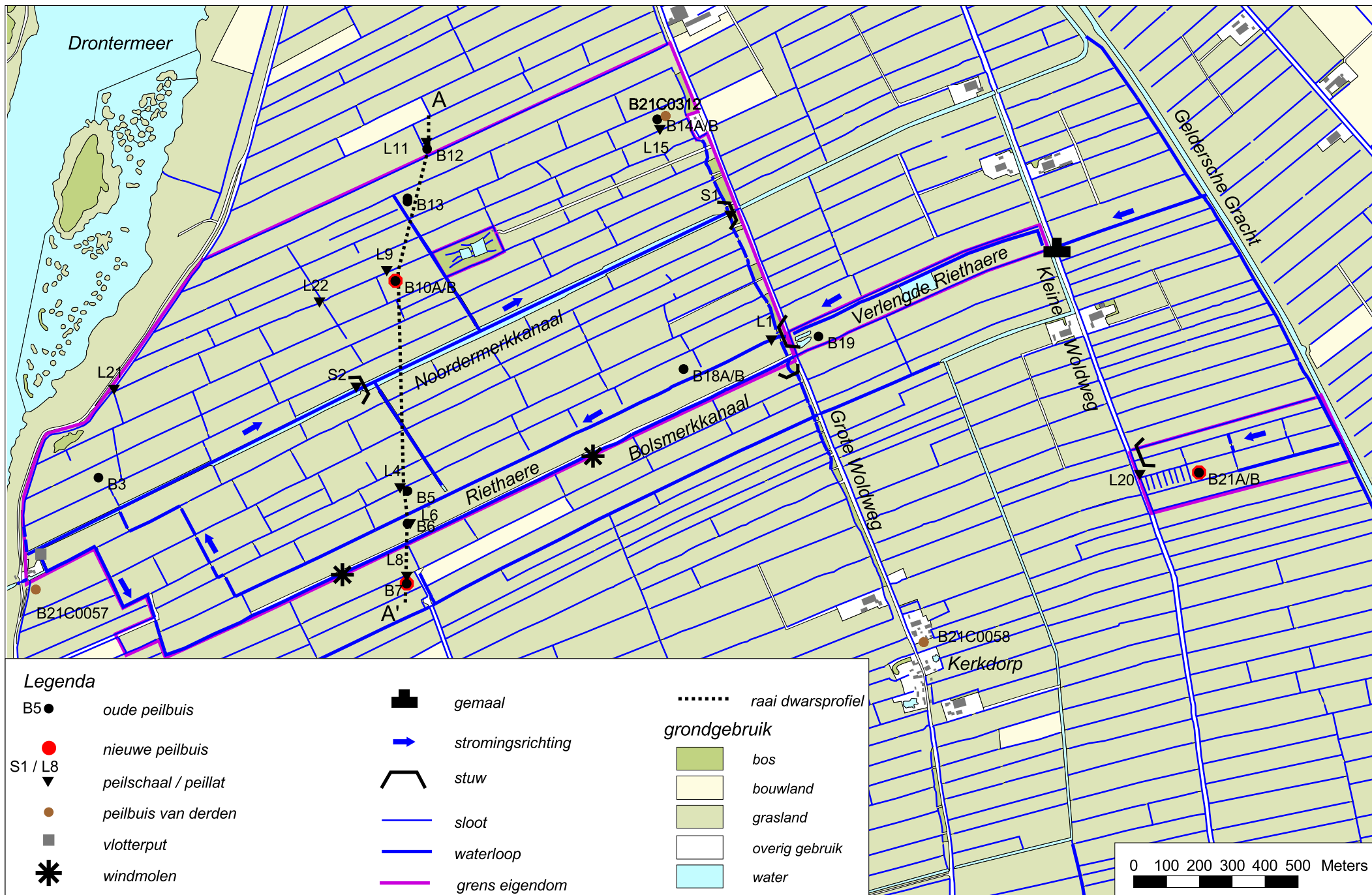
Een eerste evaluatie van de meetreeksen heeft in 1999 plaatsgevonden (Buro Hemmen, 1999). In deze nieuwe evaluatie van Bell Hullenaar zijn ook de oude meetreeksen (van voor 1999) weer betrokken, zodat het verloop over de totale periode geanalyseerd en geïnterpreteerd kan worden. Bovendien had de evaluatie van 1999 geen brede opzet: aan de hand hiervan ontstaat zodoende nog geen goed inzicht in de werking van het functioneren van het hydrologische systeem als geheel. Doordat de evaluatie nu wel breed is opgezet kan dit systeeminzicht nu alsnog geboden worden.

Nieuwe meetnet

Vanaf eind 2007 zijn de metingen voor een selectie van meetpunten hervat, door middel van automatische registratie met behulp van divers. Voor de geselecteerde meetpunten zijn in 2007 ook nieuwe peilbuizen geplaatst (op dezelfde locaties en met ongeveer dezelfde filterdiepten als de meetpunten die hier voorheen aanwezig waren). De nieuwe peilbuizen zijn op de kaart van figuur 2.1 met rood gemarkeerd.

De selectie van de meetpunten voor het nieuwe meetnet is gebaseerd op de meetnetoptimalisatie die in de loop van 2007 voor alle meetnetten van Staatsbosbeheer in de Regio Oost is uitgevoerd (Witteveen + Bos, 2008). Hierbij is alleen gekeken naar de onderlinge correlatie van de verschillende meetreeksen van de oude peilbuizen. Aangezien er ten aanzien van alle oude peilbuizen in het weidevogelgrasland een sterke onderlinge correlatie in de meetreeksen aanwezig was, is hier slechts één meetlocatie met twee peilbuizen geselecteerd: B10A (ondiep) en B10B (diep). Het nieuwe meetnet omvat verder de peilbuizen B7 (landbouwpolder aan de zuidkant), B19 (Verlengde Riethaere) en B21A / B21B (deelgebied Kleine Woldweg).

Er zijn geen oppervlaktewaterstandsmeetpunten geselecteerd. Door Waterschap Veluwe worden echter sinds automatisering van het wateraanvoersysteem (in 2003) wel de oppervlaktewaterpeilen ter plaatse van zowel het inlaat- en uitlaatpunt (zowel aan de boven- als benedenstroomse zijde van de hier aanwezige stuwen) van het weidevogelreservaat (automatisch) geregistreerd. Op basis van deze gegevens zijn ook de aanvoer- en afvoerdebieten van het reservaat bekend.



Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 2.1 Topografische kaart met hydrologisch meetnet Oosterwolde

2.2 Controle van de meetgegevens

Om tot een juiste interpretatie van de meetreeksen te komen zijn in het kader van de meetnetevaluatie de meetreeksen eerst gecontroleerd en zo nodig gecorrigeerd. Hiertoe zijn eerst voor alle meetpunten eerste versies van grafieken vervaardigd van het (grond)waterstandsverloop, en zijn (mede door onderlinge vergelijking van de grafieken) vreemde waarden opgespoord. De meetreeksen zijn ook ingevoerd in het tijdreeksanalyseprogramma Menyanthes. Aan de hand van een eerste tijdreeksanalyse met behulp dit programma zijn ook fouten opgespoord die in de grafieken van het (grond)waterstandsverloop niet gelijk opvallen. Voor zover mogelijk zijn de gesignaleerde fouten (mede op basis van het opnamearchief) gecorrigeerd of uit de reeksen verwijderd alvorens verdere analyse heeft plaatsgevonden. In de onderstaande tekst is een overzicht opgenomen van de gesignaleerde fouten.

Overzicht van fouten in de technische gegevens en opnamen van het oude meetnet

In het onderstaande overzicht worden per meetpunt de gesignaleerde fouten in de technische gegevens en de opnamen weergegeven. Aan de hand van dit overzicht kunnen door Staatsbosbeheer ook correcties in de databank worden doorgevoerd. Hoewel het in veel gevallen fouten betreft die betrekking hebben op de oude meetpunten en meetreeksen, wordt aanbevolen de voorgestelde correcties wel allen door te voeren, omdat ook een correcte weergave van de oude gegevens in de databank van groot belang is en omdat nu ook duidelijk is waar de fouten zitten. Om het doorvoeren van de correctie te vergemakkelijken zijn ze in het overzicht onderstreept.

Ten aanzien van de technische gegevens van de oude meetpunten zijn de volgende fouten geconstateerd:

- Peilbuizen B14A/B14B: verkeerde coördinaten in de databank. De juiste coördinaten zijn X = 188540, Y = 501890.
- Peilschalen S1 en S2: verkeerde coördinaten in de databank. Met peilschaal S1 werd het peil van het peilverloop in het gedeelte van het Noordermerkkanaal in het lage (oostelijke) compartiment geregistreerd en met peilschaal S2 het peilverloop van het gedeelte van het Noordermerkkanaal in het hoge (westelijke) compartiment. De juiste coördinaten van S1 zijn: X = 186620, Y = 500570. De juiste coördinaten van S2 zijn X = 188770, Y = 501600.

Er is geen archief van de oorspronkelijke opnameformulieren meer aanwezig. Hierdoor is er geen mogelijkheid meer op basis hiervan fouten op te sporen en te corrigeren in de meetreeksen. Desondanks zijn vreemde meetwaarden wel uit de meetreeksen verwijderd voordat verdere analyse en interpretatie heeft plaatsgevonden. Het betreft hierbij:

- B10A/B: tussen 27-5-1999 tot en met 28-09-1999 zijn waarschijnlijk de filters verwisseld.
- B5: 28-1-1997 heeft stand van -1,59mNAP. Meetpunt is 0,18m+NAP. Grondwaterstand tov meetpunt is dus -1,77m. Moest waarschijnlijk -0,77m zijn wat een grondwaterstand van -0,69 mNAP geeft.
- B7: op 13-8-1999, 28-8-1999 en 28-9-1999 is er waarschijnlijk ook sprake van een "meterfout" in de standen t.o.v. het referentiepunt.
- Alle peillatten (code L) hebben op 13-07-1999 en 28-07-1999 te lage standen, want ze bevinden zich onder het referentieniveau. De standen zijn waarschijnlijk van de referentiehoogte afgetrokken in plaats van opgeteld.
- Op 13-07-1999 en 28-07-1999 zijn de oppervlaktewaterstanden van S1 en S2 te hoog. Ze zijn waarschijnlijk (t.o.v. NAP) als positieve waarden genoteerd, terwijl het negatieve waarden betreft.

Nieuwe meetnet

De automatische registratie verliep aanvankelijk slecht door uitval van meetpunten (technische mankementen aan divers en/of onbewuste vernieling door vee). Probleem bij uitval is dat er grote gaten in de meetreeksen vallen, omdat de kans aanwezig is dat de mankementen lange tijd niet gesignaleerd worden, door de beperkte opnamefrequentie.

3 Ecohydrologisch systeem (=2.4.1 van IK)

3.1 Geomorfologie, bodem en geohydrologie

Geomorfologie en bodem

Polder Oosterwolde maakt deel uit van een uitgestrekt, vlak en laaggelegen gebied met klei-op-veen bodem tussen de IJssel en het Drontermeer. De ondergrond bestaat uit zand. De veensoort betreft in een groot deel van het object veenmosveen (toevoegsel s), en in het westen is ook een kleine zone met zeggeveen aanwezig (toevoegsel c). Uit de boorbeschrijvingen van de peilbuizen volgt echter dat ook in de zone met veenmosveen vaak (op grotere diepte) ook lagen zeggeveen en vooral rietzeggeveen aanwezig zijn. De veengronden hebben een kleidek dat (hier) is afgezet door overstromingswater van de voormalige Zuiderzee: het betreft zodoende waardveengronden (codes kVs en kVc). De dikte van het kleidek bedraagt volgens de bodemkaart 25 tot 40 cm, maar uit de boorbeschrijvingen van het meetnet volgt dat de dikte van het kleidek op kan lopen tot 60 cm.

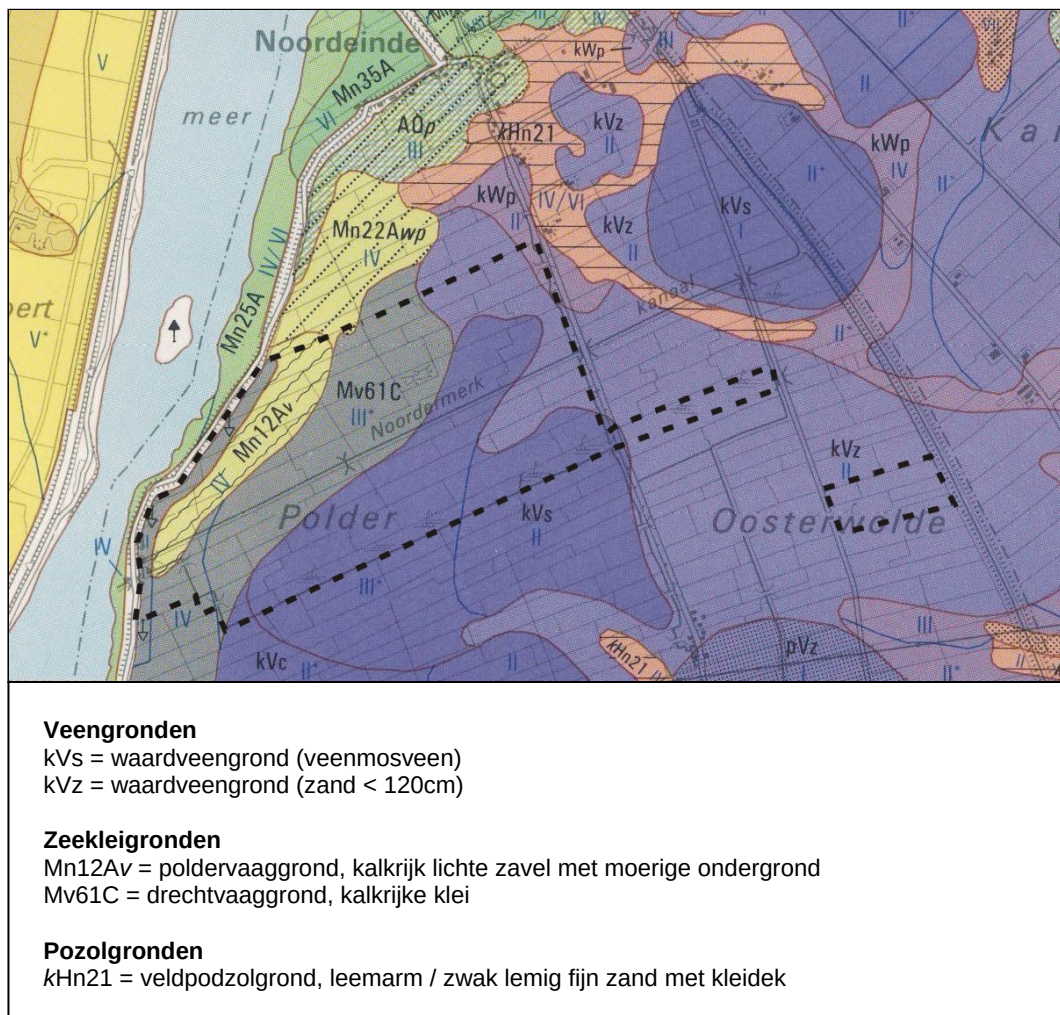
In de zone ten westen van de Grote Woldweg loopt de veenondergrond tenminste tot 120 cm beneden maaiveld door, waardoor de aanwezigheid van de zandondergrond hier niet uit de bodemkaart blijkt (maar wel uit de boorbeschrijvingen van de peilbuizen). Ten oosten van de Grote Woldweg begint de zandondergrond wel binnen 120 cm beneden maaiveld (toevoegsel z).

Aan de noordwestkant van de polder is een wat hoger gelegen zone aanwezig met overlslaggronden: als gevolg van een vroegere doorbraak van de dijk langs de voormalige Zuiderzee is hier een kalkrijk zaveldek aanwezig (kalkrijke poldervaaggrond, code Mn12Av). Op de overgang naar de veengronden wordt de dikte van het overlagdek dunner, waardoor (in samenhang met de hier onder aanwezige kleilaag) de bodem hier getypeerd wordt als een drechtvaaggrond (Mv61C). Ook hier is in de ondergrond veen aanwezig. Deze gronden worden beiden gerekend tot de zeekleigronden.

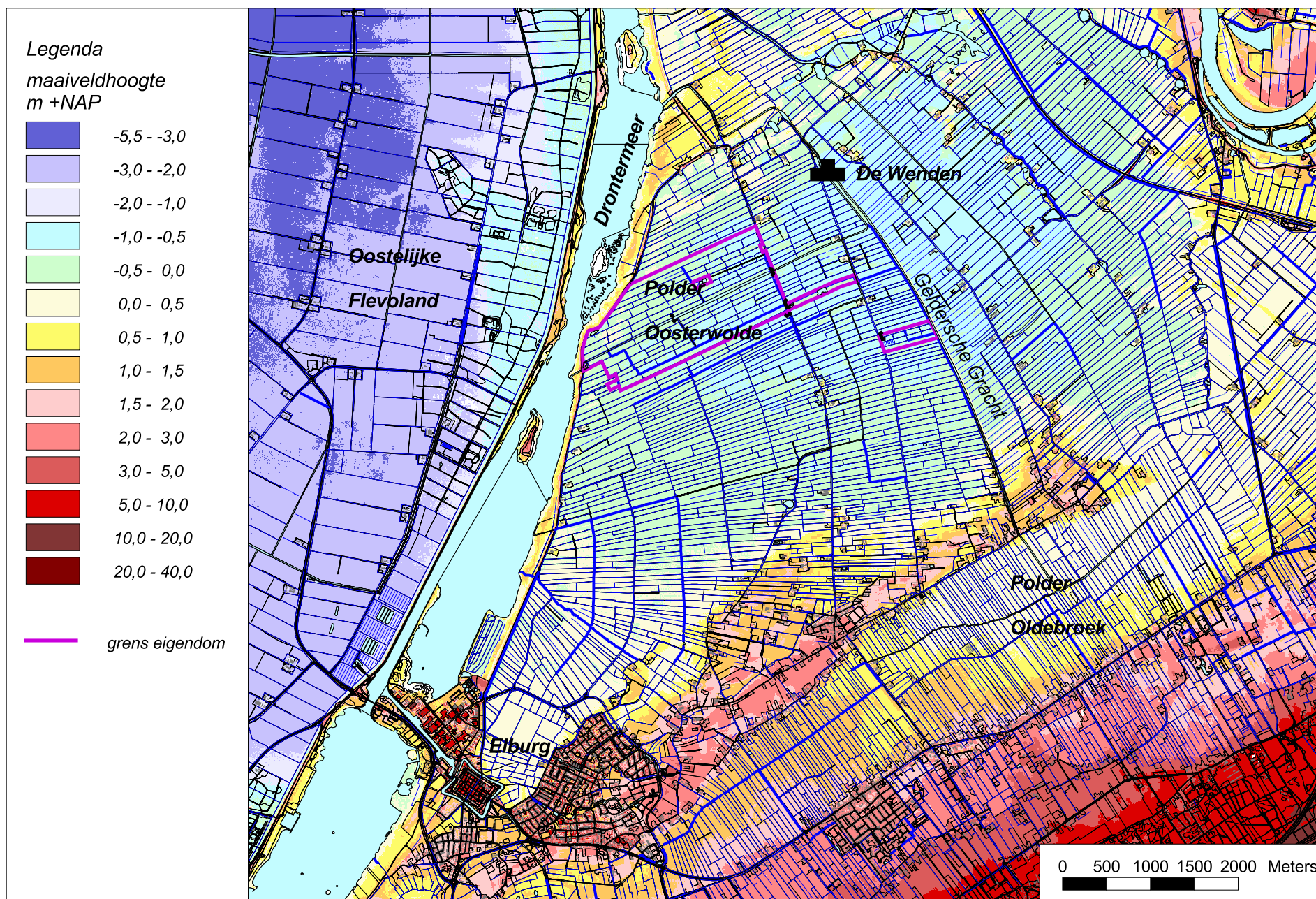
Op de bodemkaart zijn in de omgeving van het object temidden van de veengronden een aantal dekzandruggen herkenbaar (als veldpodzolgrond, code Hn21). Ook deze veldpodzolgronden hebben een kleidek (toevoegsel k). Uit de boorbeschrijving van B14 en de hoogtekaart volgt dat ook in de noordoosthoek van het weidevogelreservaat een zandrug aanwezig is. Deze kleine rug ontbreekt echter op de bodemkaart, maar is wel herkenbaar op de hoogtekaart, en betreft een uitloper van de grote rug die wel op de bodemkaart is aangegeven.

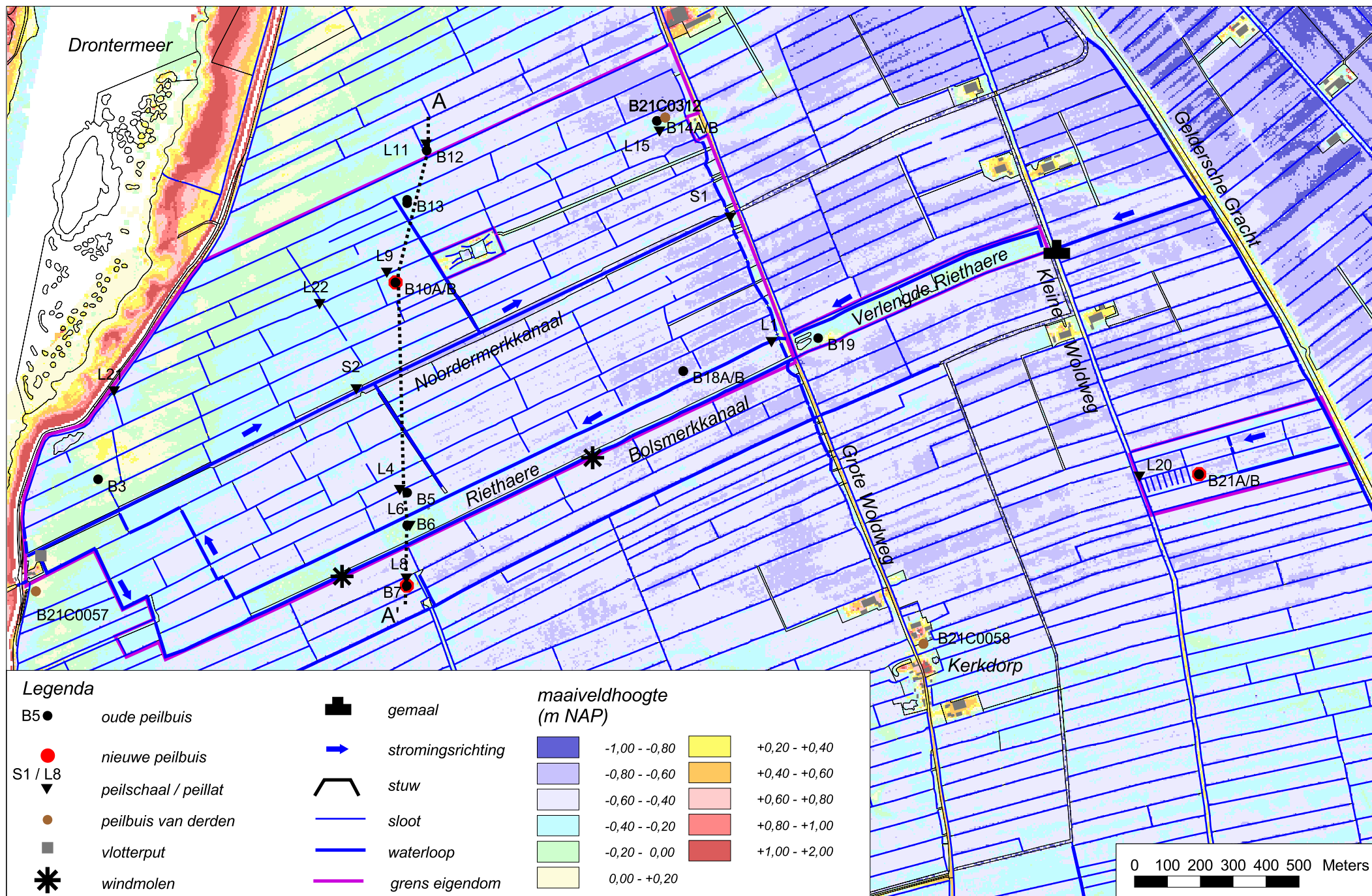
In samenhang met de aanwezigheid van de overlslaggronden aan de noordwestzijde en de afname van de dikte van het kleidek heeft het object in oostelijke richting een geleidelijk aflopend maaiveld van circa 0 mNAP in het (noord)westen naar -0,7 in het oosten. Vanwege inklinking van de bodem heeft in de periode 1985 - 2000 in de landbouwpolders met klei-op-veenbodem een maaiveldsdaling plaatsgevonden van circa 20 cm (Neuteboom Spijker, 2003).

Op de regionale hoogtekaart is (ten westen van het Drontermeer) ook een klein deel van het zeer laaggelegen poldergebied van Oostelijk Flevoland te zien: met uitzondering van de oostelijke rand ligt het maaiveld hier op -2 tot -3 mNAP (en verder noordwestelijk zelfs lager dan -3 mNAP). Verder blijkt uit de kaart dat er ten zuidoosten van de polder Oosterwolde een omvangrijke rug aanwezig is: dit is de zandrug van Elburg-Oosterwolde. Ten zuidoosten hiervan ligt weer een langgerekt laaggelegen gebied: dit is de polder Oldebroek. Ten zuidoosten hiervan begint het Veluwemassief.



Figuur 3.1 Bodemkaart





Geohydrologische opbouw

De geohydrologische opbouw is als volgt (Woerlee, 1994 en IWACO, 1992):

- 0 tot -2 mNAP: slecht doorlatende deklaag, bestaande uit klei, veen en een slecht doorlatende glijdelaag aan de basis van het veenpakket (zie geohydrologisch dwarsprofiel in paragraaf 3.2.6).
- -2 tot -13 mNAP: eerste watervoerende pakket, bestaande uit een combinatie van fijnzandige (eolische) afzettingen van de Formatie van Twente en grofzandige fluviale afzettingen van de Formatie van Kreftenheye.
- -13 tot -22 mNAP: eerste slecht doorlatende laag, bestaande uit kleiige, slibhoudende, fijnzandige afzettingen van de Eemformatie, ofwel (kortweg) Eemklei. De zone waar de Eemklei voorkomt strekt zich uit vanaf het dorp Oosterwolde in het zuiden tot aan Kampenieuwstad in het noorden, en is dus (op regionaal schaalniveau gezien) niet wijdverbreid. Daar waar de Eemklei aanwezig is kan de dikte ervan oplopen van 5 tot bijna 10 meter. Het is echter goed mogelijk dat er in de Eemklei gaten voorkomen, vooral als gevolg van de aanwezigheid van oude stroomgeulen.
- Omdat de tweede scheidende laag (klei van de Formatie van Drenthe) hier ontbreekt is er onder de Eemklei tot aan de hydrologische basis een zeer dik, gecombineerd tweede en derde watervoerend pakket aanwezig.
- De als ondoorlatende beschouwde hydrologische basis begint op een diepte van circa -225 mNAP.

3.2 Hydrologisch systeem

3.2.1 Regionale hydrologie

De regionale grondwaterstroming wordt toegelicht aan de hand van figuur 3.4. Het betreft een kaart waarop behalve de isohypsen van het grondwater van het (eerste) watervoerende pakket ook de kwel- en infiltratiesterkte is aangegeven, en met enkele indicatieve peilen is de stromingsrichting van het grondwater hierop aangegeven. De kaart is afkomstig uit het Peilenplan Oosterwolde - Oldebroek (Neuteboom Spijker, 2003), en is vooral geschikt om in grote lijnen het functioneren van regionale systeem te duiden.

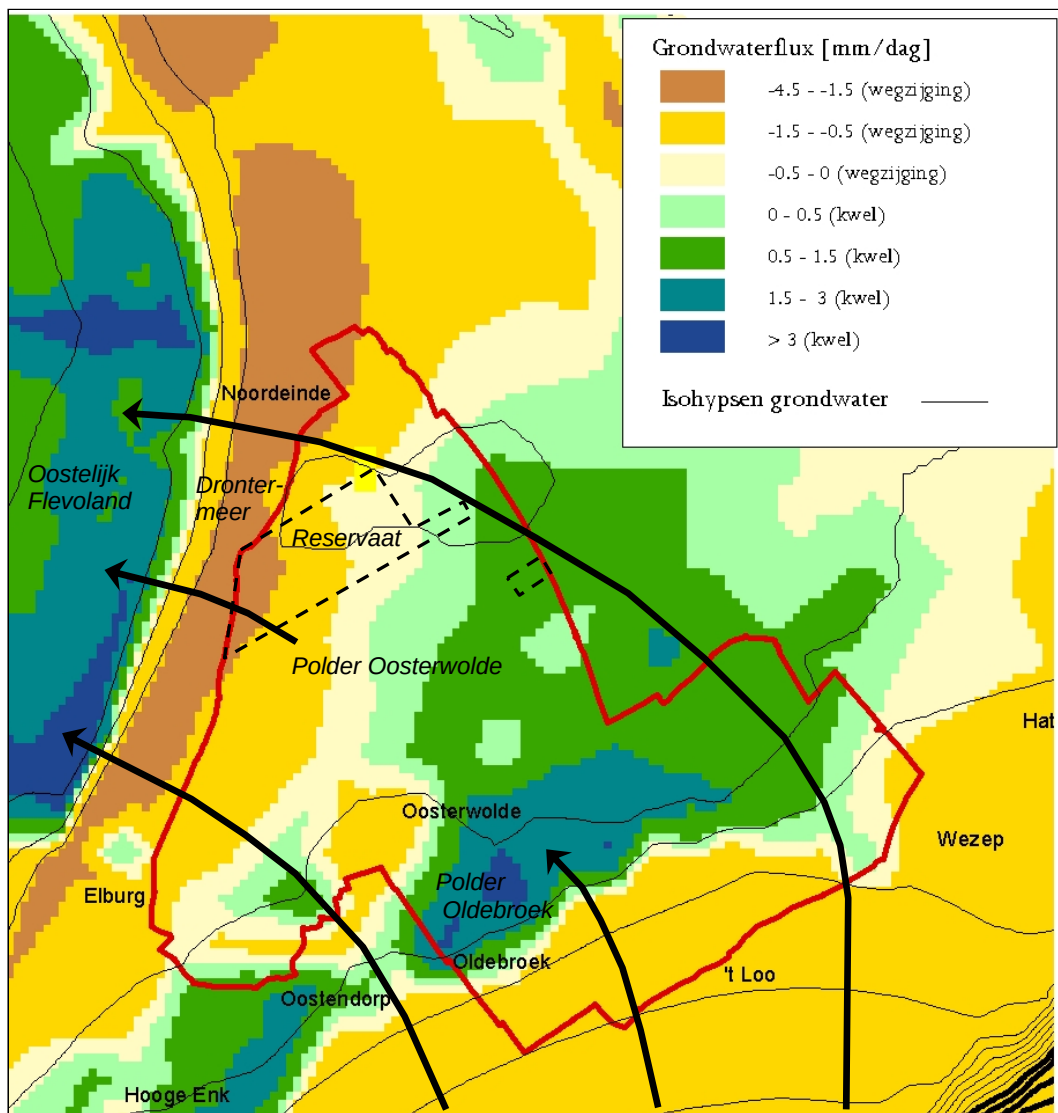
De regionale grondwaterstroming vindt plaats vanuit het Veluwemassief richting de Flevopolder. In de Flevopolder treedt sterke kwel op vanuit het regionale systeem. Ook in de polder Oldebroek is sterke kwel aanwezig, vanwege de lage ligging direct aan de voet van het Veluwemassief. Het betreft hierbij (sub)regionaal grondwater.

Polder Oosterwolde is van oorsprong ook een kwelgebied. Sinds de drooglegging van Oostelijk Flevoland (periode 1950-1957) wordt door de diepe Flevopolder echter veel kwelwater weggevangen, waardoor de kwel naar de polder Oosterwolde sterk is afgenomen, en in gebied ten westen van de Grote Woldweg een omslag heeft plaatsgevonden naar wegzijging. De wegzijging loopt in de huidige situatie uiteen van (gemiddeld) 0 tot 1,5 mm/d. Verder naar het oosten is in de polder nog wel (lichte) kwel aanwezig (kwelsterkte 0 tot 1,0 mm/d).

Aan de hand van een hydrologisch modelstudie is het effect van de inpoldering van Flevoland op de stijghoogten van de verschillende watervoerende pakketten berekend (Gehrels, 1995). In de zone waarin het object Oosterwolde ligt wordt als gevolg van de inpoldering een stijghoogteverlaging in het eerste watervoerende pakket van 30 cm in het oosten (deelgebied Kleine Woldweg) tot ruim 100 cm direct langs het Drontermeer berekend. De mate waarin deze stijghoogteverlagingen in de zandondergrond hebben geleid tot daling van de ondiepe grondwaterstand in de deklaag wordt behandeld in paragraaf 3.2.3 (bij de interpretatie van de meetreeksen van derden).

Daarnaast werden in de jaren zestig verbeteringswerkzaamheden in de waterhuishouding uitgevoerd, en in de jaren tachtig volgden ruilverkavelingswerkzaamheden en verdere peilaanpassingen. In samenhang hiermee daalde het polderpeil van circa -0,6 mNAP in 1960 naar circa -1,3 mNAP in het begin van de jaren negentig (Hemmen, 1999). Dit wil overigens niet gelijk zeggen dat de drooglegging van de gronden met 0,7 meter is toegenomen: vanwege de inklinking van de klei-op-veenbodem is in deze periode (vanwege de sterke ontwatering) ook het maaiveldsniveau namelijk aanzienlijk gedaald.

Als gevolg van het gecombineerde effect van de inpoldering van Oostelijk Flevoland en de peilverlagingen in Polder Oosterwolde zelf verdroogde (ook) het huidige reservaatgebied en hierdoor nam de waarde ervan als weidevogelgebied af. Ter compensatie van de verdroging kreeg het reservaat in 1994 in het kader van de ruilverkaveling een eigen aanvoersysteem en peilbeheer. Het functioneren hiervan wordt toegelicht in paragraaf 3.2.2.



Figuur 3.4 Isohyspenkaart van WVP 1 in combinatie met kwel- en infiltratiesterkte tussen WVP 1 en deklaag (Neuteboom Spijker, 2003).

3.2.2 Oppervlaktewaterhuishouding

Inleiding

Het functioneren van het oppervlaktewatersysteem wordt toegelicht aan de hand van de kaart van figuur 3.5 en is afgeleid uit de resultaten van de eerder uitgevoerde meetnetevaluatie (Buro Hemmen, 1999), informatie die naar voren is gekomen bij het gezamenlijke terreinbezoek met de opzichter (Henk Roke) en informatie van Waterschap Veluwe.

Weidevogelreservaat en Riethaere

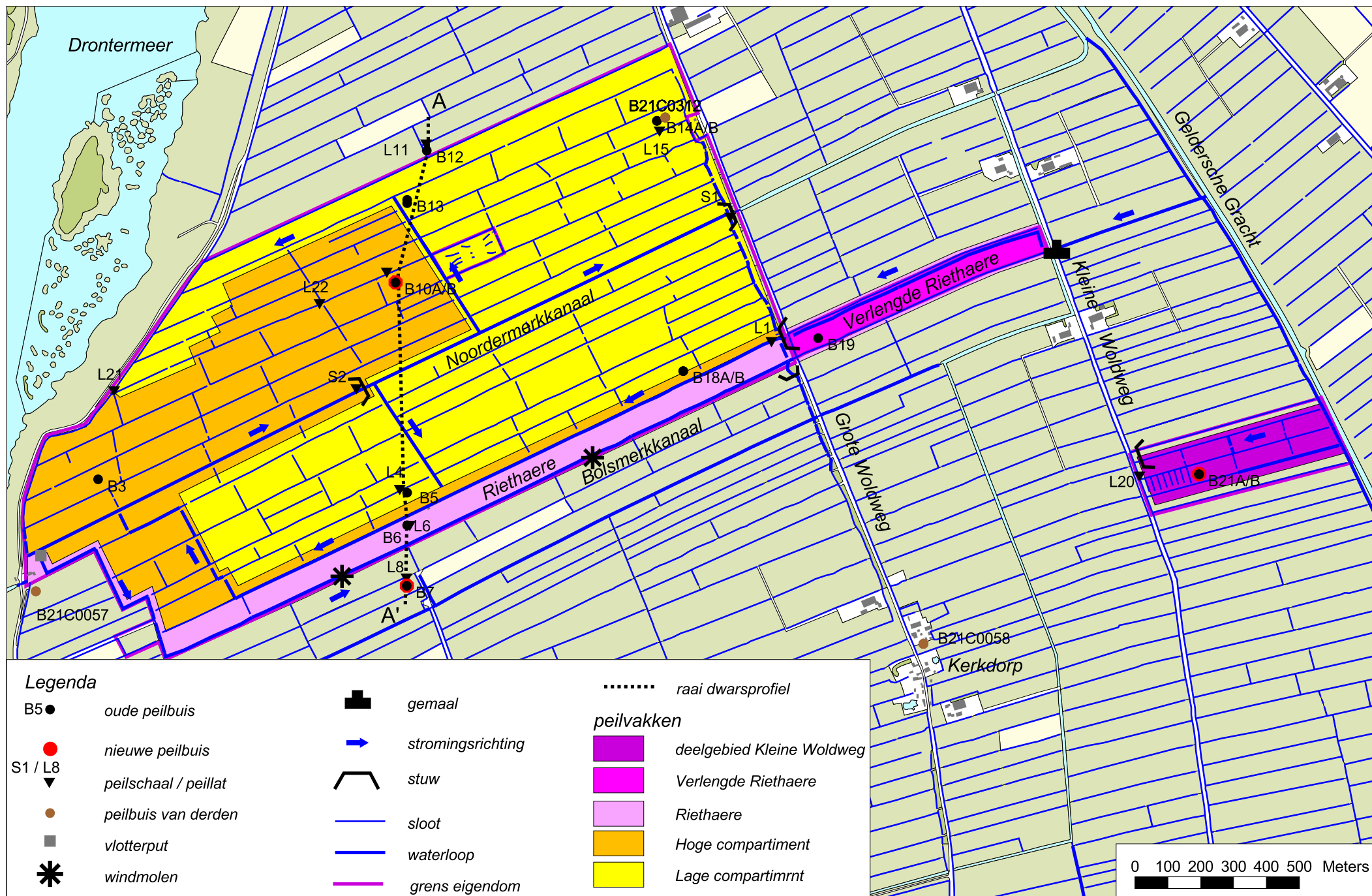
Ter compensatie van de verdroging als gevolg van de afvang van het regionale kwelwater door de Flevopolder en de peilverlagingen die in de polder zelf zijn doorgevoerd heeft het reservaat in het kader van de ruilverkaving in 1994 een eigen wateraanvoersysteem gekregen.

De aanvoer vindt plaats vanuit de Geldersche Gracht. Het water wordt eerst via een vlotterput ingelaten naar een poldersloot, waar een laag peil aanwezig is (-1,07 mNAP bij de verkenning van het systeem op 11-10-2010). Ter hoogte van de Kleine Woldsweg staat een automatische pomp (gemaal Riethaere) waarmee het inlaatwater in de Verlengde Riethaere wordt gepompt. Het peil van de Verlengde Riethaere ligt doorgaans tussen de -0,5 en -0,6 mNAP. De Verlengde Riethaere betreft een rietmoeras. Aan de noordzijde van het moerasgebied ligt over de gehele lengte een brede waterloop waarlangs het aanvoerwater zonder veel weerstand naar het weidevogelreservaat kan stromen. Het moerasgebied fungeert dus niet als een echt helofytenfilter. Wel is er sprake van een zuiverende werking vanwege de lange aanvoerweg van het water.

Bij de Grote Woldweg wordt het water via een stuw ingelaten naar het (overige deel van het) reservaatgebied (ofwel het weidevogelgedeelte). De stuw werd aanvankelijk handmatig bediend, maar is in augustus 2003 geautomatiseerd (De Boer, 2009). Het inlaatwater vervolgt zijn weg via een sloot op de grens van het weidevogelgebied en de Riethaere, en belandt in het westelijke deel van het weidevogelreservaat in het Noordermerkkanaal.

Het weidevogelreservaat is vanwege de variatie in maaiveldshoogte onderverdeeld in twee compartimenten. Met behulp van de stuw die ongeveer halverwege het Noordermerkkanaal aanwezig is vindt de peilinstelling van het hooggelegen westelijke compartiment plaats. Via deze stuw kan het inlaatwater ook het lager gelegen oostelijke compartiment bereiken. Het oostelijke compartiment heeft via een sloot aan de noordzijde van het reservaat bovendien nog een uitloper naar de Kamperdijk. Binnen de compartimenten vindt verdere verspreiding van het inlaatwater plaats via de hier aanwezige slotenstelsels.

In het hoge westelijke compartiment bedraagt het streefpeil in de winter -0,6 mNAP en in de zomer -0,8 mNAP. In het lage oostelijke compartiment bedraagt het streefpeil in de winter -0,7 mNAP en in de zomer -0,9 mNAP. De zomerpeilen worden elk jaar omstreeks 1 april ingesteld en de winterpeilen omstreeks 1 oktober. De overgangen van zomer naar winterpeil (en omgekeerd) worden echter geleidelijk aan doorgevoerd. Het relatief lage zomerpeil hangt samen met het gebruik van de graslanden voor beweiding door derden: op deze wijze krijgt de bodem de hiervoor benodigde draagkracht. Bovendien wordt op deze wijze ook het natuurlijke verloop van de waterstand gesimuleerd: bij het geheel achterwege laten van een verlaging zou anders immers door de kunstmatige aanvoer het gehele jaar door onnatuurlijk vast peil aanwezig zijn.



Bij het bereiken van de streefpeilen wordt de waterinlaat (via automatisch registratie van het peil aan de benedenstroomse zijde van de inlaatstuw) automatisch beëindigd. Als vervolgens vanwege het optreden van neerslag de streefpeilen overschreden worden, dan wordt het overtollige water via de uitlaatstuw bij de Grote Woldweg uit het gebied afgevoerd, naar het (benedenstrooms van het reservaat gelegen gedeelte van het) Noordermerkkanaal. Ook deze uitlaatstuw is in 2003 geautomatiseerd (De Boer, 2009).

Vanuit het westelijke uiteinde van het Noordermerkkanaal wordt via een vlotterput ook de zuidelijke randsloot van het reservaat (het Bolsmerkkanaal) van water voorzien. Hier wordt (in relatie tot het aangrenzende landbouwgebied, waar (tegenwoordig) een streefpeil van -1,3 à -1,35 mNAP geldt) een tussenpeil gehandhaafd (streefpeil in de winter -1,0 mNAP en in de zomer -0,9 mNAP). Vanuit het Bolsmerkkanaal wordt met behulp van twee windmolens water opgemalen naar de Riethaere, om het hier aanwezige rietmoeras op peil te houden (enkele decimeters boven maaiveld, met uitzondering van de oogstperiode in de winter, wanneer het peil iets verlaagd wordt).

Het Bolsmerkkanaal staat via een duiker onder de Grote Woldweg in verbinding met de twee randsloten van de Verlengde Riethaere: ook in deze sloten wordt zodoende het tussenpeil gehandhaafd. Eventueel overtollig water van dit tussensysteem kan via de waterloop langs de Grote Woldweg en de hierin aanwezige stuw het gebied verlaten.

In het weidevogelreservaat zijn behalve veel sloten ook veel greppels aanwezig. De greppels zijn met name bedoeld om in natte perioden het neerslagwater oppervlakkig af te kunnen voeren, zodat dit niet op maaiveld stagneert.

Analyse aan- en afvoergegevens

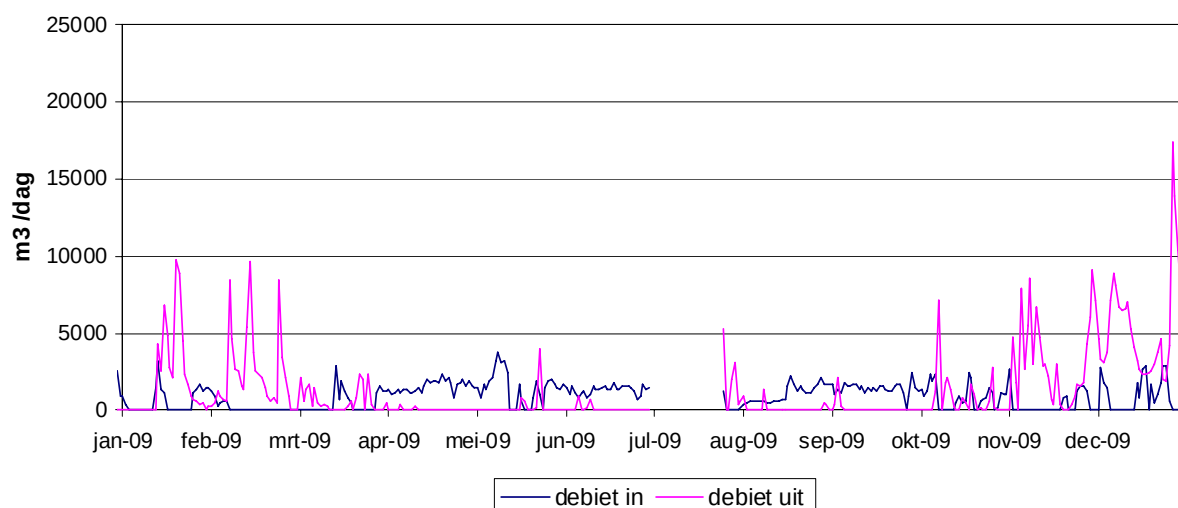
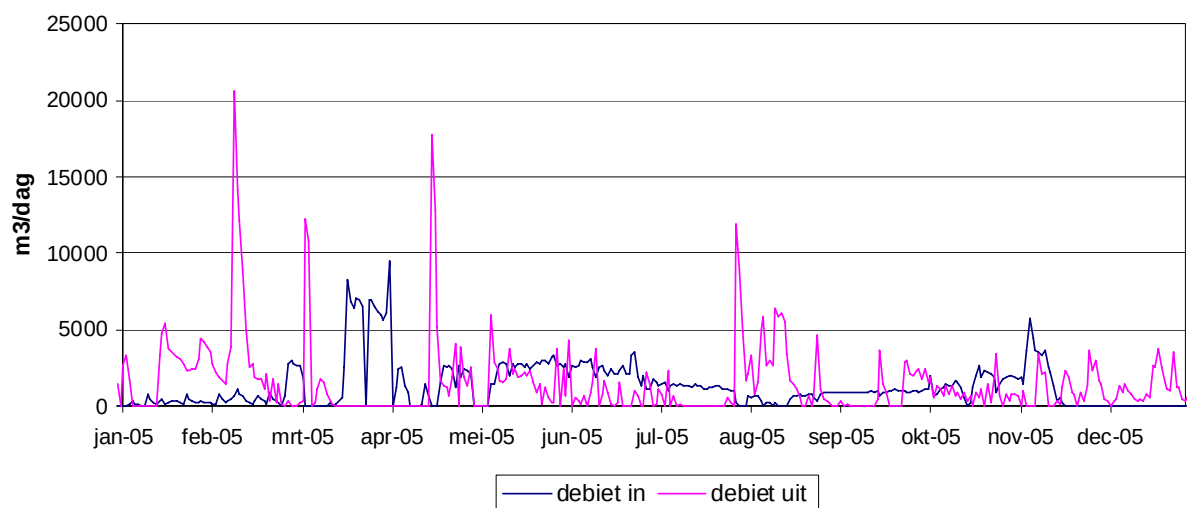
Sinds automatisering van de inlaat- en uitlaatstuwen in 2003 worden door Waterschap Veluwe behalve de peilen ook de inlaat- en uitlaathoeveelheden gemeten. De opslag van deze gegevens wordt verzorgd door de heer De Boer van het waterschap, en elk jaar wordt door hem ook een kleine technische rapportage opgesteld over het systeem. Op grond van deze gegevensbestanden is een overzicht gemaakt van de jaarlijks worden aan- en afvoerhoeveelheden (tabel 3.1), en zijn voor enkele meetjaren het verloop van de aan- en afvoerhoeveelheden ook in een grafiek weergegeven (figuur 3.6).

Uit de tabel volgt ten eerste dat jaarlijkse aanvoerhoeveelheden in de periode 2004 t/m 2009 uiteenlopen van 150.000 tot 800.000 m³/jaar. De gemiddelde jaarlijkse aanvoerhoeveelheid bedraagt ruim 400.000 m³. Aan de hand van gegevens van het verloop van het neerslagoverschot en de oppervlakte van het reservaat (circa 150 ha) zijn ook de jaarlijkse neerslagoverschotten berekend. Op grond hiervan en de aan- en afvoergegevens van de stuwen is indicatieve waterbalans gemaakt, waaruit de wegzijging is afgeleid. Met name in relatie tot de stijghoogte van het ondiepe grondwater kan de wegzijging van jaar tot jaar verschillen. Voor de jaren 2004 t/m 2009 kan zo uiteindelijk een gemiddelde wegzijging van 0,6 mm/dag worden afgeleid.

In figuur 3.6 wordt voor het jaar 2009 het verloop van de aan- en afvoer weergegeven. Hieruit volgt dat in perioden van aanvoer en meestal geen afvoer plaatsvindt (en ook andersom). Soms (bijvoorbeeld in oktober en december 2009) gebeurt het echter dat er op hetzelfde moment zowel water wordt aangevoerd als afgevoerd. Vooral in de jaren 2004, 2005 en 2006 was dit gedurende langere perioden ook in het voorjaar en de zomer het geval. Waarschijnlijk komt dat doordat in deze perioden het peil van de stuw halverwege het Noordmerkkanaal (met de niet meer opgenomen peilschaal S2) lager is ingesteld dan het niveau waarop de automatische inlaat gestuurd wordt (L1). Het kan zijn dat deze stuw (die door SBB wordt bediend) op verzoek van pachters tijdelijk wat in peil verlaagd wordt. Met het oog op een efficiënt waterbeheer zou het dan beter zijn om dan gelijk ook (door het waterschap) het inlaatiniveau te verlagen, zodat niet onnodig water in het systeem gepompt wordt, dat vervolgens weer wordt afgevoerd.

Tabel 3.1 Waterbalans en wegzigging weidevogelreservaat Oosterwolde

jaar	aanvoer (m3)	afvoer(m3)	neerslag overschot (m3)	wegzigging		
				m3	mm	mm/dag
2004	799912	927174	680850	553588	369	1,0
2005	474792	560436	342750	257107	171	0,5
2006	153373	610113	542550	85811	57	0,2
2007	447552	710226	558000	295326	197	0,5
2008	425130	410977	394800	408954	273	0,7
2009	307458	446934	437700	298224	199	0,5
gemiddeld	434703	610976	492775	316501	211	0,6



Figuur 3.6 Verloop van aan- en afvoerhoeveelheden gedurende enkele individuele jaren: 2005 (bovenste grafiek) en 2009 (onderste grafiek)

Deelgebied langs Kleine Woldweg

Langs de Kleine Woldweg ligt ook een klein reservaatgebied. In dit deelgebied is enkele jaren geleden overgeschakeld van een hooilandbeheer naar moerasontwikkeling. Aan weerszijden (aan de noord- en zuidzijde) is nog een strook grasland aanwezig. Het gebied wordt binnenkort uitgebreid met een zone van 12 ha aan de zuidzijde.

Het deelgebied heeft een eigen wateraanvoersysteem. Via een vlotterinlaat wordt het interne slotenstelsel van het gebied rechtstreeks vanuit het Geldersch Kanaal gevoed. Dit interne stelsel omvat de sloten binnen het moerasgebied en de sloten op de grenzen van de SBB-graslanden aan de noord- en zuidzijde. De sloten op de grenzen met de externe landbouwgebieden en ook de sloot langs de Kleine Woldweg hebben een laag peil: zij maken deel uit van de stelsels van de diep ontwaterde landbouwpolders in de omgeving.

In neerslagrijke perioden worden eventuele wateroverschotten van het reservaat via een schotbalkenstuw afgevoerd naar de waterloop langs de Kleine Woldweg. De stuw wordt ook gebruikt om in maaiperioden het peil kortstondig te verlagen. Bij de verkenning op 11-10-2010 bleek de stuw te lekken. Hierdoor bevond het waterpeil zich 20 cm onder het niveau van de ingestelde stuwdrempel.

In het gebied zijn behalve de sloten ook veel greppels aanwezig. In samenhang met het hoge waterpeil dat in het gebied gehanteerd wordt kan via deze greppels het aanvoerwater gemakkelijk het moerasgebied binnendringen.

Omgeving

De complete polder Oosterwolde behoort tot het afwateringsgebied van gemaal De Wenden (in Noordeinde). Wateroverschotten worden via een aantal (hoofd)waterlopen afgevoerd naar het benedenstroomse deel van het Noordermerkkanaal, en hiervandaan wordt het water met behulp van het gemaal uitgeslagen op het Nieuwe Kanaal, die op zijn beurt weer in verbinding staat met het Drontermeer. Ook de verder zuidoostelijk gelegen polder Oldebroek behoort tot het afwateringsgebied van gemaal De Wenden. De afvoer van de wateroverschotten uit deze polder naar het gemaal vindt plaats via de Geldersche Gracht.

Vanuit de Geldersche Gracht kan water ingelaten worden naar Polder Oosterwolde, niet alleen naar het reservaatgebied maar ook (in droge zomerperioden) naar de landbouwgebieden. Vanwege de sterke voeding van Polder Oldebroek met kwelwater vanuit de Veluwe is in de Geldersche Gracht gedurende grote delen van het jaar (op regionaal schaalniveau gezien) gebiedseigen water aanwezig. Dit betekent dus dat zowel het natuurgebied als de landbouwgebieden van de polder Oosterwolde ook gedurende grote delen van het jaar gevoed worden met gebiedseigen water. Alleen in (zeer) droge zomerperioden is de toevoer van kwelwater te gering om in de totale behoefte te voorzien en wordt water uit het Drontermeer ingelaten.

De mogelijkheid om het reservaatgebied van (op regionaal schaalniveau gezien) dit gebiedseigen water te kunnen voorzien is dus ook een belangrijke reden geweest om het complexe en kostbare aanvoersysteem aan te leggen. Vanuit het Drontermeer kon (en kan) namelijk ook rechtstreeks via vrij verval water worden ingelaten, maar dan zou dus gebiedsvreemd water worden ingelaten. De kwaliteit van dit gebiedsvreemde water was in het verleden ook slechter dan dat van de Geldersche Gracht. Bij behandeling van de kwaliteit van het oppervlaktewater (in paragraaf 3.2.7) zal afgeleid worden in hoeverre dit nu nog het geval is.

Het oppervlaktewatersysteem van het poldergebied is onderverdeeld in een aantal peilvakken. Tot enkele jaren geleden golden voor alle peilvakken bepaalde vaste winter- en zomerpeilen. Enkele jaren geleden is in de landbouwpolders echter overgeschakeld naar een grondwatergestuurd peilbeheer.

Overschakeling naar grondwatergestuurd peilbeheer

Het Peilenplan Oosterwolde-Oldebroek (dat is opgesteld ter onderbouwing van het peilbesluit voor deze polders voor de periode 2004-2012) is gebaseerd op een grondwatergestuurd beheer van oppervlaktewaterpeilen (kortweg grondwatergestuurd peilbeheer). Dit is (binnen bepaalde marges) een flexibele vorm van peilbeheer waarbij de actuele grondwaterstand mede het beheer van de oppervlaktewaterpeilen bepaald. Indien de actuele grondwaterstand hoger is dan de gewenste grondwatersturingsstand, dan kan het oppervlaktewaterpeil in principe omlaag (en omgekeerd) mits het oppervlaktewaterpeil binnen de besteld boven- en ondergrens blijft van het gewenste oppervlaktewaterregime (Waterschap Veluwe, 2003). De grondwatersturingsstand bedraagt in de landbouwpolders 45 cm -mv. In het peilenplan wordt aangegeven dat ook in het weidevogelreservaat overgeschakeld zou worden op een grondwatergestuurd peilbeheer. Volgens de opzichter van het gebied (H. Roke) is hier echter (in de huidige situatie) geen sprake van.

In het peilenplan is ook aangegeven dat het gebied rondom het weidevogelreservaat (tot op een afstand van 630 meter van de buitengrens) is aangewezen als hydrologisch beïnvloedingsgebied. Een hydrologisch beïnvloedingsgebied geeft het gebied aan waarbinnen peilveranderingen effect hebben op een inliggend verdrogingsgevoelig natuurgebied. Het peilbeheer is hier gericht op een stand still principe. Dit stand still principe betekent hier de winterpeilen niet verlaagd mogen worden. Rondom het deelgebied langs de Kleine Woldweg is geen beïnvloedingsgebied aangewezen (te kleine oppervlakte in relatie tot het potentiële beïnvloedingsgebied).

Uit vergelijking van de oude streefpeilen met de boven- en ondergrenzen voor de peilen in de nieuwe situatie met grondwatergestuurd peilbeheer volgt dat er in de aangrenzende peilvakken inderdaad geen sprake is van peilverlagingen ten opzichte van de oude winterpeilen. Wel is het zo dat de bovengrenzen van de peilen die in peilvakken 4 en 14.2 worden gehanteerd lager liggen dan de zomerpeilen in de oude situatie (15 cm lager in peilvak 4 en 10 cm lager in peilvak 14.2). Voor peilvak 14.1 ligt de bovengrens iets hoger (5 cm) dan het oude zomerpeil.

Dit betekent dus dat bij het wegzakken van de grondwaterstand in droge zomerperiodes de stelsels van peilvakken 4 en 14.2 tot op een minder hoog niveau van aanvoerwater voorzien worden. Bovendien betekent de overschakeling naar het grondwatergestuurde peilbeheer dat gedurende natte perioden in het zomerhalfjaar de peilen van het oppervlaktewaterstelsel verlaagd worden tot op het niveau van het oude winterpeil. Met name vanwege dit laatste aspect kan ten aanzien van de zomerperiodes toch wel een zekere peilverlaging heeft plaatsgevonden.

Tabel 3.2 Vergelijking oude streefpeilen en nieuwe bovengrens- en ondergrenspeilen

peilvak-nummer	locatie t.o.v. reservaat	oude peilen (mNAP)		nieuwe peilen (mNAP)	
		zomerpeil	winterpeil	bovengrens	Ondergrens
4	noord	-1,00	-1,20	-1,15	-1,20
14.1	oost	-1,20	-1,35	-1,15	-1,35
14.2	zuid	-1,20	-1,35	-1,30	-1,35

3.2.3 Interpretatie van de meetreeksen van derden

In (de omgeving van) het natuurgebied zijn over zeer lange perioden (vanaf 1949 tot en met de jaren tachtig/negentig) meetreeksen beschikbaar van meetpunten van derden. Het betreft twee meetpunten met elk twee filters, waarvan één in het eerste watervoerende pakket en één in het tweede watervoerende pakket (B21C0057 en B21C0058), en één meetpunt met een ondiep filter in de deklaag (B21C0312). De locaties van de meetpunten zijn te vinden op de topografische kaart (figuur 2.1) en de kaart met de lokale hoogteligging (figuur 3.3). De metingen van de ondiepe peilbuis werden gestaakt in 1988, maar hebben een vervolg gekregen door de plaatsing van peilbuis B14 als onderdeel van het eigen meetnet van Staatsbosbeheer: deze buis staat op dezelfde plek als B21C0312 en het ondiepe A-filter van B14 heeft ook dezelfde filterdiepte (onderkant filter op circa -1,85 mNAP). De grafieken van het stijghoogteverloop zijn van deze meetpunten zijn opgenomen in bijlage 2.

Uit de grafiek van B21C0057 (die aan de voet van de Kamperdijk stond) volgt dat in 1957 de stijghoogte in zowel in het eerste als tweede watervoerende pakket sterk daalt, en dat deze daling in de hierop volgende jaren langzaam afvlakt, totdat vanaf het begin van de jaren zeventig weer een nieuwe evenwicht wordt bereikt. Deze daling is het gevolg van de inpoldering van Oostelijk Flevoland, en de hiermee gepaard gaande sterke peilverlaging die daar is opgetreden (van 2 meter nabij het Drontermeer tot ruim 5 meter in het centrale deel van Oostelijk Flevoland). Als gevolg van de inpoldering is de gemiddelde stijghoogte op deze plek (in de polder Oosterwolde, direct tegen de Kamperdijk aan) uiteindelijk 1,34 meter gedaald. Het feit dat er daarbij geen verschil is tussen het verloop en de daling van de stijghoogte in het tweede t.o.v. het eerste watervoerende pakket geeft bovendien aan dat er hier geen (goed ontwikkelde) eerste scheidende laag (Eemklei) aanwezig is.

In de grafiek van B21C0058 (die langs de Grote Woldweg, in Kerkdorp stond) zijn twee dalingen herkenbaar: één daling vanaf 1957 tot begin jaren zeventig als gevolg van de inpoldering van Oostelijk Flevoland, en een tweede daling vanaf eind jaren tachtig. Deze tweede daling is waarschijnlijk het gevolg van de peilverlagingen die in het kader van de ruilverkaveling in Polder Oosterwolde zelf zijn doorgevoerd. Als gevolg van de inpoldering daalt de stijghoogte in het tweede watervoerende pakket met 0,67 meter, terwijl in het eerste watervoerende pakket de daling 0,33 meter bedraagt. Hier is dus blijkbaar wel Eemklei aanwezig, waardoor het effect van inpoldering gedempt wordt. Door de afname van de stijghoogte in het tweede watervoerende pakket verdwijnt de diepe kwel nagenoeg. Als gevolg van de peilverlagingen in Polder Oosterwolde zelf daalt de gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerende pakket nog eens met 17 cm. In zijn totaliteit is de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket ter plaatse van B21C0058 dus met 0,5 meter gedaald. Het effect van de peilverlaging in Polder Oosterwolde op de stijghoogte van het tweede watervoerende is in dit geval (omdat de aantasting van bovenaf komt) geringer dan in het eerste watervoerende pakket (namelijk 8 cm verlaging). Als gevolg van de peilverlaging trekt de polder sinds eind jaren tachtig ook weer in lichte mate diep kwelwater aan.

Uit de grafiek van B21C0312 volgt dat de ondiepe grondwaterstand (in de deklaag) in de periode 1957 tot begin jaren zeventig wel enigszins daalt, maar in veel geringere mate dan zoals geconstateerd in het eerste watervoerende pakket bij de twee andere meetpunten met lange meetreeksen. Op grond van interpolatie van de geconstateerde stijghoogteverlagingen ter plaatse van B21C0057 en B21C0058 (conform de door Gehrels berekende verlaginglijnen) mag verwacht worden dat de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket ter plaatse van B21C0312 als gevolg van de inpoldering van Flevoland met tenminste 0,5 meter (en waarschijnlijk circa 0,7 meter) is gedaald. De ondiepe grondwaterstand daalt gemiddeld gezien in deze periode echter slechts 0,07 meter. Dit is te danken aan de weerstand van de deklaag, die op deze plek bestaat uit een laag zeer fijn, zwak siltig zand met harde laagjes als gevolg van inspoeling van ijzer.

Hierdoor wordt het effect van de inpoldering van Flevoland dus gedempt. De weerstandsbiedende werking van de deklaag volgt ook uit onderlinge vergelijking van het verloop van de ondiepe grondwaterstand van B14A met dat van het stijghoogteverloop in de zandondergrond in B14B (zie bijlage 2).

De sterke daling van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket betekent wel dat de kwelsituatie die voorheen aanwezig was is omgeslagen in infiltratie. Vanwege het wegvallen van de kwel is het effect van de inpoldering op de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) van B21C0312 ook groter dan dat op de gemiddelde grondwaterstand, namelijk 0,10 meter verlaging.

Van de periode eind jaren tachtig tot en met 1994 zijn van dit meetpunt helaas geen gegevens beschikbaar, en de meetreeks vanaf 1995 betreft de situatie na realisatie van het wateraanvoersysteem. Vergelijking van het nieuwe deel van de meetreeks (B14A, 1995 t/m 1999) met het deel van B21C0312 vanaf de jaren zeventig tot halverwege de jaren tachtig laat zien de gemiddelde grondwaterstand van de nieuwe reeks 0,03 meter lager is dan die van de oude reeks, en dat de GLG 0,06 meter lager is. Dit betekent dus dat als gevolg van de peilverlagingen in de Polder Oosterwolde zelf en ondanks de realisatie van het aanvoersysteem ter plaatse van B14A toch nog kleine verlagingen lijken te zijn opgetreden ten opzichte van de situatie van voor eind jaren tachtig.

In zijn totaliteit is de ondiepe grondwaterstand als gevolg van de inpoldering van Oostelijk Flevoland en de peilverlagingen in Polder Oosterwolde (ondanks de realisatie van het aanvoersysteem) ter plaatse van B21C0312 / B14A dus gemiddeld gezien met circa $0,07 + 0,03 = \text{circa } 0,10$ meter gedaald, en is de GLG met circa $0,10 + 0,06 = \text{circa } 0,16$ meter gedaald.

3.2.4 Interpretatie van de meetreeksen van het meetnet van Staatsbosbeheer

Peilverloop L1, S1 en S2

Met L1 werd het peilverloop in de aanvoerloop geregistreerd, direct benedenstrooms van de inlaatstuw. Sinds 2004 wordt dit peil met behulp van meetpunt Ai6 automatisch geregistreerd door Waterschap Veluwe. Met S2 werd het peilverloop van het westelijke compartiment ter plaatse van de stuw halverwege het Noordermerkkanaal gemeten. Dit meetpunt is eind 1999 beëindigd. Met S1 wordt het peilverloop in het Noordermerkkanaal ter plaatse van de uitlaatstuw van het reservaat geregistreerd: dit meetpunt geeft dus het peilverloop in het laaggelegen oostelijke weer. Sinds 2004 wordt dit peil met behulp van meetpunt Ai1 automatisch geregistreerd door Waterschap Veluwe.

Uit het peilverloop zoals gemeten bij de inlaatstuw (L1) en bij de uitlaatstuw (S1) volgt dat het peil hier doorgaans binnen het bereik van de vastgestelde winter- en zomerpeilen blijft. Uit het verloop van L1 blijkt echter ook dat in de winter in de nieuwe situatie het winterstreefpeil van -0,6 mNAP nog wel gehaald wordt, maar slechts gedurende korte perioden. In de zomer ligt het peil daarentegen vaak iets hoger (10 cm) dan het zomerstreefpeil (dat op -0,8 mNAP ligt).

Bij de uitlaatstuw wordt in de nieuwe situatie het winterstreefpeil bijna nooit meer gehaald, er wordt nu in de praktijk een peil van -0,8 mNAP als bovengrens aangehouden (in plaats van het winterstreefpeil van -0,7 mNAP). Waarschijnlijk wordt dit gedaan omdat anders een te grote oppervlakte (in de laaggelegen zuidoosthoek) onder water komt te staan. Deze ontwikkeling houdt waarschijnlijk verband met de inklinking van de klei-op-veenbodem, waardoor (ook) hier het maaiveld in de loop der jaren geleidelijk aan iets is gedaald.

Uit het peilverloop van S2 blijkt verder dat hier (in de tweede helft van de jaren negentig) in de meeste jaren de waterstand onder het zomerstreefpeil van -0,8 mNAP wegzakte, naar -0,9 mNAP (dus 10 cm beneden zomerstreefpeil). Vermoedelijk is dit in de nieuwe situatie (soms) ook nog het geval, en niet alleen in de zomersituatie maar ook in de wintersituatie, omdat ook hier anders de laagst gelegen delen (van het hoge compartiment) te nat worden voor het agrarische medegebruik. Om dit tegen te gaan wordt het stuwpeil van de stuw van het hoge compartiment (ter plaatse van peilschaal S2) dus waarschijnlijk (periodiek) verlaagd (zoals ook geconstateerd werd bij de veldverkenning op 11-10-2010: actuele waterstand S2 = -0,9 mNAP). Dit blijkt echter niet uit de meetgegevens van het meetnet, omdat de metingen van meetpunt S2 in 1999 zijn beëindigd.

Peilbuizen met dubbele filters: B10A/B, B14A/B en B18A/B

Er zijn vier peilbuizen met dubbele filters, met een ondiep A-filter en een diep-B-filter. De diepe B-filters bevinden zich allen in de zandondergrond, dus in het eerste watervoerende pakket. De ondiepe A-filters bevinden zich in de deklaag. Bij B10A, B18A en B21A betreft het hierbij veen en bij B14A betreft het zwak siltig, fijn zand.

Uit de grafieken blijkt dat overal (vrijwel) het gehele jaar door sprake is van infiltratie vanuit de deklaag naar het eerste watervoerende pakket (de ondiepe grondwaterstand in de deklaag is immers vrijwel altijd hoger dan de stijghoogte in de zandondergrond). Wel kan in droge zomers de ondiepe grondwaterstand wegzakken tot op (en incidenteel iets onder) het niveau van de diepe grondwaterstand in de zandondergrond. In de grafieken is te zien dat met name bij B10 en B18 de drukverschillen tussen de ondiepe grondwaterstand in het veenpakket en de stijghoogte in de zandondergrond aanzienlijk zijn, en minstens zo groot als bij B14. Hieruit blijkt dat (ook hier) de deklaag een

behoorlijk hoge weerstand heeft. Vanwege de aanwezigheid van de veenlaag met aan de basis hiervan een gliede is de weerstand waarschijnlijk zelfs hoger dan bij B14. Verwacht mag daarom worden dat negatieve effecten van verlaging van de stijghoogte in de zandondergrond (door de inpoldering van Flevoland en de peilverlagingen in Polder Oosterwolde) ook hier slechts in beperkte mate hebben doorgewerkt in de ondiepe grondwaterstand.

Voordat het reservaat een eigen waterhuishouding kreeg was echter ook in het gebied zelf een laag, op landbouwkundig beheer gericht peil aanwezig: vermoedelijk heeft met name dit lage interne peil wel verdroging van het gebied veroorzaakt.

Vergelijking grond- en oppervlaktewaterstandsverloop

Veel van de peilbuizen van het oude meetnet zijn geplaatst in combinatie met een peillat in een nabijgelegen sloot voor registratie van het verloop van de oppervlaktewaterstand. Daar waar dit het geval is, is in de grafieken behalve het verloop van de grondwaterstand ook dat van de oppervlaktewaterstand weergegeven.

Uit deze gecombineerde grafieken blijkt ten eerste dat in de winterperioden de ondiepe grondwaterstanden meebewegen met de oppervlaktewaterstanden. Als in de loop van het vroege voorjaar de oppervlaktewaterpeilen lager worden (door instelling van de zomerpeilen in de twee compartimenten) dan gaan de grondwaterstanden ook gelijk mee omlaag. Dit meebewegen is het gevolg van de aanwezigheid van de vele greppels in het gebied: door de toevoeging van dit fijnmazige netwerk werken de veranderingen in het oppervlaktewaterpeil vrijwel gelijk door in het grondwatersysteem.

Uit de gecombineerde grafieken blijkt ook dat (voor de meetpunten binnen het reservaat: B5/L4, B14/L15 en B10/L9) de oppervlaktewaterstand in de zomer veel hoger is dan de ondiepe grondwaterstand. Dit komt uiteraard doordat de sloten in de zomer met aanvoerwater op peil worden gehouden. Uit het feit dat de ondiepe grondwaterstanden desondanks tot ver beneden het niveau van het oppervlaktewaterpeilen wegzakken kan echter ook worden afgeleid dat de infiltratie van water vanuit de sloten naar het veenpakket een moeizaam verlopend proces is (zie ook paragraaf 3.2.6: geohydrologisch dwarsprofiel), en dat het water dan ook via de greppels (vanwege het relatief lage zomerpeil) niet gemakkelijk kan toestromen.

Uit onderlinge vergelijking van de grafieken van B5/L4 en B10/L9 volgt dat bij B5 de grondwaterstand in de loop van de zomer minder ver wegzakt ten opzichte van het oppervlaktewaterpeil dan bij B10, waardoor de grondwaterstand ook ten opzichte van NAP bij B5 minder ver wegzakt. Dit verschil wordt veroorzaakt door de geringere afstand tot de meest nabijgelegen sloot: uit de terreinverkenning die is uitgevoerd op 11-10-2010 volgde dat peilbuis B5 op 18 meter van de dichtstbijzijnde sloot staat, terwijl B10 hier 37 meter vanaf staat. Peilbuis B5 staat bovendien vlak langs een greppel. Vanwege de lagere ligging van het maaiveld (en dus ook de greppelbodem) bij B5 ten opzichte van B10 kan hier in de zomer vermoedelijk ook via de greppel aanvoerwater toestromen. De mate van wegzakken van de grondwaterstand is dus gerelateerd aan de afstand tot de sloten, het al dan niet toestromen van aanvoerwater via de greppels en (indien van toepassing) dus ook aan de afstand tot de greppels.

Als gevolg hiervan zijn middenin de percelen in de zomer dus drogere omstandigheden aanwezig dan aan de randen hiervan. Hierdoor zou in het midden van de percelen sterkere inklinking van de klei-op-veenbodem moeten plaatsvinden, en op de hoogtekant is dit ook wel enigszins (maar niet heel duidelijk) zichtbaar, omdat het aanvoersysteem nog niet heel lang aanwezig is. Het is wel een aspect om in de toekomst rekening mee te houden.

Meetpunten in de (Verlengde) Riethaere: B6/L6 en B19

Uit de grafiek B6 / L6 volgt dat in de Riethaere de grond- en oppervlaktewaterstand doorgaans fluctueren tussen de -0,5 en -0,7 mNAP, en zich zodoende bijna permanent 10 tot 30 cm boven maaiveld bevinden. In droge zomerperioden zakt de grondwaterstand (en incidenteel ook de oppervlaktewaterstand) soms beneden maaiveld weg. De zeer natte omstandigheden hangen samen met de wateraanvoer (met behulp van twee windmolens vanuit het Bolsmerkkanaal) in combinatie met de relatief lage ligging van het maaiveld.

Ook bij peilbuis B19 wordt het grondwaterstandsverloop beïnvloed door wateraanvoer: aan de noordzijde van het rietland waarin de peilbuis staat ligt de hoofdaanvoerloop naar het verder westelijke gelegen reservaatgebied. Peilbuis B19 staat echter aan de rand van het rietland: hier loopt het maaiveld weer iets op (maaiveldshoogte -0,47 mNAP). Het aanvoerwater inundeert de plek met de peilbuis hierdoor net niet, waardoor het grondwaterstandsverloop hier ook iets minder direct beïnvloed wordt als bij B6. Als gevolg hiervan is er ook een water sterkere grondwaterstandsfluctuatie als bij B6/L6. Iets verder naar het noorden toe liggen ook in de Verlengde Riethaere putten, en hier zijn vergelijkbaar natte omstandigheden aanwezig als in de Riethaere.

Meetpunt in de hoger gelegen zone aan de westzijde: B3

Peilbuis B3 stond in de hoger gelegen zone met overslaggrond aan de westzijde van het reservaat. Als gevolg hiervan kan hier in winterperioden de grondwaterstand opbollen. In de zomer zakt de grondwaterstand ook hier in aanzienlijke mate weg. In zijn totaliteit levert dit ter plaatse van deze rug een relatief sterke grondwaterstandsfluctuatie.

Meetpunten in de externe landbouwpolders: B7/L8 en B12/L11

Meetpunten B7 / L8 stonden in de landbouwpolder aan de zuidzijde en meetpunten B12 / L11 in de landbouwpolder aan de noordzijde. Het filter van B7 bevindt zich in een laag fijn zand: ook hier is een dekzandopduiking aanwezig. Deze opduiking is ook herkenbaar op de hoogtekkaart. Het filter van B7 bevindt zich in het veenpakket.

Uit de grafiek van B7 / L8 lijkt te volgen dat in de loop van 1996 t/m 2000 de oppervlaktewaterstand steeds lager wordt. Na 2000 zakt het niveau nog veel verder weg, naar -1,6 à -1,8 mNAP, wat ruim onder het zomerstreefpeil van -1,20 en het winterstreefpeil van -1,35 mNAP zou zijn. Dit deel van de grafiek is echter niet weergegeven omdat van de meeste meetpunten alleen reeksen tot hooguit 2000 aanwezig zijn, en er (ten behoeve van de onderlinge vergelijking) voor gekozen is om alle grafieken met een overeenkomstige x-as weer te geven. Desalniettemin blijkt hieruit dat het om een schijnbare verlaging gaat (die veroorzaakt zou kunnen zijn door het wegzakken van de peillat in de slootbodem).

Uit het verloop van de grondwaterstand van B7 blijkt dat (als gevolg van de sterk drainerende werking van het slotenstelsel) de grondwaterstand hier sterk afgevlakt en permanent zeer laag is.

Aan de noordzijde (L11) zijn de oppervlaktewaterpeilen hoger (streefpeil van -1,00 in de zomer en -1,20 meter in de winter) dan aan de zuidzijde (-1,2 / -1,35). Als gevolg hiervan is ook de grondwaterstand aan de noordzijde (B12) over de gehele linie ook hoger dan bij aan de zuidzijde (B7). Bovendien treedt bij B12 als gevolg van de weestandbiedende werking van de deklaag (veenpakket) een veel sterkere opbolling van de grondwaterspiegel in de winter op.

Meetpunten in het deelgebied langs Kleine Woldweg: B21A en B21B

Uit de grafiek blijkt dat hier een gedempt grondwaterstandsverloop aanwezig is, en dat hier ook in de zomer de grondwaterstand niet ver beneden maaiveld wegzakt (GLG = 49 cm -mv). Enerzijds is dit te danken aan de relatief hoge stijghoogte in de zandondergrond (ten opzichte van het weidevogelreservaat). Dit komt doordat dit deelgebied verder van de Flevopolder af ligt, en meer in de aanvoerrichting van het regionale grondwater dat vanaf de flank van de Veluwe toestroomt. Bovendien zakt de ondiepe grondwaterstand hier slechts in geringe mate weg beneden de oppervlaktewaterstand. Dit wijst erop dat het aanvoerwater hier relatief gemakkelijk in de bodem kan infiltreren. Dit hangt waarschijnlijk samen met de aanwezigheid van een fijnmazig netwerk van greppels, in combinatie met een voldoende hoog peil in de zomer om de greppels ook dan te kunnen voeden.

3.2.5 Nadere tijdreeksanalyse mbv Menyanthes

Inleiding

De (gecorrigeerde) meetreeksen zijn nader geanalyseerd met behulp van het programma Menyanthes. Menyanthes is een door KIWA, Artesia en TU ontwikkeld programma voor het uitvoeren van tijdreeksanalyses op grondwaterstanden. Met het programma zijn tijdreeksmodellen vervaardigd, aan de hand waarvan (op basis van een statistische methode) de invloed van verklarende factoren (zoals neerslag, verdamping en veranderingen in oppervlaktewaterpeil) op het grondwaterstandsverloop bepaald kunnen worden.

Elk model heeft een aantal belangrijke kentallen. Een daarvan is de verklaarde variantie (ofwel Exp Var): hiermee wordt aangegeven in welke mate een tijdreeksmodel een bepaalde meetreeks kan verklaren. Een goed model moet een verklaarde variantie van minstens 70% hebben (Von Asmuth, Bierkens et al, 2002).

Daarnaast moeten ook de andere berekende statistieken aanneembaar zijn. Het betreft hierbij onder andere:

- $M0_{prec}$ = gain van de respons van de grondwaterstand op neerslag. Hoe hoger de respons hoe meer de grondwaterstand reageert op de neerslag. Een lage respons wordt gevonden in gebieden met een beperkte grondwaterstandsfluctuatie. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn in gebieden met drainage of met kwel.
- $Evap F$ = verdampings reductie factor. De KNMI-verdampingsreeks komt min of meer overeen met de verdamping van kort gras dat optimaal van vocht wordt voorzien. Menyanthes kent zelf aan de verdampingsreeks een schaafactor toe: de verdampingsfactor. Voor kort gras bedraagt de $Evap F$ in principe dus 1,0.
- $dbase$ = het niveau waarop de grondwaterspiegel zich zou instellen zonder neerslag of andere invloed. Bij Enterveen mag een $dbase$ van ongeveer het peil van de Elsgaven (8,4-8,9 m+NAP) verwacht worden.

Elke parameter heeft ook een standaarddeviatie. Ook dit is een maat voor de betrouwbaarheid van de parameters: hoe kleiner de standaarddeviatie hoe betrouwbaarder de waarde. Nog een controle van het model is de residureeks (de reeks van de verschillen tussen de gemeten en berekende grondwaterstanden). Uit deze reeks blijkt de eventuele aanwezigheid van trends.

Met het programma zijn ook een aantal variabelen afgeleid worden waarmee het grondwaterstandsverloop nader gekarakteriseerd kan worden: de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) en de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG). Deze afleiding vindt pas plaats nadat op grond van de tijdreeksanalyse is vastgesteld of en wanneer er structurele veranderingen in het grondwaterstandsverloop zijn opgetreden, zodat (indien nodig) onderscheid gemaakt kan worden in verschillende perioden.

Tijdreeksmodellering van de oude meetreeksen

Eerst zijn voor de meetreeksen tijdreeksmodellen vervaardigd met alleen de neerslag en verdamping als verklarende reeksen. Voor de neerslag zijn de dagelijkse neerslaghoeveelheden van KNMI-neerslagstation Elburg gebruikt en voor de verdamping de dagelijks verdampingshoeveelheden (volgens de methode Makkink) van KNMI-weerstation Lelystad. De statistieken van de berekende tijdreeksmodellen zijn vermeld in de tabel van bijlage 3. Voor een selectie van meetpunten zijn de resultaten in bijlage 4 ook grafisch weergegeven.

Meetreeksen waarvan het verloop ook relatief sterk is gerelateerd aan het oppervlaktewatersysteem (zowel in relatie tot afvoer als aanvoer) hebben in deze modellen een lage verklaarde variantie ($\text{Expvar} < 70\%$) en bovendien soms ook onaannemelijke overige statistieken (met name de Evap). Het betreft hierbij peilbuizen B5, B6, B18A, B19 en B21A. Omdat de invloed van het oppervlaktewatersysteem niet lineair is (relatief sterke invloed in natte winterperioden en in droge zomerperioden) leidt inpassing van deze variabele in de tijdreeksmodellering ook niet tot verbetering van de modellen (en zou ook niet tot extra inzichten leiden).

Meetreeksen waarvan het verloop in mindere mate is gerelateerd aan het oppervlaktewatersysteem hebben wel een redelijk goede verklaarde variantie ($\text{Expvar} > 70\%$). Het betreft hierbij peilbuizen B3, B13 en B14A. Peilbuis B10A komt met een Expvar van 69% in de buurt. Andere berekende parameters zien er ook redelijk tot goed uit. Bij deze peilbuizen reageert de grondwaterstand dus sterker op het verloop van de neerslag en verdamping..

Ook voor de peilbuizen in de aangrenzende landbouwpolders (B7 en B12) zijn de verklaarde varianties laag ($< 70\%$). Ook hier geldt dat het grondwaterstandsverloop sterk bepaald wordt door het oppervlaktewatersysteem (maar dan alleen in relatie tot afvoer).

Voor alle peilbuizen, zowel de ondiepe als de diepe, geldt dat gedurende de meetperiode (van 1996 t/m 1999/2000) geen duidelijke trends aanwezig zijn. In deze periode zijn dus bij geen van de peilbuizen structurele veranderingen opgetreden in het grondwaterstandsverloop in de deklaag en het stijghoogteverloop in de zandondergrond.

Betrekking van de nieuwe meetreeksen in de tijdreeksmodellering

In 2007 zijn de metingen voor peilbuizen B7, B10A, B10B, B21A en B21B hervat, door middel van automatische registratie met behulp van divers. Ook in peilbuis B19 is een diver bevestigd, maar van dit meetpunt zijn in het kader van de evaluatie geen gegevens door Staatsbosbeheer aangeleverd (reden onbekend). Voor de peilbuizen waarvan wel nieuwe meetreeksen zijn aangeleverd zijn tijdreeksmodellen gemaakt voor de nieuwe meetreeksen en de complete reeksen (dus de reeksen van de periode 1995 t/m 1999/2000 en de reeksen vanaf 2007/2008 tot begin september 2010).

De nieuwe reeks van B10A wordt goed verklaard door de neerslag en de verdamping (verklaarde variantie van 79,4%) en heeft een redelijk goede statistiek. De nieuwe reeks van B10B wordt niet goed verklaard door de neerslag en de verdamping (verklaarde variantie van 60,3%) en heeft een erg onaanneembaar statistiek met hoge standaarddeviatie. De totale reeks van B10A wordt goed verklaard door neerslag en verdamping (verklaarde variantie van 77,7 %) en heeft een redelijk goede statistiek. Bij B10B is te zien dat de grondwaterstanden in de nieuwe situatie duidelijk lager liggen dan in de oude situatie. Het toevoegen van een stap trend geeft daarom een beter model (met een verklaarde variantie van 72,8%). De berekende stap bedraagt -18cm.

Bij peilbuis B7 is de verklaarde variantie van de nieuwe reeks weliswaar hoog (73,5%), maar de verdere statistieken wijken af van het oude model ($\text{dbase} = -2,02$ ipv $-1,33$ en $\text{M0prec} = 507,7$ ipv 75). Bovendien is de standaarddeviatie erg hoog. Het toevoegen van een lineaire trend geeft een nog veel hogere verklaarde variantie (85,9%) en wel aanneembare modelstatistieken. De lineaire trend bedraagt -8cm. Voor de totale reeks van B7 wordt geen stap afgeleid tussen de oude en de nieuwe reeks. Ook voor de totale reeks wordt het beste resultaat verkregen met de lineaire trend vanaf het begin van de nieuwe reeks.

De nieuwe reeksen van B21A en B21B worden allebei slecht verklaard door alleen de neerslag en de verdamping (46% en 55,6%). Er zit een lineaire trend in de nieuwe reeksen. Als deze wordt toegevoegd aan de modellen dan is de verklaring beter: B21A

64,1% en B21B 75,4%. De lineaire trend bedraagt voor B1A (ondiepe grondwaterstand in veenpakket) +26cm en voor B21B (stijghoogte in zandondergrond) +4cm. Voor de totale reeksen van zowel B21A als B21B geldt dat de grondwaterstanden in de nieuwe situatie lager liggen dan in de oude situatie. Het toevoegen van een stap trend tussen de twee meetperioden geeft (in combinatie met de lineaire trend in de nieuwe reeksen) in beide gevallen een beter model. Bij B21A wordt de verklaarde variantie zo 61,6% en de stap bedraagt -17cm. Bij B21B wordt de verklaarde variantie 78,4% en bedraagt de stap -13cm. In zijn totaliteit wordt zo voor B21A een netto verhoging van $26 - 17 = 9\text{cm}$ berekend en voor B21B een netto verlaging van $4 - 13 = 9\text{cm}$.

Conclusies tijdreeksanalyse

Uit de analyse van de oude meetreeksen volgt dat:

- In de periode 1995 t/m 1999/2000 bij geen van de peilbuizen structurele veranderingen zijn opgetreden in het grondwaterstandsverloop in de deklaag en in het stijghoogteverloop in de zandondergrond.

Uit vergelijking van de nieuwe situatie (2007 t/m 2010) met de oude situatie (1995 t/m 1999/2000) volgt dat:

- Er bij peilbuis B10A (ondiepe grondwaterstand in het veenpakket) geen verandering is opgetreden, maar bij peilbuis B10B (stijghoogte in de zandondergrond) wel: hier is een structurele verlaging van 18 cm afgeleid.
- Er ook bij B21B (stijghoogte in de zandondergrond) sprake is van een (netto)verlaging (van circa 9 cm).
- Er bij B21A (ondiepe grondwaterstand in het veenpakket) sprake is van een hogere grondwaterstand (9 cm). Dit is het gevolg van een wat hogere peilinstelling in verband met de overschakeling naar moerasontwikkeling (in plaats van hooilandbeheer).
- Er bij peilbuis B7 (ondiepe grondwaterstand in fijnzandige deklaag) sprake lijkt te zijn van een grondwaterstandsverlaging in de periode 2007-2010 (verlaging van 8 cm). Dit kan het gevolg zijn van het opschonen van de sloten in het landbouwgebied waar deze peilbuis staat, waardoor als gevolg van de afname van de weerstand tussen de deklaag en het eerste watervoerende pakket de ondiepe grondwaterstand hier sterker het (verlaagde) stijghoogteniveau in de zandondergrond is gaan volgen.

De eindconclusie is zodoende als volgt: er lijkt in vergelijking met de tweede helft van de jaren negentig sprake te zijn van een structurele daling van de stijghoogte in het watervoerende pakket met 10 à 20 cm, maar deze verlagingen lijken niet sterk door te werken in reservaat, met name vanwege de hoge weerstand van (de gliede aan de basis van) de deklaag en mogelijk ook vanwege de wateraanvoer, waardoor het negatieve effect in sterke mate gedempt wordt.

De structurele verlaging van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket zou te maken kunnen hebben met de overschakeling naar het grondwatergestuurde peilbeheer in de landbouwpolders. Hoewel er in het kader hiervan geen peilverlagingen zijn opgetreden ten opzichte van de oude winterpeilen kan het wel zo zijn dat vanwege de overschakeling in de huidige situatie de lage winterpeilen veel vaker (dus ook gedurende de zomer) aanwezig zijn dan in de oude situatie.

Afleiding GXG

Met Menyanthes zijn ook een aantal variabelen afgeleid waarmee het grondwaterstandsverloop nader gekarakteriseerd kan worden: de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG), de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) en de Grondwatertrap (GT).

Deze variabelen zijn afgeleid voor de peilbuizen die in het natuurgebied staan. Indien een dubbel filter aanwezig is, dan is alleen het ondiepe filter in beschouwing genomen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.1. In de tabel is onderscheid gemaakt in de peilbuizen van het oude meetnet, waarvan meetreeksen uit de periode 1995 t/m 1999/2000 beschikbaar zijn, en de herplaatste peilbuizen van het nieuwe meetnet, waarvan behalve van de periode 1995 t/m 1999/2000 ook meetreeksen van de periode 2008 t/m september 2010 beschikbaar zijn.

Tabel 3.3 GHG, GVG, GLG en GT voor de peilbuizen in het natuurgebied

Peilbuizen oude meetnet (1995-1999/2000)

meetpuntcode	MV tov NAP	GHG tov NAP	GVG tov NAP	GLG tov NAP	GHG tov mv	GVG tov mv	GLG tov mv	GT
B3	-0,12	-0,19	-0,49	-0,96	0,07	0,37	0,84	III
B5	-0,58	-0,60	-0,75	-0,99	0,02	0,17	0,41	I
B6	-0,78	-0,52	-0,54	-0,77	-0,26	-0,24	-0,01	I
B10A	-0,47	-0,56	-0,76	-1,16	0,09	0,29	0,69	II
B13	-0,45	-0,49	-0,55	-1,10	0,04	0,10	0,65	II
B14A	-0,31	-0,61	-0,82	-1,08	0,30	0,51	0,77	II
B18A	-0,68	-0,73	-0,84	-1,24	0,05	0,16	0,56	II
B19	-0,47	-0,48	-0,53	-0,77	0,01	0,06	0,30	I
B21A	-0,60	-0,73	-0,87	-1,09	0,13	0,27	0,49	I

Peilbuizen nieuwe meetnet (1995-1999/2000 & 2007-2010)

B10A-nieuw	-0,47	-0,57	-0,68	-1,24	0,10	0,21	0,77	II
B10A-oud&nieuw	-0,47	-0,57	-0,72	-1,19	0,10	0,25	0,72	II
B21A-nieuw	-0,60	-0,76	-0,83	-1,19	0,16	0,23	0,59	II
B21A-oud&nieuw	-0,60	-0,74	-0,86	-1,13	0,14	0,26	0,53	II

De GXG-waarden voor B10A-nieuw liggen op een iets ander niveau dan die voor B10A-oud. Uit de tijdreeksanalyse volgt echter dat dit niet het gevolg is van structurele veranderingen maar van de weersomstandigheden in combinatie met de geringe lengte van de nieuwe meetreeksen. Met name de GLG ligt als gevolg van het relatief sterk doorwerken van de vrij droge zomers voor de nieuwe reeks wat verder beneden maaiveld. Bij B21A is dit effect alleen bij de GLG te zien. Bij de GHG en GVG wordt het effect opgeheven door een structurele stijging van de grondwaterstand als gevolg van de hier doorgevoerde peilverhoging (die dus blijkbaar niet op de GLG doorwerkt).

Voor de uiteindelijke toetsing kunnen het best de waarden gebruikt worden die aan de hand van het oude meetnet zijn afgeleid: in de eerste plaats is er zodoende beschikking over meer meetpunten en in de tweede plaats geeft de periode 1995 t/m 1999/2000 een wat evenwichtiger beeld (langere reeksen en behalve droge ook natte jaren in de reeksen). Ook voor de herplaatste peilbuizen zijn om deze redenen, en omdat zo een betere onderlinge vergelijking mogelijk is, voor de toetsing alleen de GXG waarden gebruikt die zijn afgeleid uit de oude reeksen. De toetsing wordt verder uitgewerkt in hoofdstuk 4.

De verklaringen voor de aangetroffen GXG-omstandigheden per meetpunt worden zijn al uitgebreide wijze behandeld bij de behandeling van de grafieken van het grondwaterstandsverloop (paragraaf 3.2.4). Daarom wordt nu volstaan met een kort overzicht:

Het overzicht is als volgt:

- Bij B3 zijn iets minder natte omstandigheden aanwezig omdat deze peilbuis in de hoger gelegen zone met overslaggrond staat (GLG 84 cm -mv).
- Bij B5 zijn (met een van GLG 41 cm -mv) relatief natte omstandigheden aanwezig omdat het maaiveld hier relatief laag ligt en omdat op de plek waar de peilbuis staat (tegen een greppel aan en niet heel ver van een sloot) in de zomer een relatief sterke voeding vanuit het oppervlaktewaterstelsel kan plaatsvinden.
- B10A en B13 staan op plekken die iets minder laag liggen en die bovendien minder (of niet) binnen het bereik van het aanvoerwater liggen (verder van sloot verwijderd en/of geen toevoer in de zomer via greppels), waardoor hier iets minder natte omstandigheden aanwezig zijn (GLG van 69 en 65 cm -mv).
- Bij B14A zijn iets minder natte omstandigheden aanwezig omdat deze peilbuis aan de voet van een dekzandrug staat, waardoor het maaiveld hier iets hoger ligt (GLG 77 cm -mv).
- Uit het feit dat ook bij B18A de GLG t.o.v. NAP erg laag ligt kan worden afgeleid dat ook deze plek minder (of niet) in het bereik staat van het aanvoerwater. Omdat de peilbuis in een laaggelegen gebied staat zijn er echter toch relatief natte omstandigheden aanwezig (GLG 56 cm -mv).
- Bij B6 (Riethaere) staat het water bijna altijd boven maaiveld vanwege het opmalen van water naar dit zeer laaggelegen gebied (GLG 1 cm boven mv).
- B19 staat eveneens onder sterke invloed van wateraanvoer, omdat de peilbuis aan de rand van de Verlengde Riethaere staat, en via de waterloop aan de noordzijde van dit moerasgebied wateraanvoer plaatsvindt naar het weidevogelreservaat (GLG 30 cm -mv).
- Ook bij B21A zijn relatief natte omstandigheden aanwezig vanwege het ook hier doorwerken van de wateraanvoer (eigen systeem deelgebied Kleine Woldweg).

3.2.6 Geohydrologisch dwarsprofiel

Inleiding

Ter verduidelijking van het ecohydrologisch functioneren van het gebied is van de raai peilbuizen van B7 tot en met B12 geohydrologisch dwarsprofiel A-A' vervaardigd. Er zijn twee hiervan versies gemaakt: één versie van (bij benadering) de GHG-situatie (zie figuur 3.7) en één versie van (in benadering) de GLG-situatie (zie figuur 3.8). Er is bewust gekozen voor de selectie van één meetmoment voor elk van deze situaties, omdat er zodoende een betrouwbaarder beeld ontstaat van de exacte stromingprocessen (geen ruis door het werken met gemiddelde waarden). Voor de GHG-situatie betreft het de situatie die is gemeten op 14-1-1999. Voor de GLG-situatie betreft het de situatie die is gemeten op 27-5-1999. De maaiveldshoogten en filterdiepten van de peilbuizen zijn afgeleid uit de technische gegevens van het meetnet (zie bijlage 1). De bodemopbouw is afgeleid uit de boorbeschrijvingen van de peilbuizen.

Bodemopbouw

Uit het dwarsprofiel volgt dat in het gebied een klei-op-veenbodem met een zandondergrond aanwezig is. Aan de basis van het veenpakket is een gliede aanwezig: dit is een compacte, enigszins verkitte laag die bestaat uit fijne humusdeeltjes en zodoende slecht doorlatend is. De dikte van de gliede loopt uiteen van 10 tot 20 cm. De totale dikte van de holocene deklaag (klei- veen- en gliedelaag) bedraagt doorgaans 1,4 à 1,6, maar is bij B7 veel geringer (0,9 meter) vanwege de aanwezigheid van een zandopduiking (die ook op de hoogtekaart is te herkennen).

In het noordelijke deel is het kleidek dikker dan in het zuidelijke deel: bij B5 en B7 bedraagt de dikte 30 tot 35 cm en bij B10, B12 en B13 bedraagt de dikte 55 à 60 cm. Ter plaatse van B6, onder het moeras van de Riethaere, is een zeer dikke kleilaag van circa 80 cm dikte aangetroffen. In de Riethaere zijn oude veenputten aanwezig. Voordat het veen hier gewonnen kon worden moest echter eerst het kleidek opzij worden gezet. Blijkbaar is de boring uitgevoerd in een zone waar na verwijdering van het veen vervolgens de weer van elders verwijderde klei in de put is geworpen. Uit de boorprofielen volgt dat de klei vooral in het noordelijke deel van de raai (B10, B12 en B13) kalkhoudend of zelfs kalkrijk is, terwijl in het zuidelijke deel (B5, B6 en B7) de kleilaag kalkloos is.

Het bovenste deel van het veenpakket is sterk veraard en hieronder ligt een laag weinig veraard veen. Het betreft hierbij een afwisseling van veenmosveen, zeggeveen en (vooral onderin) rietzeggeveen. De weinig veraarde (rietzegge)veenlaag heeft een relatief grove structuur en heeft hierdoor een relatief hoge doorlatendheid. De ondergrond bestaat hoofdzakelijk uit een zwak siltig, fijn tot matig fijn zand (dekzand van de Formatie van Twente).

Hydrologie

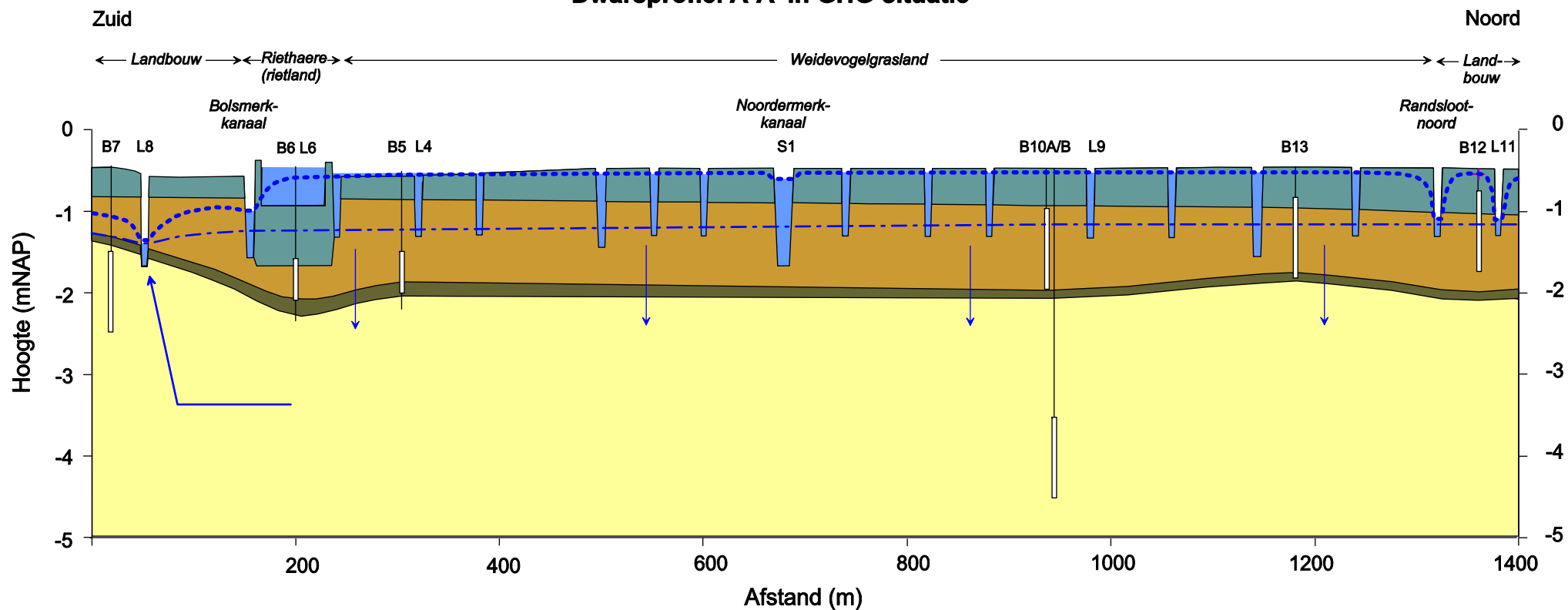
In het dwarsprofiel is te zien dat het slotenstelsel van de landbouwpolder aan de zuidzijde vanwege het zeer lage winterpeil en de aansnijding van de zandondergrond een sterk drainerende werking heeft: de sloten draineren hier niet alleen het ondiepe grondwater uit de deklaag maar ook het diepere grondwater uit de zandondergrond, en zodoende wordt ook het diepere grondwater onder het natuurgebied gedraineerd, wat dus (in aanvulling op de reeds eerder opgetreden sterke verlaging als gevolg van de inpoldering van Oostelijk Flevoland) nog eens tot verdere verlaging van de stijghoogte in de zandondergrond heeft geleid. In het dwarsprofiel is daarbij nog de situatie van de jaren negentig aangegeven. Op grond van de tijdreeksanalyse volgt dat inmiddels een nog verdere verlaging van de stijghoogte in de zandondergrond heeft plaatsgevonden.

Door de geringe stijghoogte in de zandondergrond is er een situatie met (vrijwel) permanente wegzijging vanuit de deklaag naar de zandondergrond aanwezig. Vooral dankzij de aanwezigheid van de slecht doorlatende gliedelaag werkt het effect van de stijghoogteverlaging in de zandondergrond slechts op gedempte wijze door in de ondiepe grondwatertanden in de deklaag. Daarnaast is er tot op zekere hoogte ook een compenserende werking van de wateraanvoer. Met name via het enigszins doorlatende, weinig veraarde onderste deel van het veenpakket kan het aanvoerwater de bodem binnendringen. Uit het toch behoorlijk ver wegzakken (in de GLG-situatie) van de grondwaterstand in het veenpakket ten opzichte van de oppervlaktewaterstand volgt echter dat de infiltratie van water uit de waterlopen naar de veenbodem geen gemakkelijk verlopend proces is. Met name de zones die dicht tegen de sloten aanliggen profiteren echter wel duidelijk van de wateraanvoer. Zodoende zakt bij peilbuis B5, die op 18 meter van de dichtstbijzijnde sloot staat, in de GLG-situatie (t.o.v. NAP) 12 cm minder ver weg dan bij B10 en B13, die op circa 35 meter van de dichtstbijzijnde sloot staan. Al met al is nu echter toch een situatie aanwezig waarbij de GLG niet verder dan 41 cm (bij B5) tot 69 cm (bij B10) beneden maaiveld ligt, wat zeker niet slecht is.

Ook uit het feit dat de kwaliteit van het ondiepe grondwater van B10A bepaald wordt door via de kalkhoudende kleilaag infiltrerend regenwater (zie paragraaf 3.2.7), en dus niet door het minder basenrijke oppervlaktewater, volgt dat de infiltratie van aanvoerwater vanuit de sloten een moeizaam verlopend proces is.

Verder blijkt uit het dwarsprofiel dat in de Riethaere de waterstand veel hoger is dan in de rest van het reservaat. Dit hangt samen met het opmalen van water met twee windmolens uit het Bolsmerkkanaal. In het Bolmerkkanaal wordt met behulp van wateraanvoer een tussenpeil gehandhaafd, om zodoende (zonder dat de landbouw hier al teveel last van heeft) de negatieve effecten van de diep ontwatering van de landbouwpolder op het reservaat zoveel mogelijk te dempen.

Dwarsprofiel A-A' in GHG-situatie



Legenda

- = klei
- = veen
- = gliede
- = zand
- = open water

..... = grondwaterspiegel in deklaag op 14-1-1999
(= bij benadering GHG-situatie)

- - - - = stijghoogte zandondergrond op 14-1-1999

↓ = stromingsrichting (grond)water

L9 = peillat

B5 = peilbuis

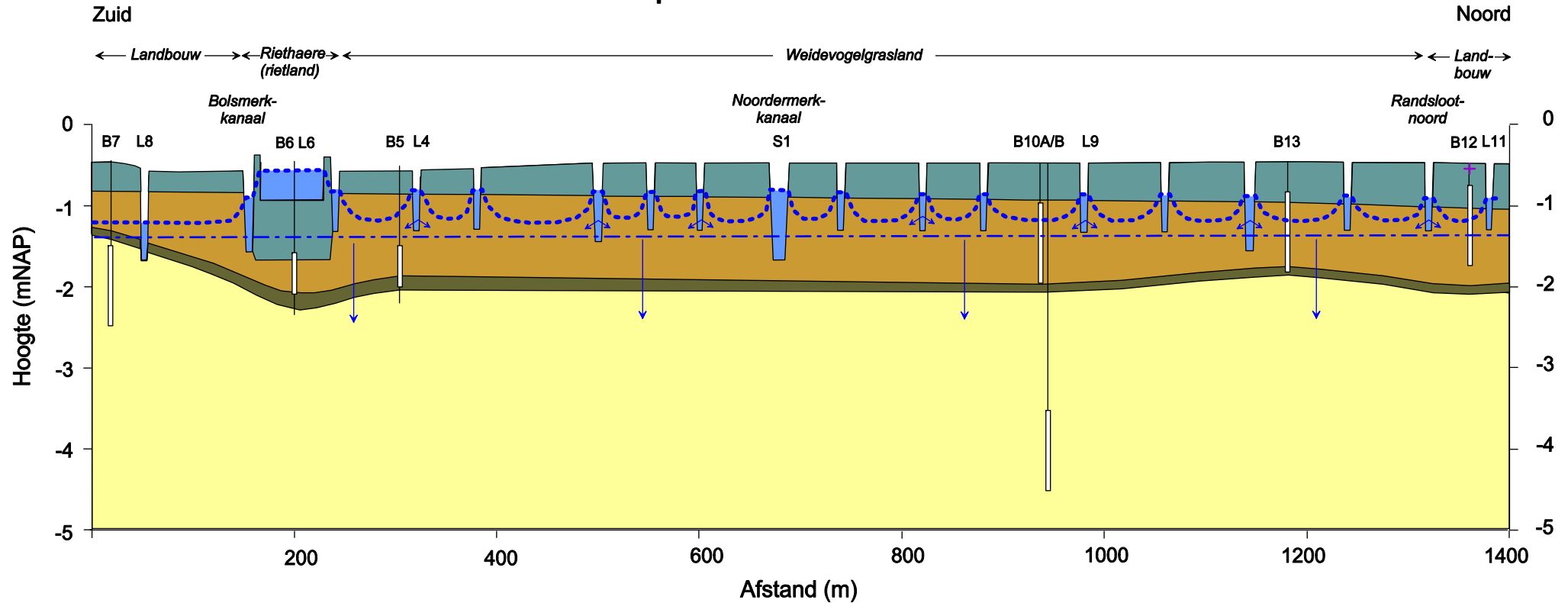
Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 3.7

*Geohydrologisch dwarsprofiel A-A'
in GHG-situatie*

Dwarsprofiel A-A' in GLG-situatie



Legenda

- = klei
- = veen
- = gliede
- = zand
- = open water

----- = grondwaterspiegel in deklaag op 27-5-1999
(= bij benadering GLG-situatie)

- - - - = stijghoogte zandondergrond op 27-5-1999

↓ = stromingsrichting (grond)water

L9 = peillat

B5
= peilbuis

Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 3.8

*Geohydrologisch dwarsprofiel A-A'
in GLG-situatie*

3.2.7 Waterkwaliteit

Inleiding

Ten aanzien van de waterkwaliteitssituatie worden de volgende onderdelen behandeld:

- Oppervlaktewaterkwaliteit Geldersche Gracht in vergelijking met de kwaliteit van de randmeren.
- Resultaten van waterkwaliteitsonderzoek dat in het natuurgebied door Giesen en Geurts in 1997 en 2002 is uitgevoerd.
- Resultaten van de waterkwaliteitsmetingen die in het kader van deze evaluatie door Bell Hullenaar zijn uitgevoerd.

Geldersche Gracht en randmeren

Bij de realisatie van het wateraanvoersysteem is destijds (in 1994) gekozen voor gebruik van water uit de Geldersche Gracht, zodat (op regionaal niveau gezien) voor een groot deel van het jaar beschikt kon worden over gebiedseigen water. Het betreft hierbij het wateroverschot van Polder Oldebroek: een landbouwpolder die direct aan de voet van de Veluwe ligt en zodoende veel kwelwater uit de (flank van) de Veluwe ontvangt. Hoewel er in het reservaat geen grote waterkwaliteitsproblemen lijken te spelen, kwam in het kader van de evaluatie de vraag naar voren of de kwaliteit van het water in het Drontermeer (inmiddels) wellicht beter is dan die van de Geldersche Gracht. Indien dit het geval is, dan kan namelijk overwogen worden het water uit het Drontermeer te gebruiken, temeer omdat vanwege het hoge peil in het Drontermeer dit water gewoon langs vrij verval ingelaten zou kunnen worden.

In het kader van de evaluatie heeft daarom een indicatieve vergelijking plaatsgevonden. Bij het waterschap zijn hiertoe waterkwaliteitsgegevens van de Geldersche Gracht opgevraagd (meetpunt bij gemaal De Wenden). Vanuit de database DONAR van Rijkswaterstaat zijn waterkwaliteitsgegevens beschikbaar van de rijkswateren, en dus ook de randmeren. Rijkswaterstaat heeft echter geen meetpunt in het Drontermeer, maar wel in het hiernaast gelegen Veluwemeer, en deze beide meren staan wel in open verbinding met elkaar. Daarom is in het kader van de indicatieve vergelijking gebruik gemaakt van de gegevens van het Veluwemeer.

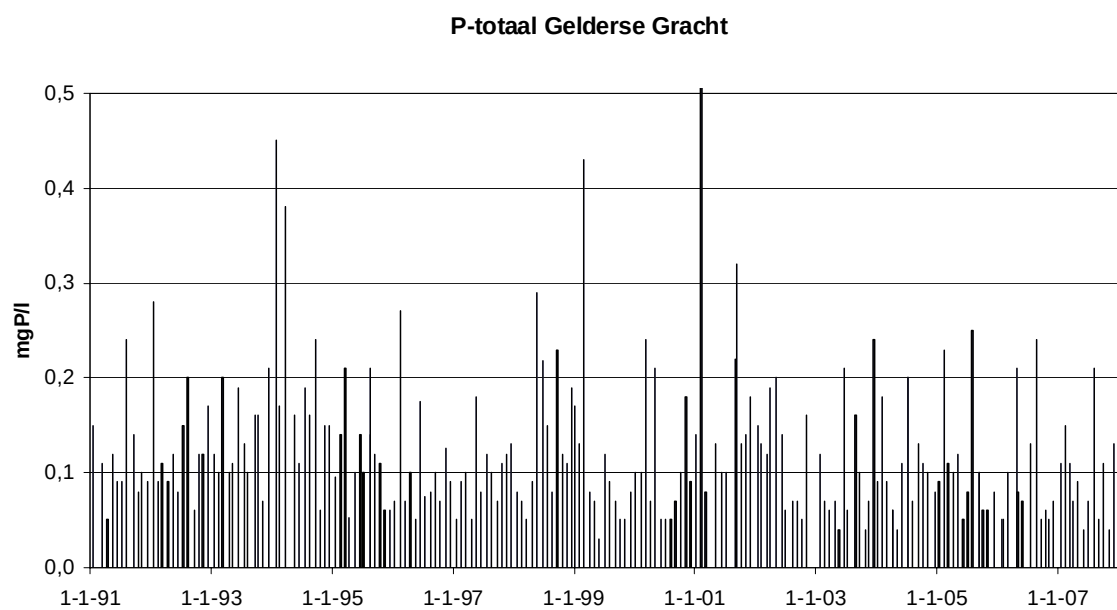
Bij de indicatieve vergelijking is met name gekeken naar de totaal-fosfaat concentraties van het water: dit is immers de meest kritische parameter in relatie tot de kwaliteit van de aquatische levensgemeenschappen in open water. Bovendien waren van veel andere parameters geen gegevens in DONAR beschikbaar. In figuur 3.9 wordt het verloop van de maandelijks gemeten P-totaal concentratie voor de Geldersche Gracht weergegeven, en in figuur 3.10 het verloop hiervan in het Veluwemeer.

Uit vergelijking van beide grafieken blijkt dat de kwaliteit van de Geldersche Gracht op basis van P-totaal minder goed is dan de kwaliteit van het Veluwemeer, en dat de P-totaal concentratie in de Geldersche Gracht ook veel meer fluctueert. De gemiddelde waarde voor P-totaal voor de periode 1991 t/m 2008 bedraagt voor de Geldersche Gracht 0,12 mgP/l en voor het Veluwemeer 0,07 mgP/l. Ook in de Geldersche Gracht wordt overigens de norm die ten aanzien van P-totaal voor de basiskwaliteit geldt (0,15 mgP/l) niet overschreden.

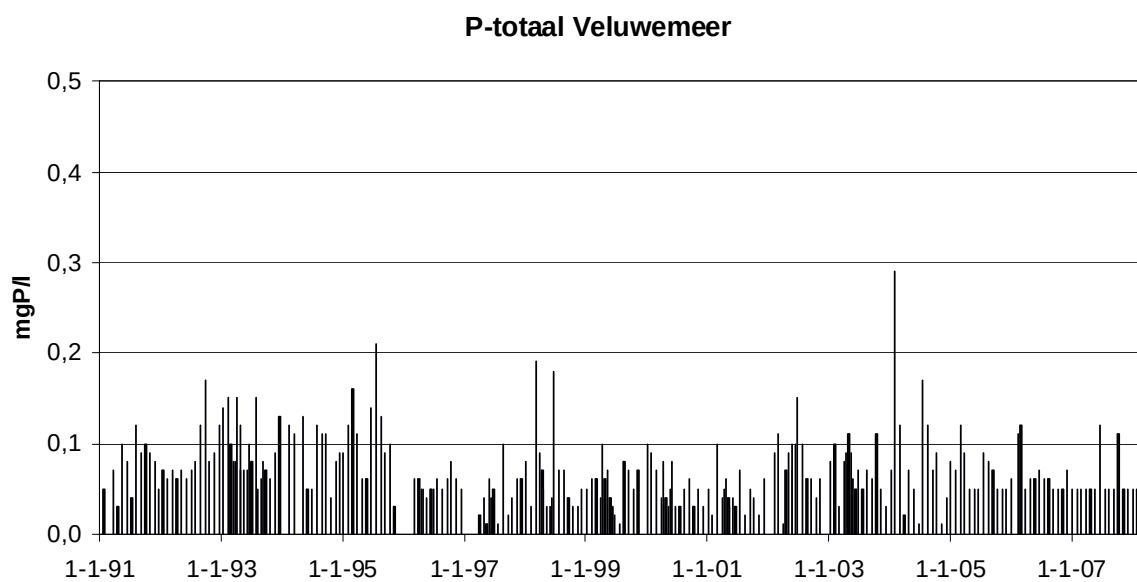
De minder goede waterkwaliteit van de Geldersche Gracht ten opzichte van het Veluwemeer is goed te verklaren. Hoewel de Geldersche Gracht via de Polder Oldenbroek veel schoon schoon kwelwater ontvangt van de Veluwe, wordt door het intensieve landbouwkundige gebruik van de gronden in de polder de uiteindelijke waterkwaliteit van het afvoerwater toch een stuk minder optimaal. De randmeren hebben daarentegen juist geprofiteerd van maatregelen voor verbetering van de waterkwaliteit (vooral defosfateringsmaatregelen) die de laatste decennia zijn uitgevoerd.

Ook de gegevens van een aantal andere parameters van de Geldersche Gracht zijn op indicatieve wijze bekeken. In de grafiek van figuur 3.11 is het verloop van de chlorideconcentratie weergegeven, en in figuur 3.12 het verloop van de sulfaatconcentratie. Uit figuur 3.8 volgt dat het water van de Geldersche Gracht doorgaans zo'n 25 à 35 mg chloride bevat, maar in droge zomerperioden, als water wordt ingelaten vanuit het Drontermeer, kan de chlorideconcentratie tijdelijk oplopen tot 100 à 200 mg/l. Uit figuur 3.9 volgt dat de sulfaatconcentratie de laatste decennia afgenomen is van waarden rond de 50 mg/l naar waarden rond de 30 mg/l. Echter ook ten aanzien van sulfaat geldt dat er hoge pieken aanwezig zijn: de waarden kunnen dan oplopen naar 100 tot 200 mg/l. Deze sulfaatpieken treden op precies dezelfde momenten op als de pieken in de chlorideconcentraties, en hangen dus ook samen met inlaat van water uit het Drontermeer in droge zomerperioden. Ook bij het onderzoek dat door Giesen en Geurts in 2000 is uitgevoerd werd voor het bemonsterde water uit het Drontermeer een zeer hoge sulfaatconcentratie gemeten (van 140 mg/l: zie volgende subparagraaf). Dus ten aanzien van sulfaat lijkt de kwaliteit van het water uit het Drontermeer veel slechter dan die van de Geldersche Gracht.

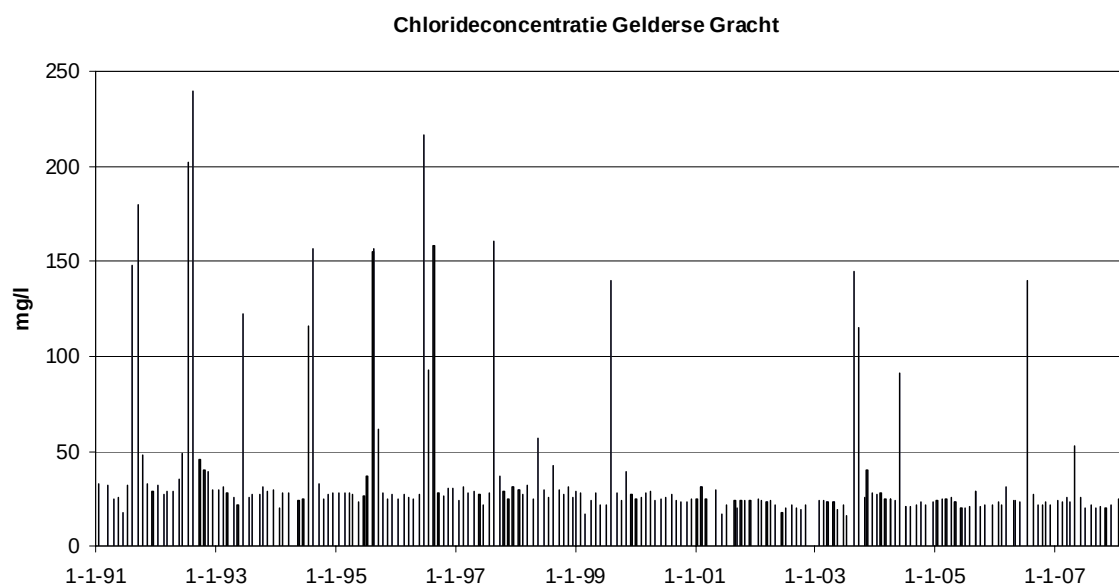
Uit (niet weergegeven) overige waterkwaliteitsgegevens van de Geldersche Gracht volgt verder dat dit water een totale hardheid heeft die schommelt tussen de 1,2 en 2 mmol/l en een alkaliniteit van 2 à 3 mmol/l: het betreft zodoende hard, sterk gebufferd (ofwel basenrijk) oppervlaktewater. Uit de gegevens Giesen en Geurts volgt dat het water van het Drontermeer ten aanzien hiervan een overeenkomstig karakter heeft.



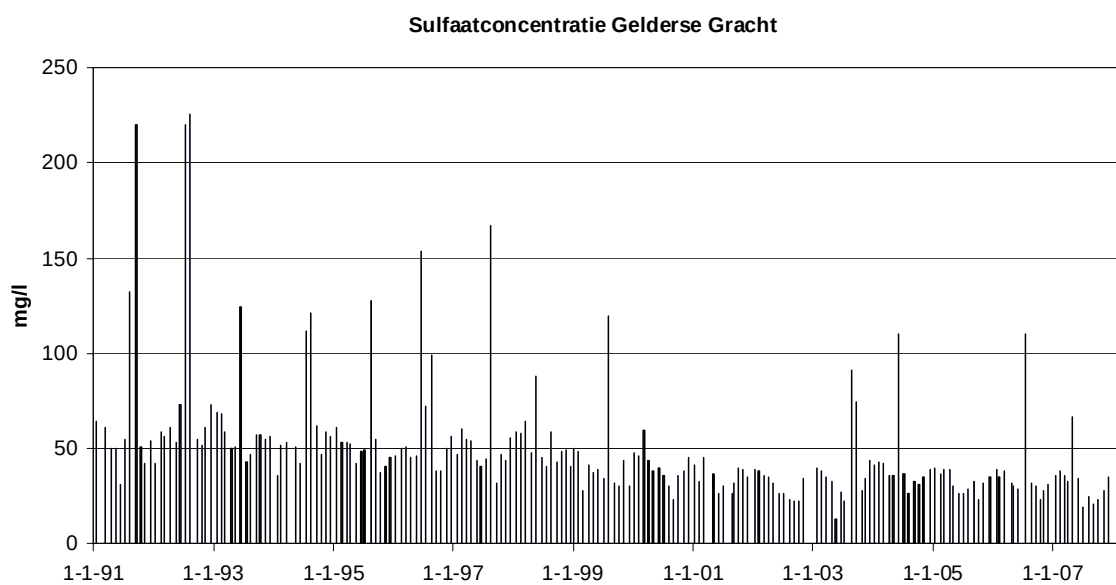
Figuur 3.9 Verloop P-totaal concentratie Gelderse Gracht in de periode 1991 t/m 2007



Figuur 3.10 Verloop P-totaal concentratie Veluwemeer in de periode 1991 t/m 2007



Figuur 3.11 Verloop chloride-concentratie Gelderse Gracht in de periode 1991 t/m 2007



Figuur 3.12 Verloop sulfaat-concentratie Gelderse Gracht in de periode 1991 t/m 2007

Onderzoek Giesen en Geurts

Op 11-6-1997 zijn een aantal peilbuizen bemonsterd en zijn ook op een aantal plekken watermonsters genomen van het oppervlaktewater. De grondwatermonsters zijn op beknopte wijze geanalyseerd (zie tabel 3.4), en de oppervlaktewatermonsters op meer uitgebreide wijze (zie tabel 3.5).

Tabel 3.4 *Analyseresultaten bemonstering grondwater op 11 juni 1997*
(Giesen en Geurts, 1998)

nr	zuurgraad	EGV (μ S/cm)	alkaliniteit (mmol/l)	Calcium (mg/l)	Chloride (mg/l)
B10A	6,7	983	5,1	19	50
B10B	6,2	802	5,1	10	151
B14A	6,4	468	2,8	4	47
B14B	6,2	542	3,6	58	25
B18A	6,5	909	4,4	27	89
B18B	6,1	1092	5,3	110	110

Uit de analyseresultaten volgt dat zowel het ondiepe grondwater in het veenpakket als het diepere grondwater in de zandondergrond (zeer) ionenrijk is en een (zeer) hoge alkaliniteit heeft. De calciumconcentraties zijn echter in vier van de zes gevallen niet heel hoog. Hierdoor water niet uitgesproken lithoclien, maar zelfs een beetje atmoclien. Bij B10B en B18B zijn de chloride-concentraties opvallend hoog. Dergelijke hoge waarden zijn niet te verklaren op grond van landbouwkundige beïnvloeding van het water. Ook is het onwaarschijnlijk dat deze hoge waarden te maken zouden hebben met Rijnwaterinvloed.

Uit vergelijking van de analyseresultaten van het grondwater met die van het oppervlaktewater volgt verder dat het grondwater veel ionenrijker is dan het oppervlaktewater. Het bemonsterde water van de sloot bij B10 is wat verdund met regenwater ten opzichte van de andere twee monsters. Het oppervlaktewater is op alle drie de plekken desalniettemin nog altijd wel (matig) ionenrijk en (matig) basenrijk te noemen. Het water heeft vrij hoge fosfaatconcentraties, de sloot bij B10 bevat veel stikstof en ook de sulfaatconcentraties zijn in twee van de drie gevallen vrij hoog. Het water is dus in aanzienlijke mate antropogeen beïnvloed.

Tabel 3.5 *Analyseresultaten bemonstering oppervlaktewater op 11 juni 1997*
(Giesen en Geurts, 1998)

nr	locatie	pH	EGV (μ S/cm)	alk (mmol/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	K (mg/l)
A	N. merkkanaal west (aanvoer)	7,5	353	2,0	33	7,6	6,6
B	Sloot bij B10	7,7	229	1,3	27	6,2	3,2
C	Sloot bij B18	7,2	366	1,8	43	6,8	5,7

nr	locatie	Na (mg/l)	Fe (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	N-tot (mgN/l)	P-tot (mgP/l)
A	N. merkkanaal	23	0,1	40	37	2	0,21
B	Sloot bij B10	13	1,1	26	23	6	0,24
C	Sloot bij B18	19	1,3	37	55	1	0,18

Op 5 mei 2000 zijn op een aantal plekken opnieuw oppervlaktewatermonsters genomen (Giesen en Geurts, 2001). In het kader van dit onderzoek zijn behalve in het reservaat ook watermonsters genomen van de Geldersche Gracht en het Drontermeer. De analyseresultaten van deze bemonstering zijn weergegeven in tabel 3.6.

Het bemonsterde water van de Geldersche Gracht is (matig) ionenrijk, basenrijk, bevat niet al teveel voedingsstoffen maar heeft wel een verhoogde sulfaatconcentratie (45 mg/l). Het bij de inlaat en windmolen bemonsterde water heeft een overeenkomstig karakter, wat dus logisch is vanwege de wateraanvoer vanuit de Geldersche Gracht. Het bemonsterde water van de sloot (OW5) is nog veel rijker aan ionen en nog sterker gebufferd dan het aanvoerwater: het slootwater heeft hier meer het karakter van het gebiedseigen grondwater. Bij de uitlaat is het water wat minder ionenrijk dan bij de inlaat, maar het water heeft wel hogere voedingsstoffenconcentraties (zowel ten aanzien van stikstof als fosfor). Mogelijk is het water in het reservaat dus verrijkt met voedingsstoffen, maar het kan ook zijn dat het voedselrijk water is dat eerder is ingelaten.

Het bemonsterde water van het Drontermeer is (zeer) ionenrijk en basenrijk, bevat (net als de Geldersche Gracht) niet al teveel voedingsstoffen maar heeft een extreem hoge sulfaatconcentratie (144 mg/l) en ook een zeer hoge chlorideconcentratie (114 mg/l). Dit wijst op Rijnwaterinvloed.

*Tabel 3.6 Analyseresultaten bemonstering oppervlaktewater op 5 mei 2000
(Giesen en Geurts, 2001)*

nr	Locatie	pH	EGV (μ S/cm)	alk (mmol/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	K (mg/l)
OW1	Geldersche Gr.	7,9	416	2,8	60	6	4,6
OW2	Inlaat reservaat	7,4	417	2,9	59	6	5,1
OW3	Windmolen	7,2	401	3,0	43	11	4,9
OW4	Drontermeer	7,5	779	2,6	83	14	8,8
OW5	Sloot hoge comp	7,4	638	6,2	70	21	1,1
OW6	Uitlaat N. merk	7,4	367	2,6	38	13	3,4

nr	Locatie	Na (mg/l)	Fe (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	N-tot (mgN/l)	P-tot (mgP/l)
OW1	Geldersche Gr.	16	0,0	36	45	1	0,08
OW2	Inlaat reservaat	16	0,2	38	45	2	0,10
OW3	Windmolen	17	0,8	38	36	2	0,17
OW4	Drontermeer	51	0,1	114	144	1	0,09
OW5	Sloot hoge comp	29	0,2	49	1	1	0,08
OW6	Uitlaat N. merk	18	0,9	30	40	3	0,17

Waterkwaliteitsmetingen in het kader van de meetnetevaluatie

In het kader van de meetnetevaluatie zijn op 11-10-2010 pH- en EGV-metingen uitgevoerd en zijn op een aantal plekken watermonsters genomen die zijn geanalyseerd op bicarbonaat, totale hardheid, calcium en chloride. De resultaten van de metingen zijn weergegeven in tabel 3.7.

Het bemonsterde ondiepe grondwater van B10A (met filter in het veenpakket) is ionenrijk en zeer basenrijk. In een klein poeltje dat rond de peilbuis aanwezig was werd water met een overeenkomstig karakter aangetroffen. Dit wijst erop dat de basenaanrijking van het water vanuit de klei afkomstig is. Uit de boorbeschrijving van B10 blijkt ook dat de klei (deels) kalkhoudend is. Als gevolg hiervan zijn dus ook zijn aan maaiveld sterk gebufferde omstandigheden aanwezig.

Hetzelfde ionenrijke watertype wordt ook onderin de greppel bij B10 en in het boorgat bij B10 aangetroffen. Bovenin de greppels is als gevolg van bijmenging met neerslagwater een mixtype aanwezig. Omdat de greppel is begroeid is er geen open water aanwezig en treedt gemakkelijk stratificatie op. In de sloot is dat niet het geval, en is dus een mixtype aanwezig. In de sloten en ook in de greppels werden zogenaamde kwelverschijnselen waargenomen (oliefilm en ijzerrijke bodem). Het betreft in dit geval echter geen echte kwel maar uit de kleilaag afkomstig (zeer) ondiep grondwater (ofwel recentelijk in de kleilaag geïnfiltreerd regenwater) dat door oplossing van mineralen uit de kleilaag dus niet alleen aangerijkt is met basen maar ook met ijzer.

Ook het bemonsterde ondiepe grondwater van B21A (deelgebied langs de Kleine Woldweg) heeft eenzelfde karakter als dat van B10A. Het grondwater in de zandondergrond van B10B en B21B heeft ook een basenrijk karakter. In vergelijking met de bemonstering van Giesen en Geurts in 1997 is de chloride-concentratie van het grondwater van B10B afgenomen (en ook de EGV is hierdoor lager). Dit wijst erop dat het karakter van het diepere grondwater meer en meer bepaald wordt door infiltratie van het eveneens basenrijke maar minder chloriderijke ondiepe grondwater.

Het aanvoerwater dat bij de inlaat (bij L1) is bemonsterd is in vergelijking met het gebiedseigen grondwater (ook nu weer) duidelijk minder ionenrijk en minder basenrijk. Desalniettemin betreft het nog steeds (matig) basenrijk water. Het afvoerwater dat bij de uitlaatstuw is bemonsterd is als gevolg van bijmenging met neerslagwater nog weer wat minder ionenrijk dan het inlaatwater. Ook dit water is echter nog steeds (matig) basenrijk.

Het bemonsterde ondiepe grondwater van B19 neemt een tussenpositie in: het heeft grotendeels het karakter van het matig ionenrijke en matig basenrijke aanvoerwater en voor een klein deel ook het karakter van het gebiedseigen ionenijkere en basenrijkere grondwater. Het betreft dus een mix van deze twee watertypen.

Tabel 3.7. Resultaten waterkwaliteitsmetingen Bell Hulenaar op 11-10-2010

locatie	specificatie	EGV ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	pH (-)	TH (mmol/l)	Ca (mg/l)	HCO ₃ (mmol/l)	Cl (mg/l)
B10A	peilbuis, veenpakket	660	6,64	3,5	100	6,8	35
B10B	peilbuis, zandondergrond	770	6,29	2,6	110	6,0	85
B10-bg	boorgat van 1m bij B10	664	-	-	-	-	-
B10-mv	water op mv in poel rond B10	660	7,35	2,8	80	5,5	35
B10-grep-bov	water bovenin greppel bij B10	350	6,53	-	-	-	-
B10-grep-ond	water onderin greppel bij B10	658	-	-	-	-	-
L11	water in sloot bij B10	252	6,85	1,2	38	1,6	15
B19	peilbuis, veenpakket	463	6,01	2,0	50	4,0	40
B21A	peilbuis, veenpakket	604	6,25	-	90	5,8	40
B21B	peilbuis, zandondergrond	502	6,07	2,4	60	3,8	40
L1	inlaat	426	7,51	1,7	60	2,8	40
S1	uitlaat	319	7,45	1,1	35	2,0	40

3.3 Vegetatie en avifauna

3.3.1 Vegetatie

De beschrijving van de vegetatie is gebaseerd op de vegetatie- en plantensoortenkartering die in 2009 voor het reservaat is uitgevoerd (Buro Bakker, 2010).

De vegetatie van het reservaat Polder Oosterwolde bestaat grotendeels uit voedselrijke, vochtige tot natte graslanden. De grootste oppervlakte wordt ingenomen door een vochtige vorm van het Type van Engels raaigras, Gestreepte witbol en Scherpe boterbloem gevolgd door Graslanden met Grote vossenstaart. Het veelvuldige voorkomen van Grote vossenstaart hangt samen met de aanwezigheid van de basenrijke omstandigheden in de kleilaag die aan de oppervlakte ligt. Op de natste plaatsen zijn overstromingsgraslanden aanwezig met hoge bedekkingen van Fioringras en Geknikte vossenstaart.

In het gebied zijn regelmatig *Molinietalia*-soorten aanwezig waaronder kenmerkende soorten van Dotterbloemhooilanden. Dit zijn met name Tweerijige zegge, Echte Koekoeksbloem en Gewone dotterbloem. Deze soorten geven een zekere mate van verschraving aan. Op enkele verspreid liggende schralere locaties waar deze soorten met hogere frequenties of bedekking voorkomen zijn verarmde vormen van Dotterbloemhooilanden aanwezig. Ook deze soorten en vegetaties kunnen hier groeien vanwege de aanwezigheid van de basenrijke, en voldoende natte omstandigheden.

Langs de sloten zijn een aantal kwelindicerende soorten aangetroffen. Dit zijn Gewone dotterbloem, Holpijp en Waterviolier. Ook de hier regelmatig voorkomende soort Brede waterpest lijkt te wijzen op kwelwaterinvloed. Zoals uit de systeemanalyse blijkt is in het gebied echter geen echte kwel uit de ondergrond aanwezig. Het watertype dat in de sloten aanwezig is betreft een mix van matig basenrijk aanvoerwater en uit de kleilaag afkomstig zeer basenrijk, ijzerhoudend lokaal grondwater. Het betreft hierbij in de kleilaag geïnfiltreerd regenwater, dat door oplossing van mineralen uit de kleilaag is aangerijkt is met basen en met ijzer.

In het graslandgebied is een zekere mate van natte verzuuring aanwezig met Riet, Rietgras, Liesgras en Oeverzegge. Dit wijst op een minder intensief maai- en/of begrazingsbeheer. Deze verzuuring is met name te vinden in de (relatief laaggelegen) zuidoostelijke helft van het gebied. In geringe mate is binnen de graslanden ook sprake van verzuuring met Pitrus. Mogelijk is de natte verzuuring toegenomen door geleidelijke daling van het maaiovels niveau, waardoor het gebied (ondanks het niet stijgen van de grondwaterstanden ten opzichte van NAP) toch natter is geworden, en als gevolg van de hierdoor optredende interne eutrofiëring de beschikbaarheid van fosfaat kan zijn toegenomen. Onder permanente natte (gereduceerde) omstandigheden wordt driewaardig ijzer (dat in sterke mate fosfaat kan binden) namelijk omgezet in tweewaardig ijzer, waardoor in de bodem opgeslagen fosfaat in sterke mate vrij kan komen.

De Riethaer is begroeid met moerasvegetaties, met name soortenarme Rietvegetaties in ondiep water. In de Verlengde Riethaer zijn vooral Grote zeggenmoerassen met Overzegge en Rietvegetaties met Oeverzegge aanwezig. De aanwezigheid van Oeverzegge duidt hier op voedselrijke omstandigheden.

In het deelgebied langs de Kleine Woldweg overheersen ruige vegetaties bestaande uit Grote zeggenmoerassen met Overzegge en Scherpe zegge, Rietmoerassen en Rietgrasruigtes met *Molinietalia*-soorten. Het regelmatig voorkomen van Gewone dotterbloem, en Echte koekoeksbloem duidt op potenties voor de ontwikkeling van Dotterbloemhooilanden. De graslanden aan de noord- en zuidzijde van dit deelgebied zijn minder ruig. Hier zijn vochtige, vrij voedselrijke graslanden aanwezig.

3.3.2 Avifauna

In de jaren vijftig was Oosterwolde nog een zeer goed weidevogelgebied. In de loop van de jaren zestig, zeventig en tachtig nam de betekenis van het gebied voor weidevogels sterk af. Het dieptepunt van de tellingen werd begin jaren negentig bereikt. Sinds instelling van de eigen waterhuishouding in 1994 zijn de aantallen broedende weidevogels (tot en met 1999) snel toegenomen. Met name Grutto, Kievit, Wulp en Tureluur lieten grote stijgingen in broedaantallen zien. Kritischer soorten als Kempfaan, Watersnip en Kwartelkoning bleven daarbij nog wel achter. Volgens een gewogen waardering van verschillende weidevogelsoorten (NCW-getal) kon in 1999 voor het eerst weer gesproken worden van een zeer goed weidevogelgebied.

De weidevogelpopulatie staat de laatste jaren echter stevig onder druk. De aantallen van kritische weidevogelsoorten zoals de Grutto en Kievit laten een negatieve ontwikkeling zien. Voor de Grutto geldt in de periode 1999-2009 een afname van meer dan 50% van het aantal paren. De toename van Graspieper en Rietgors in het weidevogelreservaat duiden op verruiging van een deel van de graslandpercelen.

De rietlanden herbergen een bijzonder rijke vogelbevolking met kritische moerasvogels zoals Roerdomp, Waterral, Snor en Baardman. Sinds de vernatting in het gebied zijn de aantallen van de meeste moerasvogels toegenomen, met als voorlopig topjaar 2005. Dit is te zien bij vogelsoorten van de Roerdomp-groep en van de Rietzanger-groep. Beide groepen komen voor in natte tot verlandende overjarige rietlanden. De ontwikkelingen in de rietlanden komen in grote lijnen overeen met de landelijke index.

4 Terreincondities in relatie tot de doelcomponenten (= 2.4.2 van IK)

4.1 Randvoorwaarden voor realiseren van doelcomponenten

Voor het gebied is als doelttype behalve weidevogelgrasland ook dotterbloemgrasland aangehouden. Dit is gedaan om te toetsen of er vanuit abiotisch oogpunt gezien (in aanvulling op de weidevogeldoelstelling) ook botanische potenties aanwezig zijn, zodat (mede) op basis hiervan in het kader van het IK een nadere afweging kan plaatsvinden over het al dan niet benutten hiervan.

Vanuit het programma volgt dat voor het natuurdoelttype Dotterbloemgrasland van veen en klei, en meer specifiek de Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid (16Ab4) en de Associatie van Echte koekoeksbloem en Gevleugeld hertshooi (16Ab3), de volgende randvoorwaarden gelden:

- Grondwaterstanden: optimale GVG tussen 0 en 25 cm -mv, optimale GLG tussen 25 en 65 cm -mv.
- Zuurgraad: matig zuur tot zwak zuur, wat overeenkomt met een pH van 4,5 tot 6,5 (Alterra, 2002).
- Trofie: matig voedselrijk.
- Voor de associatie 16Ab4 geldt dat deze afhankelijk is van de aanvoer van basenrijk kwelwater en/of overstroming met basenrijk oppervlaktewater.

Voor weidevogelgrasland zijn vanuit Waternood geen randvoorwaarden beschikbaar. Daarom is hiervoor een recent LNV-document ten aanzien van weidevogels en peilbeheer geraadpleegd (Oosterveld & Wymenga, 2009). In dit document worden op grond van de huidige wetenschappelijke inzichten scherpe randvoorwaarden ten aanzien van de grondwaterstanden geformuleerd:

- Voor de kritische weidevogelsoorten een GVG (eind maart / begin april) tussen 0 en 20 cm -mv met hier en daar plasdras.
- Voor de grutto, kievit, tureluur en scholekster: GVG tussen 20 en 40 cm -mv.
- In de loop van het voorjaar mag de grondwaterstand niet verder wegzakken dan 50-60cm -mv.
- Voorlopig wordt aangenomen dat voor weidekuikens in de periode half mei / begin juni een grondwaterstand van 25-45 cm -mv optimaal is.

Bij de toetsing zijn uiteindelijk de randvoorwaarden voor de meer kritische soorten gehanteerd (met dus een GVG van 0 to 20 cm -mv). Verder is het van belang dat er een goed ontwikkeld bodemleven aanwezig is, met een hoge dichtheid aan regenwormen. Daarom moeten niet al te zure en ook niet al te voedselarme omstandigheden aanwezig zijn (maar ook weer niet te voedselrijk, want dan ontstaat een te productieve vegetatie, wat nadelig is voor de verplaatsingsmogelijkheden van de kuikens).

4.2 Realisatie van de terreincondities

Toetsing ten aanzien van de geschiktheid voor Dotterbloemgrasland

De toetsing ten aanzien van de ontwikkelingsmogelijkheden voor dotterbloemgrasland op basis van de grondwaterstanden levert de volgende resultaten (zie tabel 4.1):

- In de laaggelegen gebieden met klei-op-veen bodem zijn de GVG en GLG-omstandigheden in het weidevogelreservaat op drie plekken (B5, B13 en B18A) al goed voor dotterbloemgrasland. Bij B10 ligt zowel de GVG als de GLG iets (4 cm) te ver beneden maaiveld.
- In de hoger gelegen delen (B3 en B14A) zijn de omstandigheden te droog voor goede ontwikkeling van dotterbloemgrasland. Dat is vanwege de hogere ligging (overslaggrond en dekzandopduiking ook niet verwonderlijk en dus ook niet erg.

Indicatieve toetsing van de zuurgraad en trofie levert het volgende beeld:

- Vanwege de aanwezigheid van kalk in het kleidek, en het op peil houden van het kalkgehalte door middel van (incidentele) bekalking zijn sterk gebufferde, en zodoende neutrale tot hooguit zwak zure omstandigheden aanwezig. De zuurgraad van de bodem is daarom goed.
- Uit de vegetatiekartering van 2009 (Buro Bakker, 2010) volgt dat in de huidige situatie een te hoge voedselrijkdom van de bodem een betere ontwikkeling van Dotterbloemgrasland in de weg staat.
- Vooral op plekken waar in de huidige situatie optimaal natte omstandigheden aanwezig zijn is de voedselrijkdom extra hoog, vanwege het vrijkomen van fosfaat onder gereduceerde omstandigheden. Vooral hier groeien daarom (en omdat hier vanwege de nattere omstandigheden waarschijnlijk ook minder gemaaid wordt) in de huidige situatie ruige soorten als Riet, Rietgras, Liesgras en ook Pitrus.

Tabel 4.1 Toetsing van de grondwaterstanden

meetpuntcode	Huidige situatie		Gewenste situatie		Toetsing	
	GVG tov mv	GLG tov mv	GVG tov mv	GLG tov mv	GVG	GLG
B3	0,37	0,84	0,0 - 0,25	0,25 - 0,65	0,12 te droog	0,19 te droog
B5	0,17	0,41	0,0 - 0,25	0,25 - 0,65	goed	goed
B10A	0,29	0,69	0,0 - 0,25	0,25 - 0,65	0,04 te droog	0,04 te droog
B13	0,10	0,65	0,0 - 0,25	0,25 - 0,65	goed	goed
B14A	0,51	0,77	0,0 - 0,25	0,25 - 0,65	0,26 te droog	0,12 te droog
B18A	0,16	0,56	0,0 - 0,25	0,25 - 0,65	goed	goed
B19	0,06	0,30	0,0 - 0,25	0,25 - 0,65	goed	goed
B21A	0,27	0,49	0,0 - 0,25	0,25 - 0,65	goed	goed

Toetsing ten aanzien van de geschiktheid voor weidevogels

Voor de toetsing van de geschiktheid van het gebied voor weidevogels op basis van de grondwaterstanden zijn een aantal grafieken vervaardigd (zie bijlage 5). In de grafieken wordt het gemeten grondwaterstandsverloop in de delen met klei-op-veen bodem in de loop van het voorjaar vergeleken met het de ondergrens en bovengrens van het gewenste grondwaterstandsverloop. Per peilbuis is een grafiek gemaakt waarin alle afzonderlijke meetjaren in beschouwing worden genomen, en er is een grafiek gemaakt waarin voor alle peilbuizen en het gemiddelde grondwaterstandsverloop in ogenschouw wordt genomen.

Uit de grafieken volgt dat:

- Half maart de grondwaterstand meestal hoog genoeg is (0-20 cm -mv).
- In de loop van het voorjaar de grondwaterstanden bij peilbuizen B10 en B13 te snel wegzakken, tot onder de benedengrens van het optimale grondwaterstandsverloop voor (kritische) weidevogels. Dit betekent dat de peilverlaging van 20 cm die ten behoeve van het landbouwkundige gebruik vroeg in het voorjaar (rond 1 april) wordt doorgevoerd voor deze gebieden (in relatie tot de geschiktheid voor kritische weidevogels) ongunstig is.
- Bij peilbuizen B5 en B18, die in het laaggelegen zuidoostelijke deel staan, gebeurt dit vrijwel niet. Omdat het hier ook niet te nat is zijn hier de omstandigheden vanuit het oogpunt van het grondwaterstandsverloop gezien optimaal. Echter juist in (delen van) dit laaggelegen gebied zijn veel natte verruigers aanwezig (Riet, Rietgras, Liesgras, Oeverzegge en ook Pitrus), vanwege de combinatie van de natte omstandigheden en de hoge voedselrijkdom van de bodem.

4.3 Knelpunten en oplossingen

Verdroging door inpoldering Flevoland en peilverlagingen in Polder Oosterwolde

Als gevolg van de inpoldering van Oostelijk Flevoland is de stijghoogte van het grondwater in de zandondergrond fors gedaald (met circa 0,5 meter in het oostelijke deel van het weidevogelreservaat tot 1,3 meter langs de Kamperdijk). Hierdoor is de basenrijke kwel die van oorsprong in het gebied aanwezig was verdwenen, en is sindsdien sprake van een wegzijgingssituatie. Eind jaren tachtig heeft een nog verdere verlaging van de stijghoogte in de zandondergrond plaatsgevonden (met 15 à 20 cm), waarschijnlijk als gevolg van peilverlagingen die in het kader van de ruilverkaveling in de landbouwgebieden van de Polder Oosterwolde zelf hebben plaatsgevonden.

De sterke daling van de stijghoogte in de zandondergrond heeft ook geleid tot verlaging van de ondiepe grondwaterstand, maar dankzij de aanwezigheid van de weerstandsbiedende deklaag (en met name de slecht doorlatende gliedelaag aan de basis van het veenpakket) betreft het slechts een beperkte verlaging. Voordat het reservaat een eigen waterhuishouding kreeg was ook in het gebied zelf nog een laag, op landbouwkundig beheer gericht peil aanwezig: ook dit lage interne peil veroorzaakte verdroging van het gebied.

Compensatie van de verdroging door wateraanvoersysteem

In 1994 kreeg het reservaat een van de omgeving gescheiden oppervlaktewatersysteem en werd ter compensatie van de verdroging een wateraanvoersysteem gerealiseerd. Hiermee is in ieder geval de drainerende werking van de interne sloten grotendeels opgeheven. Omdat de infiltratie van het aanvoerwater in de bodem een moeizaam verlopend proces is, kan ook met de wateraanvoer niet voorkomen worden dat op grotere afstand van de sloten de ondiepe grondwaterstand in de zomer toch behoorlijk ver beneden maaiveld wegzakt. De zones direct langs de sloten (en langs sommige greppels) blijven gedurende de zomer wel behoorlijk nat.

Toch is uiteindelijk een situatie gerealiseerd met in de delen met klei-op-veenbodem (ter plaatse van B5, B10A, B13 en B18A) een GVG van 10 tot 29 cm -mv en een GLG van 40 cm -mv (nabij de sloten) tot 69 cm -mv (verder van de sloten af). Ook zijn, ondanks de geconstateerde verdere verlaging van de stijghoogte in de zandondergrond in de periode 2000 - 2007 (met 10 à 20 cm), de ondiepe grondwaterstanden in het reservaat sinds de nieuwe waterhuishoudkundige inrichting in 1994 tot op heden ten opzichte van NAP op eenzelfde niveau gebleven.

Mogelijk is het gebied als gevolg van de geleidelijke inklinking van de klei-op-veenbodem zelfs iets natter geworden (doordat de grondwaterstanden door de maaiveldsdaling dus dichterbij maaiveld liggen). De maaiveldsdaling kan vanwege de behoorlijk natte omstandigheden echter niet heel groot zijn. Om af te leiden in hoeverre een maaiveldsdaling de afgelopen 15 jaar een rol kan hebben gespeeld zouden de maaiveldshoogten bij de peilbuizen (alsnog) opnieuw ingemeten kunnen worden.

Te snel wegzakkende grondwaterstand in de loop van het voorjaar

Uit vergelijking van het actuele verloop van de grondwaterstanden met het voor weidevogels optimale verloop volgt dat in het voorjaar de grondwaterstand nu in een groot deel van het gebied (iets) te snel wegzakt. Het wegzakken van de grondwaterstand in deze periode wordt bevorderd door de overschakeling van het winterpeil naar het (in principe 20 cm) lagere zomerpeil die meestal begin april plaatsvindt. Vanwege de aanwezigheid van het uitgebreide netwerk aan sloten en het fijnmazige netwerk van greppels werken deze verlagingen overal snel door in de deklaag. De verlaging vindt met name plaats om de bodem voldoende draagkracht te bieden voor het landbouwkundige medegebruik van het gebied. Vanuit ecologisch oogpunt lijkt het echter beter zijn om de zomerpeilen pas later in te stellen.

Natte verruiging

In de laagst gelegen delen is het grondwaterstandsverloop nu wel optimaal voor weidevogels. Juist in deze delen heeft echter een natte verruiging plaatsgevonden met soorten als Riet, Rietgras, Liesgras, Oeverzegge en ook Pitrus. Dit komt als volgt:

- Ook in dit relatief natte gebied is (net als in de rest van het reservaat) over het algemeen een (zeer) voedselrijke bodem aanwezig (vanwege het voormalige landbouwkundige gebruik en het eventueel nog toepassen van bemesting met ruwe stalmest).
- In combinatie met de natte omstandigheden kan vanuit de voedselrijke bodem in versterkte mate fosfaat vrijkomen, omdat onder gereduceerde omstandigheden reactief driewaardig ijzer (dat in sterke mate fosfaat kan binden) omgezet wordt in tweewaardig ijzer (dat geen fosfaat kan binden).
- Deze interne eutrofiëring wordt mogelijk bevorderd door de geleidelijke daling van het maaiveldsniveau als gevolg van inklinking van de klei-op-veenbodem in de loop der jaren.
- Vanwege de relatief natte omstandigheden is het voor de pachters minder aantrekkelijk om in deze delen consequent een beheer van maaien en afvoeren uit te voeren, waardoor de verruiging gestimuleerd wordt en dus ook geen goede afvoer van voedingsstoffen uit het systeem plaatsvindt, waardoor de benodigde verschraling van de bodem voor het tegengaan van de verruiging achterwege blijft.

De beste oplossing van dit probleem is verschraling van de bodem, en dus niet peilverlaging: de verruiging zal zo verdwijnen terwijl het voor weidevogels optimale grondwaterstandsverloop aanwezig blijft. Bijkomend voordeel is dat zo gelijk de botanische potenties van het gebied beter benut kunnen worden.

Benutting van de botanische potenties

Vanwege de hoge grondwaterstand in de winter en het vroege voorjaar, de niet ver wegzakkende grondwaterstand in de zomer en de aanwezigheid van basenrijke omstandigheden in de oppervlakkige kleilaag zijn er hoge potenties voor ontwikkeling van Dotterbloemhooiland. Dit volgt ook uit het verspreid voorkomen van soorten als Dotterbloem, Tweerijige zegge en Echte koekoeksbloem in het gebied. De hoge voedselrijkdom van de bodem staat verdere ontwikkeling hiervan echter in de weg. Dit geldt niet alleen voor de lagere delen, waar onder invloed van de relatief natte omstandigheden extra veel fosfaat vrijkomt, maar ook voor de rest van het gebied.

Mits er geen verruiging optreedt zijn in relatie tot een weidevogelbeheer (ten behoeve van de ontwikkeling van een rijk bodemleven) echter vaak wat voedselrijkere omstandigheden wenselijk dan voor een botanisch beheer. Dat betekent dat een eventuele overschakeling op een botanisch beheer dus wellicht ongunstig zou kunnen zijn voor de weidevogels. Dit ligt echter anders in de nu verruigde zones: deze zones zijn in de huidige situatie van beperkte waarde voor weidevogels en door hier de bodem te verschralen kan zowel de botanische als weidevogelontwikkeling beter gaan verlopen.

Ook het deelgebied langs de Kleine Woldweg heeft hoge potenties voor ontwikkeling van Dotterbloemhooiland. Vanwege de relatief niet ver wegzakkende grondwaterstand in de zomer (in samenhang met het beter op druk blijven van de stijghoogte in de zandondergrond) zijn de potenties hier ook extra hoog. Hier is het hooilandbeheer echter beëindigd, omdat dit niet snel genoeg resultaten leverde. Dit werd (ook hier) veroorzaakt door de hoge voedselrijkdom van de bodem, en het daarbij in versterkte mate vrijkomen van fosfaat onder de natte omstandigheden. Ook hier geldt dus dat botanische ontwikkeling kansrijk is, mits de voedselrijkdom wordt aangepakt.

Verschraling van de bodem

Verschraling van de bodem kan behalve middels een beheer van maaien en afvoer ook gerealiseerd worden door het eventueel afplaggen van de fosfaatrijke bovengrond. Dit is vooral een interessante optie als de bovengrond zeer fosfaatrijk is en op niet al te grote diepte al voldoende fosfaatarme omstandigheden aanwezig zijn. Om af te leiden hoe lang het duurt om met een beheer van maaien en afvoeren de bodem te verschralen, en te bezien of het afplaggen goede verschralingsmogelijkheden biedt, kan uitvoering van bodemchemisch onderzoek overwogen worden. Bij het eventueel afplaggen van de bovengrond zal het maaiveld uiteraard lager komen te liggen. Indien deze maatregel in een laaggelegen deel wordt toegepast, dan is in combinatie hiermee dus wel bijstelling van het stuwpeil in het betreffende deel noodzakelijk. In iets minder laag gelegen delen kan de maatregel dus wel zonder bijstelling van het stuwpeil plaatsvinden.

Handhaving van de basenrijke omstandigheden in de kleilaag

De kleilaag die aan de oppervlakte ligt is van oorsprong kalkrijk, en in samenhang hiermee waren van nature basenrijke / sterk gebufferde omstandigheden aanwezig. In de huidige situatie kan echter geen natuurlijke buffering van de toplaag van de bodem meer plaatsvinden: de basenrijke kwel is immers verdwenen en ook natuurlijke overstromingen met basenrijk oppervlaktewater treden niet meer op. Onder invloed van de infiltratie van zuur neerslagwater treedt zodoende in de huidige situatie ontkalking van de kleilaag op. Als gevolg van dit proces is het ondiepe grondwater in het gebied uitgesproken basenrijk (en hierdoor ook ionenrijk), en zelfs nog veel basenrijker dan het (matig) basenrijke aanvoerwater. Om de ontkalking te ondervangen (en dus verzuring van de bodem te voorkomen) wordt het graslandgebied incidenteel bekalkt. Dit is voor het laatst 12 jaar geleden gedaan (mondelinge mededeling H. Roke). Recentelijk is de bodem-pH gemeten en nog voldoende hoog gebleken: er hoeft dus voorlopig niet opnieuw bekalkt te worden.

Door de voorgaande ontkalking van de kleilaag zal op een gegeven moment wel weer voor basenaanrijking van de kleilaag gezorgd moeten worden om verzuring te voorkomen. In plaats van het toepassen van bekalking zou echter overwogen kunnen worden om met behulp van het aanvoersysteem op semi-natuurlijke wijze de inundatie met basenrijk oppervlaktewater te herstellen. Op deze wijze wordt het bufferende vermogen van de bodem namelijk op peil gehouden door het tekens opnieuw opladen van de klei met calciumdeeltjes. De inundatie kan gerealiseerd worden door in de winter tijdelijk (enkele weken) het peil tot iets boven het maaiveldsniveau op te zetten, zodat dan het basenrijke (aanvoer- en gebiedseigen)water grote delen van het gebied kan inunderen.

Omdat bij het afplaggen van de bovengrond het maaiveld lager komt te liggen ontstaan bij het toepassen hiervan (behalve de gewenste schralere omstandigheden) extra goede mogelijkheden voor het herstellen van een semi-natuurlijke inundatie met basenrijk oppervlaktewater. Het deelgebied langs de Kleine Woldweg (inclusief het uitbreidingsgebied) vormt een uitermate geschikt gebied om deze maatregelen in eerste instantie toe te passen.

Kwaliteit van het aanvoerwater

Het huidige aanvoerwater is afkomstig uit de Geldersche Gracht. Via de Geldersche Gracht wordt het wateroverschot uit polder Oldebroek afgevoerd, en deze polder ontvangt veel kwelwater uit (de flank van) de Veluwe, wat in principe gunstig is voor de waterkwaliteit van de Geldersche Gracht, en dus het aanvoerwater. Vanwege de bijmenging met landbouwwater dat afkomstig is van de landbouwgronden in de Polder Oldebroek zelf, is de waterkwaliteit van de Geldersche Gracht (in vergelijking met de randmeren) echter toch niet optimaal: het water heeft een minder lage fosfaatconcentratie (gemiddeld 0,12 mgP/l in de Geldersche Gracht tegen 0,07 mgP/l in het Veluwemeer) en de fosfaatconcentratie fluctueert sterker. Hiermee wordt overigens (gemiddeld gezien) de norm van 0,15 mgP/l die voor de basiskwaliteit van oppervlaktewater geldt niet overschreden. Het water van de randmeren geeft echter wel een hoge sulfaatconcentratie, maar dit lijkt (vanwege het voorkomen van de uitgestrekte Kranswierenvelden) geen probleem te zijn.

De huidige kwaliteit van het aanvoerwater lijkt overigens niet tot grote problemen te leiden in het reservaat, getuige de aanwezigheid van interessante vegetaties in de sloten, met soorten als Holpijp, Waterviolier, Brede waterpest, Plat fonteinkruid, Tenger fonteinkruid en op een enkele plek ook Stomp fonteinkruid (Buro Bakker, 2010). Mogelijk is dit te danken aan de lange aanvoerweg van het water vanaf de Geldersche Gracht naar het weidevogelreservaat. Toch is de waterkwaliteit van het water in het Drontermeer duidelijk beter, en bovendien zou dit water simpelweg onder vrij verval het gebied ingelaten kunnen worden, wat zodoende ook minder onderhoudskosten voor het aanvoersysteem met zich zou brengen. Hoewel er behoorlijk geïnvesteerd is in de aanleg van het huidige complexe aanvoersysteem, en de huidige waterkwaliteit ook zeker niet slecht te noemen is, verdient het uiteindelijk (gezien de genoemde voordelen) dus de voorkeur om de aanvoer in de toekomst vanuit het Drontermeer plaats te laten vinden.

5 Het nieuwe meetnet (= 2.4.3 van IK)

5.1 Ecohydrologische meetvragen voor het meetnet

Het is wenselijk om te kijken hoe het grondwaterstandsverloop zich verder gaat ontwikkelen. Zo kan in de eerste plaats in de gaten worden gehouden of er in de toekomst onverhoopt geen negatieve ontwikkelingen plaatsvinden, zoals grondwaterstandsval onder invloed van verdere stijghoogtedaling in de zandondergrond. In de tweede plaats kunnen zo de effecten van eventuele verbeteringsmaatregelen worden gemeten, zoals bijvoorbeeld het pas later in het voorjaar overschakelen van het winter naar het zomerpeil.

Bovendien is het interessant om af te leiden of in de toekomst (verdere) vernatting optreedt onder invloed van het eventueel verder dalende maaiveld. Hiertoe dienen de maaiveldsniveaus bij de peilbuizen dus opnieuw te worden ingemeten.

Indien verschralling gewenst is dan is het (zoals gezegd) ook raadzaam om bodemchemisch onderzoek uit te laten voeren, om zo af te kunnen leiden hoe lang het duurt om met een beheer van maaien en afvoeren de bodem te verschrallen, en te bezien of het afplaggen goede verschrallingsmogelijkheden biedt.

5.2 Voorstel voor nieuw meetnet

Om een vinger aan de pols te houden en de effecten van eventuele maatregelen te kunnen meten is het wenselijk om in ieder geval de huidige monitoring van de ondiepe grondwaterstand en stijghoogte in de zandondergrond met behulp van B10A, B10B, B21A en B21B te continueren.

De monitoring van de ondiepe grondwaterstand met behulp van B19 kan worden beëindigd. Mede op grond van de verzamelde meetreeks is inmiddels duidelijk hoe het systeem hier werkt. Omdat de peilbuis aan de rand van het moerasgebied van de Riethaere staat is het grondwaterstandsverloop hier sterk aan de wateraanvoer gerelateerd. Het betreft daarom een minder kritische locatie in relatie tot eventuele aantastingen vanuit de omgeving.

Ook de monitoring van de grondwaterstanden met behulp van peilbuis B7 kan worden beëindigd. Op grond van de systeemanalyse is nu duidelijk hoe het systeem hier werkt. Om verdere ontwikkelingen in de omgeving te kunnen volgen moet vooral het verloop van het oppervlaktewaterpeil in de gaten worden gehouden, maar dat geschiedt aan de hand van B7 slechts op indirecte wijze. Het zou dus wel zinvol zijn om een meetpunt in één van de landbouwsloten zelf te plaatsen, maar dat lijkt praktisch gezien lastig haalbaar (vanwege opschonen van de sloten).

Bij de toetsing van het huidige ten opzichte van het gewenste grondwaterstandsverloop zijn vooral de interne (ondiepe) peilbuizen die in de zones met klei-op-veenbodem staan nuttig gebleken (B5, B10A, B13, B18A en B21A). In het weidevogelreservaat wordt nu op slechts één van deze peilbuizen de grondwaterstand nog geregistreerd (B10A). Met enige improvisatie is het nu gelukt om ook voor de locaties waarvan alleen oudere reeksen beschikbaar zijn de toetsing uit te voeren. Indien overwogen wordt dergelijke toetsingen ook in de toekomst nog te laten uitvoeren, dan is het echter raadzaam om weer op meer dan één locatie te gaan monitoren (hervatten metingen B5, B18A en B13).

Literatuur

BURO BAKKER, 2010. Vegetatie- en plantensoortenkartering Oosterwolde 2009. Buro Bakker in opdracht van SBB Regio Oost.

BOER, W. DE, 2005 T/M 2009. Jaarlijkse rapportages met gegevens ten aanzien van de stuwen van weidevogelreservaat Oosterwolde. Waterschap Veluwe, Apeldoorn.

GEHRELS, 1995. Niet-stationaire grondwatermodellering van de Veluwe. Vrije Universiteit, Amsterdam.

GIESEN EN GEURTS, 1998. Bemonstering en chemische analyse van grondwater uit Staatsbosbeheerreservaten in Gelderland in 1997. Giesen en Geurts, Uft.

GIESEN EN GEURTS, 2001. Bemonstering en chemische analyse van grond- en oppervlaktewater uit Staatsbosbeheerreservaten in Gelderland in 2000. Giesen en Geurts, Uft.

BURO HEMMEN, 1997. Oosterwolde weidevogels in de peiling. Buro Hemmen in opdracht van Staatsbosbeheer.

BURO HEMMEN, 1999. Meetnet in beeld - Analyse hydrometnet Oosterwolde. Buro Hemmen in opdracht van Staatsbosbeheer.

IWACO, 1992. Grondwaterbeheer Midden-Nederland. Deelrapporten beschrijving watersysteem en modellering watersysteem. Rapport van IWACO in samenwerking met de werkgroep Watersystemen in het kader van de studie "Grondwaterbeheer Midden-Nederland".

LVN, 2009. Weidevogels en peilbeheer. Informatieblad (ofwel artikel) van E. Oosterveld (van adviesbureau Altenburg & Wymenga) in het kader van Communicatieproject Rijk Weidevogellandschap.

NEUTEBOOM SPIJKER, R.M.C.L., 2003 (concept). Peilenplan Oosterwolde - Oldebroek. Waterschap Veluwe, Apeldoorn.

STAATSBOSBEHEER, 1994. Herziening hydrologisch meetnet regio 8: Veluwe-Achterhoek, object Oosterwolde.

STIBOKA, 1990. Bodemkaart van Nederland, blad 21 West Zwolle. Stiboka, Wageningen.

Overzicht bijlagen

- 1 Technische gegevens van het meetnet
- 2 Grafieken oppervlaktewater- en grondwaterstandsverloop
- 3 Tabellen met de resultaten van de modelberekeningen met Menyanthes
- 4 Grafieken van de resultaten van de modelberekeningen met behulp van Menyanthes voor een selectie van meetpunten
- 5 Grafieken toetsing grondwaterstandsverloop in relatie tot de geschiktheid voor weidevogels

Bijlage 1 Technische gegevens van het meetnet

Technische gegevens grondwaterstandsm Meetpunten Oosterwolde (ongecorrigeerd)

label	PUT	BUIS	SUN	X	Y	MV (cm NAP)	START	EIND	MEETPUNT (cm NAP)	MEETPUNT (cm MV)	BOV FILTER (cm NAP)	OND FILTER (cm NAP)	LENGTE (cm)
B3	B21C0325	1	78151205B003	186840	500800	-12	1-2-1995	6-2-1995	48	60	-65	-165	213
	B21C0325	1	78151205B003	186840	500800	-12	6-2-1995	1-9-2009	48	60	-65	-165	213
	B10A/B	1	78151205B010A	187744	501399	-47	1-2-1995	2-2-1995	25	72	-96	-196	221
	B21C0326	1	78151205B010A	187744	501399	-47	2-2-1995	11-12-2007	25	72	-96	-196	221
	B21C0326	1	78151205B010A	187744	501399	-47	11-12-2007		24	75	-76	-176	200
	B21C0326	2	78151205B010B	187744	501399	-47	1-2-1995	2-2-1995	21	68	-352	-452	473
	B21C0326	2	78151205B010B	187744	501399	-47	2-2-1995	11-12-2007	21	68	-352	-452	473
	B21C0326	2	78151205B010B	187744	501399	-47	11-12-2007		23	74	-352	-452	475
	B18A	1	78151205B018A	188620	501130	-68	1-2-1995	2-2-1995	-3	65	-99	-199	196
	B21C0327	1	78151205B018A	188620	501130	-68	2-2-1995	1-9-2009	-3	65	-99	-199	196
	B21C0327	2	78151205B018B	188620	501130	-68	1-2-1995	2-2-1995	-5	63	-367	-467	462
	B21C0327	2	78151205B018B	188620	501130	-68	2-2-1995	1-9-2009	-5	63	-367	-467	462
B5	B21C0328	1	78151205B005	187780	500760	-58	1-2-1995	7-2-1995	18	76	-150	-200	218
	B21C0328	1	78151205B005	187780	500760	-58	7-2-1995	1-9-2009	18	76	-150	-200	218
B6	B21C0329	1	78151205B006	187780	500660	-78	1-2-1995	7-2-1995	10	88	-158	-208	218
	B21C0329	1	78151205B006	187780	500660	-78	7-2-1995	1-9-2009	9	87	-158	-208	217
B7	B21C0330	1	78151205B007	187778	500477	-47	1-2-1995	7-2-1995	26	73	-147	-247	273
	B21C0330	1	78151205B007	187778	500477	-47	7-2-1995	11-12-2007	26	73	-147	-247	273
	B21C0330	1	78151205B007	187778	500477	-47	11-12-2007		20	87	-155	-255	275
B12	B21C0331	1	78151205B012	187840	501800	-48	1-2-1995	1-9-2009	-4	44	-74	-174	170
B14A/B	B21C0332	1	78151205B014A	188540	501890	-31	31-1-1995		37	68	-130	-180	217
	B21C0332	2	78151205B014B	188540	501890	-31	31-1-1995		33	64	-339	-439	472
	B21C0333	1	78151205B014A	187540	501890	-31	1-2-1995	1-9-2009	37	68	-130	-180	217
	B21C0333	2	78151205B014B	187540	501890	-31	1-2-1995	1-9-2009	33	64	-339	-439	472
	B13	1	78151205B013	187780	501640	-45	1-2-1995		26	71	-82	-182	208
	B21C0335	1	78151205B013	187780	501650	-45	2-2-1995	1-9-2009	26	71	-82	-182	208
B19	B21C0336	1	78151205B019	189030	501230	-47	1-2-1995	6-2-1995	32	79	-83	-183	215
	B21C0336	1	78151205B019	189030	501230	-47	6-2-1995	11-12-2007	32	79	-83	-183	215
	B21C0336	1	78151205B019	189030	501230	-47	11-12-2007		33	71	-82	-182	215
B21A/B	B21D0579	1	78151205B021A	190188	500816	-60	1-2-1995	6-2-1995	14	74	-93	-143	157
	B21D0579	1	78151205B021A	190188	500816	-60	6-2-1995	11-12-2007	14	74	-93	-143	157
	B21D0579	1	78151205B021A	190188	500816	-60	11-12-2007		11	75	-119	-169	180
	B21D0579	2	78151205B021B	190188	500816	-60	1-2-1995	6-2-1995	13	73	-365	-465	478
	B21D0579	2	78151205B021B	190188	500816	-60	6-2-1995	11-12-2007	13	73	-365	-465	478
	B21D0579	2	78151205B021B	190188	500816	-60	11-12-2007		12	76	-366	-466	478

Technische gegevens oppervlaktewaterstandsmmeetpunten Oosterwolde (ongecorrigeerd)

code	SCHAAL	SUN	SCHAAL	X	Y	MV (cm NAP)	START	EIND	MEETPUNT (cm NAP)
L1	P21C0001	78151205L001	L	188890	501220		1-2-1995	1-9-2009	-102
L4	P21C0002	78151205L004	L	187760	500770		1-2-1995	1-9-2009	-138
L6	P21C0003	78151205L006	L	187790	500660		1-2-1995	1-9-2009	-120
L8	P21C0004	78151205L008	L	187780	500500		1-2-1995	1-9-2009	-199
L9	P21C0005	78151205L009	L	187720	501430		1-2-1995	1-9-2009	-96
L11	P21C0006	78151205L011	L	187840	501820		1-2-1995	1-9-2009	-165
L15	P21C0007	78151205L015	L	188550	501860		1-2-1995	1-9-2009	-141
L21	P21C0008	78151205L021	L	186890	501070		27-6-1995	1-9-2009	-153
L22	P21C0009	78151205L022	L	187515	501335		27-6-1995	1-9-2009	-130
S1	P21C0010	78151205S001	S	186620	500570		1-2-1995	1-9-2009	0
S2	P21C0011	78151205S002	S	188770	501600		1-2-1995	1-9-2009	0
L20	P21D0001	78151205L020	L	190010	500810		1-2-1995	1-9-2009	-144

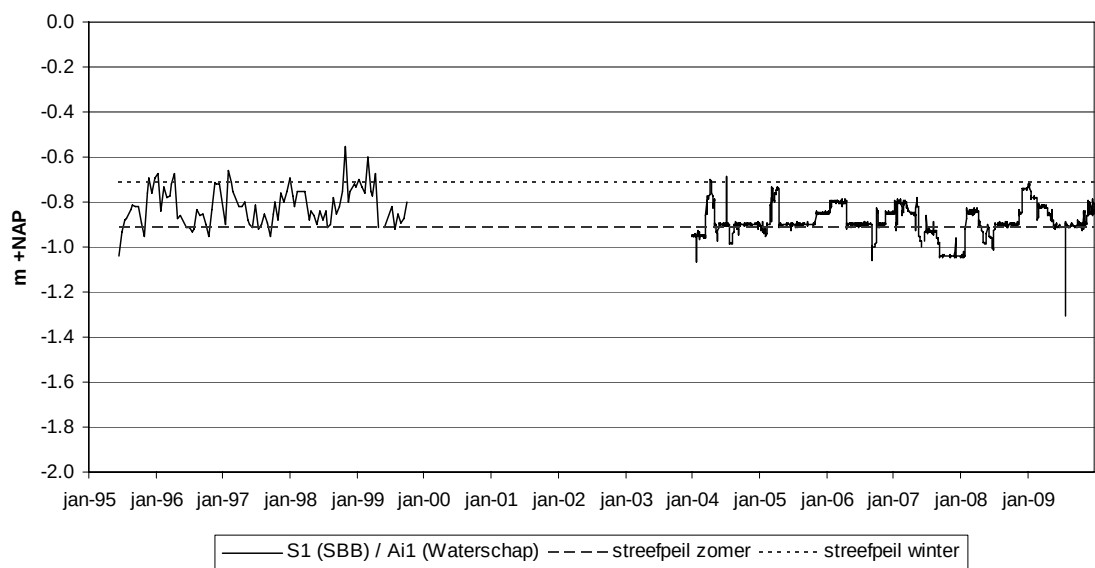
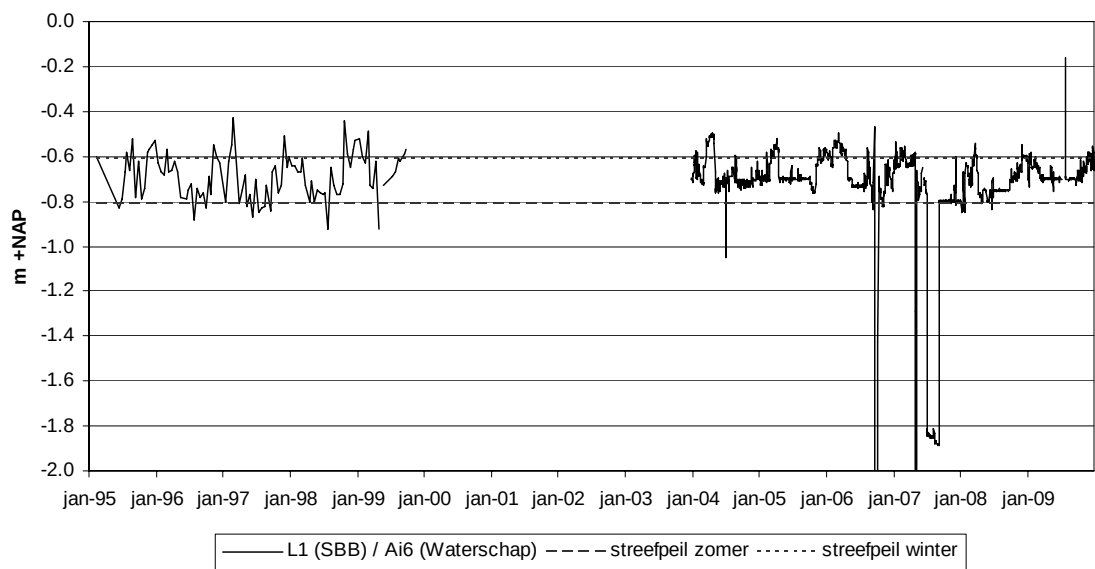
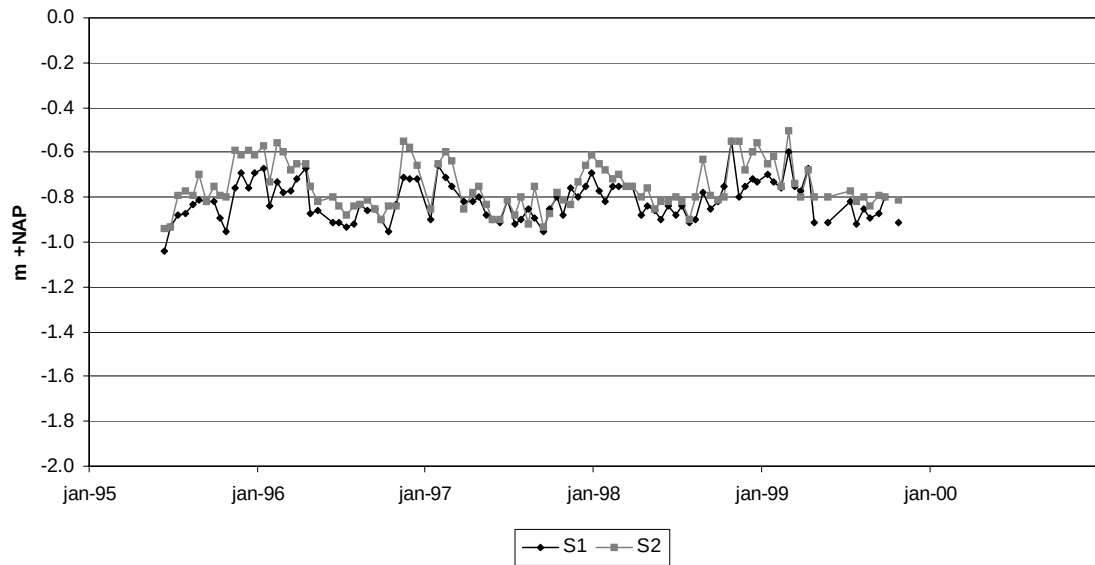
Technische gegevens meetpunten van derden

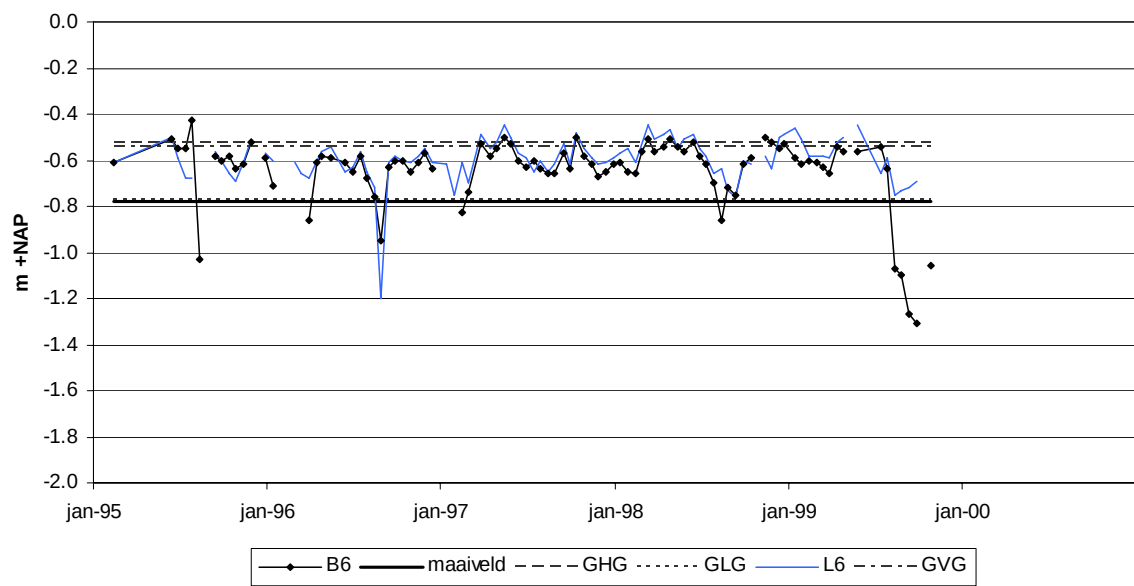
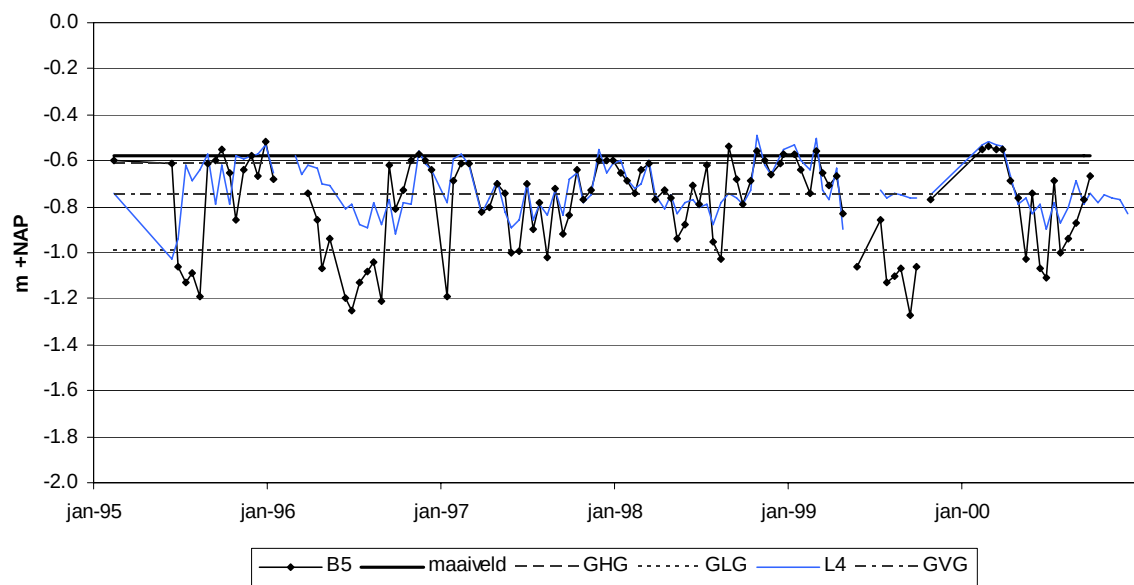
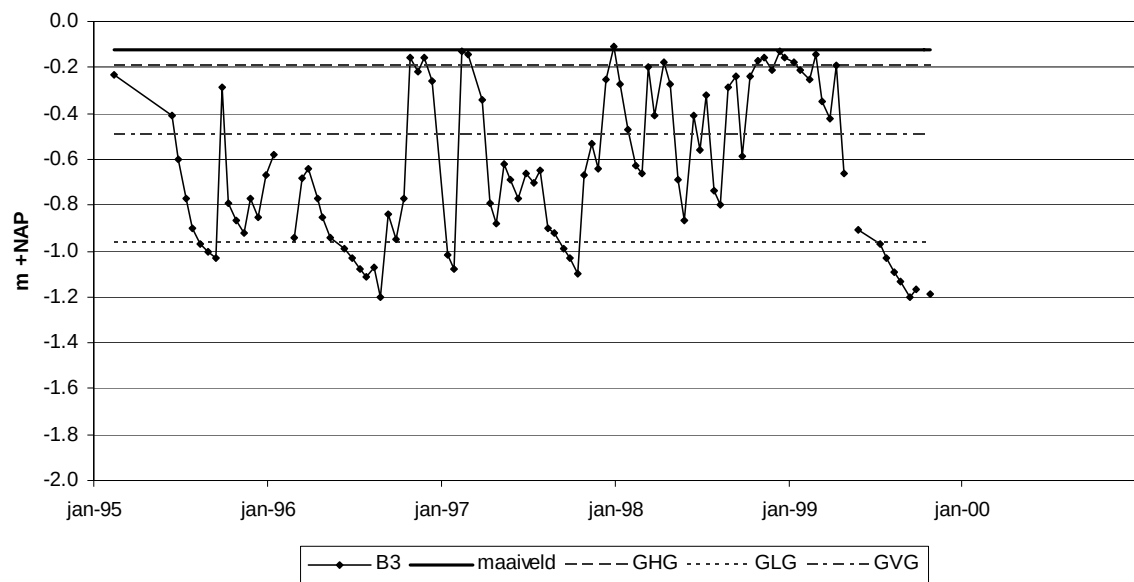
PUT	BUIS OLGA	X	Y	MV (cm NAP)	START	EIND	MEETPUNT (cm NAP)	MEETPUNT (cm MV)	BOV FILTER (cm NAP)	OND FILTER (cm NAP)	LENGTE (cm)
B21C0052	1 21CP0052	187620	503450	44	20-12-1948	1-9-1970	96	52	-710	-810	906
B21C0052	1 21CP0052	187620	503450	45	1-9-1970	28-5-1992	105	60	-710	-810	915
B21C0052	2 21CP0052	187620	503450	44	20-12-1948	1-9-1970	91	47	-2460	-2560	2651
B21C0052	2 21CP0052	187620	503450	45	1-9-1970	28-5-1992	102	57	-2460	-2560	2662
B21C0057	1 21CP0057	186650	500460	-20	20-12-1948	24-2-1987	30	50	-720	-820	850
B21C0057	1 21CP0057	186650	500460	-1	24-2-1987	14-9-1989	94	95	-720	-820	914
B21C0057	2 21CP0057	186650	500460	-20	20-12-1948	24-2-1987	28	48	-2220	-2320	2348
B21C0057	2 21CP0057	186650	500460	-1	24-2-1987	14-9-1989	89	90	-2220	-2320	2409
B21C0058	1 21CP0058	189350	500300	-13	20-12-1948	1-11-1960	47	60	-810	-910	957
B21C0058	1 21CP0058	189350	500300	-13	1-11-1960	29-3-1988	43	56	-810	-910	953
B21C0058	1 21CP0058	189350	500300	-13	29-3-1988	14-12-2002	47	60	-810	-910	957
B21C0058	2 21CP0058	189350	500300	-13	20-12-1948	1-2-1998	45	58	-3460	-3560	3605
B21C0058	2 21CP0058	189350	500300	-13	1-2-1998	14-12-2002	46	59	-3460	-3560	3606
B21C0152	1 21CP0152	187710	503470	132	14-10-1993	1-2-1998	190	58	-1063	-1169	1359
B21C0152	1 21CP0152	187710	503470	132	1-2-1998		188	56	-1063	-1169	1357
B21C0152	2 21CP0152	187710	503470	132	14-10-1993	1-2-1998	186	54	-2067	-2173	2359
B21C0152	2 21CP0152	187710	503470	132	1-2-1998		184	52	-2067	-2173	2357
B21C0312	1 21CL5003	188565	501900	-42	3-9-1948	6-2-1958	-29	13		-179	
B21C0312	1 21CL5003	188565	501900	-42	6-2-1958	10-10-1959	-22	20		-172	
B21C0312	1 21CL5003	188565	501900	-42	10-10-1959	9-6-1961	-10	32		-160	
B21C0312	1 21CL5003	188565	501900	-42	9-6-1961	3-12-1969	-42	0		-192	
B21C0312	1 21CL5003	188565	501900	-42	3-12-1969	13-12-1977	-42	0		-187	
B21C0312	1 21CL5003	188565	501900	-42	13-12-1977	20-4-1982	-40	2		-190	
B21C0312	1 21CL5003	188565	501900	-42	20-4-1982	28-2-1988	-42	0		-192	

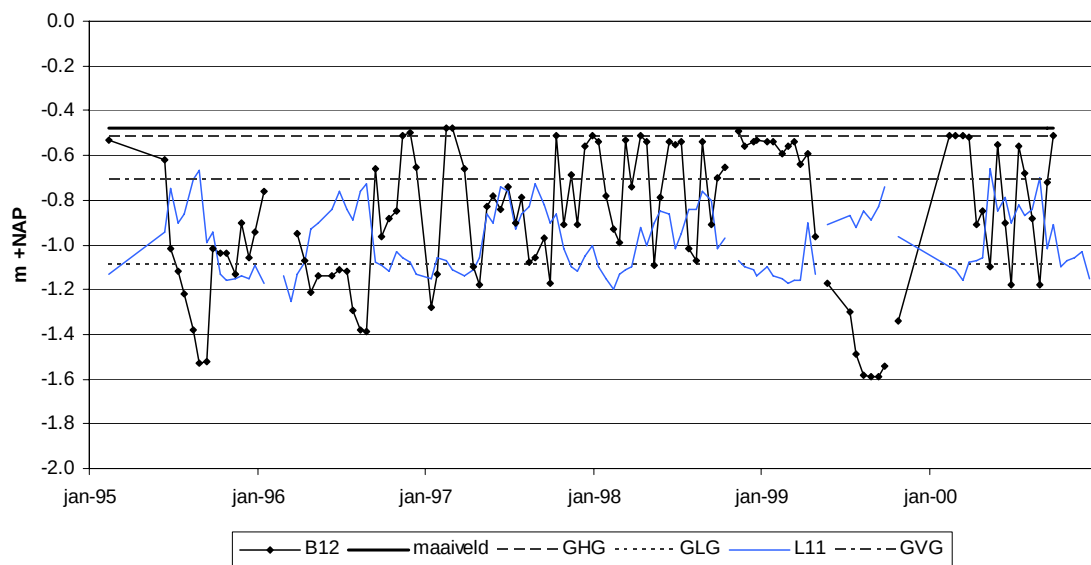
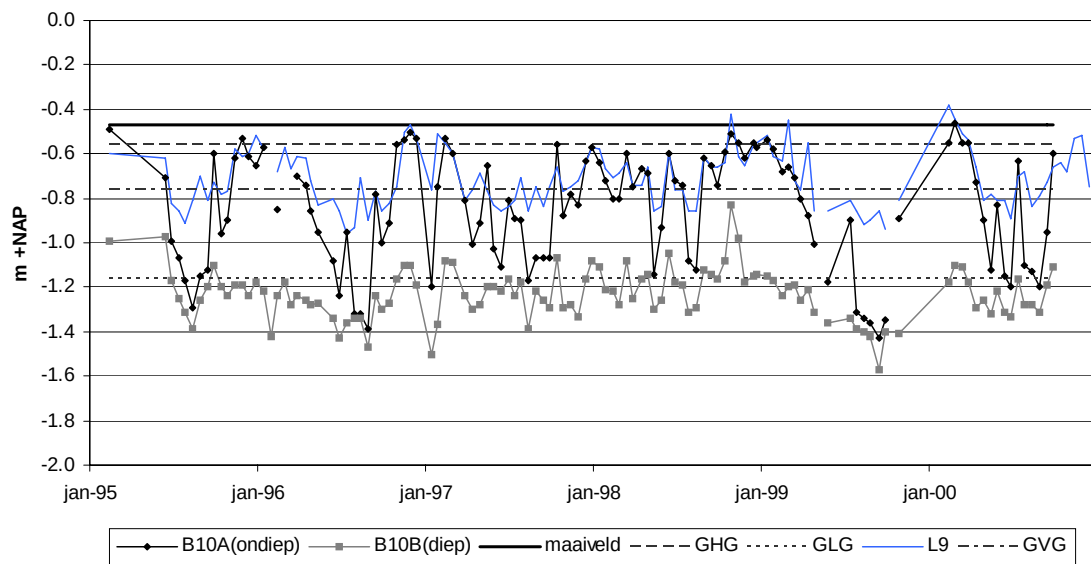
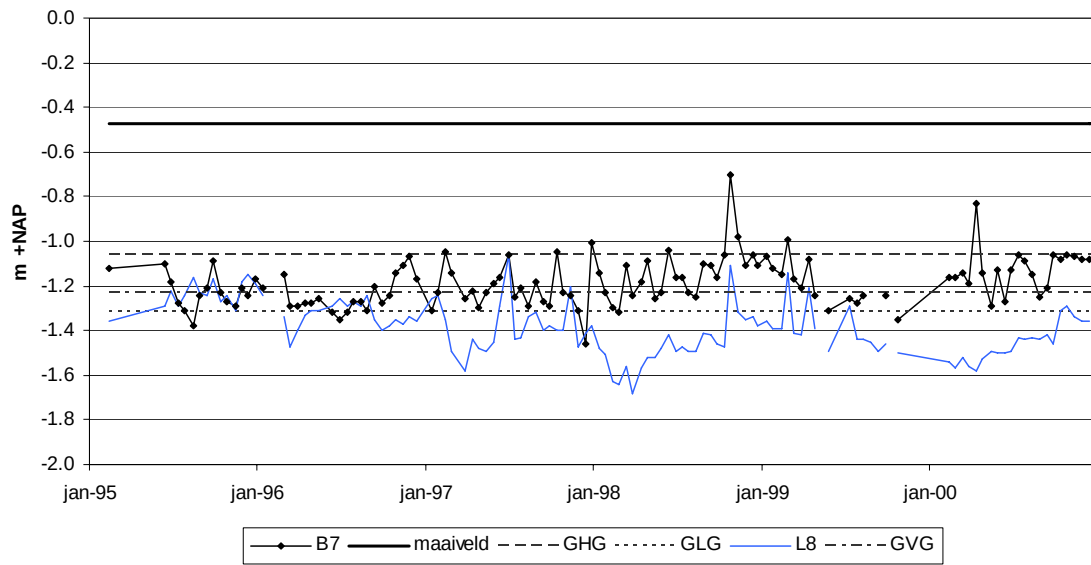
Bijlage 2

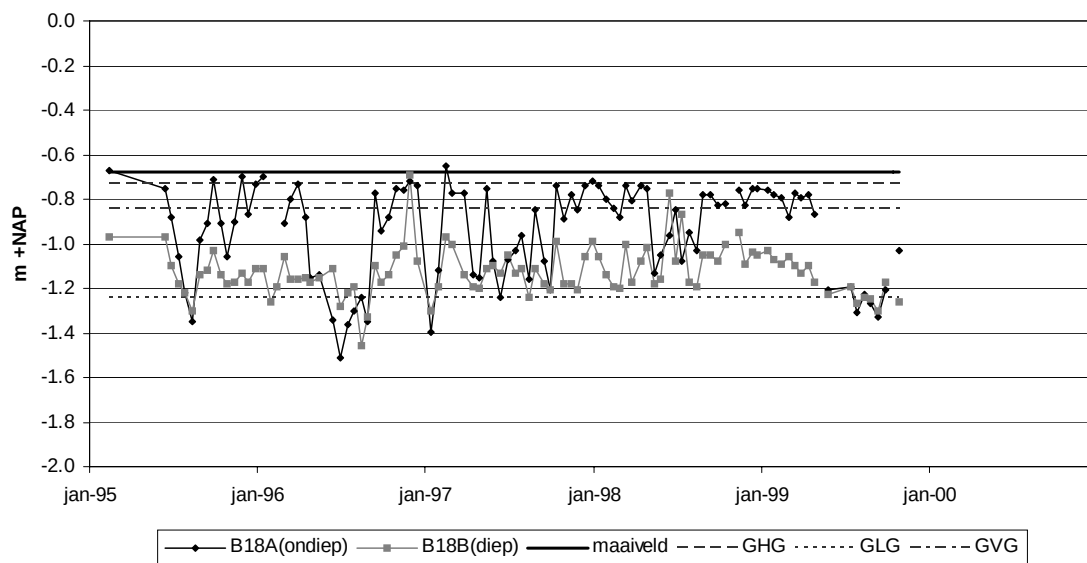
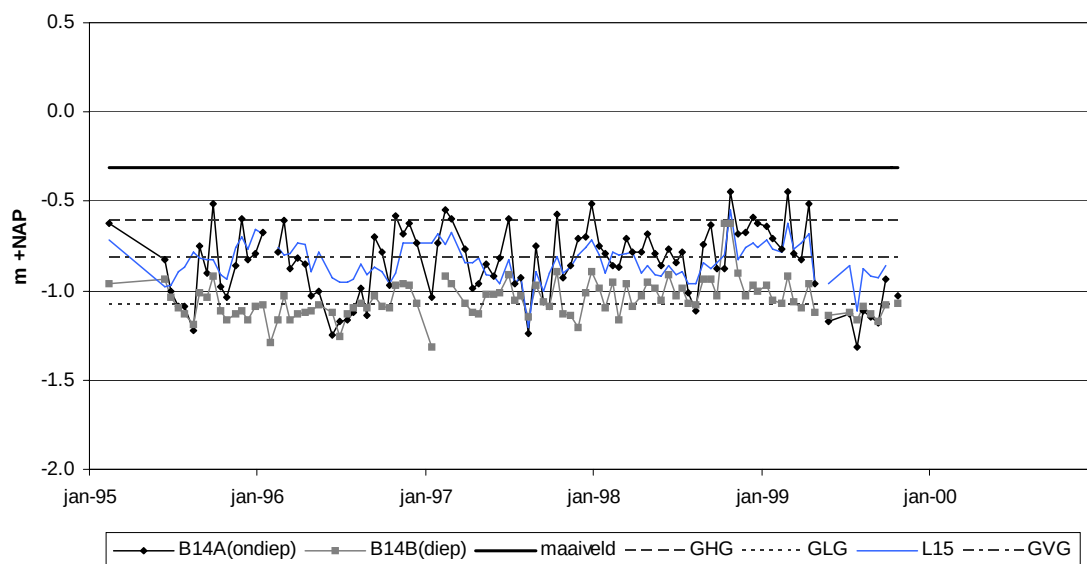
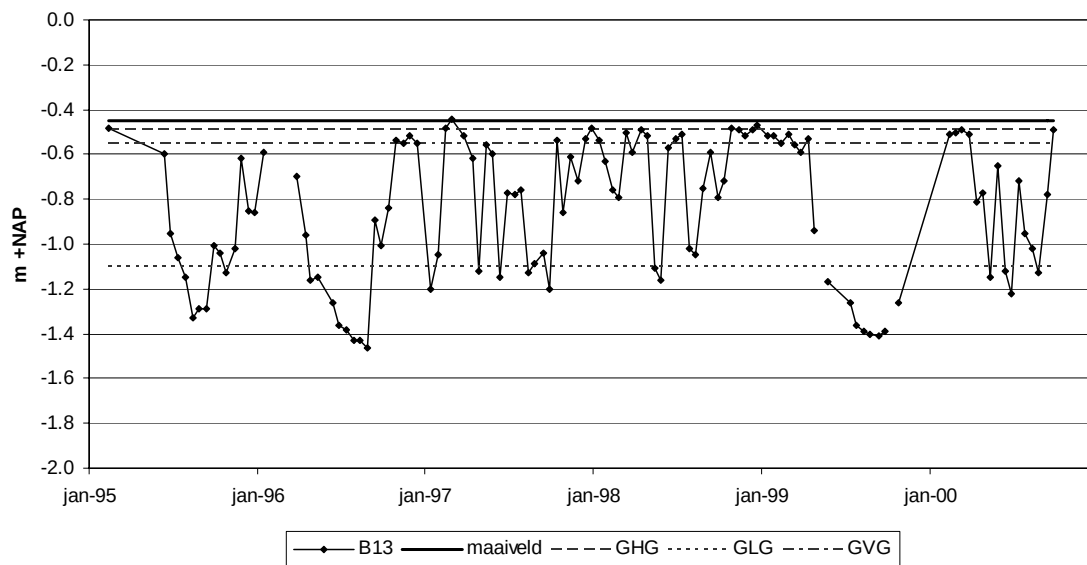
Grafieken oppervlaktewater- en grondwaterstandsverloop

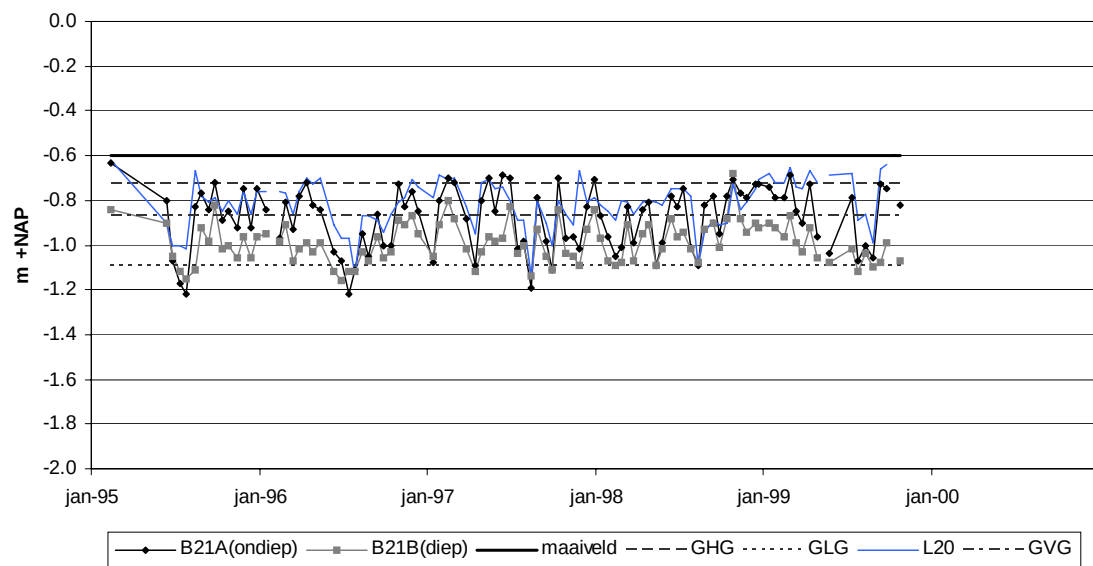
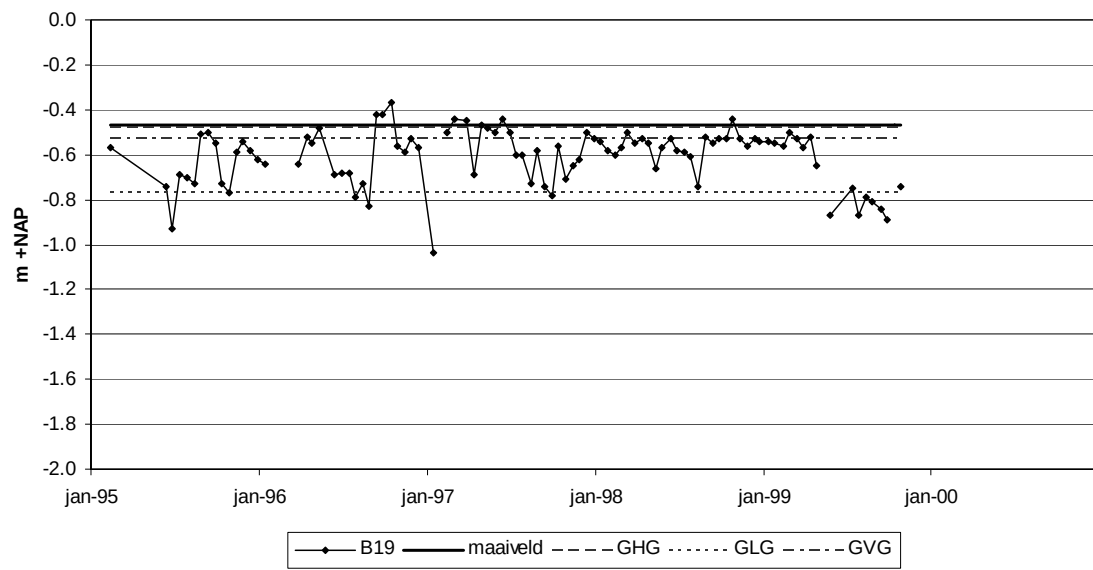
- Grafieken van het oppervlaktewaterstandsmeetpunten bij de stuwen
- Grafieken van de peilbuizen van het oude meetnet
- Grafieken van peilbuizen B7, B10 en B21 van (het oude en) het nieuwe meetnet
- Grafieken van de peilbuizen van derden

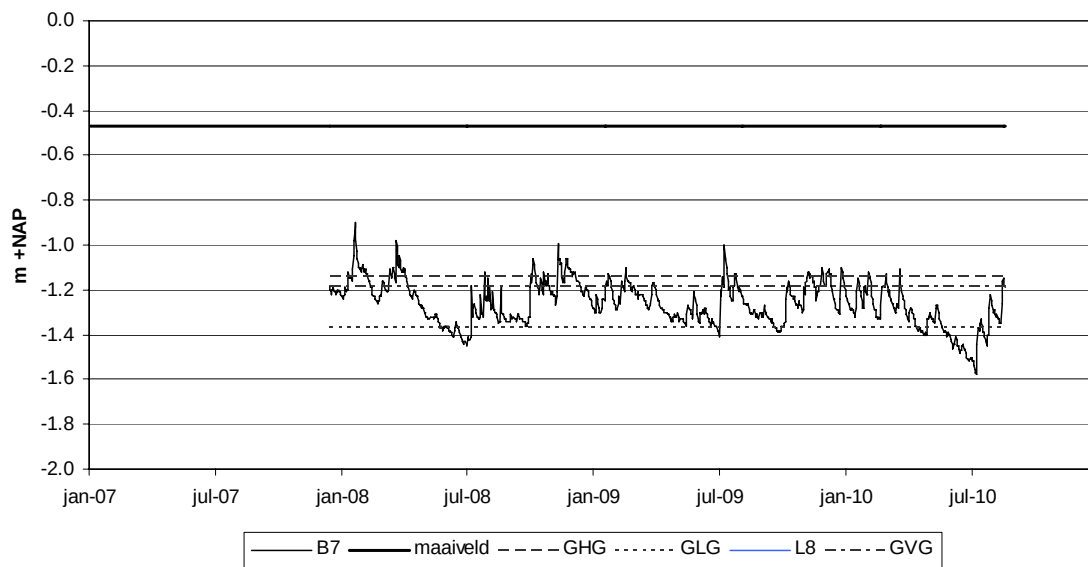
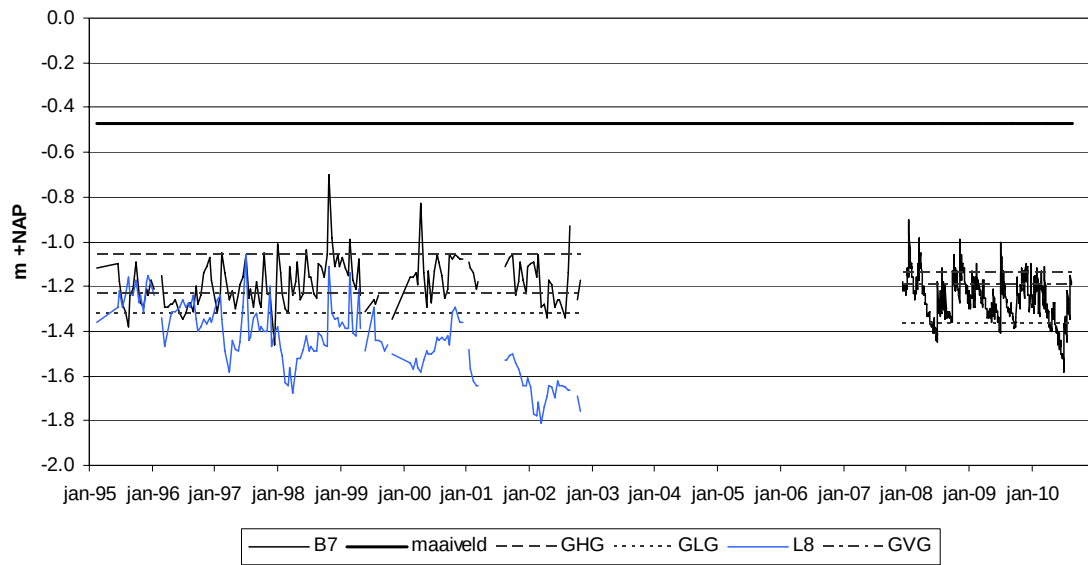


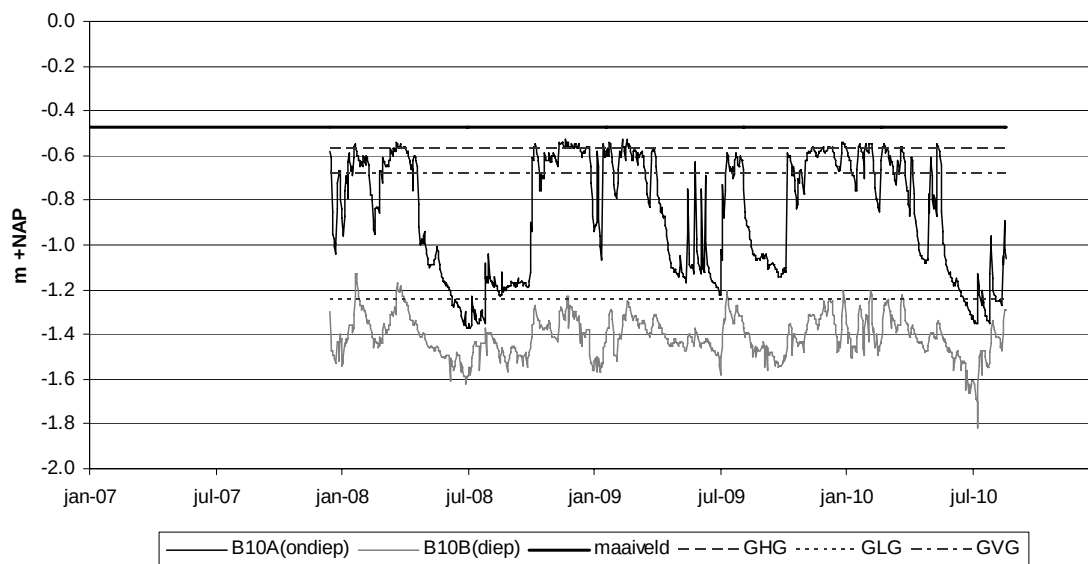
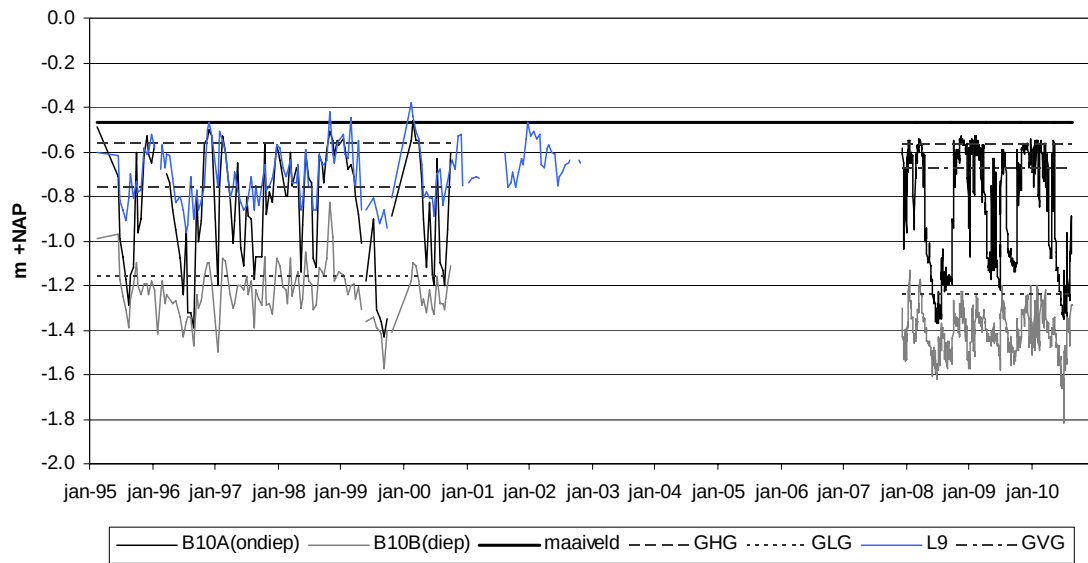


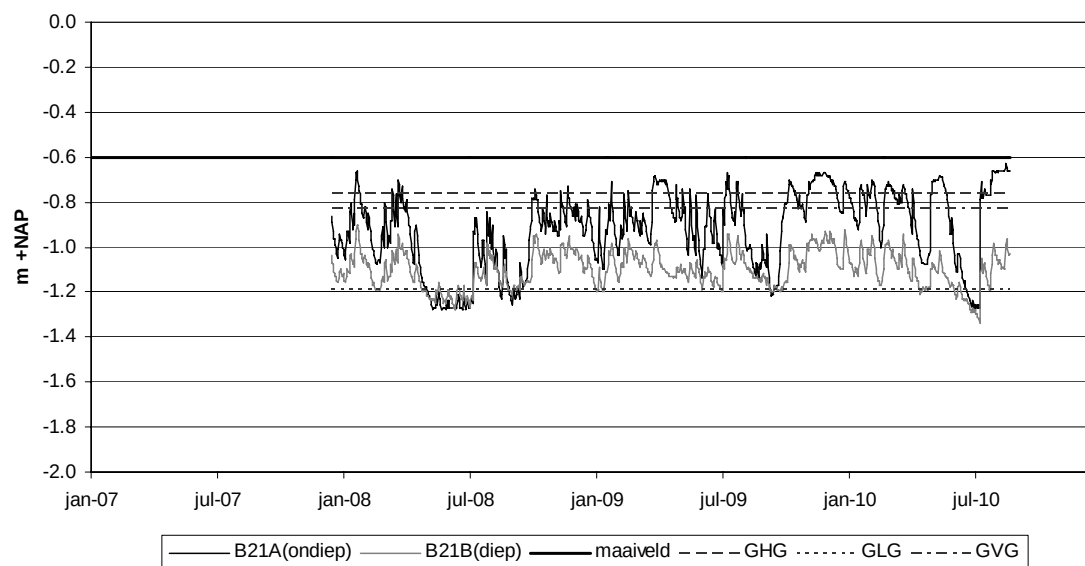
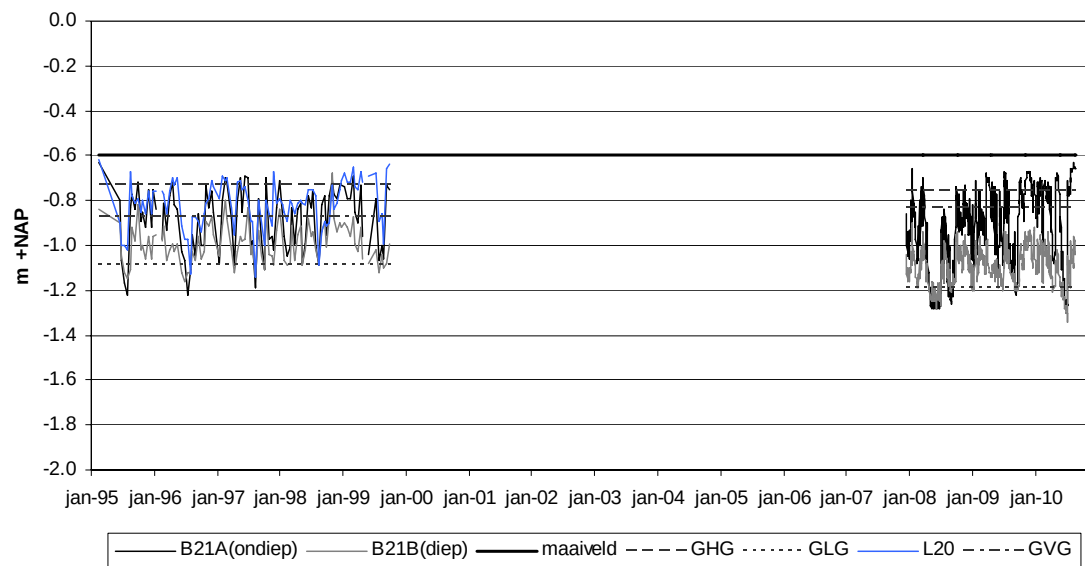


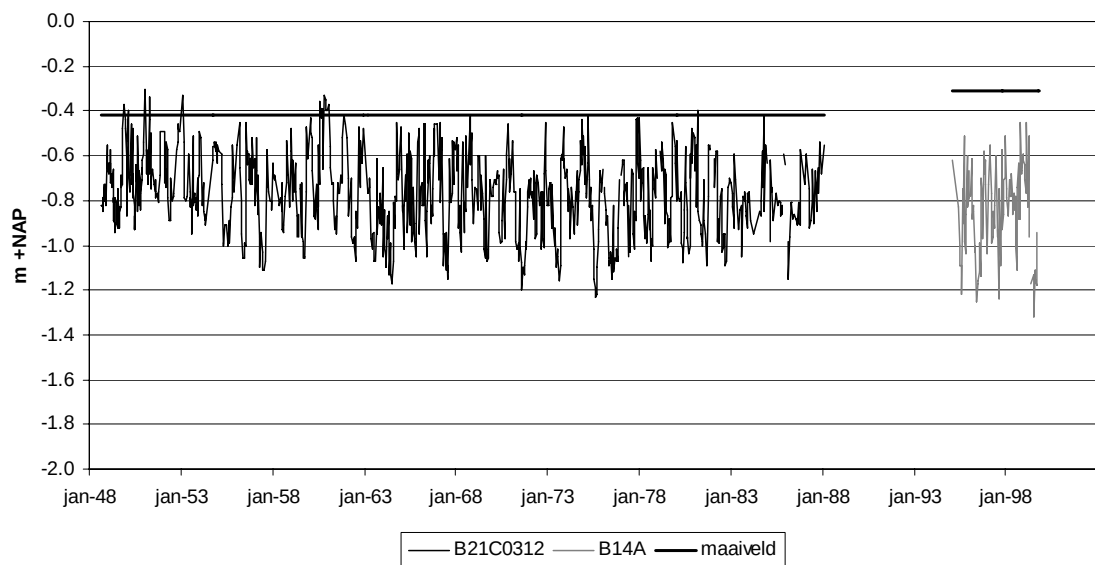
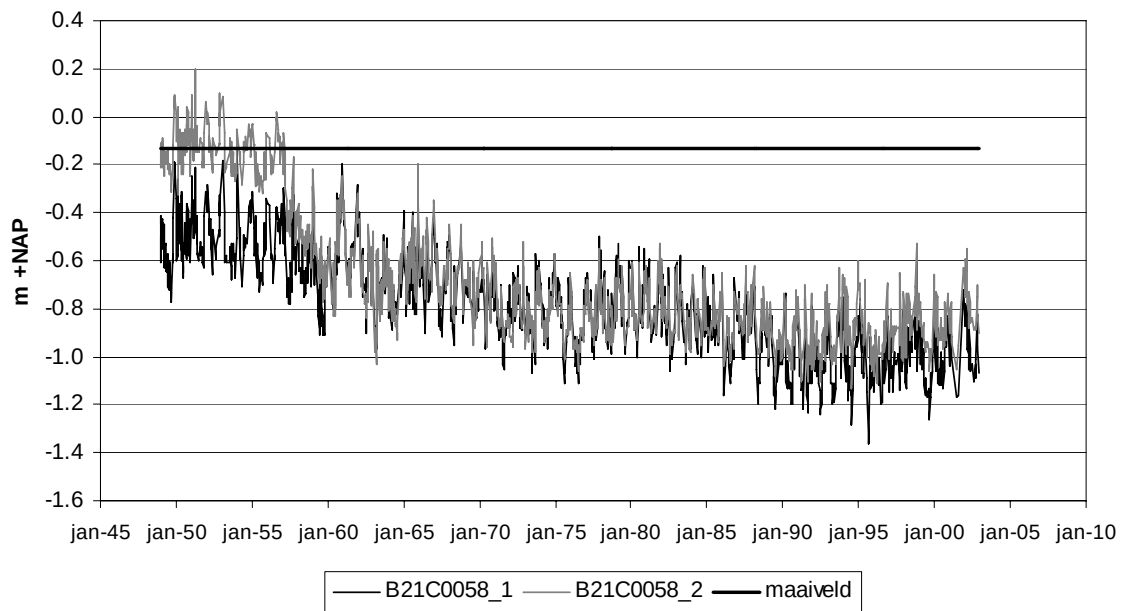
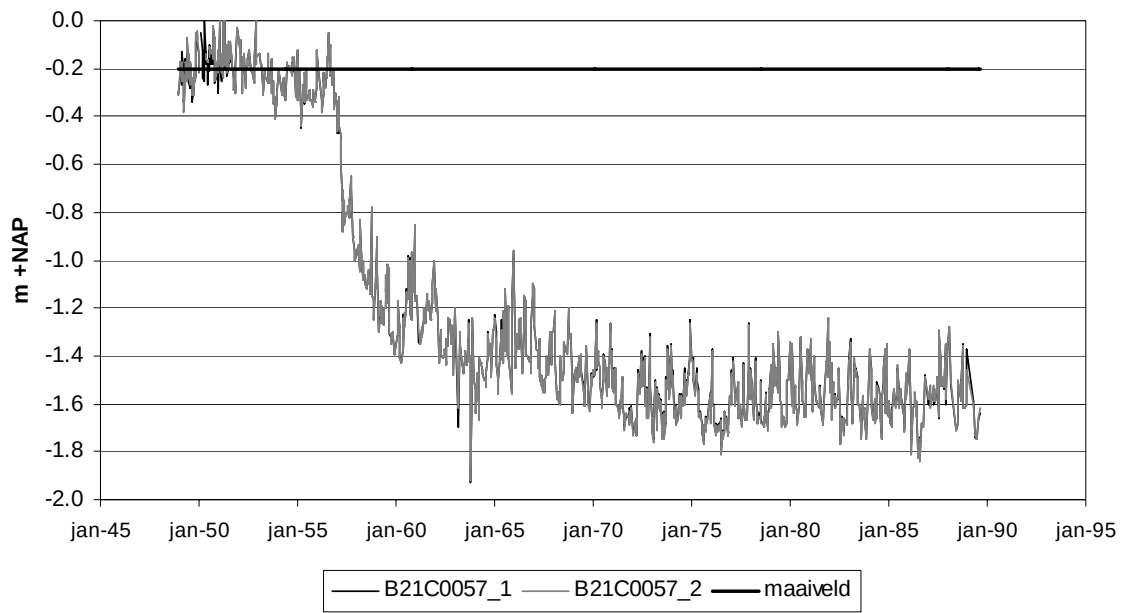












Bijlage 3

Tabellen met de resultaten van de modelberekeningen met behulp van Menyanthes

OOSTERWOLDE: STATISTIEKEN TIJDREEKSMODELLEN MET VERKLARENDE REEKSEN NEERSLAG EN VERDAMPING

(grondwaterreeksen B5, B7, B10A en B10B gecorrigeerd: zie hoofdstuk 2)

MODEL NAME	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (m NAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV
B3_1	71.8	0.18	0.17	-0.79	252.4	28.2	1.05	0.16
B5a_1	63.6	0.12	0.11	-0.71	52.0	10.7	2.30	0.50
B6_1	18.0	0.14	0.11	-0.61	45.5	24.9	1.92	1.50
B7a_1	61.5	0.07	0.07	-1.33	75.2	8.6	0.40	0.09
B10Aa_1	69.0	0.14	0.14	-0.78	97.1	15.2	1.80	0.30
B10Ba_2	67.2	0.07	0.05	-1.31	60.9	6.1	0.61	0.11
B12_1	66.5	0.18	0.15	-1.07	222.1	25.4	0.87	0.13
B13_1	70.4	0.17	0.15	-0.86	177.8	22.4	1.35	0.21
B14A_1	73.2	0.10	0.10	-0.81	80.1	12.4	1.78	0.30
B14B_2	68.2	0.06	0.06	-1.17	59.3	6.3	0.18	0.10
B18A_1	60.7	0.13	0.12	-0.92	85.6	15.8	1.53	0.30
B18B_2	58.0	0.07	0.07	-1.19	51.9	5.9	0.53	0.13
B19_1	31.0	0.11	0.09	-0.59	35.2	14.3	1.80	0.84
B21A_1	40.8	0.11	0.10	-0.71	170.4	3490.0	2.04	0.71
B21B_2	74.2	0.05	0.04	-1.02	34.2	3.4	0.89	0.15

Voor overige tabellen: z.o.z.

OOSTERWOOLDE: STATISTIEKEN TIJDREEKSMODELLEN VOOR B7, B10 EN B21 NIEUWE REEKSEN VAN DE DIVERS

VERKLARENDE REEKSEN NEERSLAG EN VERDAMPING

MODEL NAME	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (m NAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV
B7diver_1	73.5	0.05	0.03	-2.02	507.7	457.0	0.58	0.03
B10Adiver_1	79.4	0.12	0.05	-0.92	182.6	11.7	1.24	0.06
B10Bdiver_2	60.3	0.06	0.03	-23.80	18670.0	115000.0	0.59	0.03
B21Adiver_1	46.0	0.13	0.04	-0.97	67.5	5.1	0.98	0.08
B21Bdiver_2	55.6	0.05	0.03	-9.91	6899.0	278000.0	0.54	0.04

VERKLARENDE REEKSEN NEERSLAG EN VERDAMPING EN LINEAIR TREND

MODEL NAME	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (m NAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV	LINEAIR TREND (m)	SDEV
B7diver_1	85.9	0.04	0.02	-1.29	70.7	3.1	0.81	0.03	0.08	0.00
B21Adiver_1	64.1	0.10	0.04	-1.09	70.3	4.9	1.11	0.08	0.26	0.01
B21Bdiver_2	75.4	0.04	0.02	-1.16	43.2	1.8	0.91	0.04	0.04	0.00

OOSTERWOOLDE: STATISTIEKEN TIJDREEKSMODELLEN VOOR B7, B10 EN B21 AANGEVULD MET NIEUWE REEKSEN VAN DE DIVERS

VERKLARENDE REEKSEN NEERSLAG EN VERDAMPING

MODEL NAME	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (m NAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV
B7ahandendiver_1	72.8	0.05	0.03	-1.33	74.7	3.8	0.78	0.04
B10Aahandendiver_1	77.7	0.13	0.06	-0.86	150.7	8.5	1.41	0.07
B10Bahandendiver_2	47.1	0.08	0.03	-1.48	74.9	6.3	0.67	0.05
B21Ahandendiver_1	44.5	0.13	0.04	-0.95	60.6	4.4	1.05	0.09
B21Bhandendiver_2	63.5	0.05	0.02	-1.12	39.9	1.9	0.93	0.05

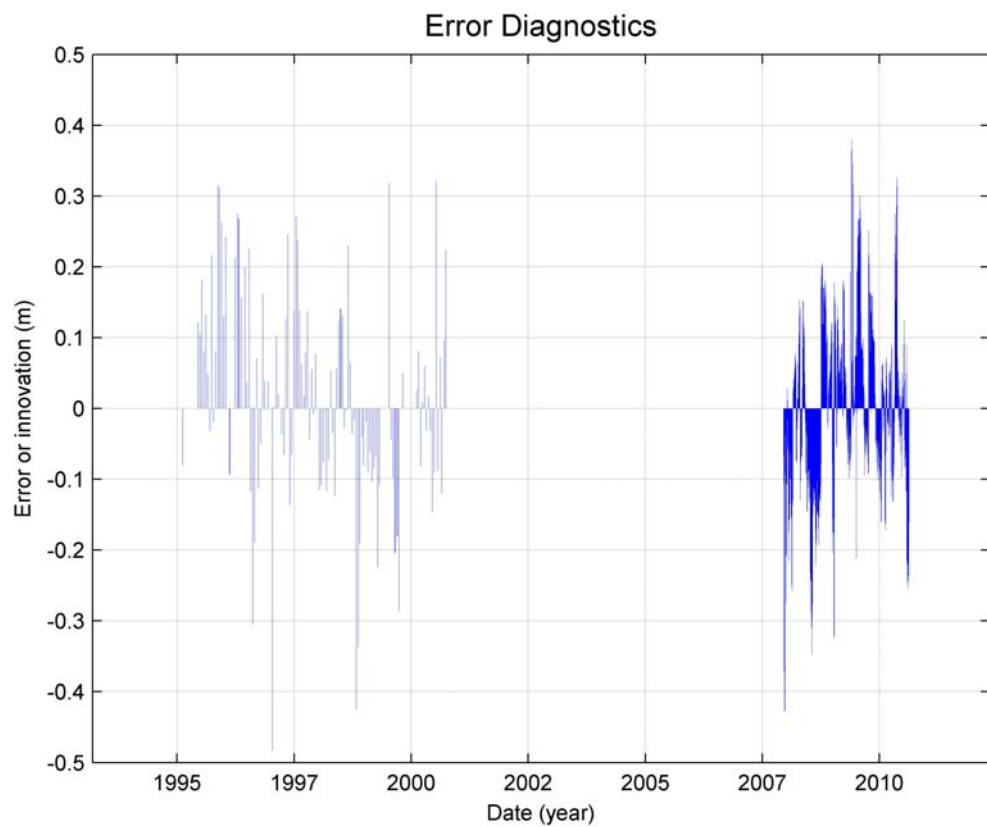
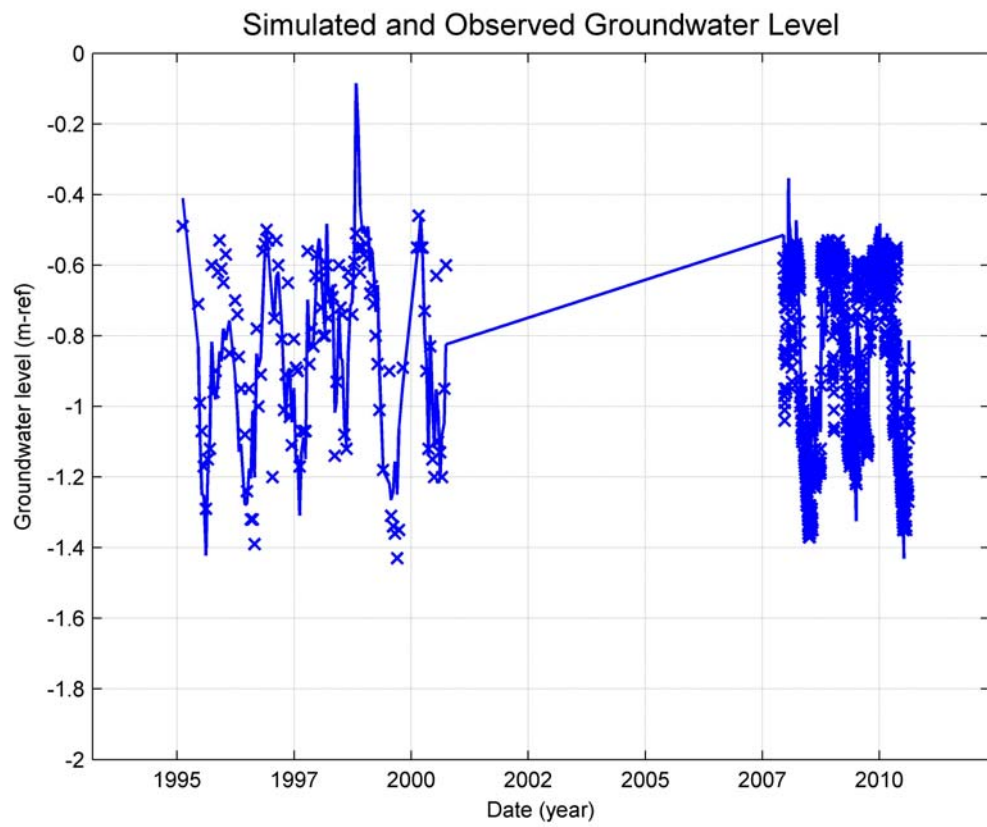
VERKLARENDE REEKSEN NEERSLAG EN VERDAMPING EN STEPTREND TUSSEN DE OUDE EN NIEUWE REEKSEN EN/OF LINEAIR TREND IN NIEUWE REEKS

MODEL NAME	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (m NAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV	STEP TREND (m)	SDEV	LINEAIR TREND (m)	SDEV
B7ahandendiver_1 step en linear	82.1	0.04	0.03	-1.27	68.5	2.9	0.78	0.03	-0.02	0.00	-0.09	0.00
B7ahandendiver_1 met linear trend	81.9	0.04	0.03	-1.28	69.1	2.9	0.77	0.03			-0.08	0.00
B10Aahandendiver_1 met step	77.8	0.13	0.06	-0.85	150.8	8.5	1.41	0.07	-0.02	0.01		
B10Bahandendiver_2 met step	72.8	0.06	0.03	-1.33	80.2	4.9	0.66	0.04	-0.18	0.01		
B21Ahandendiver_1 step en linear	61.6	0.11	0.04	-0.90	61.5	4.0	1.21	0.09	-0.17	0.01	0.26	0.01
B21Bhandendiver_2 step en linear	78.4	0.04	0.02	-1.02	41.3	1.6	0.93	0.04	-0.13	0.00	0.04	0.00

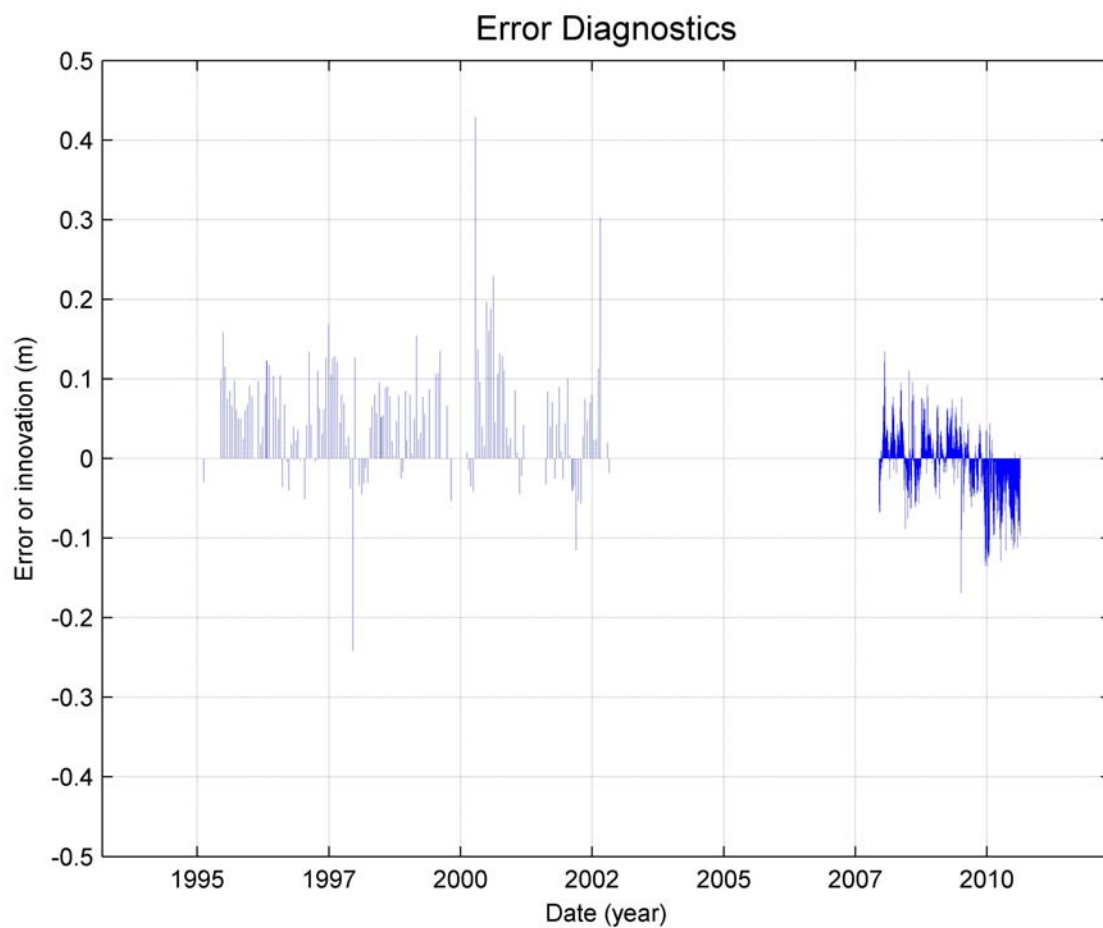
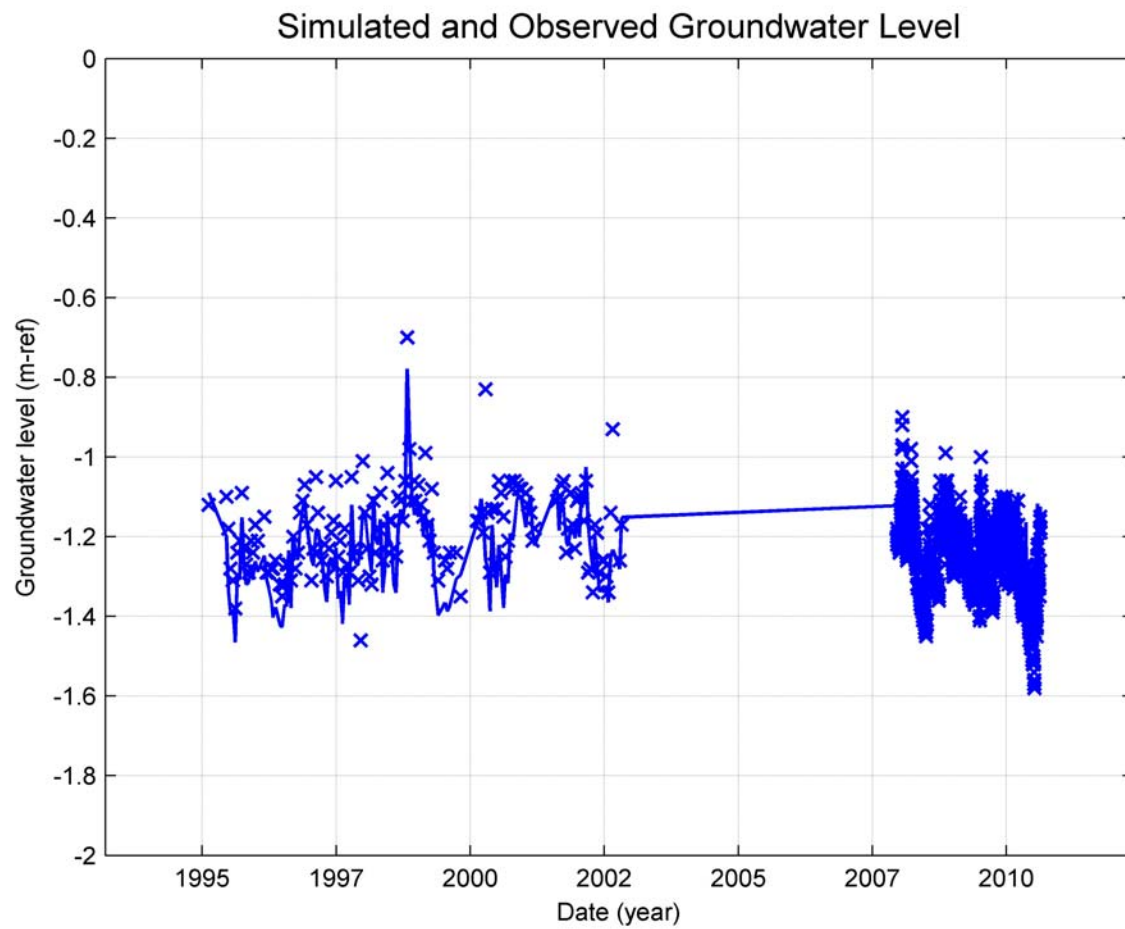
Bijlage 4

Grafieken van de resultaten van de modelberekeningen met behulp van Menyanthes voor een selectie van meetpunten

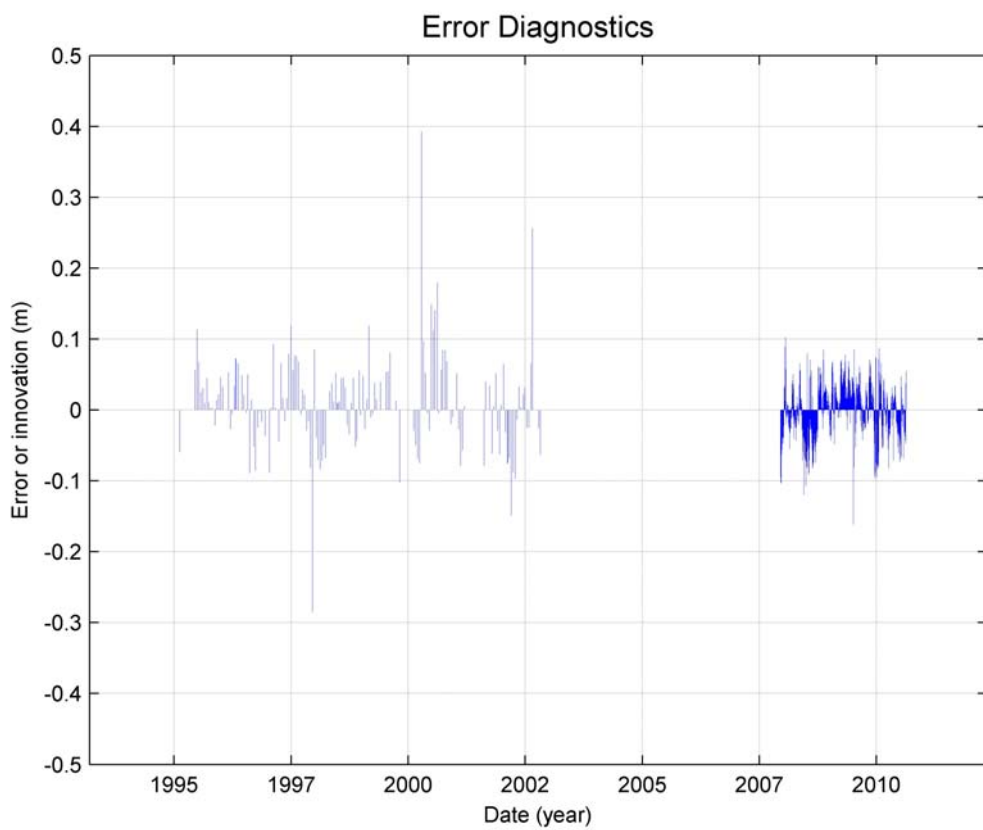
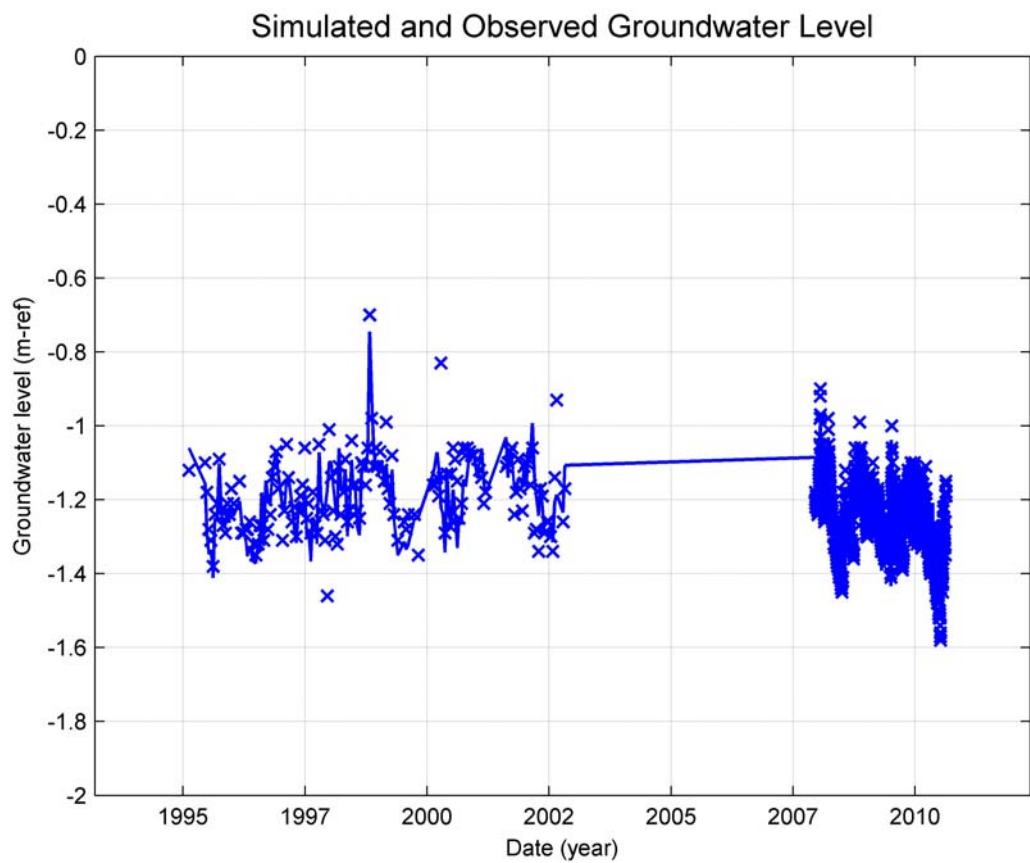
B10A: model met alleen de neerslag en de verdamping als verklarende factoren



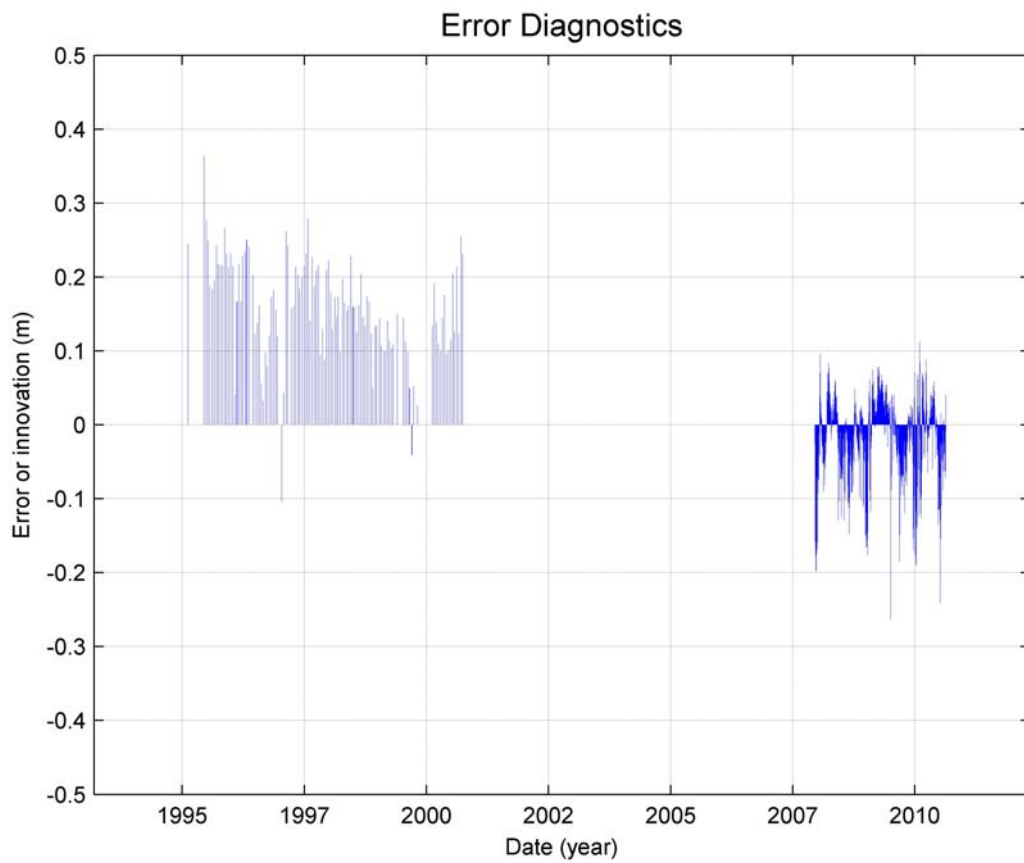
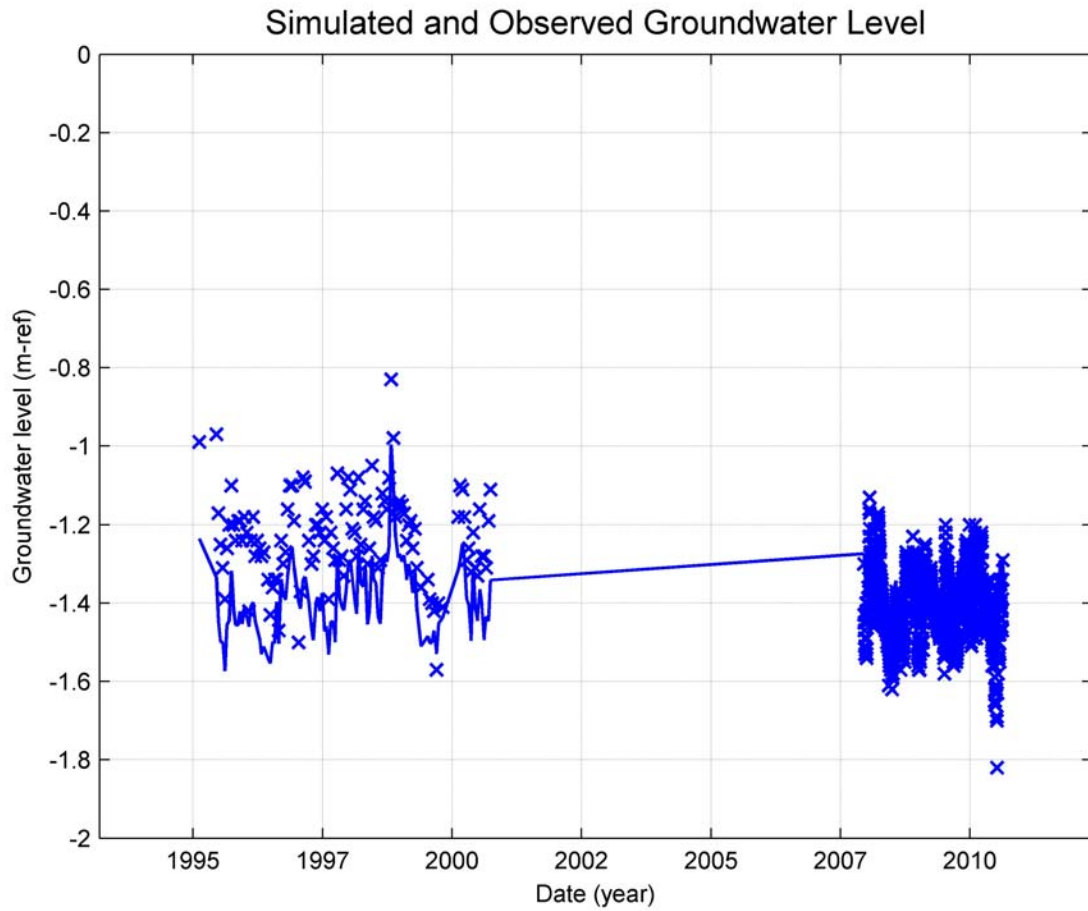
B7 handmatig en diver reeks: model met alleen de neerslag en de verdamping als verklarende factoren



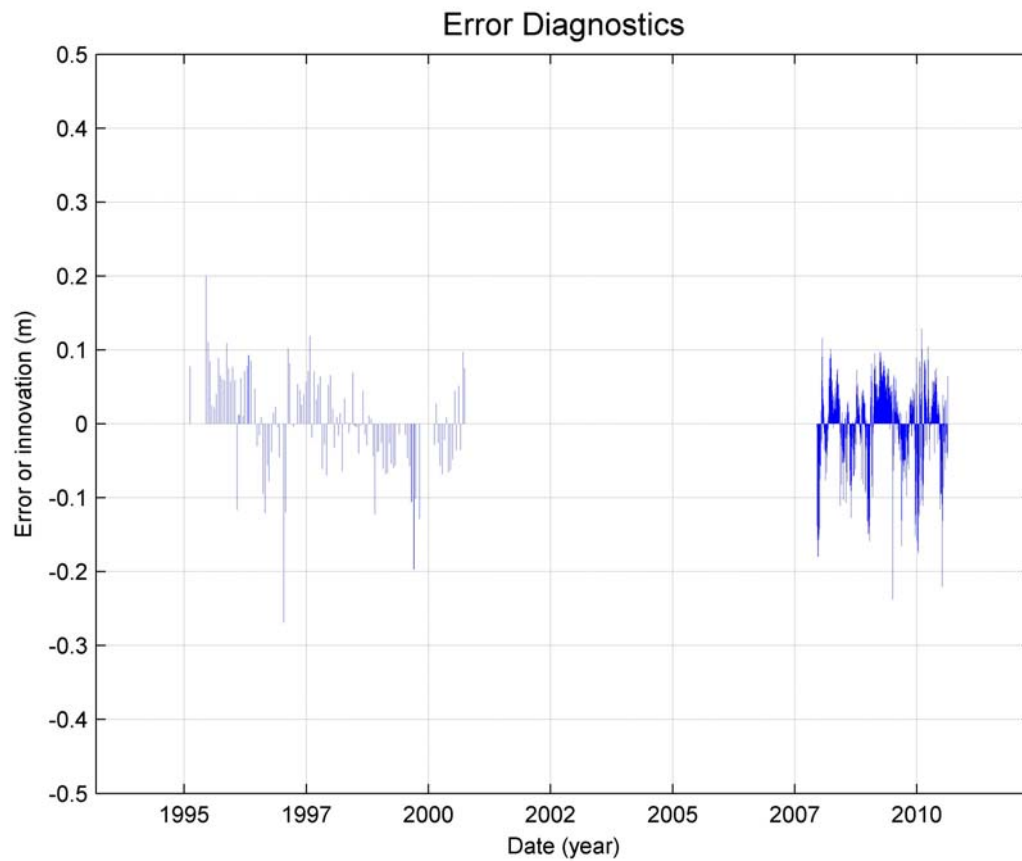
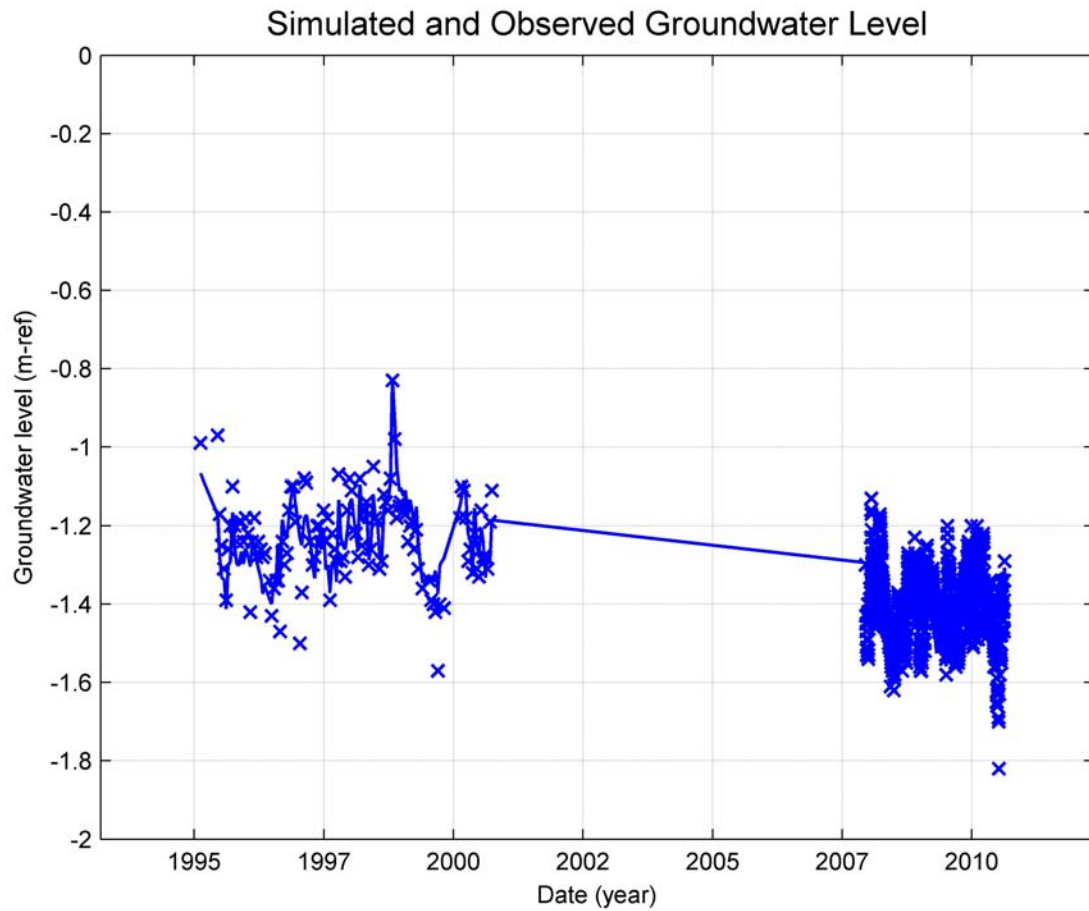
B7: model met de neerslag en de verdamping als verklarende factoren, en een lineair trend in de nieuwe reeks



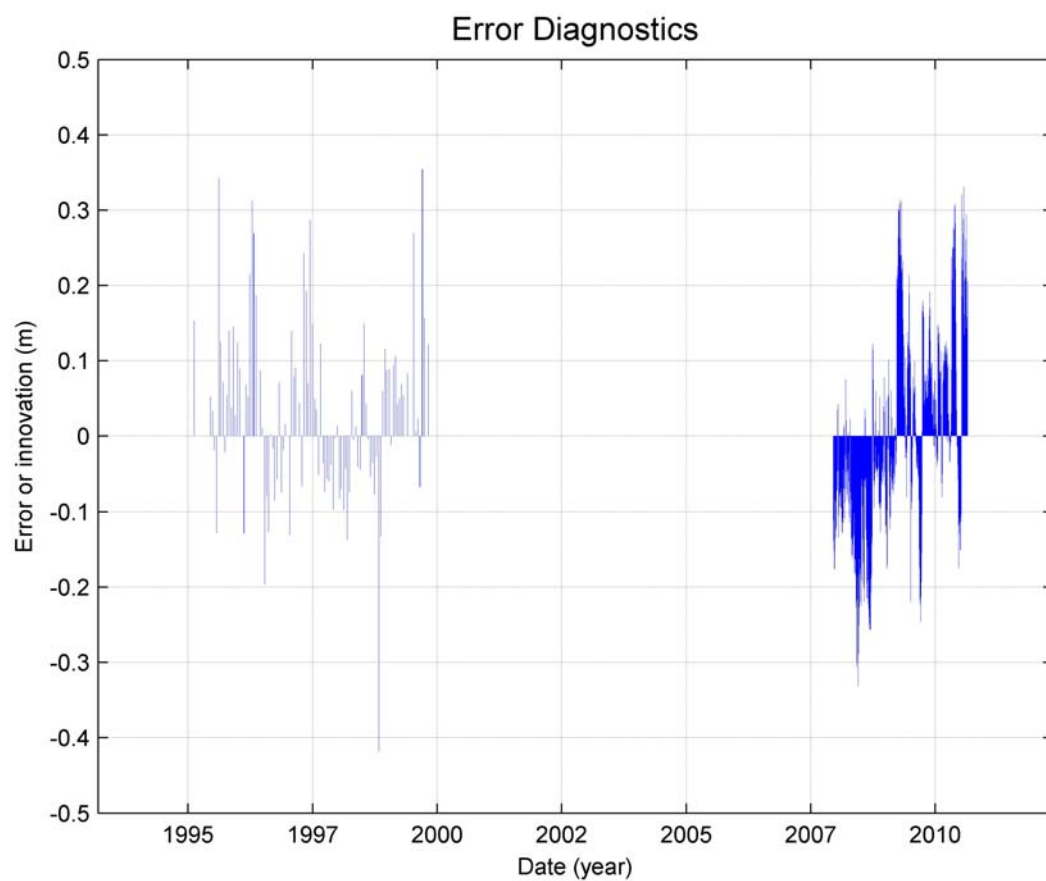
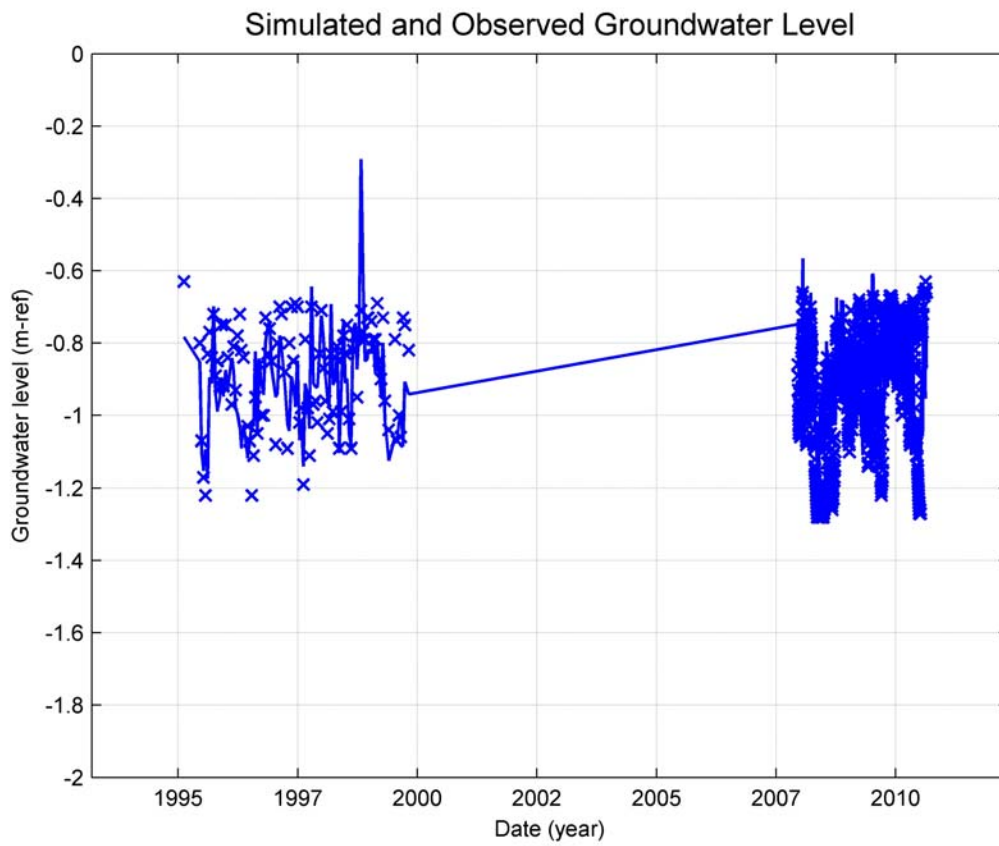
B10B: model met alleen de neerslag en de verdamping als verklarende factoren



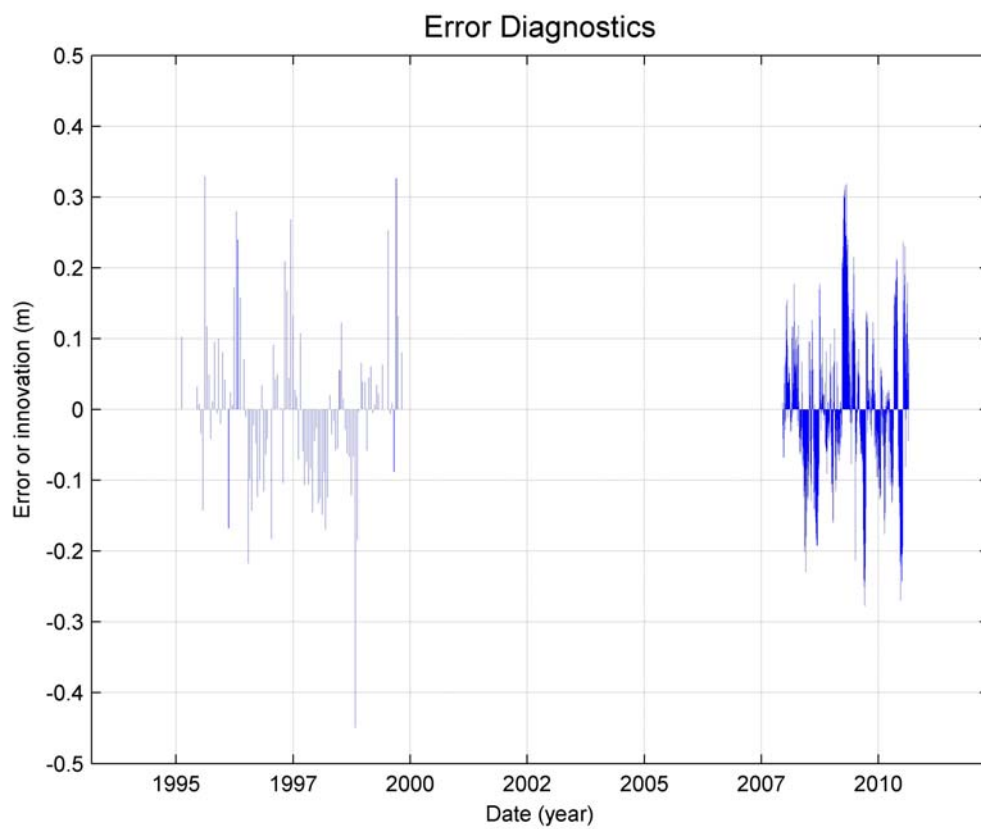
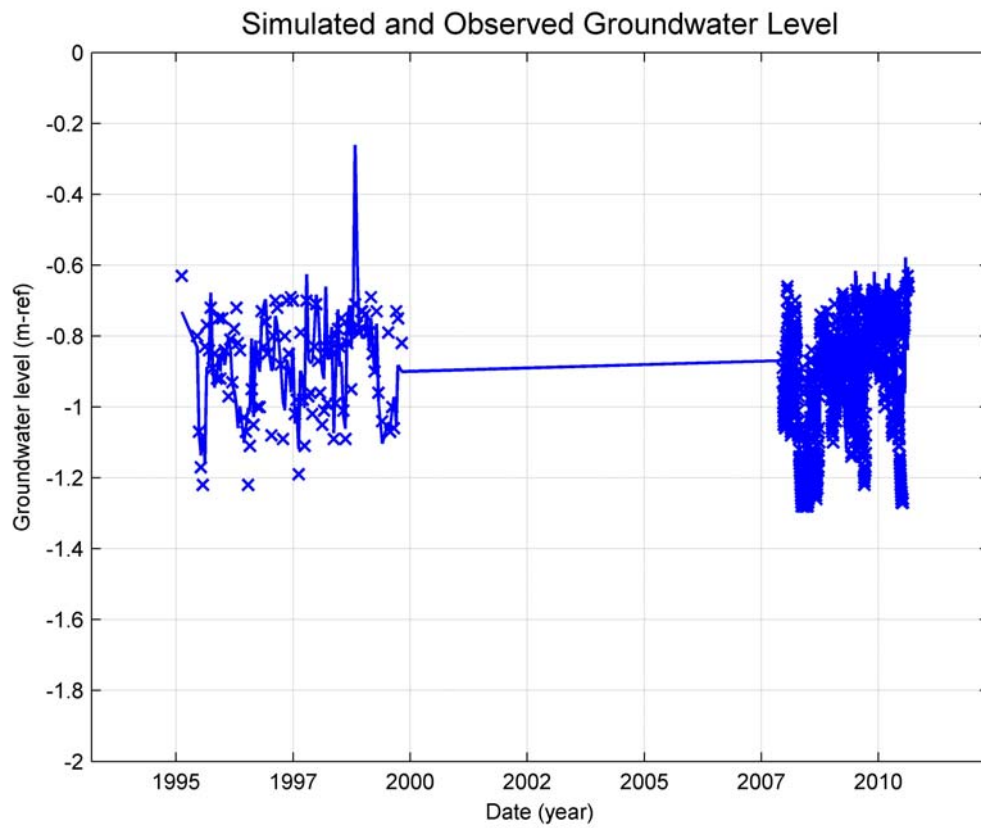
B10B: model met de neerslag en de verdamping als verklarende factoren,
en een steptrend tussen de oude en de nieuwe reeks



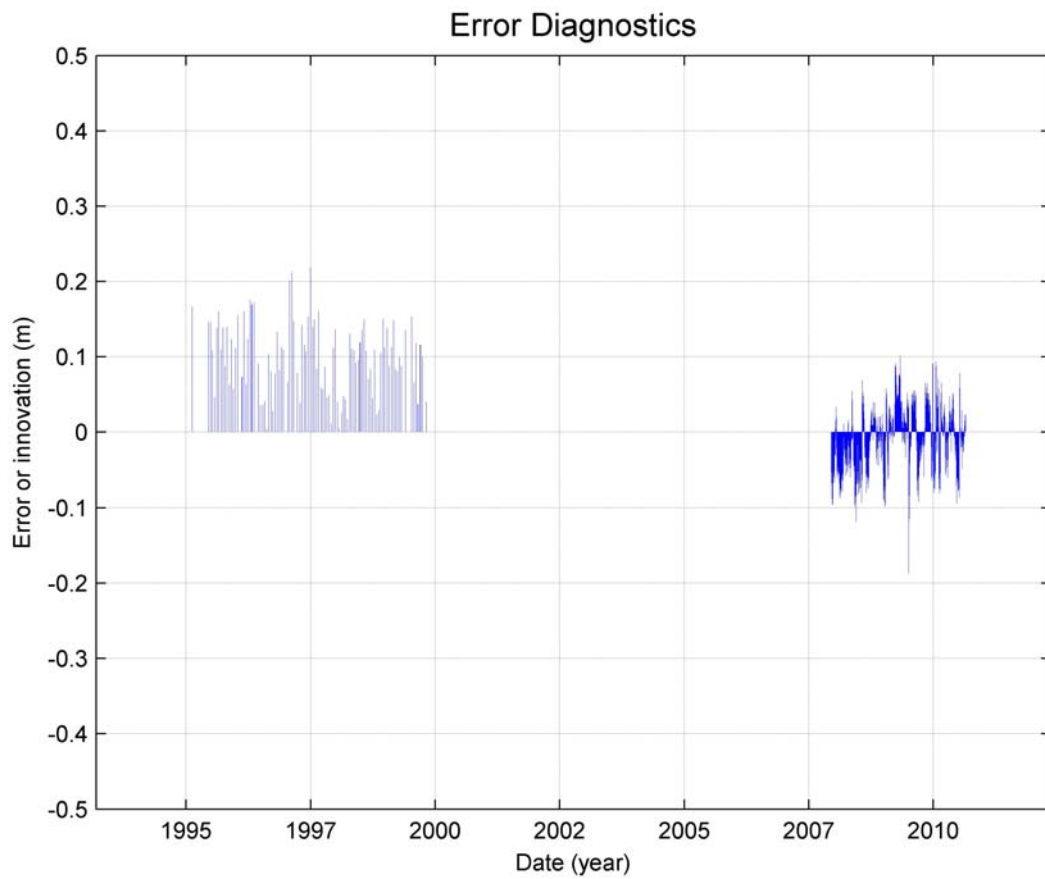
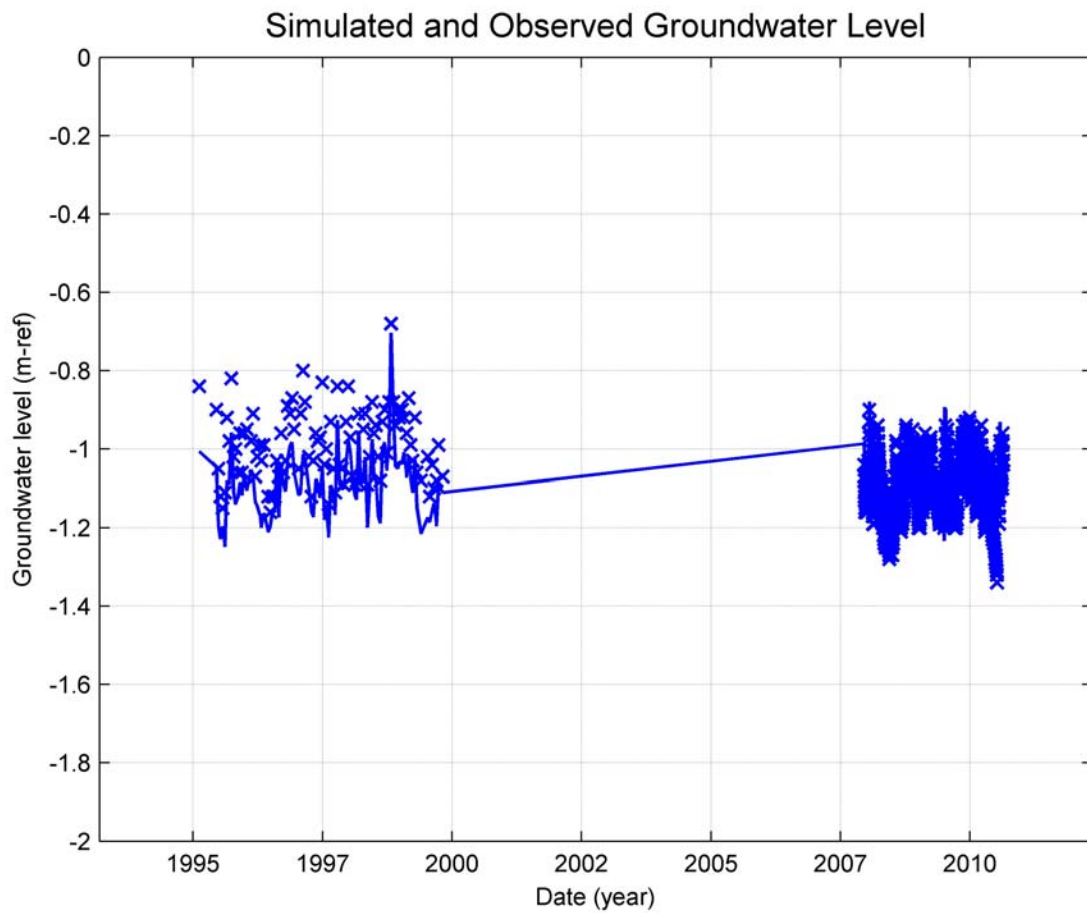
B21A: model met de neerslag en de verdamping als verklarende factoren



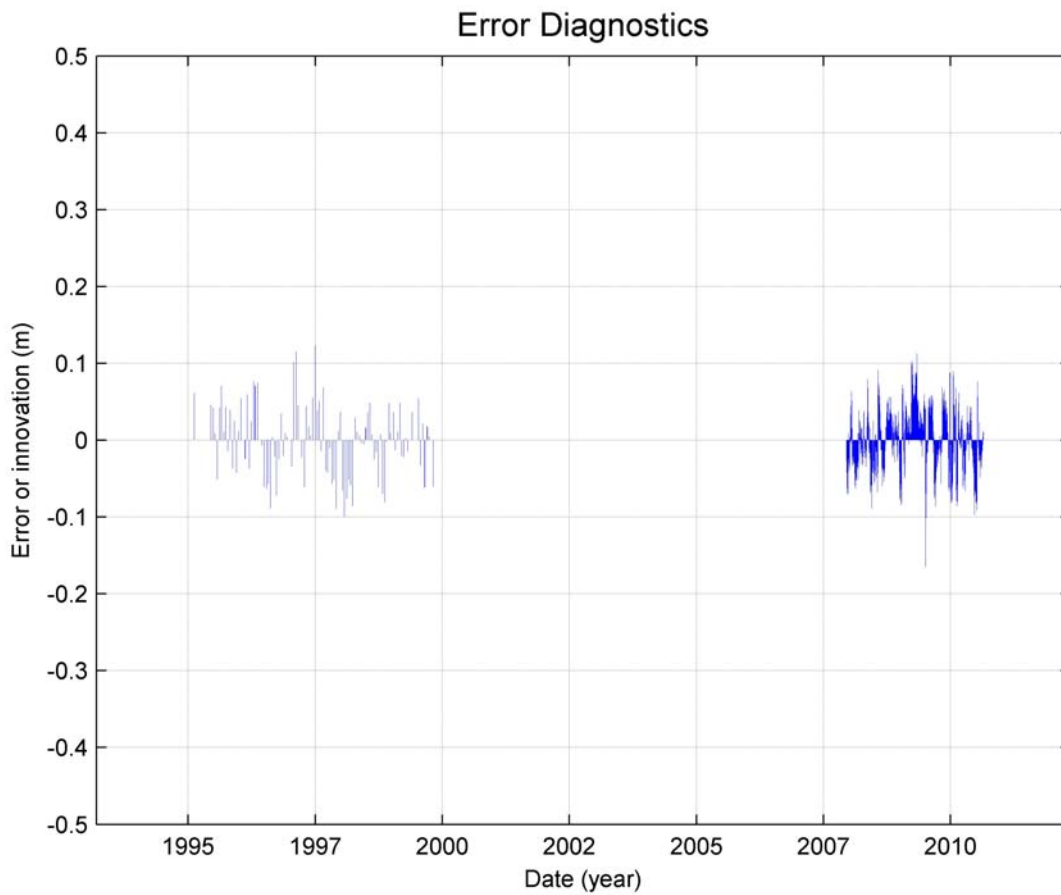
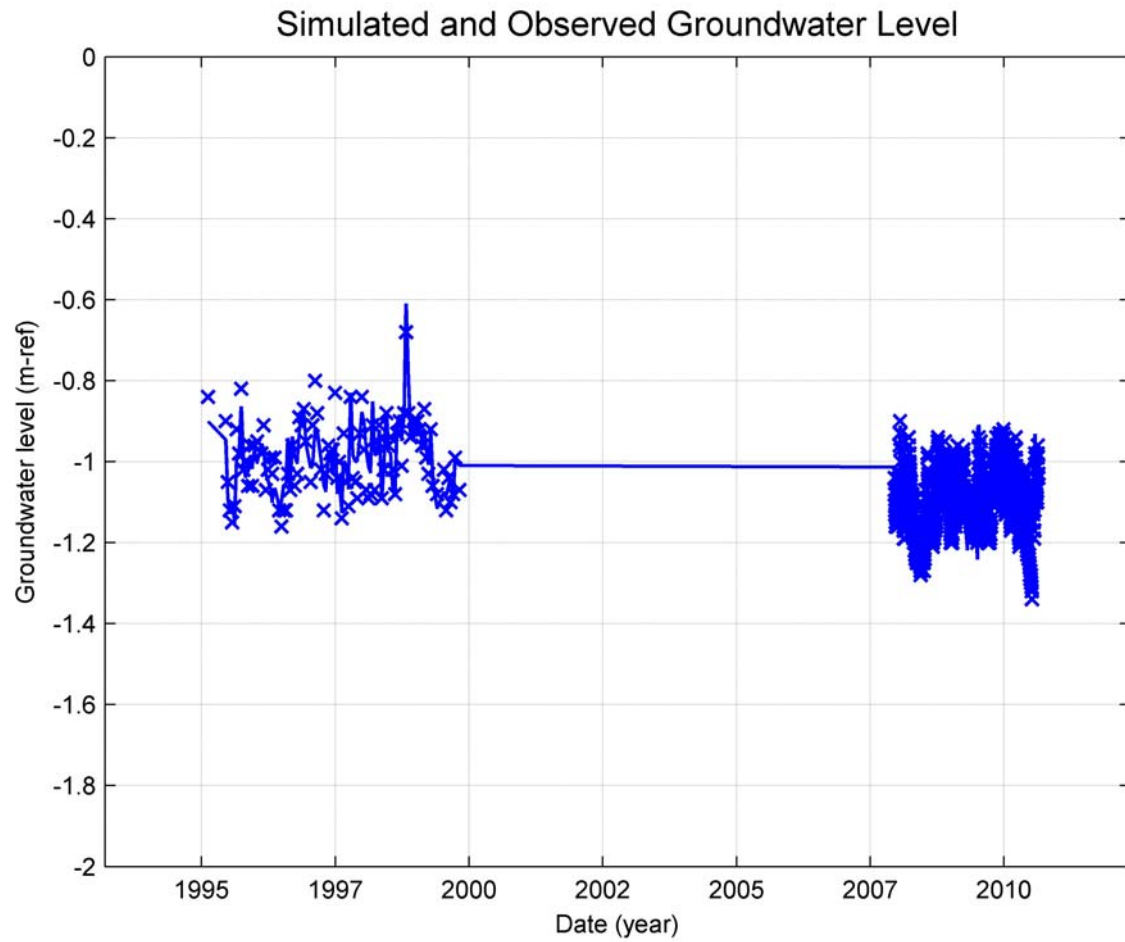
B21A: model met de neerslag en de verdamping als verklarende factoren, en steptrend tussen de oude en nieuwe reeks en een lineair trend in de nieuwe reeks



B21B: model met de neerslag en de verdamping als verklarende factoren



B21B: model met de neerslag en de verdamping als verklarende factoren en steptrend tussen de oude en nieuwe reeks en een lineair trend in de nieuwe reeks



Bijlage 5

Grafieken toetsing grondwaterstandsverloop in relatie tot de geschiktheid voor weidevogels

