

Peilbeheer met FIW Multi-SWAP

G. VAN DEN EERTWEGH, HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND

J. KROES, ALTERRA

A. SMIT, ALTERRA

F. VAN SCHAIK, HOOGHEEMRAADSCHAP VAN RIJNLAND

Voor een weloverwogen integrale afweging bij de keuze van het waterpeil is kwantitatieve informatie nodig over het bodem-watersysteem. Omdat die informatie zich over verschillende bodems, grond- en oppervlaktewater uitstrekt, zijn geïntegreerde rekeninstrumenten nodig. Alterra en het Hoogheemraadschap van Rijnland ontwikkelden het 'Framework Integraal Waterbeheer MultiSWAP (FIW MultiSWAP)'. Dit integreert op een moderne wijze de water- en zouthuishouding van bodems en oppervlaktewater.

Het waterbeheer verandert van functiebedienend en volgend naar watersysteemgericht en medesturend in de ruimtelijke ordening. Deze manier van denken en werken moet in de praktijk veelal nog gestalte krijgen, zodat het meer integraal maken van het gevoerde peilbeheer als onderdeel van écht integraal waterbeheer van de grond komt. Voor de waterbeheerder in laag-Nederland leidt deze transitie tot de volgende afwegingen:

- Hoe kunnen functies op het land en van het watersysteem gelijktijdig en evenwichtig worden bediend?
- Wat is de gewenste interactie tussen boezem en polder?
- Zijn de gevolgen van lokale keuzes op het lokale bodem- en watersysteem acceptabel (bijvoorbeeld de interactie tussen ondiep grondwater en oppervlaktewater en zaken als bodemdaling) en zijn de gevolgen van deze keuzes eveneens acceptabel voor het regionale systeem (bijvoorbeeld de interactie tussen ondiep en diep grondwater)?

Deze afwegingen kunnen worden gemaakt met ondersteuning van bijvoorbeeld de eerste versie van het Waternood-instrumentarium dat door de STOWA is ontwikkeld⁶⁾ (zie ook H₂O nr. 17). Inzicht in de werking en kennis van het beschouwde watersysteem is cruciaal als basis voor de integrale afweging. De afweging is een lastige klus: naast techniek en waterbeheer spelen ook politiek-juridische en psychologische aspecten een rol van betekenis.

De peilen in de polder komen tot stand na

lokale grondwater kent een interactie met, en wordt beïnvloed door, het regionale grondwater via kwel of wegzijging en door de peilkeuze.

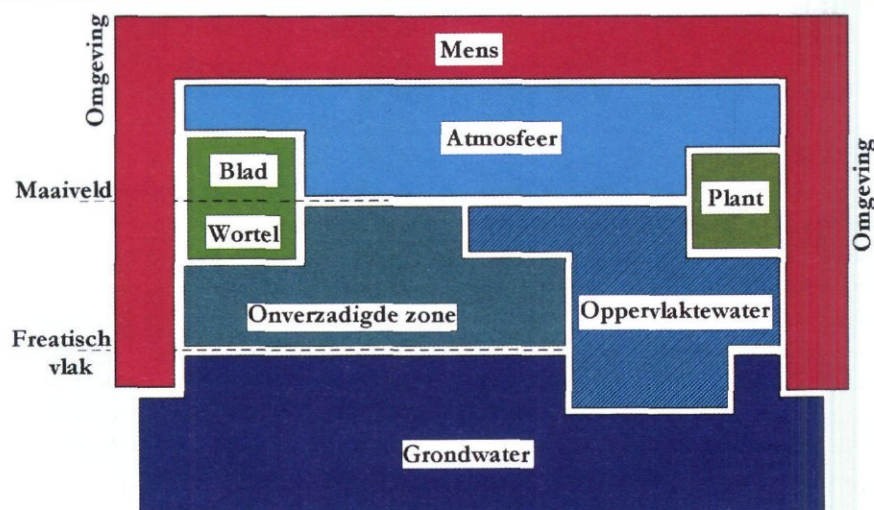
De samenstelling van het polderwater wordt beïnvloed door met name landbouwkundige praktijken, de bodem, lozingen van afvalwater en de atmosferische depositie. Daarnaast hangt de samenstelling van het open water in de Nederlandse poldergebieden op vele manieren samen met het gevoerde peilbeheer⁴⁾.

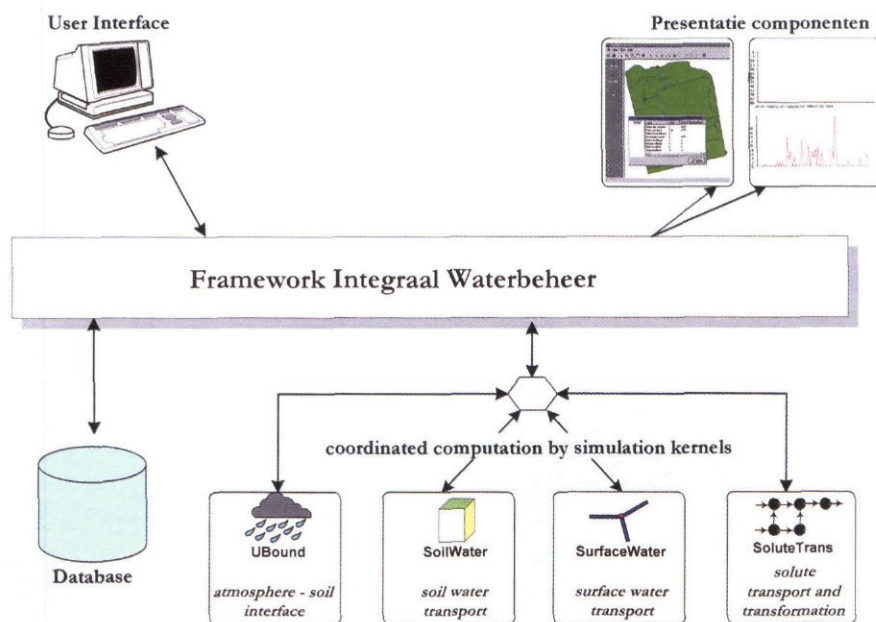
Het peilbeheer stuurt immers de inzet van het gemaal, de bediening van de inlaat en is van invloed op de kwel en wegzijging van en naar het regionale grondwater. Daarnaast is het peilbeheer van invloed op de waterdiepte in de sloot, de grondwaterstand op de percelen en beïnvloedt daarmee bodemfysische en -chemische processen in de bodem van zowel het perceel als de sloot.

Het doel van de waterbeheerder is een zodanige integrale afweging te maken in de peilkeuze dat enerzijds de functies in een peilgebied voor het gebied als geheel goed bediend worden. Daarnaast zal het waterbeheer in de polder en de invloed ervan op de boezem vice versa optimaal moeten zijn, terwijl de waterhuishouding voor beide beheersbaar moeten zijn, ook op langere termijn. Een daadwerkelijk integraal waterbeheer is aldus gestoeld op een integrale afweging van belangen, van landfuncties in een gebied en van waterfuncties op lokale tot regionale schaal. Dit levert spanningen op in de praktijk, welke deels veroorzaakt worden door bestuurlijke keuzes, maar vaak ook door gebrek aan inzicht in kwantitatieve aspecten van water en opgeloste stoffen. Een grondige analyse van het watersysteem is vereist. Naast optredende grondwaterstanden zijn vooral de water- en stofba-

een afweging van alle relevante belangen in het gebied. Deze belangen hangen samen met de functies van het land, maar ook die van het water en de oevers. Vaak zijn voor deze laatste streefbeelden beschikbaar. Een peilvak kent dus functies die eisen stellen aan het waterbeheer, met peilbeheer als onderdeel. Zo'n gebied bestaat concreet uit percelen met een eventueel verschillend landgebruik, bodemtype, maaiveldhoogte en ontwateringsmiddelen, naast watergangen met een eigen functie. De landfunctie behoeft een bepaald optimaal grondwaterstandregime, uitgaande van een combinatie van fysieke perceleninformatie. Het

Afb. 1: Conceptueel hydrologisch model voor FIW MultiSWAP.





Afb. 2: Overzicht van componenten in de applicatie FIW MultiSWAP.

lansen relevant, zowel opgesteld voor een peilvak als voor het oppervlaktewater binnen een peilvak. Aansluitend volgt een analyse van bijvoorbeeld de optredende stroomsnelheden, verblijftijden en stofconcentraties in het open water.

Deze informatie is de basis voor een integrale afweging die moet leiden tot een peilkeuze, het best ingebed in een gebiedsgericht en integraal waterbeheer op operationeel niveau. In toenemende mate zal in de praktijk daarnaast rekening moeten worden gehouden met waterberging en de afvoermogelijkheden van water als gevolg van zware neerslag. Dit levert vele uitdagingen op voor de regionale waterbeheerder, zowel intern als naar de ingelanden toe. Het is en blijft zaak om zowel de problemen als ook de mogelijke oplossingen intern en met de streek te communiceren, met name om redenen van draagvlak en daadwerkelijke realisatie.

Voor een weloverwogen integrale afweging bij peilkeuze is kwantitatieve informatie nodig over het bodem-water-systeem. Modellen lijken hiervoor onontbeerlijk. Omdat de benodigde informatie zich over verschillende domeinen uitstrekt (zie ook afbeelding 1) zijn geïntegreerde rekeninstrumenten nodig. Vaak zijn geïntegreerde modellen weinig inzichtelijk, terwijl behoefte bestaat aan transparante en solide modellen. Daarnaast moeten zij snel en flexibel kunnen worden ingezet en nauwkeurige en betrouwbare uitkomsten leveren. Om op deze eisen in te kunnen spelen is een ontwikkeling in gang gezet om rekenmodellen op te bouwen uit goed gedefinieerde componenten. Met de juiste componenten kunnen modellen en modelketens op maat worden

samengesteld. Tegelijkertijd vereenvoudigt deze aanpak beheer en onderhoud en bevordert zowel de reproduceerbaarheid als het hergebruik van de software in onderdelen.

Het hier gepresenteerde rekeninstrument heet Framework Integraal Waterbeheer MultiSWAP³, kortweg FIW MultiSWAP. Dit instrument integreert op een moderne, volledig dynamische manier de water- en zouthuishouding van bodems en oppervlaktewater, rekening houdend met de invloed van een regionaal grondwatersysteem hierop. FIW MultiSWAP wordt bij het Hoogheemraadschap van Rijnland ingezet om de aspecten van waterkwaliteit binnen peilbesluiten en integrale projecten te kunnen onderbouwen en te kwantificeren. Het instrument is zowel geschikt om strategische keuzes in het waterbeheer te onderbouwen als ook om operationeel peilbeheer vorm te geven.

FIW MultiSWAP is gebaseerd op het conceptuele hydrologische model (zie afbeelding 1). Tussen alle onderscheiden subdomeinen kunnen interacties plaatsvinden. Voor elk subdomein zijn inmiddels componenten ontwikkeld, veelal op basis van bestaande rekenmodellen. Om de interactie te regelen tussen de componenten, de data en de gebruiker is het geheel ingebed in een raamwerk. Daarmee is de weg ingeslagen naar een 'Component Based Development'.

Door de gestructureerde aanpak is het mogelijk om allerlei interacties en sturingen in het model in te brengen. Bijvoorbeeld stuwpeilen en aan- en afslagpeilen van gemalen kunnen afhankelijk worden gemaakt van grondwaterstanden en stofconcentraties in delen van het gebied.

De huidige FIW MultiSWAP-applicatie is samengesteld uit de volgende onderdelen (zie ook afbeelding 2):

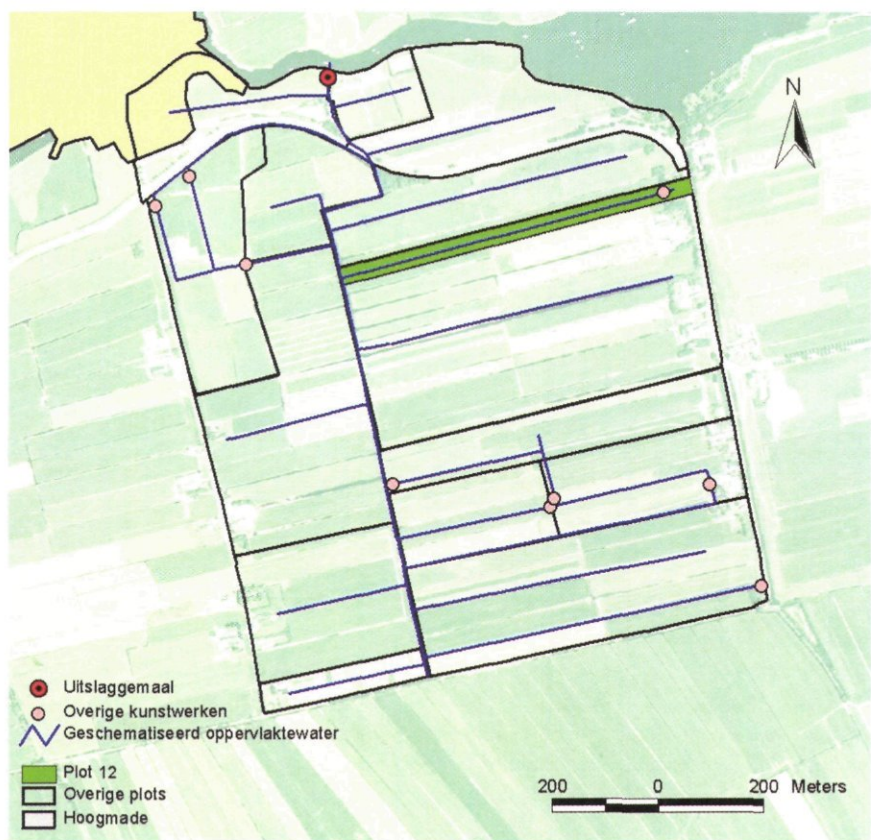
- een gebiedsschematisering voor bodem en oppervlaktewater, aangemaakt in ArcView;
- eigenschappen van onderscheiden plots, waterlopen en kunstwerken, waterkwaliteits- en meteorologische gegevens, opgeslagen in een MS-Access databestand;
- softwarecomponenten voor het beheer van de verschillende onderdelen van de applicatie (bijvoorbeeld rekenvolgorde en data-transfer) en de geavanceerde aansturing van kunstwerken;
- rekenkernen voor de simulatie van de waterstroming in de onverzadigde zone en het bovenste deel van de verzadigde zone (SWAP¹), stroming en verdeling van oppervlaktewater én transport en de verspreiding van stoffen in bodem en oppervlaktewater;
- Graphical User Interface, waarmee de gebruiker de opties voor de simulatie instelt en de resultaten analyseert;
- een set post-processors om rekenresultaten om te zetten naar MS Excel ter berekening van water- en stofbalansen en om nat- en droogteschades in te kunnen schatten (Bodep- en HELP-methode).

Hiermee kent het rekeninstrument de volgende functionaliteiten:

- Water- en stoftransport kunnen in meerdere één-dimensionale-bodemkolommen met verschillende eigenschappen (bijvoorbeeld bodem, ontwatering, maaiveld, landgebruik) tegelijkertijd en parallel doorgerekend worden;
- Dynamische uitwisseling van water en stoffen tussen bodemkolommen en open waterlopen;
- Simulatie van debieten en stofconcentraties in het oppervlaktewater;
- Pseudo-dynamische interactie van bodemkolommen en waterlopen met regionaal grondwater (op basis van statisch veronderstelde stijghoogten);
- Massabalansen voor water en zout op dag-, maand-, en jaarbasis en schattingen voor nat- en droogteschades;
- Sturingsmechanisme: sturen aan de hand van een opgegeven peilbeheer (eenvoudig) of op een combinatie van variabelen zoals grondwaterstanden, bodemvochtgehalten of stofconcentraties (complex).

Door de combinatie van de rekenkernen is een applicatie ontstaan die de mogelijkheid heeft voor de integrale beschrijving van de lotgevallen van water en stof in de bodem, het bodemwater en het oppervlaktewater op een regionale schaal.

Het rekeninstrument zal bij Rijnland in



Afb. 3: Overzichtskaart Vlietpolder. Hoogmade ligt in de noordwesthoek van de polder, de Kromme Does en Wijde Aa (boezemwater) begrenzen de polder aan de noordzijde.

het algemeen ingezet worden om effecten in te schatten van varianten van peilbeheer voor polderwateren op waterkwaliteit en op interactie tussen boezem en polder. Op dit moment wordt het rekeninstrument ingezet binnen een aantal projecten: het flexibel peilbeheer van polderwateren⁷⁾, het veenweideproject²⁾ en het project in polder de Noordplas⁵⁾. Deze pro-

jecten worden in de loop van dit jaar afgerond met een eindrapportage.

Als voorbeeldgebied is voor dit artikel de Vlietpolder nabij Hoogmade gekozen, dat tevens projectgebied is voor het veenweideproject (afbeelding 3). In de Vlietpolder speelt met name de vraag naar de invloed van bemesting

Tabel 1. Gemeten en berekende waterbalansen voor de Vlietpolder voor 2000 en 2001 (eenheid: 10.000 kubieke meter per jaar).

IN (2000)	gemeten	berekend	UIT (2000)	gemeten	berekend
neerslag	2060	2074	actuele verdamping	1130	1148
inlaat	141	101	afvoer via gemaal	1119	1254
kwel	7	-	wegzijging	220	203
			toename berging	onbekend	-866
TOTAAL	2209	2263	TOTAAL	2176	2469
			restpost	260	0

IN (2001)	gemeten	berekend	UIT (2001)	gemeten	berekend
neerslag	2442	2465	actuele verdamping	1209	1172
inlaat	255	206	afvoer via gemaal	1191	1185
kwel	7	-	wegzijging	219	203
			toename berging	onbekend	-112
TOTAAL	2704	2672	TOTAAL	2619	2560
			restpost	-84	0

op waterkwaliteit een rol. In veenweidegebieden kan de analyse hiervan echter niet los gezien worden van het gevoerde peilbeheer. De Vlietpolder is een niet afgeveende veenweidepolder van 200 ha omvang. De polder kent grasland als belangrijkste gewas, en koopveen- en liedeergronden als belangrijkste bodemtypen. De meest voorkomende grondwatertrap is II en IIa.

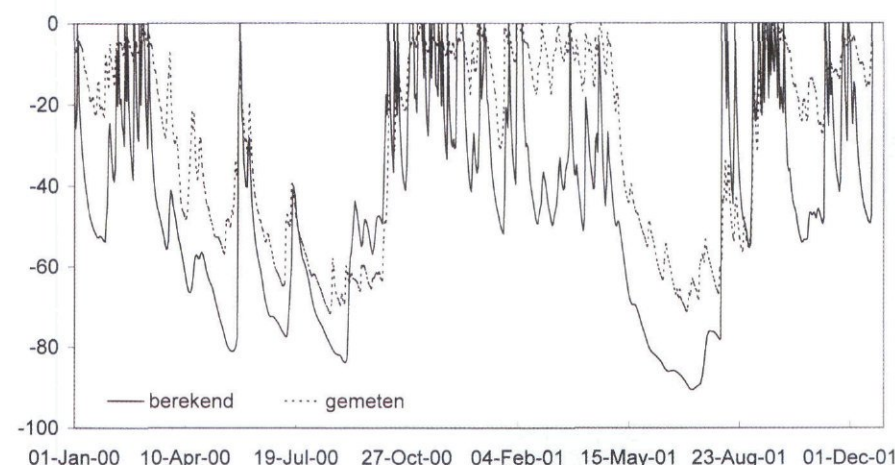
In de loop van 1999 is een veldmeetcampagne opgezet om de water- en stofstromen (chloride, sulfaat, stikstof, fosfor) in de polder en van en naar de boezem en het regionale grondwater te kwantificeren. De waterbalans voor de polder is gepresenteerd in tabel 1 voor zowel gemeten als berekende waarden. Het verloop van de berekende grondwaterstand van een modelplot tegen het gemiddelde grondwaterstandverloop van twee hiermee overeenkomende percelen is te zien in afbeelding 4. De berekende grondwaterstanden laten een snellere en grotere daling naast snellere stijgingen zien dan de metingen. De bodemfysische karakteristieken van veengrond zoals in het model gebruikt zijn op dit moment nog ontleend aan de Staringreeks.

Uit de tabel valt in hoofdlijn op te maken dat de balans voor 2001 redelijk tot goed klopt. De gemeten gemaalafvoer in de balans voor 2000 kan echter overschat zijn, omdat in 2001 een revisie en een ijking plaatsvonden. Verder dient opgemerkt te worden dat het Vlietpoldermodel nog niet geijkt is, maar uitsluitend op zijn werking is getest (technische validatie). Gegeven deze stand van zaken stemt het berekeningsresultaat reeds tot tevredenheid en schept voldoende vertrouwen in de kwaliteit van de uiteindelijke modelberekeningen later dit jaar.

Afsluitend is in afbeelding 5 nog een voorbeeld is gegeven van mogelijke effecten van grondwatergestuurd peilbeheer ten opzichte van conventioneel peilbeheer. Hiertoe is voor plot 12 een instelwaarde opgegeven voor de grondwaterstand van 0,4 meter beneden maaiveld. Indien de berekende grondwaterstand hierboven komt, dan wordt het (oppervlaktewater) streefpeil in het peilvak verlaagd van 0,5 meter beneden maaiveld naar 0,75 meter beneden maaiveld en andersom. Het gevolg hiervan is dat plasdras-situaties minder frequent voorkomen.

Op dit moment is de beschreven software bij Rijnland operationeel voor een drietal verschillende poldersystemen: de Vlietpolder (veenweide 200 ha), de Noordplas (diepe droogmakerij 4400 ha) en een proefgebied van ruim vijf hectare in omvang voor flexibel peilbeheer in een veenweidegebied. Dit jaar wordt de software waarschijnlijk ingezet om parallel te rekenen met het Waternood-instrument in

Grondwaterstand (cm-mv)



Afb. 4: Gemeten grondwaterstand (stippellijn) en de berekende grondwaterstand (doorgetrokken lijn) in plot 12 van de Vlietpolder voor de jaren 2000-2001.

een proefproject, om te komen tot een gewenst grond- en oppervlaktewaterregime inclusief een goede waterkwaliteit. Daarnaast wordt aan routinematig gebruik gedacht ter ondersteuning van zowel de voorbereiding van peilbesluiten inzake aspecten van waterkwaliteit, alsmede voor de bepaling van operationele aspecten van waterbeheer. De in FIW MultiSWAP aanwezige complexe sturingsmechanismen kunnen een scala aan beheersvarianten opleveren die toekomstig waterbeheer, inclusief hoogwaters, mede vorm kunnen gaan geven. Daarnaast kan de FIW MultiSWAP-applicatie een belangrijk uitgangspunt zijn voor de beschrijving van nutriëntenstromen in bodem en oppervlaktewater. De geïntegreerde

aanpak van kwantiteits- en kwaliteitsmodellering maakt momenteel berekeningen voor zout- en pesticiden mogelijk. Een uitbreiding richting nutriëntenmodellering ligt voor de hand. De gepresenteerde FIW MultiSWAP-software om rekenmodellen te bouwen geeft kwantitatief inzicht in watersystemen en leidt tot beter afgewogen keuzes in integraal waterbeheer, zowel operationeel als strategisch. De inzet van het rekeninstrument kost nogal wat aan kennis en veldmetingen zijn gewenst, maar de waterbeheerder krijgt er meer voor terug. Het rekeninstrument blijft voorlopig in ontwikkeling, mede op basis van ervaringen zoals die uit het gebruik ervan in de praktijk zijn gekomen en zullen komen. ■

LITERATUUR

- 1) Dam J. van, J. Huygen, J. Wesseling, R. Feddes, P. Kabat, P. van Walsum, P. Groenendijk en C. van Diepen (1997). *Theory of SWAP version 2.0. Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment*. DLO Staring Centrum. Technical Document 42.
- 2) Eertwegh G. van den (1998). *Water- en nutriëntenhuishouding veenweidegebied: een integraal en gebiedsgericht project*. Plan van aanpak. Hoogheemraadschap van Rijnland.
- 3) Groenendijk P., M. van Elswijk, J. Huygen, J. Kroes, A. Orjens, M. Smit, A. Veldhuizen en J. Wesseling (1999). *MultiSWAP als applicatie van het Framework Integraal Waterbeheer*. Alterra. Technical Document 60.
- 4) Hardeveld H. van, F. van Schaik en F. Kramer (2003). *Peilbeheer in het Hollandse veenweidegebied*. Literatuurstudie. Hoogheemraadschap van Rijnland.
- 5) Louw P. de, N. van der Aa, T. Bardoel, G. van den Eertwegh en P. Schraven (2000). *Onderzoek naar de relatie van grondgebruik en waterbeheer met chloride- en nutriëntenbelasting van oppervlaktewater in een diepe doorgmakerij*. Opzet onderzoek, inrichting meetnet en eerste resultaten Polder de Noordplas. NITG-TNO-rapport NITG 00-5-B.
- 6) STOWA (2002). *Instrumentarium Watnood*. Handleiding softwarepakket.
- 7) Werkgroep Flexibel Peilbeheer (1998). *Plan van Aanpak flexibel peilbeheer polderwateren. Zin en onzin van flexibel peilbeheer in veenweidegebieden met een agrarische functie*. Waterschap De Oude Rijnstromen, Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterschap Wilck & Wiericke en Waterschap Groot-Haarlemmermeer.

Afb. 5: Vergelijking tussen de berekende grondwaterstanden in plot 12 bij conventioneel peilbeheer in het oppervlaktewater en grondwatergestuurd peilbeheer voor de eerste vier maanden van 2000.

