

stowa

BIJLAGE E

VALIDATIE NHI HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS NOORDERKWARTIER



RAPPORT

2011
w02

BIJLAGE E

VALIDATIE NHI HOOGHEEMRAADSCHAP HOLLANDS NOORDERKWARTIER

RAPPORT

2011
W02



Validatie NHI voor Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Jaren 2003 en 2006

HJM Ogink

Opdrachtgever:
Stowa

Validatie NHI voor Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

HJM Ogink

Rapport

december 2010

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding validatie NHI	3
1.2	Aanpak.....	4
2	Neerslag en verdamping	6
2.1	Neerslag in 2003 en 2006 vergeleken met de normalen	6
2.2	Berekeningsprocedure model neerslag.....	9
2.3	Verdampingsberekening in NHI.....	10
2.4	Referentie en actuele verdamping	11
3	Oppervlaktewater	13
3.1	Schematisatie van HHNK in NHI.....	13
3.2	Wateraanvoer naar en afvoer van de Schermerboezem	14
3.3	Wateraanvoer naar en afvoer van de VRNK-boezem	19
3.4	Wateraanvoer naar en afvoer van de Amstelmeerboezem	19
3.5	Wateraanvoer naar en afvoer van district 31, de Wieringermeer	22
3.6	Wateraanvoer naar en afvoer van district 33, Medemblik.....	24
3.7	Wateraanvoer naar en afvoer van district 34, Hoorn	26
3.8	Overzicht.....	27
4	Grondwaterstanden	29
4.1	Inleiding.....	29
4.2	Vergelijking van gemeten en berekende grondwaterstanden.....	29
4.3	Samenvatting	38
5	Chlorideconcentraties	40
6	Conclusies en aanbevelingen	41
6.1	Conclusies	41
6.2	Aanbevelingen	42
7	Literatuur	43

1 Inleiding

1.1 Aanleiding validatie NHI

In het deelprogramma Zoetwater van het Deltaprogramma, wordt de besluitvorming van het kabinet voorbereid over de zoetwatervoorziening op de lange termijn en de “geen-spijt”-maatregelen op korte termijn. Het deelprogramma wordt getrokken door DG Water van het ministerie van Verkeer en Waterstaat. De projectgroep is samengesteld uit DGW, LNV, VROM, IPO, VNG, Unie van Waterschappen en Rijkswaterstaat. Binnen het deelprogramma Zoetwater wordt voor de onderbouwing van de besluitvorming de “Landelijke verkenning zoetwatervoorziening” uitgevoerd door Rijkswaterstaat Waterdienst en Deltares. Zowel waterbeheerders als watergebruikers worden bij het proces betrokken d.m.v. informatiebijeenkomsten. De “Landelijke verkenning zoetwatervoorziening”, na voorbereidende activiteiten in 2009, zal in de periode 2010 – 2013 worden vervolgd met analyse van beleidsstrategieën.

In de beleidsanalyse wordt vanaf medio 2010 gebruik gemaakt van modellen. Het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) staat aan de basis van de watersysteemanalyses, vanwege de samenhang en consistente benadering van het Nederlandse watersysteem in dit instrumentarium. Het NHI is ontwikkeld door Deltares en Alterra en is op 1 april 2010 als versie 2.0 opgeleverd aan Rijkswaterstaat Waterdienst. Gedurende de looptijd van de “Landelijke verkenning zoetwatervoorziening” zal een jaarlijkse herziening van het NHI uitkomen. Met het NHI worden diverse scenario’s voor bijvoorbeeld het klimaat en het landgebruik (c.q. de watervraag) doorgerekend. Ook effecten van maatregelen worden met het instrumentarium doorgerekend, waarmee het een belangrijke plaats inneemt in het hele proces dat moet leiden tot een kabinetsbesluit. Dat stelt twee belangrijke eisen aan het NHI:

- Het NHI moet inzetbaar zijn voor de waterverdelingsvraagstukken op nationale schaal;
- Het NHI moet inzetbaar zijn voor het bepalen van de regionale watervraag en -waterbeschikbaarheid.

Het NHI is goed inzetbaar op nationale schaal als het ook de regionale watervraag goed berekent. Met de term „inzetbaar” wordt bedoeld dat effecten van klimaatveranderingen en effecten van maatregelen met voldoende nauwkeurigheid op regionale schaal kunnen worden berekend. De term „voldoende nauwkeurigheid” is tot op heden niet nader gespecificeerd, maar houdt minimaal in dat de modelresultaten voor de huidige situatie door de regionale waterbeheerders worden herkend en erkend.

De regionale waterbeheerders hebben de volgende belangen bij een goed functionerend NHI:

- Het NHI is de basis voor een kabinetsbesluit over de waterverdeling in Nederland op de lange termijn. Verder zal het NHI door Rijkswaterstaat in geval van actuele droogte worden ingezet voor advies aan de LCW over de operationele waterverdeling. De waterschappen hebben als belanghebbenden bij de waterverdeling (zowel beleidsmatig als operationeel) daarom een belang bij een goed functionerend NHI.
- Het NHI biedt potentieel belangrijke baten voor de regionale waterbeheerders:
 - Met het NHI zijn regio-overstijgende uitspraken mogelijk over effecten van inrichtingsmaatregelen en klimaatscenario’s;

- Er kunnen efficiencyvoordelen worden gehaald bij de bouw en het beheer van regionale hydrologische modellen;
- De consistentie van het door de regionale waterbeheerders ontwikkelde beleid wordt beter gewaarborgd.

De STOWA vindt het daarom van groot belang dat het presteren van het NHI in de regio wordt getoetst. De berekeningsresultaten van het NHI worden regionaal getoetst aan de volgende hydrologische waarnemingen:

- De opgelegde neerslag hoeveelheden in relatie tot de werkelijk gevallen hoeveelheden neerslag;
- De opgelegde referentieverdamping in relatie tot de werkelijke referentieverdamping
- Aanvoeren en afvoeren op hoofdmeetpunten;
- Actuele verdamping op basis van remote sensing beelden van de actuele verdamping en actuele verdampingswaarden bepaald door Alterra;
- Gemeten freatische grondwaterstanden (met inachtneming van de resolutie van het NHI), met name de dynamiek en het recessieverloop in droge periodes als indicator voor de juistheid waarmee de fysische processen zijn gemodelleerd, en
- Chlorideconcentraties van het oppervlaktewater op de hoofdmeetpunten.

Het betreft hier de toetsing van de NHI versie 2.0, die sinds april 2010 in gebruik is. De toetsing vindt plaats voor de droge zomers van 2003 en 2006 (periode 1 april – 30 september), en aanvullend voor de andere maanden in het jaar om het complete hydrologische gedrag te kunnen beoordelen. De toetsing wordt waar sprake is van regionale droogtestudies gekoppeld aan de betreffende studiegebieden.

1.2 Aanpak

Het hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) omvat de provincie Noord Holland benoorden het Noordzeekanaal, inclusief Texel. In het NHI is Texel echter niet opgenomen. De validatie van het NHI voor het beheergebied, exclusief Texel, is uitgevoerd op de reproductie van de inlaat en afvoer van oppervlaktewater en van grondwaterstanden op door het hoogheemraadschap geselecteerde locaties. De NHI validaties van de neerslag in het model voor noord, oost, midden en west Nederland hebben tot duidelijke aanbevelingen geleid voor verbeteringen voor geheel Nederland. Deze verbeteringen zijn inmiddels in uitvoering. Daarom wordt de neerslaganalyse voor de overige waterschappen achterwege gelaten totdat de verbeteringen zijn ingevoerd. De bevindingen elders worden wel vermeld. Validatie van de verdamping is ook achterwege gelaten omdat geen metingen van de actuele verdamping in het beheersgebied voor 2003 en 2006 voorhanden zijn. Chlorideconcentraties, tenslotte, zijn niet vergeleken met het modelresultaat omdat geen gegevens in txt - of xls - formaat zijn aangeleverd.

Leeswijzer

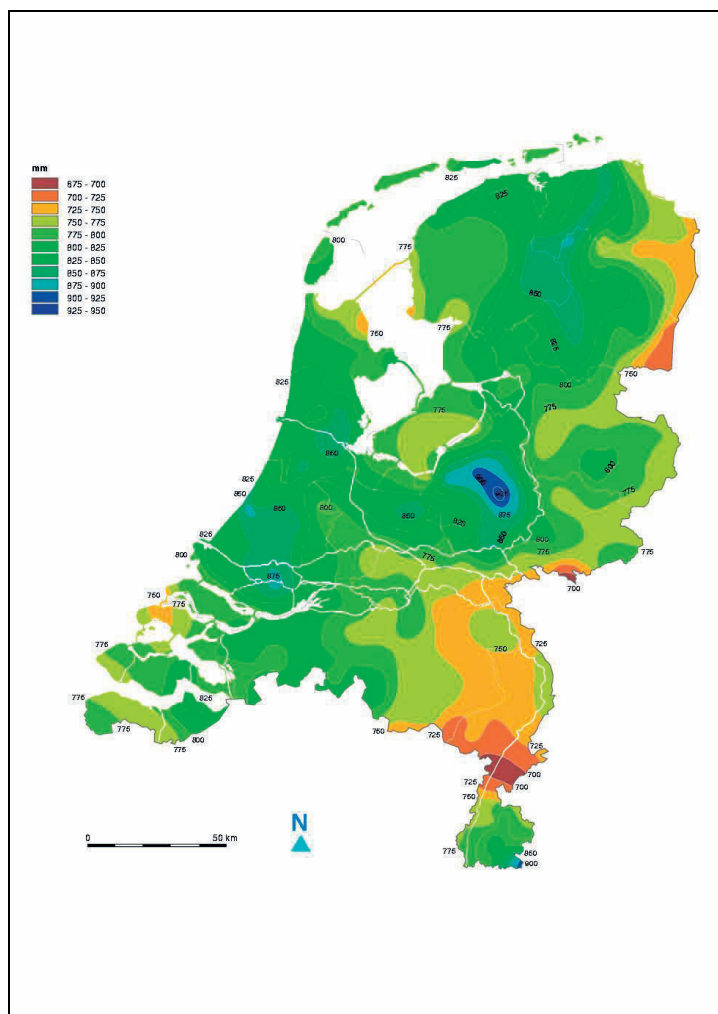
In hoofdstuk 2 wordt aandacht gegeven aan de neerslag en verdampingskarakteristieken van de geselecteerde jaren 2003 en 2006 in relatie met de normalen. Dit om na te gaan hoe representatief de gekozen jaren zijn voor extreme situaties. Voorts komen in dit hoofdstuk de bevindingen en de aanbevelingen op basis van eerdere analyses aan de orde. Vervolgens wordt de NHI validatie voor het oppervlaktewater besproken in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 zijn de grondwaterstandreeksen vergeleken met de dagelijkse grondwaterstanden zoals die door het NHI zijn berekend. De belangrijkste bevindingen van de zoutmodellering in het NHI op basis van

analyses voor andere waterschappen zijn weergegeven in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 zijn de conclusies samengevat en worden aanbevelingen voor verbeteringen gegeven.

2 Neerslag en verdamping

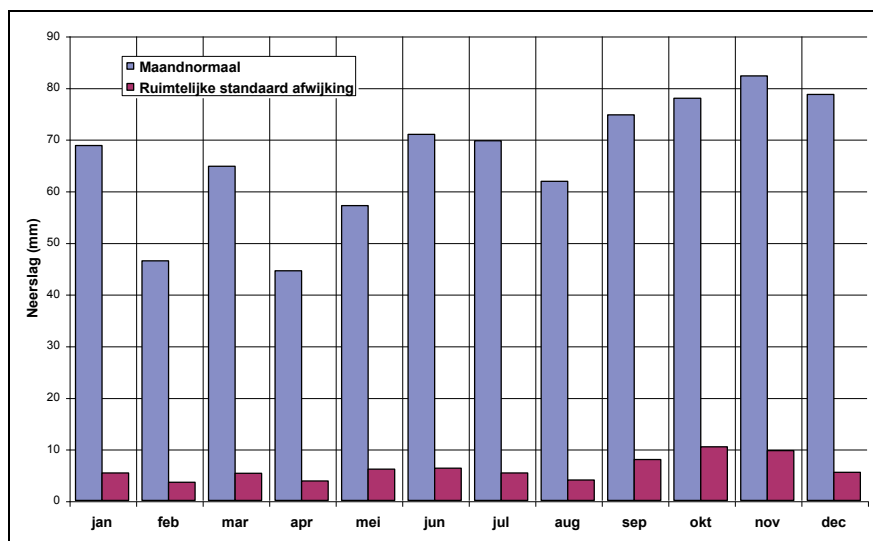
2.1 Neerslag in 2003 en 2006 vergeleken met de normalen

De gemiddelde jaarlijkse neerslag in Nederland in de periode 1971-2000 (periode voor de bepaling van de huidige normalen), op basis van de neerslagstations uitgerust met een standaard regenmeter, bedroeg 797 mm, met een ruimtelijke standaardafwijking van 41 mm. In het HHNK is de jaarneerslagnormaal het hoogst rond Amsterdam en het laagst in de Wieringermeer in het noordoosten, zie Figuur 2.1.



Figuur 2.1 Gemiddelde jaarneerslag periode 1971-2000 (bron: KNMI)

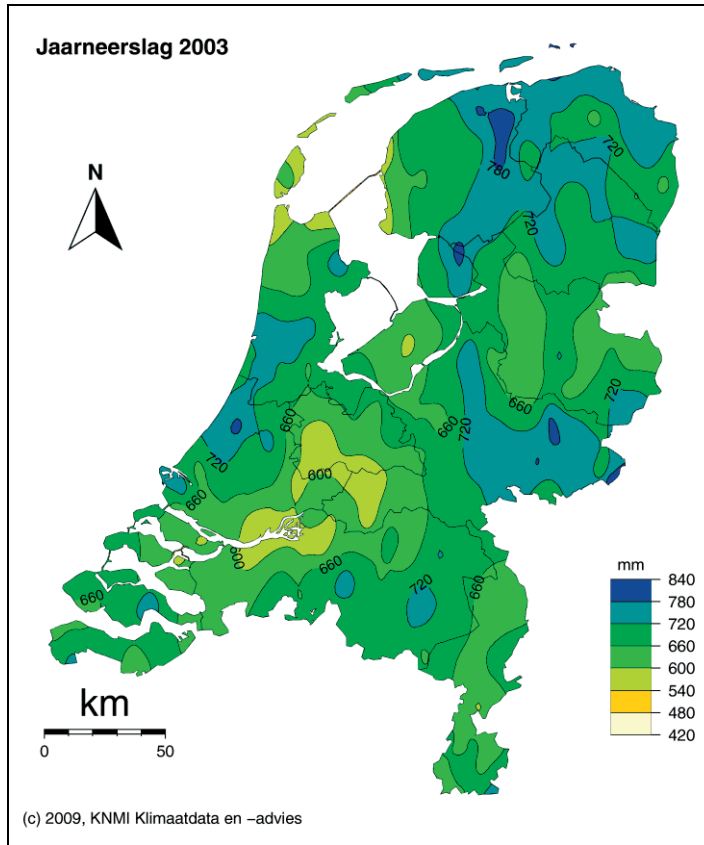
De maandnormalen voor Nederland zijn weergegeven in Figuur 2.2. Ruim 47% (379 mm) van de neerslag valt gemiddeld genomen in het groeiseizoen (1 april – 30 september). De maanden met de minste neerslag zijn normaal februari en april, terwijl de hoogste waarden optreden in het najaar.



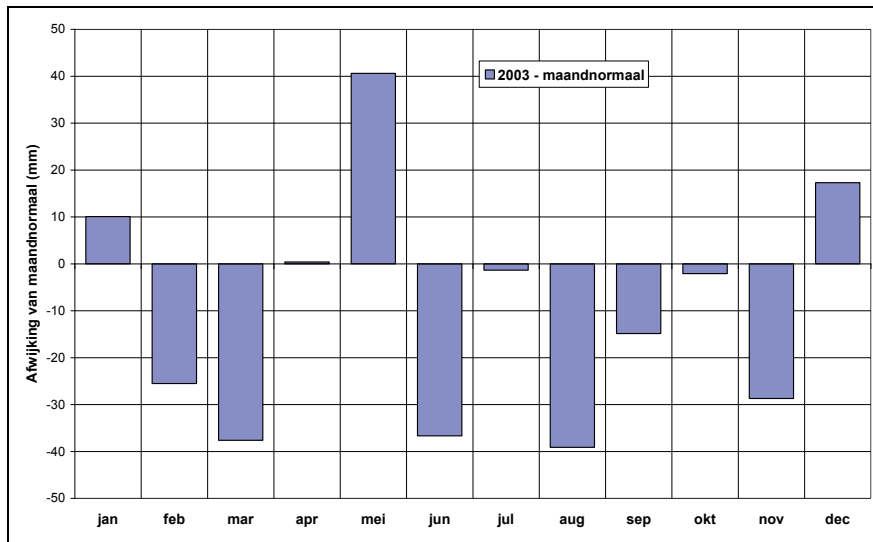
Figuur 2.2 Maandneerslagnormalen voor Nederland

De verdeling van de jaarneerslagsom in 2003 is weergegeven in Figuur 2.3. Voor het HHNK was de neerslag het hoogst in het zuiden en aanmerkelijk lager in het noorden van het hoogheemraadschap. In 2003 was de jaar- en seizoenneerslagsom in Nederland respectievelijk 118 en 51 mm lager dan normaal. De afwijking van de maandsommen van de normalen is weergegeven in Figuur 2.4. Met uitzondering van de maand mei waren de neerslagsommen in de overige maanden in het groeiseizoen gelijk aan of lager dan de normaal. Dit heeft er toe geleid dat het potentiële neerslagtekort aan het einde van het groeiseizoen aanmerkelijk groter is geweest dan in een gemiddeld jaar, ook al omdat de referentie verdamping in 2003 hoger was dan gemiddeld.

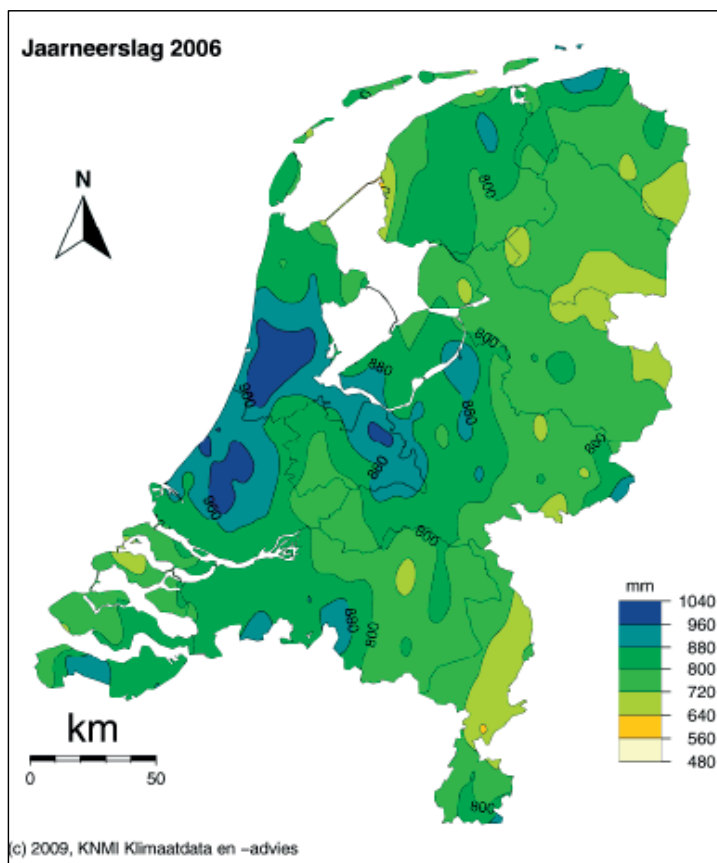
De isohyeten van de jaarneerslag voor 2006 zijn weergegeven in Figuur 2.5. De noord-zuid trend voor het HHNK is dezelfde als in 2003 echter op een hoger niveau. De jaarneerslagsom voor 2006 bedroeg in Nederland 814 mm, 17 mm meer dan normaal. In het groeiseizoen was de neerslagsom 403 mm, 24 mm hoger dan normaal. De afwijking van de maandneerslag in 2006 van de normalen is gepresenteerd in Figuur 2.6. Opvallend is dat de maanden juni en juli droger waren dan gemiddeld en augustus veel natter. De verdamping was in 2006 hoger dan normaal. Samen met de droge maanden juni en juli heeft dit ervoor gezorgd dat het potentiële neerslagtekort eind juli extreem groot is geweest, van dezelfde orde van grootte als in 2003 aan het eind van het groeiseizoen. Omdat het tekort in 2006 zich in het midden van het groeiseizoen heeft voorgedaan zijn bij onvoldoende waterbeschikbaarheid de consequenties voor de landbouw potentieel ernstiger geweest. Dit ondanks dat de neerslag in 2006 iets boven normaal lag. Door de zeer natte maand augustus in dat jaar is het neerslagtekort goeddeels tenietgedaan, om vervolgens weer te groeien door de droogte in september. Door deze opeenvolging van natte en droge perioden is het jaar 2006 uitermate geschikt voor validatie van het NHI. De watervraag in dat jaar is groot en variabel geweest, met veel dynamiek in de wateraanvoer. Ook de grondwaterstanden hebben sterk gefluctueerd, waarbij vooral de juiste reproductie in het model van de timing en de grootte van de respons van het freatisch grondwater op de neerslag in augustus na de uitputting gedurende de droge maanden juni en juli interessant is.



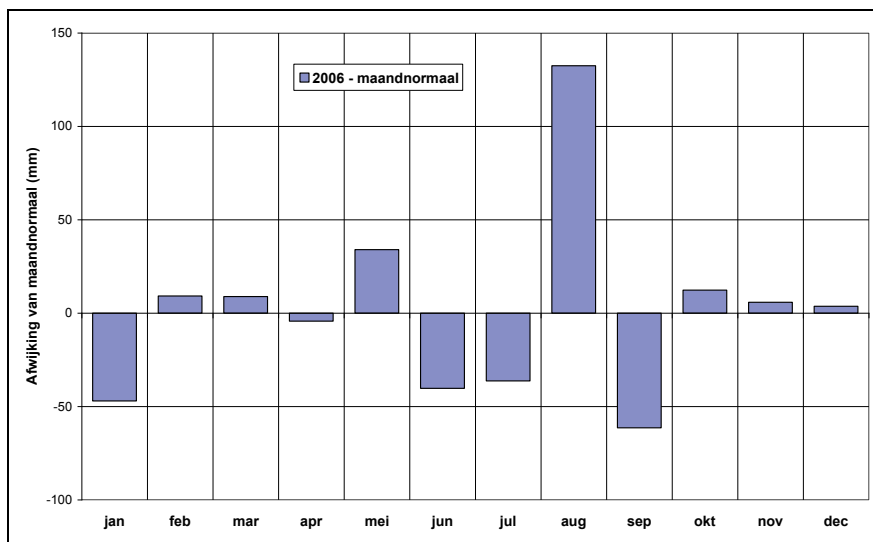
Figuur 2.3 Jaarneerslag in 2003 gebaseerd op KNMI-neerslagstations (bron: KNMI)



Figuur 2.4 Afwijking van de maandneerslagsommen van 2003 van de maandnormalen



Figuur 2.5 Jaarneerslag in 2006 gebaseerd op KNMI-neerslagstations (bron: KNMI)



Figuur 2.6 Afwijking van de maandneerslagsommen van 2006 van de maandnormalen

2.2 Berekeningsprocedure model neerslag

De procedure die in de huidige NHI versie gebruikt is voor de bepaling van de ruimtelijke verdeling van de neerslag is gebaseerd op de gemeten neerslag bij de hoofdstations. Deze neerslag wordt met een Thiessennetwerk toegekend aan de rekcellen. Vervolgens wordt per rekcenel gecorrigeerd voor de ruimtelijke verdeling volgens de *jaarnormalen* van het neerslagnetwerk (zie Deelrapport Neerslag en Verdamping, NHI, 2008). Dit houdt in dat voor een beheergebied slechts één of enkele meteorologische stations de waarden bepalen. Deze procedure is voor het analyseren

van tendensen in het gemiddeld gedrag over lange perioden mogelijk aanvaardbaar, maar zeker niet voor het analyseren van extremen en analyse van afzonderlijke jaren. Aangevoerd kan worden dat deze procedure in afzonderlijke maanden tot aanzienlijke afwijkingen van de neerslag kan leiden, ook al zouden de jaarsommen gelijk zijn. In de volgende NHI-versie worden de metingen van alle neerslag en meteorologische stations in beschouwing genomen, terwijl de ruimtelijke verdeling verder wordt verbeterd door ook de puntmetingen te combineren met radarwaarnemingen.

Voorts is gebleken dat op de meteorologische stations met een 4 dm² regenmeter gemiddeld genomen minder neerslag wordt gemeten dan op de neerslagstations waar met een standaard regenmeter, die een 2 dm² grote opvangtrechter heeft, wordt gewerkt. Dit verschil kan verklaard worden door meetonzuiverheden t.g.v. windeffecten. De gepresenteerde neerslaggegevens zijn niet gecorrigeerd voor wind. Hierdoor is de neerslag onderschat. Op basis van onderzoek in het Hupselse Beekgebied (Warmerdam, 1982) zijn de afwijkingen in de metingen op de meteorologische stations orde 7 tot 8 % op jaarbasis te verwachten en op de neerslagstations van orde 4% (Ogink, 2010). Aan de onzuiverheid in de neerslaggegevens dient men in het vervolg van de modelontwikkeling aandacht te geven.

2.3 Verdampingsberekening in NHI

In het NHI is voor de verdampingsberekening bij de geanalyseerde simulaties de referentiegewasverdamping volgens Makkink ET_{ref} het vertrekpunt geweest (SIMGRO 7.1.0 manual, Theory and model implementation, van Walsum et al., 2010). Merk op dat NHI v2.0 ook potentiële gewasverdamping met de Penman-Monteith methode toelaat (in twee varianten: direct met de relevante gewassenmerken of indirect als een referentieverdamping met een gewasfactor), maar hiervoor is niet gekozen. Met de Makkink referentie verdamping worden op dagbasis 4 hulpvariabelen bepaald:

- ET_{w0} = verdamping van een nat gewasoppervlak (wet canopy)
- ET_{p0} = verdamping van een droog gewasoppervlak (dry canopy)
- E_{p0} = verdamping van een natte kale grond (wet, bare soil)
- E_0 = verdamping van plassen op het oppervlak (ponded soil)

Deze grootheden worden verkregen door de referentieverdamping te vermenigvuldigen met een „gewasfactor“, die voor een gewasoppervlak afhangt van het soort gewas en het groeistadium (seizoen), c.q. type grond. De totale verdamping E_{tot} in het NHI is de som van 4 verschillende processen:

- verdamping van interceptiewater E_i ,
- transpiratie van gewas T_a ,
- verdamping van water in plassen E_{pond} , en
- verdamping van kale grond E_a .

$$E_{tot} = E_i + T_a + E_{pond} + E_a \quad (2.1)$$

Per rekentijdstap wordt eerst de verdamping van interceptiewater berekend, E_i . Deze is een functie van de gewasbedekkingsgraad van de bodem, de vullingsgraad van het gewasinterceptiereservoir en de potentiële verdamping van een nat gewasoppervlak ET_{w0} . De verhouding $W_{frac} = E_i / ET_{w0}$ geeft de relatieve duur van interceptiewaterverdamping binnen een tijdstap aan. Die duur wordt in mindering gebracht op de gewastranspiratie en de bodemverdamping.

Vervolgens wordt de potentiële bodemverdamping E_p bepaald op basis van de potentiële verdamping van een natte, kale grond E_{p0} , gecorrigeerd voor de duur dat interceptieverdamping actief is en een factor die de beschutting van de bodem door gewasbedekking voor instraling weergeeft.

De potentiële transpiratie T_p volgt uit de potentiële verdamping van een droog gewasoppervlak ET_{p0} , gecorrigeerd voor de duur dat interceptieverdamping actief is en verminderd met de potentiële bodemverdamping E_p . De actuele transpiratie T_a wordt berekend uit de potentiële transpiratie gecorrigeerd met een bodemvochtcorrectiefactor volgens het concept van Feddes: potentieel binnen grenzen en daarbuiten lineair afnemend.

De verdamping van water uit plassen E_{pond} is potentieel E_0 , tenzij de verdamping groter is dan de voorraad in de plas. In het laatste geval wordt de actuele verdamping gelijk wordt gesteld aan de beschikbare waterschijf.

Tenslotte, wordt de actuele bodemverdamping E_a bepaald volgens de methode van Boesten en Stroosnijder. De verdamping is potentieel als de netto neerslag groter is dan E_p . In perioden zonder neerslag blijft de verdamping eerst nog potentieel totdat een drempelwaarde wordt overschreden, waarna de verdamping terugloopt als functie van een bodemparameter en de wortel uit de geaccumuleerde potentiële verdamping sinds het begin van de regenloze periode.

2.4 Referentie en actuele verdamping

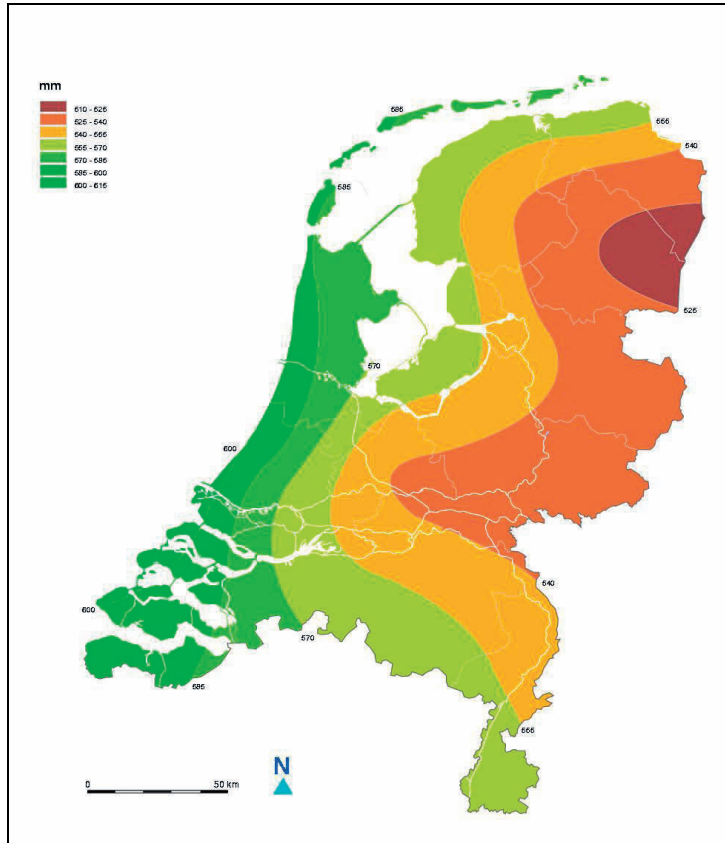
De ruimtelijke verdeling van de gemiddelde jaarlijkse referentieverdamping volgens Makkink is weergegeven in Figuur 2.7. De lijnen van gelijke referentieverdamping lopen parallel aan de kust afnemend van 600 mm in het westen tot 520 mm langs de oostgrens. De verdamping is gemiddeld genomen maximaal in de maanden juni en juli met een referentieverdamping van 3,0 - 3,5 mm/dag. Als voorbeeld is de verdamping van Zuiderzeeland getoond in Figuur 2.8. Deze figuur is zeer representatief voor het gemiddelde verloop van de referentieverdamping in Nederland zonder veel variatie van plaats naar plaats, afgezien van de eerder genoemde oost west trend. Van jaar tot jaar kunnen de waarden wel verschillen met 5 à 10%.

Analyse van de meetreeksen van neerslag en referentieverdamping die in het kader van de NHI validatie voor de Noordoostpolder zijn uitgevoerd, hebben aangetoond dat in de tijd:

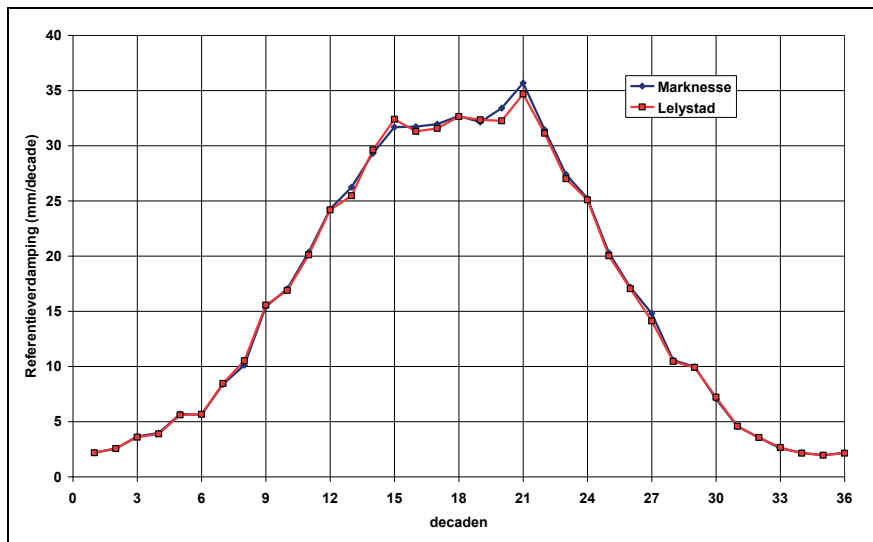
- 1 de neerslagsom in het groeiseizoen geen trend vertoont;
- 2 de referentieverdamping in het groeiseizoen een opwaartse trend vertoont van orde 2,5 mm/jaar.

Voorgaande houdt in, dat het potentiële neerslagtekort in de laatste decennia is toegenomen. Dit heeft gevolgen voor de benodigde wateraanvoer in het groeiseizoen. Statistische analyse van het potentiële neerslagtekort heeft voorts aangetoond dat het maximale tekort in een gemiddeld jaar aan het einde van het groeiseizoen optreedt. Dit maximum verschuift echter naar juni – juli voor de drogere jaren, d.w.z. naar het midden van het groeiseizoen, wanneer watertekorten veel grotere gevolgen hebben voor de gewasopbrengst.

De actuele verdamping wordt in het NHI berekend volgens de procedure die in sectie 2.3 is aangegeven als functie van gehanteerde gewasfactoren (en dus landgebruik) en de vochttoestand in de bodem.



Figuur 2.7 Gemiddelde jaarlijkse verdamping, periode 1971-2000 (bron: KNMI)



Figuur 2.8 Decadeverdampingsnormales van KNMI-stations in Zuiderzeeland (bron: KNMI)

3 Oppervlaktewater

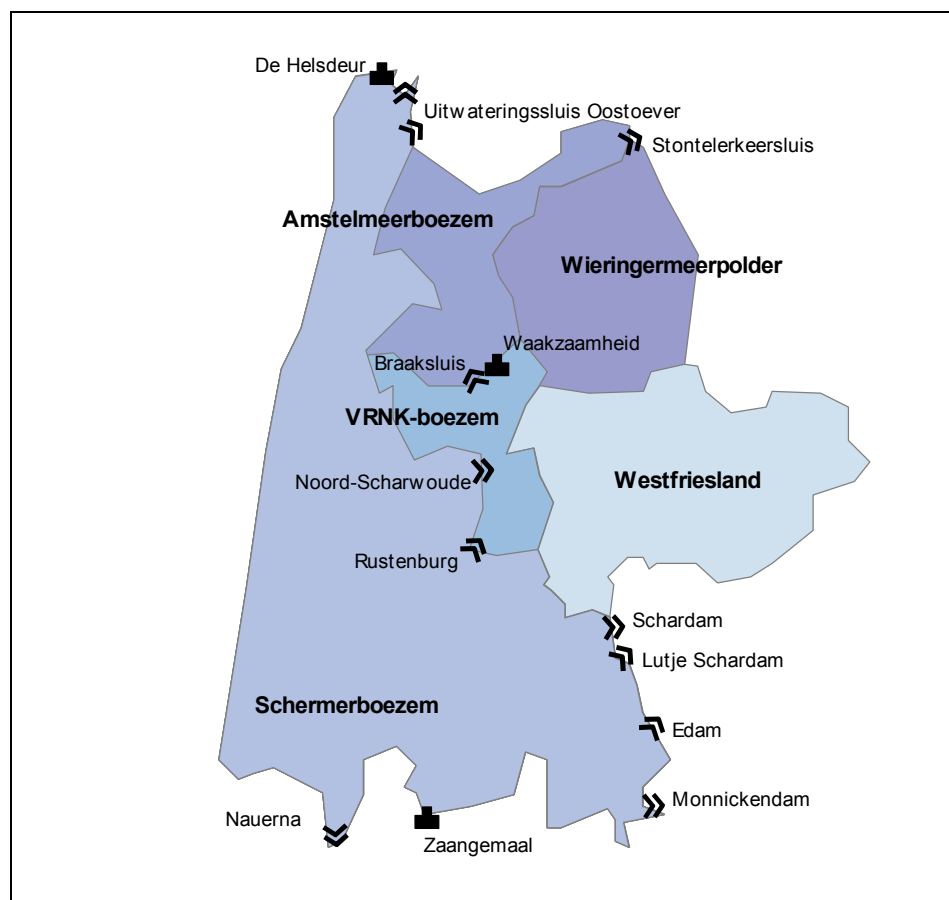
3.1 Schematisatie van HHNK in NHI

Het beheergebied van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) omvat de provincie Noord Holland benoorden het Noordzeekanaal, inclusief Texel. Het gebied is 196.400 ha groot, waarvan 162.200 ha landelijk gebied en 34.200 ha stedelijk gebied is. In totaal is 175.100 ha bemalen en 21.300 ha vrij afstromend. Het totale beheergebied van HHNK is opgenomen in het NHI met uitzondering van het eiland Texel.

In het NHI wordt in het beheergebied onderscheiden:

- het gebied dat afwatert op de Schermerboezem,
- het gebied dat afwatert op de Amstelmeerboezem
- het gebied dat afwatert op de Verenigde Raaksmatse- en Nedorperkoggeboezem (VRNK-boezem),
- de Wieringermeerpolder, die loost op de Waddenzee en het IJsselmeer, en
- de polders in Westfriesland die niet op de Noord-Hollandse boezemsystemen, maar op het IJsselmeer en het Markermeer lozen.

In Figuur 3.1 zijn de onderscheiden gebieden aangegeven, met de belangrijkste kunstwerken van de boezemsystemen.



Figuur 3.1 Schematisatie van beheergebied van HHNK in het NHI met locatie van belangrijkste sluisen en gemalen (bron: HKV, 2009)

In het NHI worden voor HHNK de volgende districten onderscheiden:

- district 35 Schermerboezem, dat de polders en de vrij afwaterende gebieden op de Schermerboezem omvat, inclusief De Waterlanden;
- district 82, de polders Obdam, Wogmeer, Hensbroek, Kaagpolder, Lage Hoek en bedijkte boezem, die lozen op en onttrekken aan de VRNK boezem;
- district 32 Amstelmeer, omvattende de polders die afvoeren naar de Amstelmeerboezem en water onttrekken aan de Schermerboezem en de Amstelmeerboezem;
- district 31 Wieringermeerpolder, dat afvoert op de Waddenzee (gemaal Leemans) en het IJsselmeer (gemaal Lely) en water onttrekt aan de Amstelmeerboezem en het IJsselmeer;
- district 33 Medemblik, omvattende de polders Vier Noorder Koggen en Het Grootslag in het noorden van Westfriesland, polders die afvoeren op het IJsselmeer en water onttrekken aan het IJsselmeer, het Markermeer en de VRNK boezem, en
- district 34 Hoorn, omvattende de polders Drieban, Westerkogge en Oosterpolder in het zuiden van Westfriesland, die water lozen op en onttrekken aan het Markermeer.

In het NHI worden verdeelsleutels gehanteerd voor de boezemknopen m.b.t. de takken waarmee water wordt aangevoerd of afgevoerd, als volgt:

Schermermerboezem:

Loost op:	tak 2003: naar Noordzeekanaal, 35% (vooral via Zaangemaal)
	tak 2004: naar Waddenzee, 60% (gemaal De Helsdeur)
	tak 2006: naar VRNK boezem, 3% (Rustenburg/Roskampsluis)
	tak 2007: doorvoer naar Amstelmeerboezem, 2%
Laat in van:	tak 2002: Markermeer

VNRK-boezem:

Loost op:	tak 2005: Amstelmeerboezem (gemaal de Waakzaamheid)
Laat in van:	tak 2006: Schermerboezem (Rustenburg/Noord Scharwoude)

Amstelmeerboezem:

Loost op:	tak 2008: Waddenzee (Uitwateringssluis Oostoever)
Laat in van:	tak 2001: IJsselmeer, 80% (Stontelerkeersluis)
	tak 2005: VRNK boezem, 20% (gemaal de Waakzaamheid)

Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar HKV (2009): "Distributiemodel, deel A: Friesland en Noord-Holland".

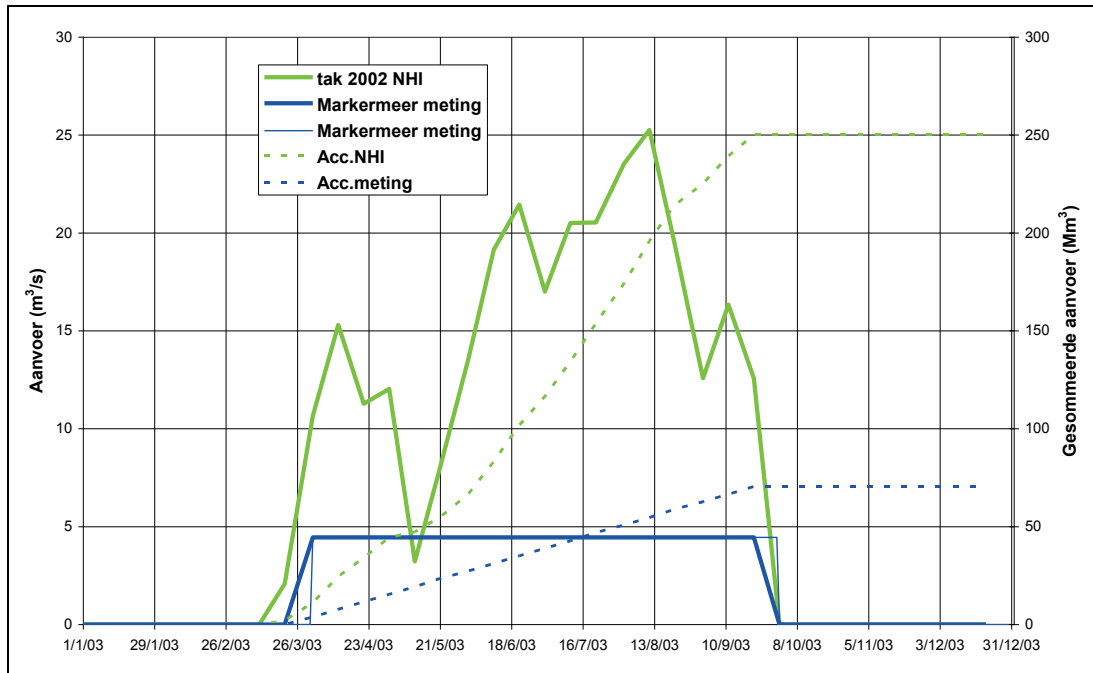
3.2 Wateraanvoer naar en afvoer van de Schermerboezem

Aanvoer

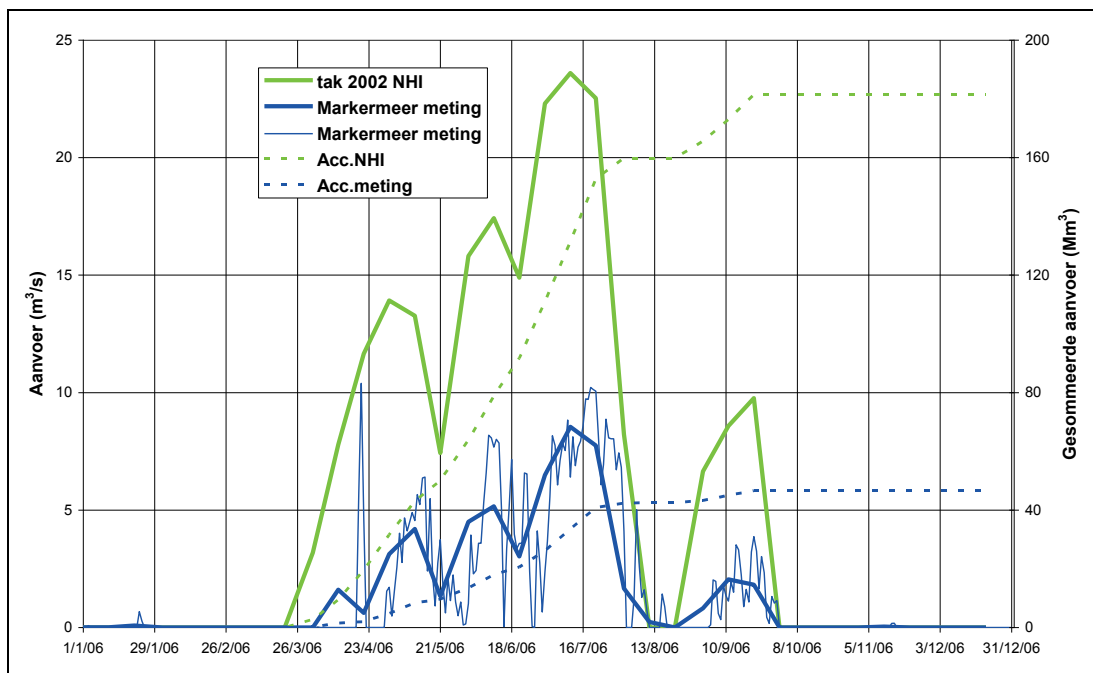
Volgens de aangeleverde gegevens wordt water ingelaten naar de Schermerboezem vanuit het Markermeer op 15 locaties tussen Schardam en Amsterdam en in 2003 ook vanuit het NZK op 5 plaatsen. Sporadisch wordt vanuit de Amstelmeerboezem water afgevoerd op de Schermerboezem ter ontlasting van eerstgenoemde. Voorts komt water binnen vanuit de Waddenzee via de Koopvaardersschutsluis bij den Helder. In het model wordt volgens de verdeelsleutels alleen water ingelaten via tak 2002 vanuit het Markermeer. Volgens de beschrijving van het distributiemodel (HKV, 2009) is die inlaatcapaciteit afhankelijk gesteld van de waterstand op het Markermeer.

De resultaten voor 2003 en 2006 zijn weergegeven in Figuur 3.2 en Figuur 3.3. Merk op dat voor 2003 geen meetreeks voorhanden is, alleen een jaartotaal. Uit de figuren blijkt dat de berekende inlaat de gemeten inlaat sterk overschat. De door het model gegenereerde watervraag lijkt dus veel te hoog. Het probleem ligt dus niet bij beperkingen aan de inlaatcapaciteit in het model. Uit de gegevens van 2003 valt verder af te leiden dat de inlaat door schuttingen bij den Helder niet verwaarloosbaar klein is (ruim 20% van het totaal).

Uit de vergelijking van het gemeten en berekende verloop in 2006 blijkt ook dat het verloop in de tijd door het model wel goed wordt weergegeven, alleen met een forse schaalfactor.



Figuur 3.2 Gemeten en berekende waterinlaat vanuit het Markermeer in 2003



Figuur 3.3 Gemeten en berekende waterinlaat vanuit het Markermeer in 2006

Afvoer

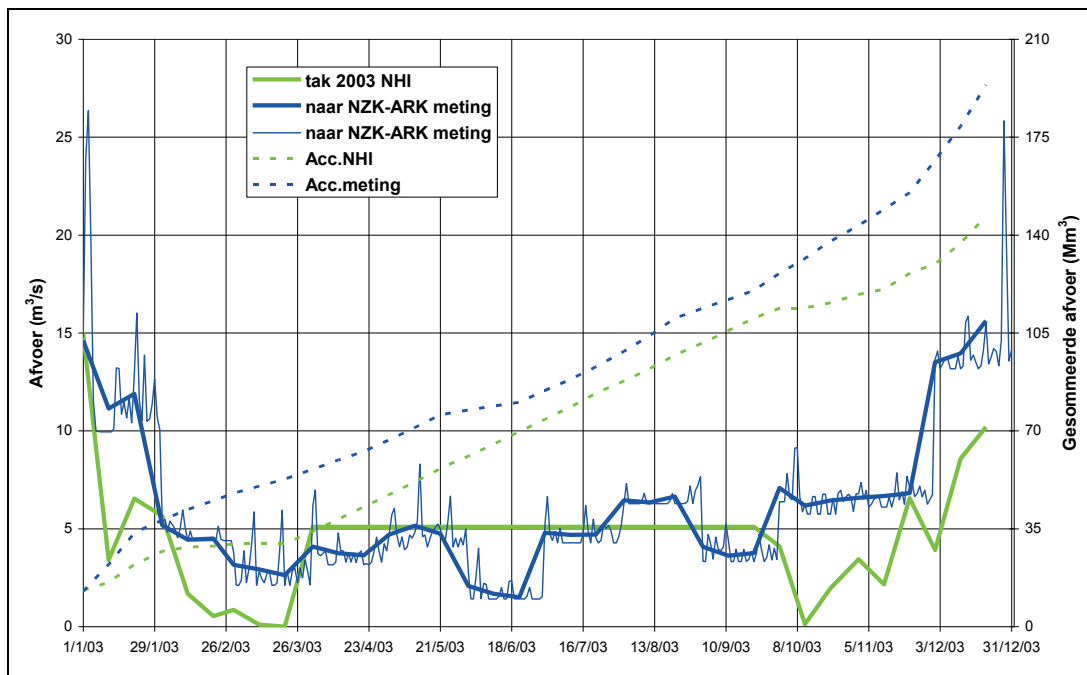
De afvoer uit de Schermerboezem vindt plaats naar de Waddenzee, het NZK en het Markermeer en voorts een klein deel naar de VRNK-boezem en de Amstelmeerboezem. In het model wordt volgens de gehanteerde verdeelsleutels niet geloosd op het Markermeer, maar vooral op de Waddenzee (tak 2004 60%) en het NZK (tak 2003 35%). Verder wordt 3% afgevoerd op de VRNK-boezem (tak 2006) en 2% op de Amstelmeerboezem (tak 2007). Van de twee laatste lozingen/doorvoeren zijn geen meetgegevens beschikbaar gesteld. De concentratie ligt hier dus op de lozingen op het NZK (tak 2003) en de Waddenzee (tak 2004).

De resultaten voor 2003 zijn weergegeven in Figuur 3.4 en Figuur 3.5. Merk op dat het gemeten verloop in Figuur 3.4 voornamelijk gebaseerd is op maandgemiddelde waarden; het gepresenteerde signaal geeft dus geen goede weergave van de opgetreden dag- of decadewaarden. De figuur laat zien dat het model de afvoer naar het NZK in het voor- en najaar onderschat, terwijl in het groeiseizoen een constante lozing wordt opgelegd. Voor de afvoer op de Waddenzee is het beeld ongeveer hetzelfde: constant in het groeiseizoen en een onderschatting van de afvoer in het voorjaar en het najaar. Merk op dat de afvoer hier het verloop van gemaal De Helsdeur weergeeft gecorrigeerd voor de afvoer via de Koopvaardersschutssluis. De afvoer in het model volgt niet de opgegeven verdeling tussen de takken/knopen. Er wordt volgens de cijfers meer water op het NZK afgevoerd dan de verdeelsleutel toelaat. In het model worden kennelijk andere voorwaarden gehanteerd voor de verdeling van de afvoer over de takken. Afvoerbeperingen op het NZK hebben in dit jaar kennelijk geen rolgespeeld omdat er relatief meer op het NZK is afgevoerd.

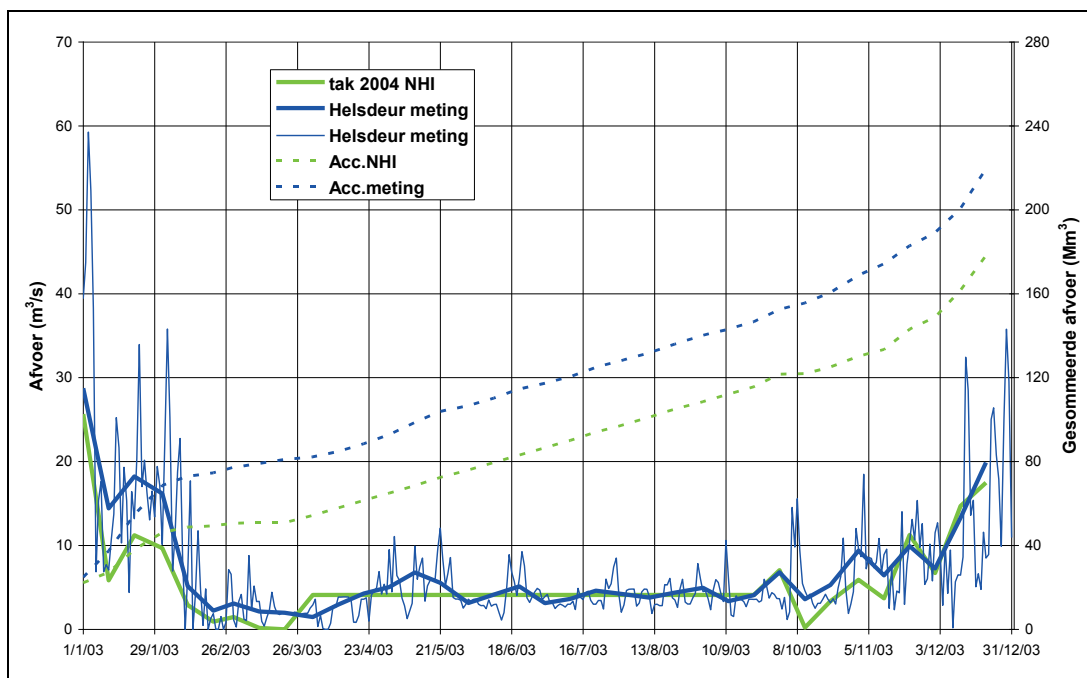
De totale gemeten en berekende afvoer van de Schermerboezem in 2003, exclusief de doorvoeren naar de VRNK- en de Amstelmeerboezems, is weergegeven in Figuur 3.6. De gemeten afvoer is hier dus inclusief de lozing op het Markermeer. Duidelijk is zichtbaar dat de berekende afvoer in het voorjaar en in het najaar ernstig achterblijft bij de gemeten afvoer. In het groeiseizoen is de afvoer gemiddeld genomen ongeveer correct, maar op jaarbasis onderschat het model de afvoer met 28%.

De resultaten voor 2006 zijn gepresenteerd in Figuur 3.7 en Figuur 3.8. De trend is ongeveer hetzelfde als in 2003, hoewel de afwijkingen in het najaar minder groot zijn. Op jaarbasis wordt de afvoer naar de Waddenzee via gemaal De Helsdeur goed weergegeven; het verschil is slechts 2%.

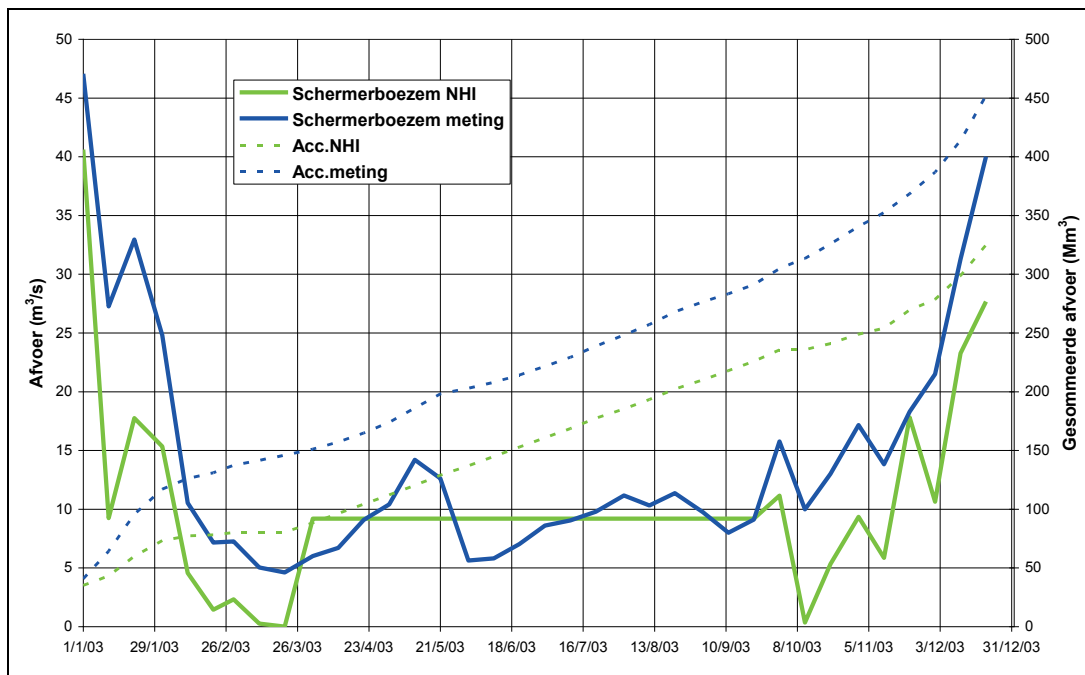
De totale afvoer van de Schermerboezem in 2006, exclusief de doorvoer, is weergegeven in Figuur 3.9. De dynamiek wordt door het model, met uitzondering van het groeiseizoen, goed gesimuleerd. De afvoer is in het voorjaar onderschat, evenals in augustus. Dit laatste kan samenhangen met de keuze van de neerslagstations voor de bepaling van de gebiedsneerslag. De rest van het jaar zijn de verschillen tussen de berekende en de gemeten afvoeren beperkt. Op jaarbasis wordt de afvoer van de Schermerboezem met 18% onderschat.



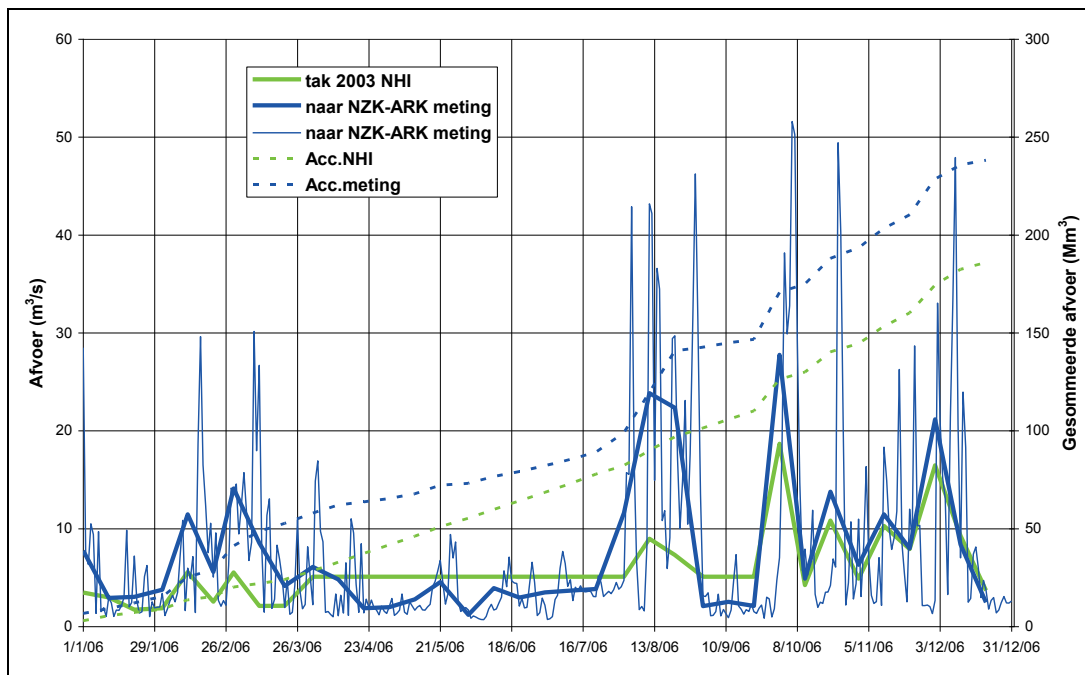
Figuur 3.4 Gemeten en berekende afvoer van Schermerboezem op het NZK, 2003



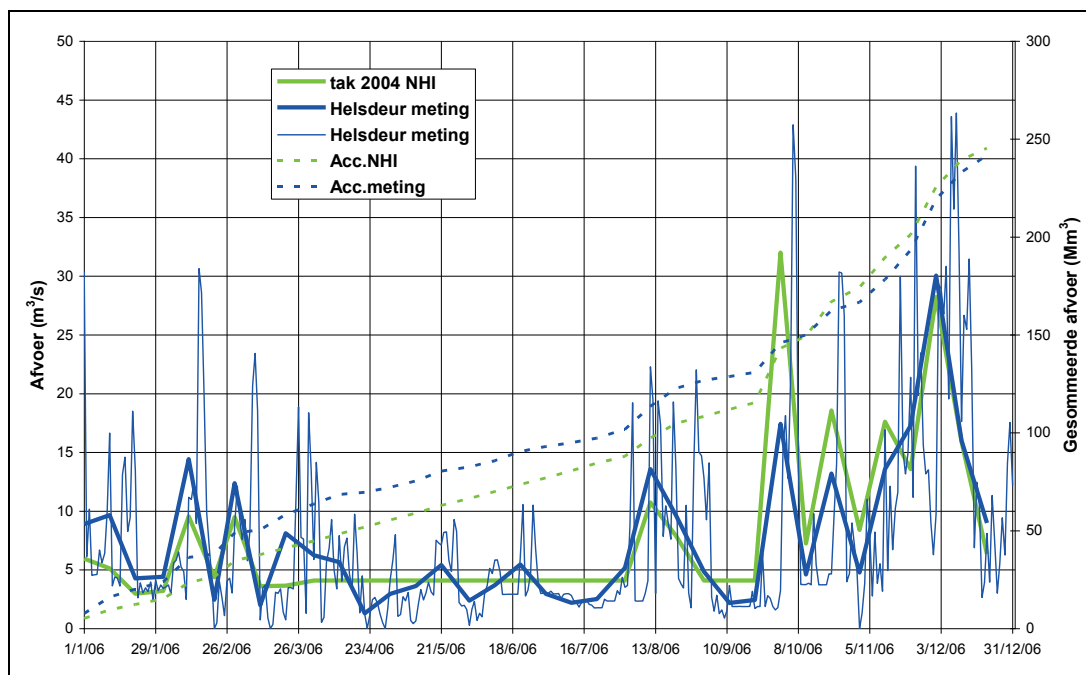
Figuur 3.5 Gemeten en berekende afvoer Schermerboezem op de Waddenzee, 2003



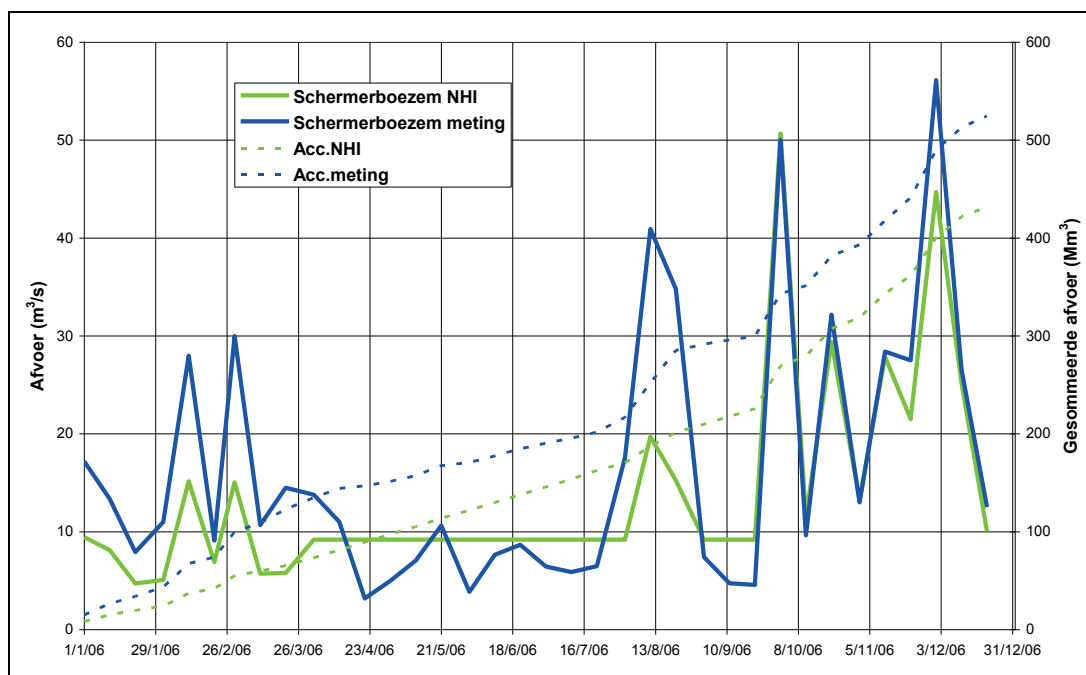
Figuur 3.6 Gemeten en berekende afvoer Schermerboezem op NZK, Waddenzee en Markermeer, 2003



Figuur 3.7 Gemeten en berekende afvoer van Schermerboezem op het NZK, 2006



Figuur 3.8 Gemeten en berekende afvoer Schermerboezem op de Waddenzee, 2006



Figuur 3.9 Gemeten en berekende afvoer Schermerboezem op NZK, Waddenzee en Markermeer, 2006

3.3 Wateraanvoer naar en afvoer van de VRNK-boezem

Omdat geen inlaat en afvoergegevens van de VRNK-boezem zijn aangeleverd is de kwaliteit van het distributiemodel voor dit deel van het beheergebied niet geanalyseerd.

3.4 Wateraanvoer naar en afvoer van de Amstelmeerboezem

Aanvoer

De Amstelmeerboezem voert water aan uit het IJsselmeer via de Stontelerschutsluis bij den Oever. De afvoer van de VRNK-boezem (via gemaal de Waakzaamheid en de

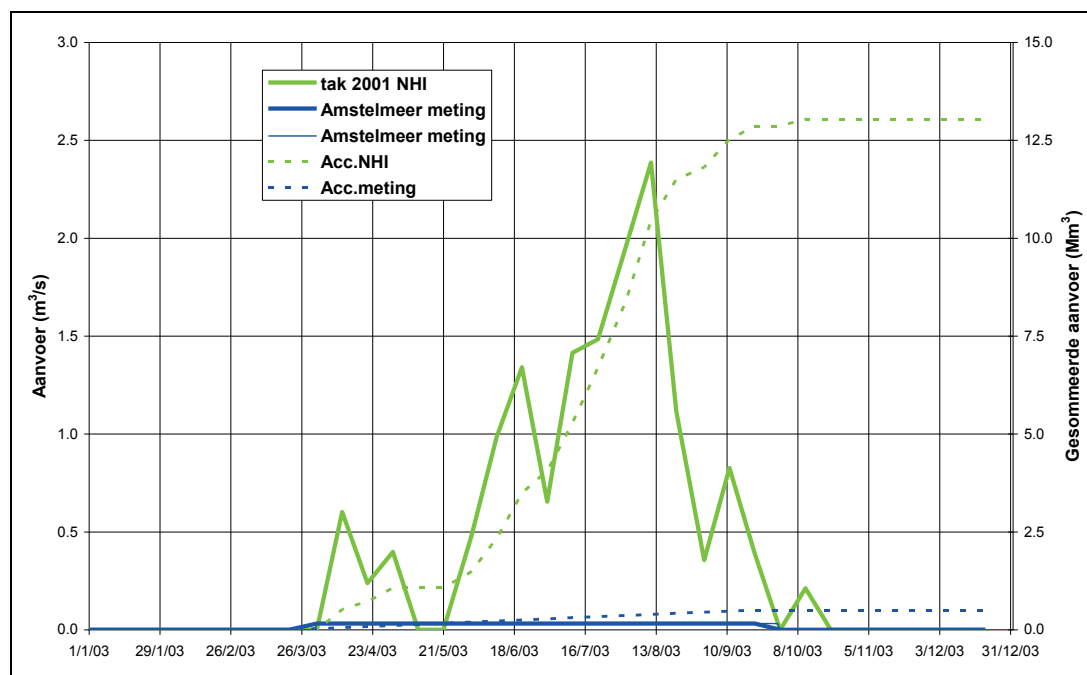
Braaksluis) vindt ook plaats via de Amstelmeerboezem. In het model verloopt 80% van de aanvoer via de Stontelerschutsluis en 20% komt uit de VRNK-boezem. Alleen van de Stontelerschutsluis zijn echter gegevens ontvangen. De vergelijking tussen de gemeten en berekende aanvoer in 2003 en 2006 is gepresenteerd in Figuur 3.10 en Figuur 3.11. In 2003 was volgens de gegevens de aanvoer zeer beperkt en was alleen een jaartotaal bekend. Deze is in de figuur uniform verdeeld over het groeiseizoen. In 2003 overschat het model de gemeten aanvoer zeer sterk. Voor 2006 onderschat het model de aanvoer en is de periode waarover aanvoer heeft plaatsgevonden te kort.

Het teken van de inlaat/afvoer in het NHI voor tak 2001 dient gecontroleerd te worden daar deze niet in overeenstemming is met de documentatie van het DM (HKV, 2009). De reeks voor 2001 in de NHI-uitvoer geeft aan dat het hier een afvoer in plaats van een aanvoer betreft. Gezien het tijdstip van optreden is het waarschijnlijker dat de NHI-reeks hier een inlaat en geen afvoer weergeeft. Er is ook een meetreeks beschikbaar van de afvoer bij de Stontelerschutsluis, die alleen enige afvoer heeft in de wintermaanden en voor de rest van het jaar een nulafvoer laat zien.

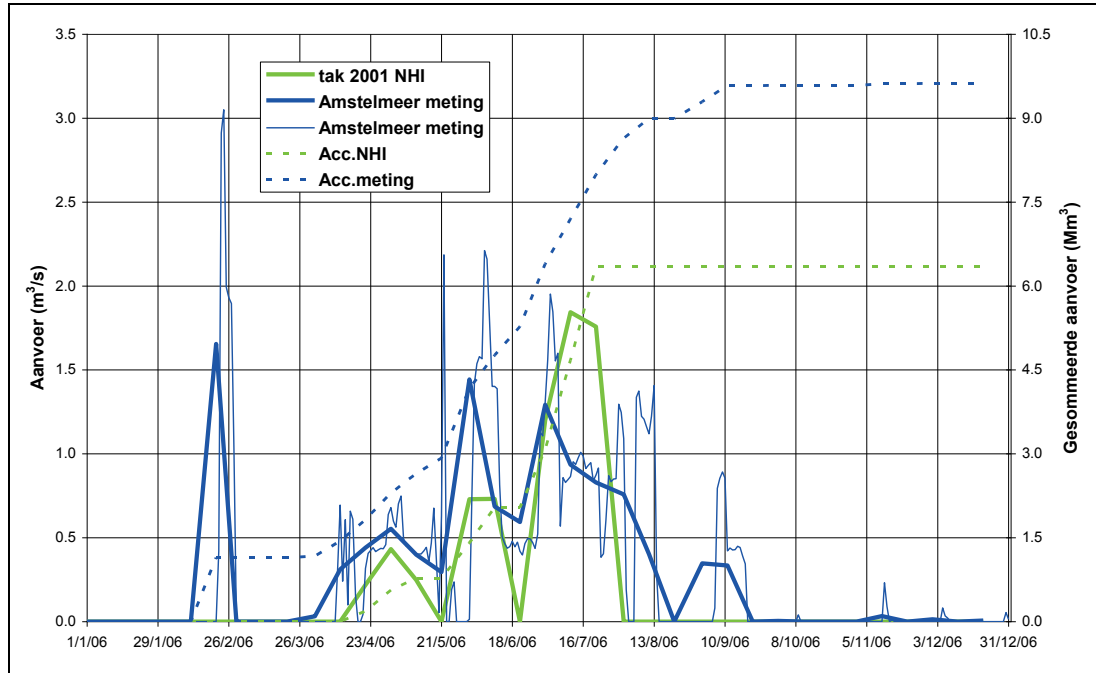
Afvoer

De Amstelmeerboezem lost overtollig water vooral op de Waddenzee via de uitwateringssluis Oostoever. Alleen in perioden van zeer hoog waterbezwaar wordt tevens geloosd op het IJsselmeer. Dit is maximaal 30% van de afvoer (HKV, 2009). Niet duidelijk is of de polder Wieringen, die via gemaal Stontele loost op het IJsselmeer, ook tot dit gebied wordt gerekend.

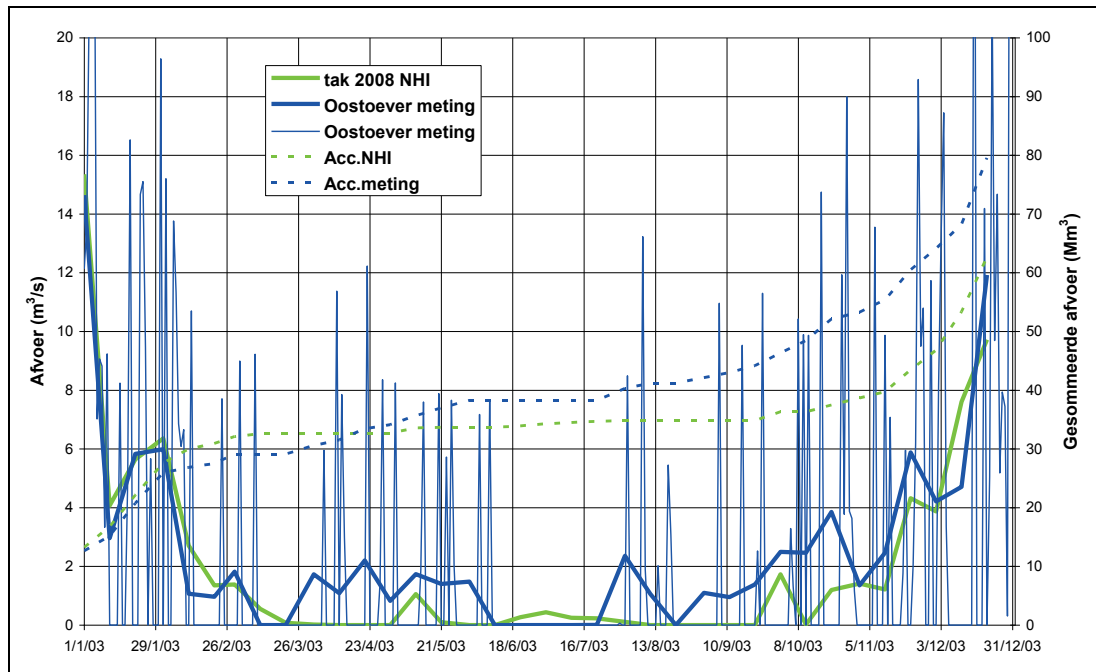
De gemeten en berekende afvoer van de Amstelboezem via uitwateringssluis Oostoever (tak 2008) is weergegeven in Figuur 3.12 en Figuur 3.13.



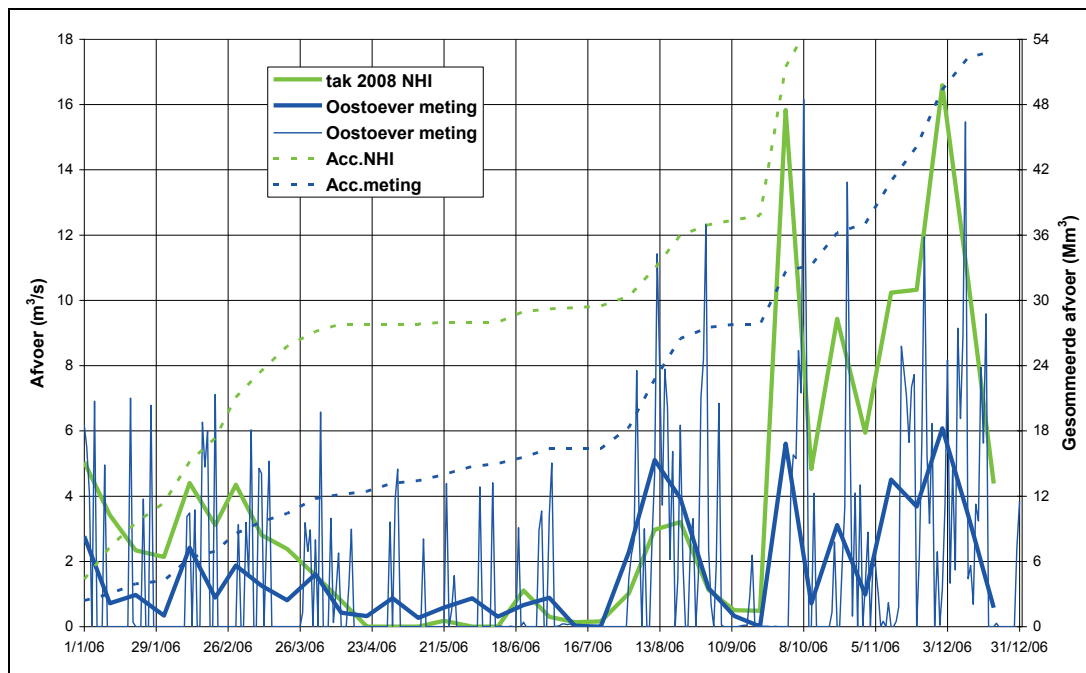
Figuur 3.10 Gemeten inlaat en berekende inlaat naar (of afvoer van?) Amstelmeerboezem via tak 2001 (Stontelerschutsluis) in 2003



Figuur 3.11 Gemeten inlaat en berekende inlaat naar (of afvoer van?) Amstelmeerboezem via tak 2001 (Stontelerschutsluis) in 2006



Figuur 3.12 Gemeten en berekende afvoer Amstelmeerboezem via tak 2008 in 2003



Figuur 3.13 Gemeten en berekende afvoer Amstelmeerboezem via tak 2008 in 2003

Voor 2003 wordt de afvoer via Oostoever in het voorjaar en het najaar redelijk gereproduceerd. Van april t/m oktober blijft de berekende afvoer echter achter bij de opgetreden afvoer. Op jaarbasis wordt de afvoer in 2003 met 21% onderschat, zie Tabel 3.1

Voor 2006 overschat het model de afvoer in het voorjaar en het najaar sterk, vooral in het najaar. Op jaarbasis overschat het model de afvoer via tak 2008 met 118%.

3.5 Wateraanvoer naar en afvoer van district 31, de Wieringermeer

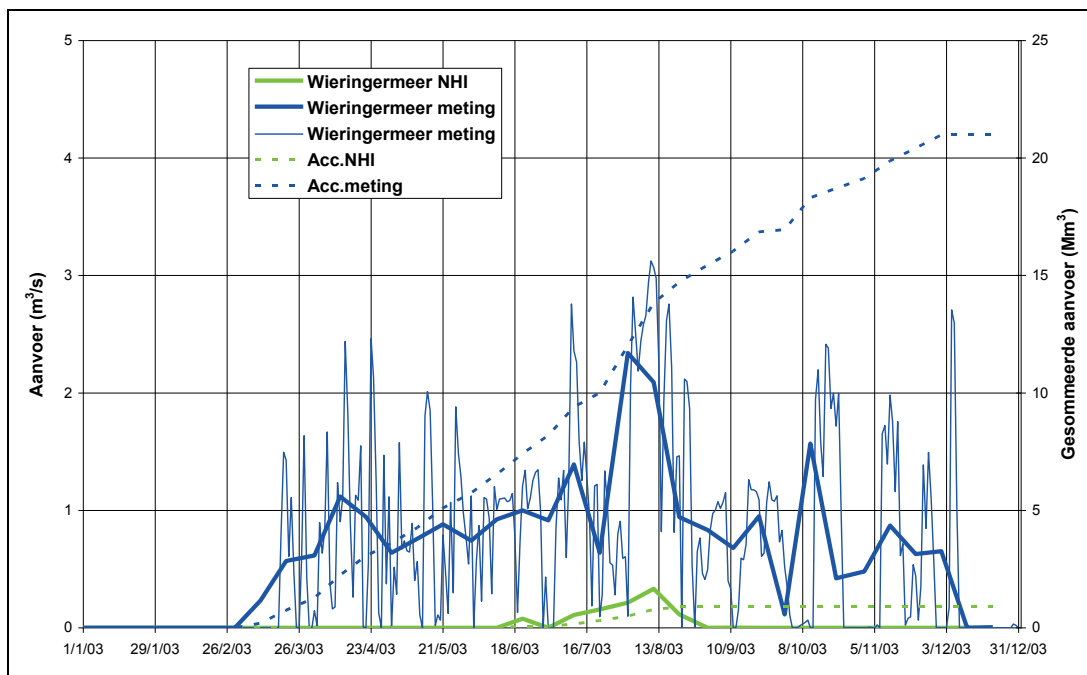
Inlaat

Waterinlaat naar de Wieringermeer vanuit het IJsselmeer geschiedt via de Stontelerkeer duikersluis bij Den Oever en via hevels. Het meeste water wordt echter onttrokken aan de Amstelmeerboezem. Volgens de in het model gehanteerde verdeelsleutels komt 70% van de inlaat uit de Amstelmeerboezem en 30% uit het IJsselmeer. Gegevens zijn echter alleen beschikbaar van het water dat vanuit het IJsselmeer wordt ingelaten, zie Figuur 3.14 en Figuur 3.15. Omdat de modeluitvoer van het districtwater alleen de totale inlaat laat zien is voor de getoonde berekende inlaat de districtuitvoer met een factor 0,3 vermenigvuldigd. De figuren tonen aan dat voor beide jaren de berekende inlaat veel lager is dan uit de metingen blijkt en dat voorts de periode waarover water wordt ingelaten veel te kort is. De watervraag voor de Wieringermeerpolder wordt door het model dus ernstig onderschat.

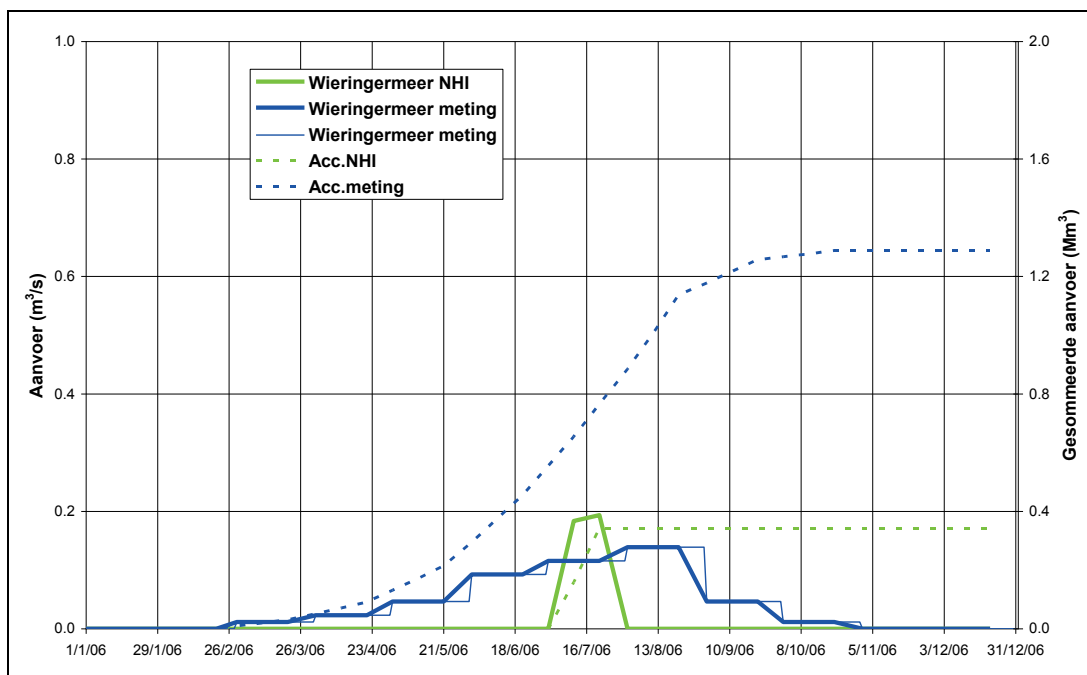
Afvoer

De Wieringermeerpolder voert voornamelijk af op de Waddenzee via gemaal Leemans. Voorts wordt water afgevoerd via gemaal Lely bij Medemblik op het IJsselmeer. Volgens de verdeelsleutel in het distributiemodel is de verdeling Waddenzee-IJsselmeer 70-30. De gemeten en berekende afvoer voor 2003 en 2006 zijn weergegeven in Figuur 3.16 en Figuur 3.17. In 2003 heeft het model de afvoer gedurende vrijwel het gehele jaar onderschat, met de grootste verschillen vanaf juni. Op jaarbasis is 49% meer afgevoerd dan is berekend. Voor 2006 is het resultaat aanmerkelijk beter. Hier reproduceert het model de afvoer in het voorjaar en het najaar

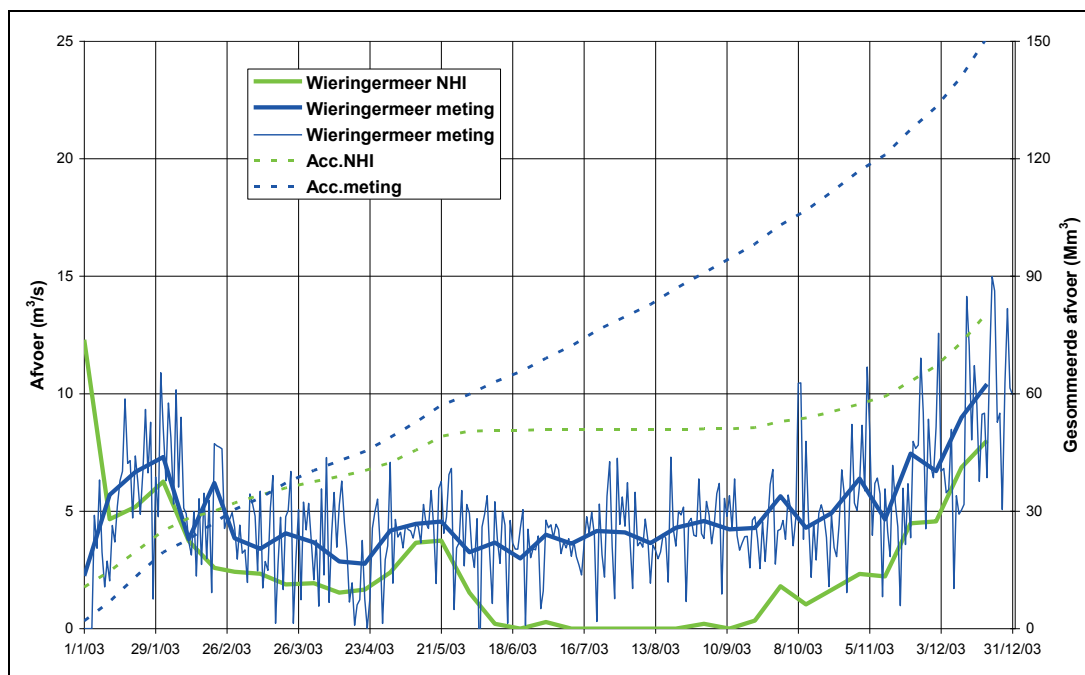
voorbeeldig, alleen schiet het in het groeiseizoen te kort. Op jaarbasis is voor 2006 de gemeten afvoer met 20% onderschat.



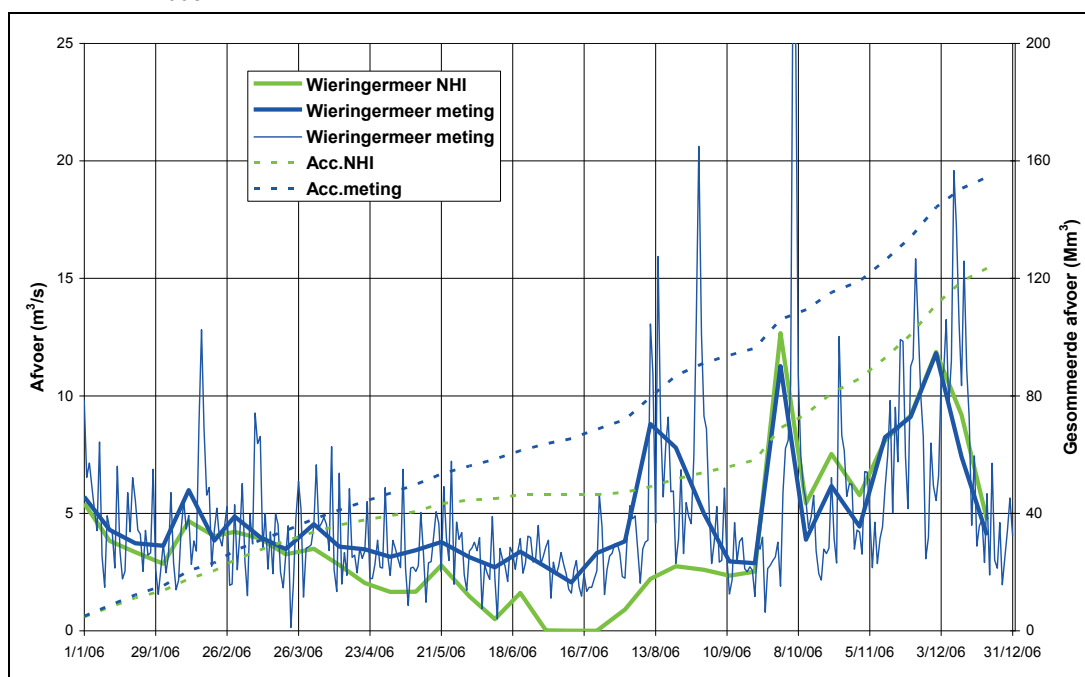
Figuur 3.14 Gemeten en berekende inlaat uit IJsselmeer naar Wieringermeerpolder, 2003



Figuur 3.15 Gemeten en berekende inlaat uit IJsselmeer naar Wieringermeerpolder, 2006



Figuur 3.16 Gemeten en berekende afvoer van Wieringermeerpolder naar Waddenzee en IJsselmeer, 2003



Figuur 3.17 Gemeten en berekende afvoer van Wieringermeerpolder naar Waddenzee en IJsselmeer, 2006

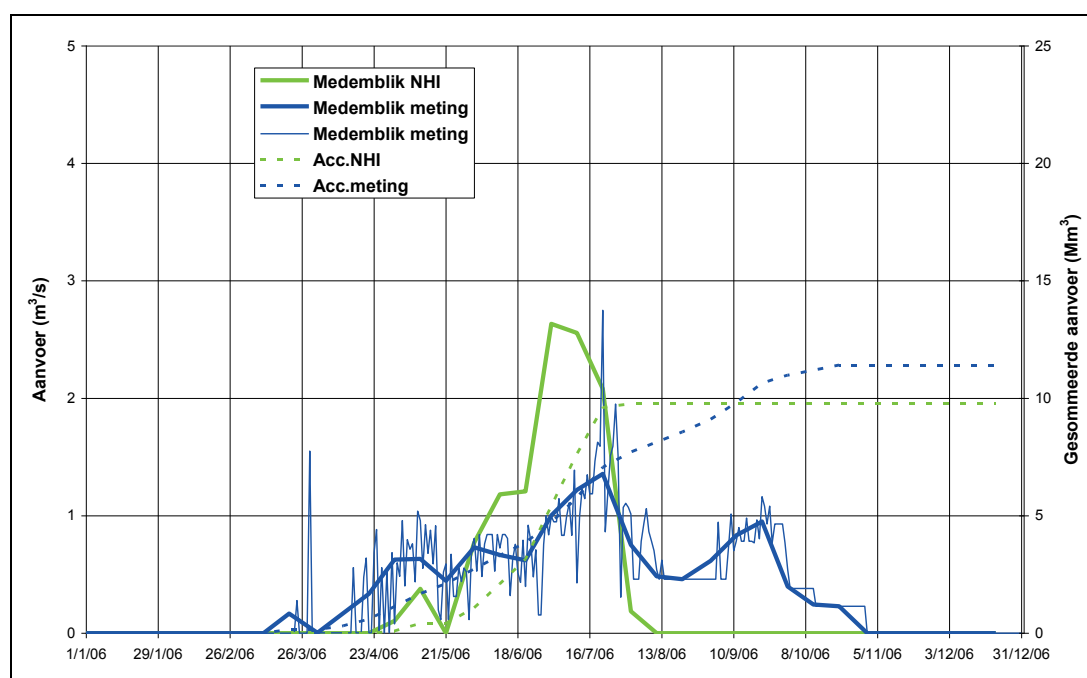
3.6 Wateraanvoer naar en afvoer van district 33, Medemblik

Inlaat

De polders Vier Noorder Koggen en Het Grootslag in het noorden van Westfriesland worden gerepresenteerd in het NHI door district 33, Medemblik. Het district onttrekt water aan het IJsselmeer, het Markermeer en aan de VRNK-boezem. In het model wordt hiervoor een verdeelsleutel van 70-10-20% toegepast. Van de totale inlaat komt dus 80% uit het IJsselmeer of het Markermeer. Op de districtinlaat is dus een factor 0,8

toegepast voor de vergelijking met de gemeten inlaat uit het IJsselmeer en Markermeer in Figuur 3.18.

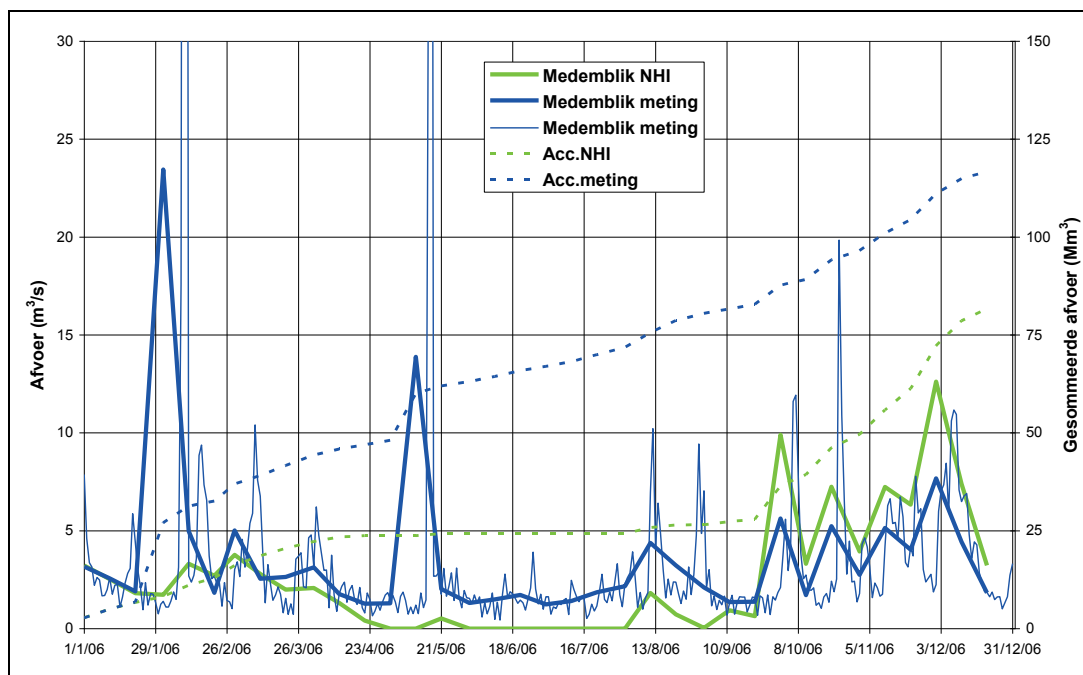
Voor 2003 zijn geen tijdreeksen beschikbaar, alleen een jaartotaal. Dit jaartotaal wijkt slechts 3% af van de gemeten inlaat. Voor 2006 toont de figuur aan dat ook voor dat jaar het totale ingelaten volume water op jaarbasis redelijk wordt berekend, maar dat de duur van de aanvoer te kort is. Overigens is niet duidelijk waarom er in de praktijk in de tweede helft van september nog water wordt ingelaten.



Figuur 3.18 Gemeten en berekende inlaat naar district 33 Medemblik in 2006

Afvoer

District 33 Medemblik voert alleen af op het IJsselmeer. Zoals ook voor de inlaat het geval was is voor dit district voor 2003 geen tijdreeksen van de afvoer beschikbaar. Op basis van de jaartotalen blijkt het model de afvoer met bijna 40% te onderschatten. De gemeten en berekende afvoer voor 2006 is gepresenteerd in Figuur 3.19. Ook in dat jaar heeft het model de afvoer onderschat, op jaarbasis met 30%. Enkele afvoerpieken in februari en mei 2006 worden door het model volledig gemist. In het najaar overschat het model de afvoer, maar de dynamiek wordt goed gevolgd. Dit is mogelijk een gevolg van de gehanteerde neerslag in het model.



Figuur 3.19 Gemeten en berekende afvoer van district 33, Medemblik in 2006

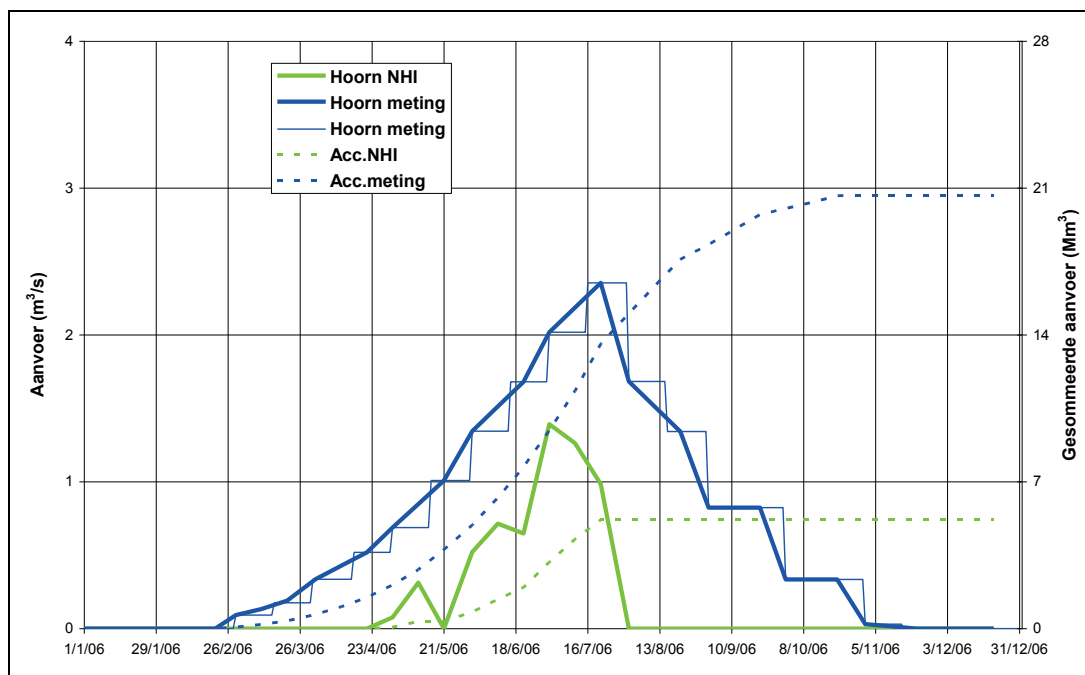
3.7 Wateraanvoer naar en afvoer van district 34, Hoorn

Inlaat

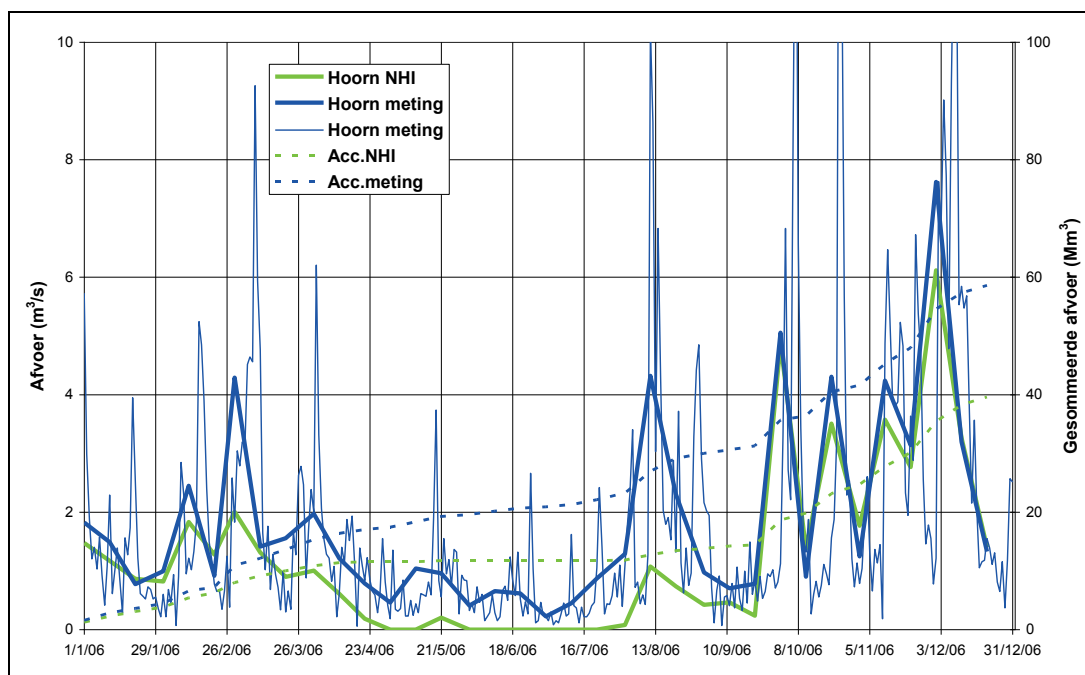
De polders Drieban, Westerkogge en Oosterpolder in het zuiden van Westfriesland vormen het NHI district 34 Hoorn. Dit district onttrekt uitsluitend water aan het Markermeer. Van 2003 zijn alleen jaartotalen bekend. In dat jaar was de berekende inlaat 20% te hoog. Voor 2006 zijn de resultaten weergegeven in Figuur 3.20. De figuur toont aan dat in 2006 het berekende inlaatvolume ernstig onderschat is (75% lager dan gemeten) en dat ook de periode waarover wordt ingelaten te kort is berekend door het model.

Afvoer

Evenals voor de aanvoer het geval is, voert district 34 uitsluitend af op het Markermeer. Voor 2003 wordt deze afvoer 26% te laag berekend. Voor 2006 is het verschil zelfs 30% maar is de overeenkomst voor de herfst en wintermaanden goed, zie Figuur 3.21. Alleen in het groeiseizoen wordt de afvoer door het model fors onderschat.



Figuur 3.20 Gemeten en berekende inlaat naar district 34, Hoorn in 2006



Figuur 3.21 Gemeten en berekende afvoer van district 34, Hoorn in 2006

3.8 Overzicht

De resultaten voor het oppervlaktewater in het HHNK zijn samengevat in Tabel 3.1. De resultaten tonen aan dat zowel voor 2003 als voor 2006 de verschillen tussen meting en model nog te groot zijn om het model in deze fase van ontwikkeling al in te kunnen zetten voor een betrouwbare simulatie van de waterverdeling op regionale schaal. De aanvoer van water wordt overschat en de afvoer onderschat. Hierdoor is vooral het verschil tussen de gemeten en de berekende netto afvoer zeer groot.

Tabel 3.1 Vergelijking tussen gemeten en berekende inlaat naar en afvoer uit het HHNK in 2003 en 2006

		NHI		meting		verschil meting - NHI		verschil %	
		Afvoer	Inlaat	Afvoer	Inlaat	Afvoer	Inlaat	Afvoer	Inlaat
		Mm ³	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3	Mm3	%	%
jaar 2003									
Schermerboezem	tak 2002	0.00	250.14	38.78	70.42	38.78	-179.72	100	-255
	tak 2003	146.76	0.00	193.63	4.34	46.87	4.34	24	100
	tak 2004	178.18	0.00	219.49	20.09	41.31	20.09	19	100
Amstelmeerboezem	tak 2008	62.61	0.00	79.54	0.00	16.93	0.00	21	0
	tak 2001	13.04***)	0.00	0.61	0.51	-12.43	0.51	-2042	100
Wieringermeer	district 31	80.63	0.89*)	150.86	20.98	70.22	20.09	47	96
Medemblik	district 33	49.14	16.08**)	79.39	15.68	30.25	-0.40	38	-3
Hoon	district 34	24.07	8.04	32.48	6.70	8.41	-1.35	26	-20
jaar 2006									
Schermerboezem	tak 2002	0.00	181.42	44.83	46.64	44.83	-134.78	100	-289
	tak 2003	185.98	0.00	238.21		52.23	0.00	22	
	tak 2004	245.41	0.00	241.61		-3.80	0.00	-2	
Amstelmeerboezem	tak 2008	115.18	0.00	52.88		-62.30	0.00	-118	
	tak 2001	6.34***)	0.00	1.55	9.63	-4.80	9.63	-310	100
Wieringermeer	district 31	123.44	0.34 *)	154.42	1.29	30.98	0.95	20	73
Medemblik	district 33	81.68	9.77**)	116.66	11.41	34.97	1.64	30	14
Hoon	district 34	39.60	5.19	58.58	20.67	18.98	15.48	32	75
Totalen									
	2003	554	275	795	139	240	-136	30	-98
	2006	798	197	909	90	111	-107	12	-119
Netto afvoer									
	2003	279		656		377		57	
	2006	601		819		218		27	

*) 30% van de totale inlaat naar district 31

**) 80% van de totale inlaat naar district 33

***) volgens tekenconventie NHI

4 Grondwaterstanden

4.1 Inleiding

De grondwaterstanden in het NHI zijn de waarden van de 250 x 250 m roostercel waarin de waarnemingsbuis is gelegen. Door de ruimtelijke middeling in het model is een exacte vergelijking van de hoogte t.o.v. NAP niet zinvol. Daarom is vooral gekeken naar de optredende grondwater fluctuaties en de reproductie hiervan in het model (dynamiek), het uitputtingsverloop en de maximale variatie over het jaar (range). Voorts is gekeken in hoeverre het model in staat is geweest om het herstel van de grondwaterstand na een zeer droge periode correct te simuleren. Merk op dat van 10 op 11 september 2006 de berekende grondwaterstand voor een aantal locaties een scherpe sprong laat zien t.g.v. een onjuiste modelinvoer, de 9/11 hik (in de figuren rood omcirkeld).

Van een tiental peilbuizen in HHNK zijn grondwaterstanden ontvangen, geselecteerd op gebiedskenmerken. De geselecteerde peilbuizen zijn weergegeven in Tabel 4.1. De peilbuis in Texel is buiten beschouwing gelaten omdat het eiland niet in het NHI is opgenomen. De bemonsteringsfrequentie is globaal 1 x per 14 dagen. Hierdoor mist het gemeten signaal de hoogfrequente variaties is respons op regenval. Dit houdt in dat de dynamiek van het gemeten en het berekende grondwaterstandverloop niet vergeleken kan worden. Het verloop van de grondwaterstandmetingen is bij twijfel over het verloop gevalideerd op de respons op de dagneerslag van een naburig neerslagstation.

Tabel 4.1 Overzicht van peilbuizen en hun locatie in HHNK

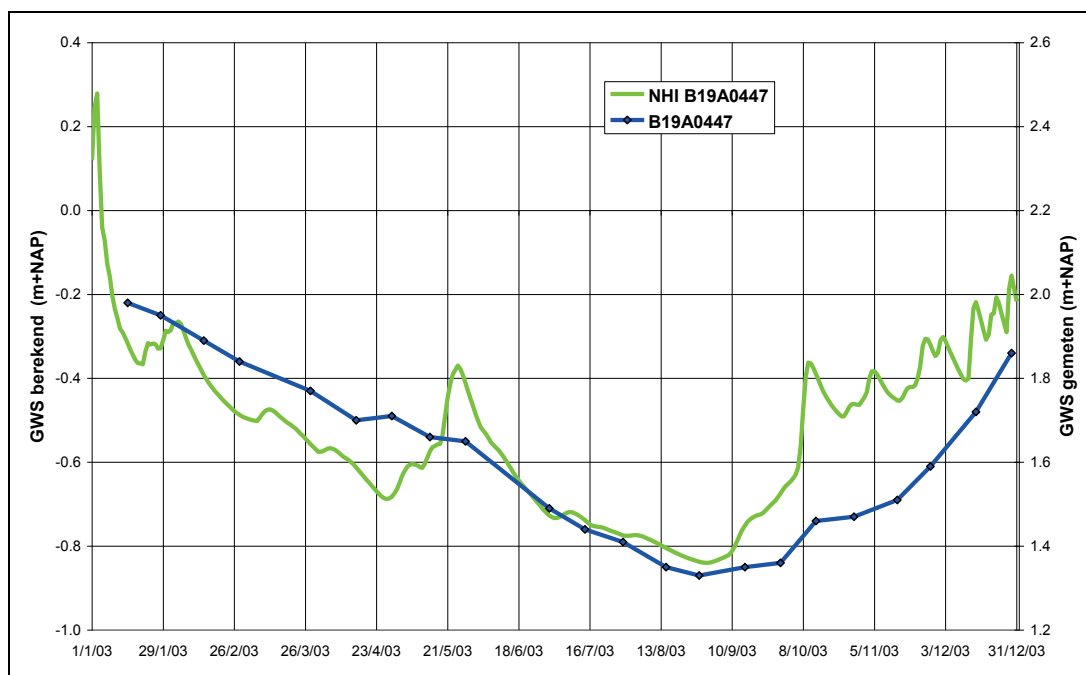
Putcode	Xcoor	Ycoor	filter diepte m NAP	Locatie	Gebiedskenmerk
B19A0447	108760	523960	-1.7	Schoorl	binnenduinrand
B19A0454	109375	514010	-2.88	Heiloo/Heilooer Bosschen	zandwal Alkmaar
B19G0399	121800	509300	-5.54	Westbeemster	droogmakerij
B19H0152	130400	502200	-11.28	Purmerend-Edam	droogmakerij
B25D1022	115670	499560	-4.96	Wormerveer bij de Zaan	grens polder/boezemland
B09B0092	116905	566033	-2.6	Texel	zandpolder
B14B0156	112345	545514	-1.2	Julianadorp	polder/knikpunt kwel infiltratie
B14G0084	120220	526790	-5.54	Oude Niedorp	polder infiltrerend
B19H0321	131920	500220	-3.13	Volendam/Lange Weeren	polder met veen aan oppervlak
B14G0083	128300	536020	-8.36	Middelmeer	Wieringermeerpolder

4.2 Vergelijking van gemeten en berekende grondwaterstanden

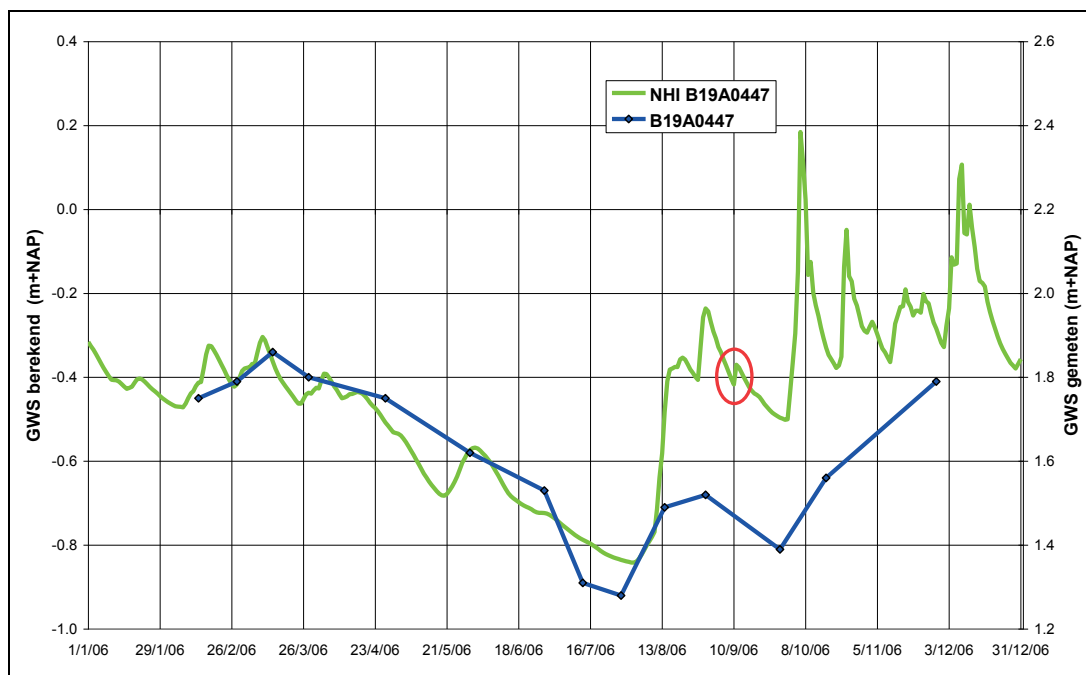
Peilbuis B19A0447

De peilbuis bevindt zich bij Schoorl dicht bij het Noord Hollandsch Kanaal aan de rand van de duinen. De gemeten en berekende grondwaterstanden voor 2003 en 2006 zijn weergegeven in Figuur 4.1 en Figuur 4.2. Opvallend is dat de gemeten waarden ruim 2 m hoger liggen dan de berekende. Volgens de topografische kaart helt bij Schoorl het maaiveld van 4,2 m+NAP bij het dorp tot -0,4 m+NAP bij het kanaal. De grootte van de gehanteerde roostercel in het NHI zal daarom mede debet aan zijn aan het geconstateerde verschil. Het verloop van de grondwaterstand in 2003 en in 2006 wordt in de eerste helft van de jaren door het model acceptabel gereproduceerd. Na de droge periode geeft het model een paar dm groter herstel aan dan is gemeten. Het model laat ook een hogere dynamiek zien dan de meting, die niet alleen door de lage

bemonsteringsfrequentie van de meting wordt veroorzaakt. Tenslotte geeft het model een iets grotere range van grondwaterstanden dan is gemeten.



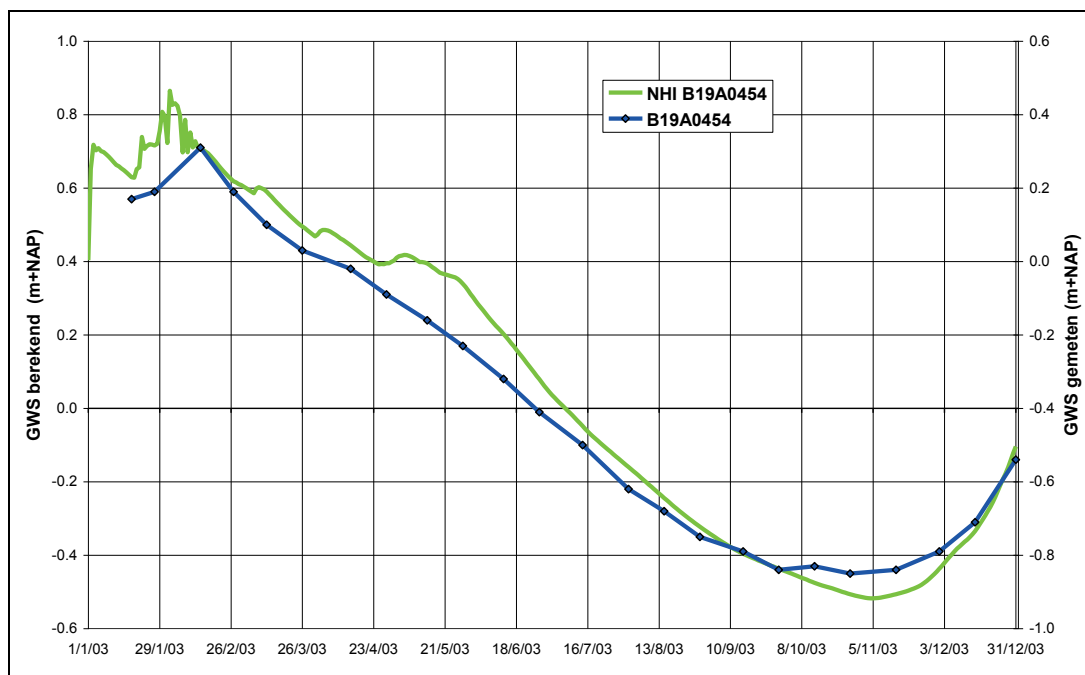
Figuur 4.1 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B19A0447 in 2003



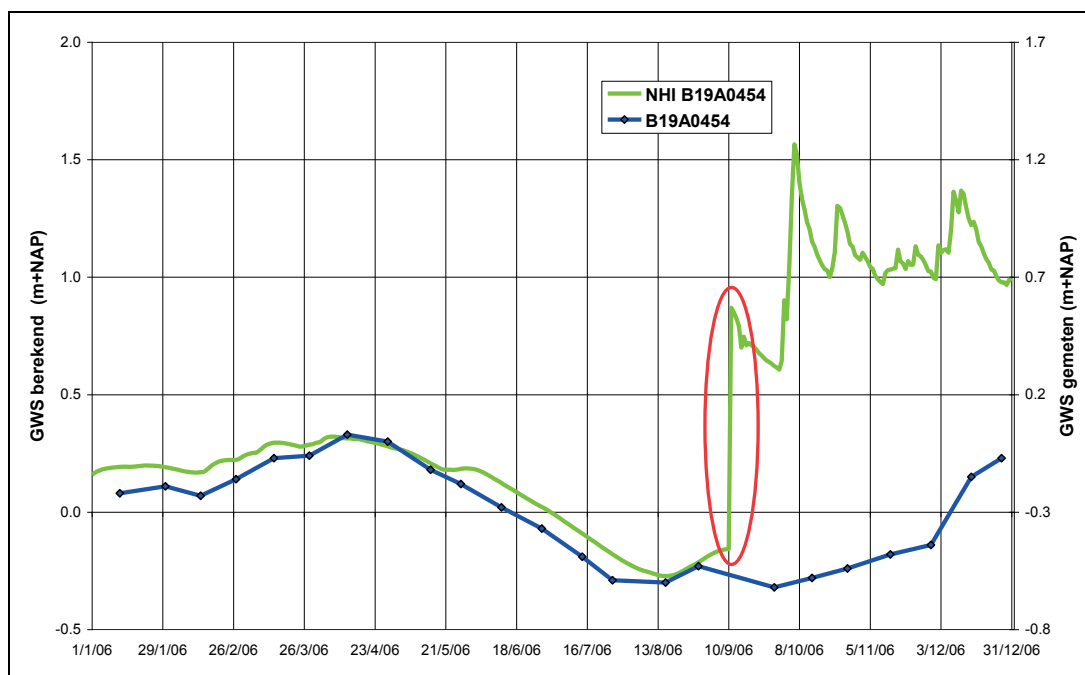
Figuur 4.2 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B19A0447 in 2006

Peilbuis B19A0454

Peilbuis B19A0454 bevindt zich in een zandwal in de Heilooër Bosschen tussen Heiloo en Alkmaar. Het gemeten en berekende verloop is weergegeven in Figuur 4.3 en Figuur 4.4. Het absolute niveau van meting en model verschilt 3 tot 4 dm. Het gemeten verloop wordt door het model goed gereproduceerd qua dynamiek en uitputtingsverloop, afgezien van de 9/11 hik in 2006. Wordt deze ge-ëlimineerd, dan wordt ook de range goed weergegeven.



Figuur 4.3 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B19A0454 in 2003

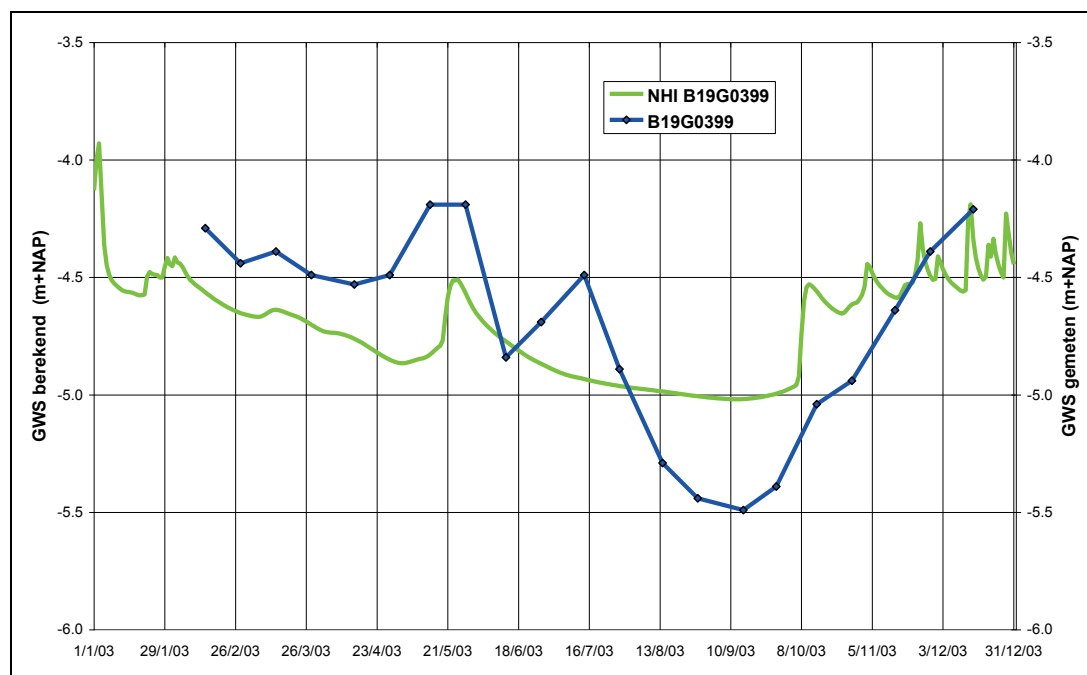


Figuur 4.4 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B19A0454 in 2006

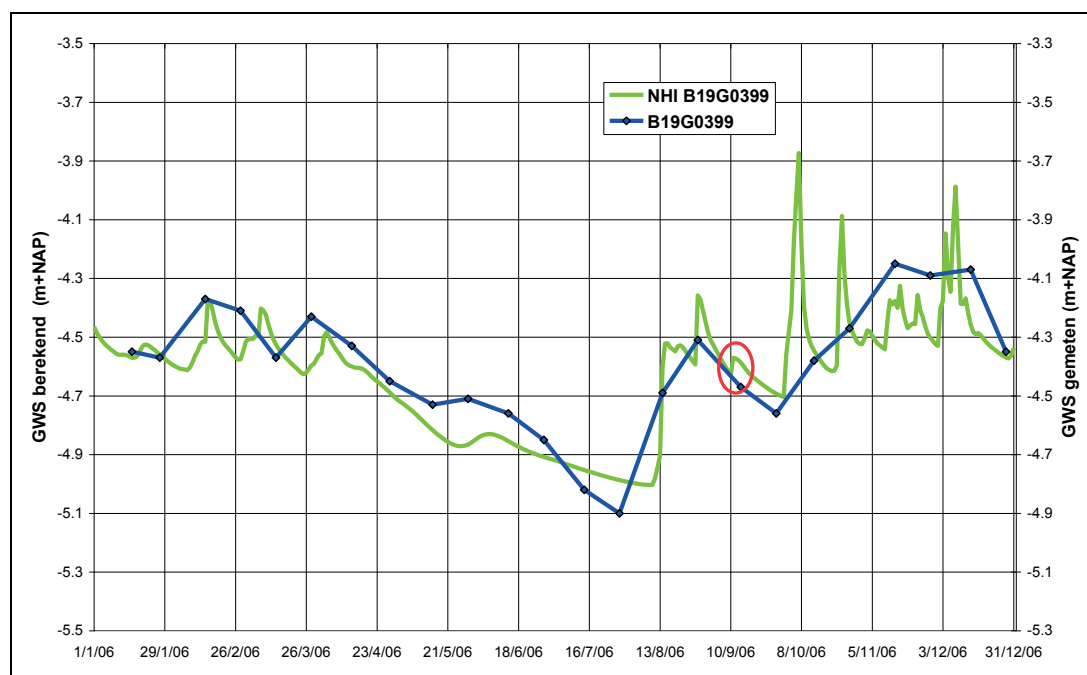
Peilbuis B19G0399

Peilbuis B19G0399 bevindt zich in de droogmakerij De Beemster bij het plaatsje Westbeemster. De vergelijking tussen de gemeten en berekende grondwaterstanden zijn weergegeven in Figuur 4.5 en Figuur 4.6. Figuur 4.5 geeft aan dat de uitzakking van de grondwaterspiegel in de droge zomer van 2003 door het model wordt onderschat. De range voor dat jaar wordt eveneens te laag berekend. Overigens, in vergelijking met de neerslag van KNMI - station Westbeemster is de gemeten stijging van de grondwaterspiegel midden juli 2003 twijfelachtig. De overeenkomst tussen meting en model voor 2006 is beter, met een juiste reproductie van het herstel midden

augustus. Ook hier is de range van de gemiddelde niveaus iets onderschat, maar minder dan in 2003.



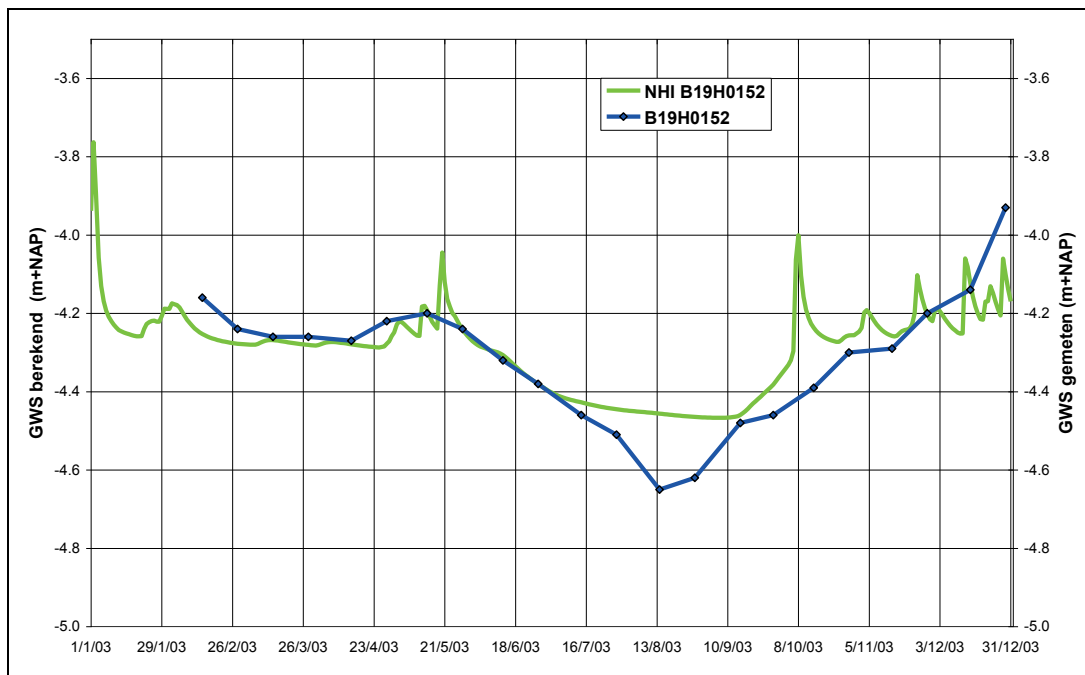
Figuur 4.5 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B19G0399 in 2003



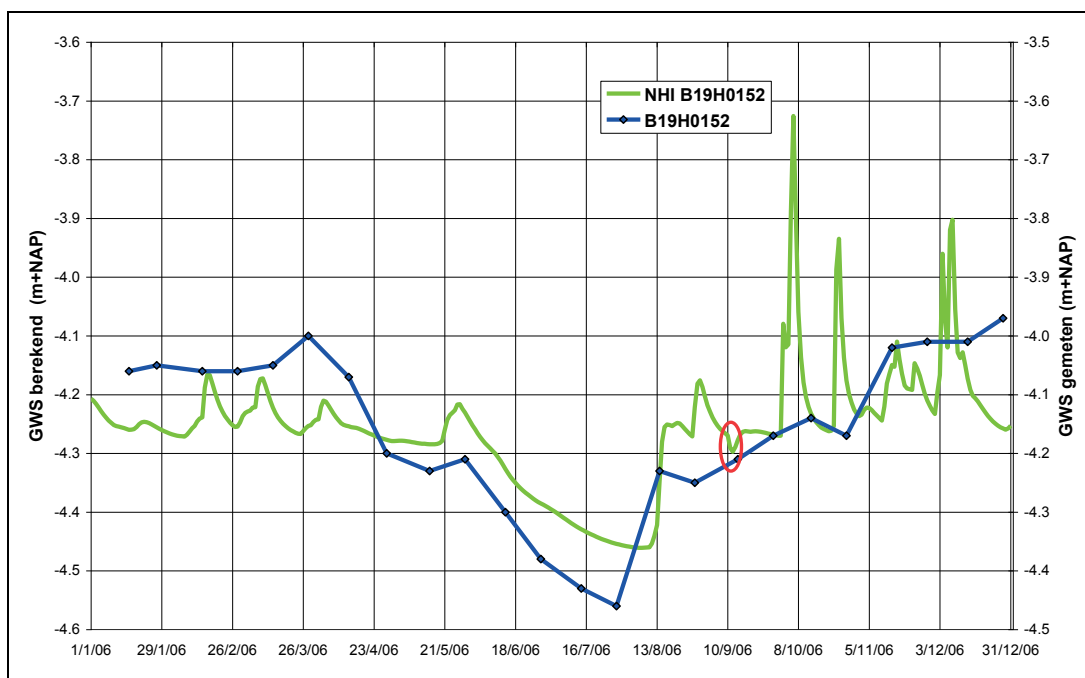
Figuur 4.6 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B19G0399 in 2006

Peilbuis B19H0152

Peilbuis B19H0152 bevindt zich tussen Purmerend en Edam in de droogmakerij De Purmer. Het maaiveld ter plaatse ligt op -3,6 m+NAP. Het resultaat voor 2003 en 2006 is weergegeven in Figuur 4.7 en Figuur 4.8. Het resultaat is zeer vergelijkbaar met die voor de peilbuis bij Westbeemster. Voor 2003 wordt de uitputting 2 dm onderschat, maar het herstel wordt goed gereproduceerd. Hetzelfde geldt voor 2006. De range wordt steeds iets te laag berekend.



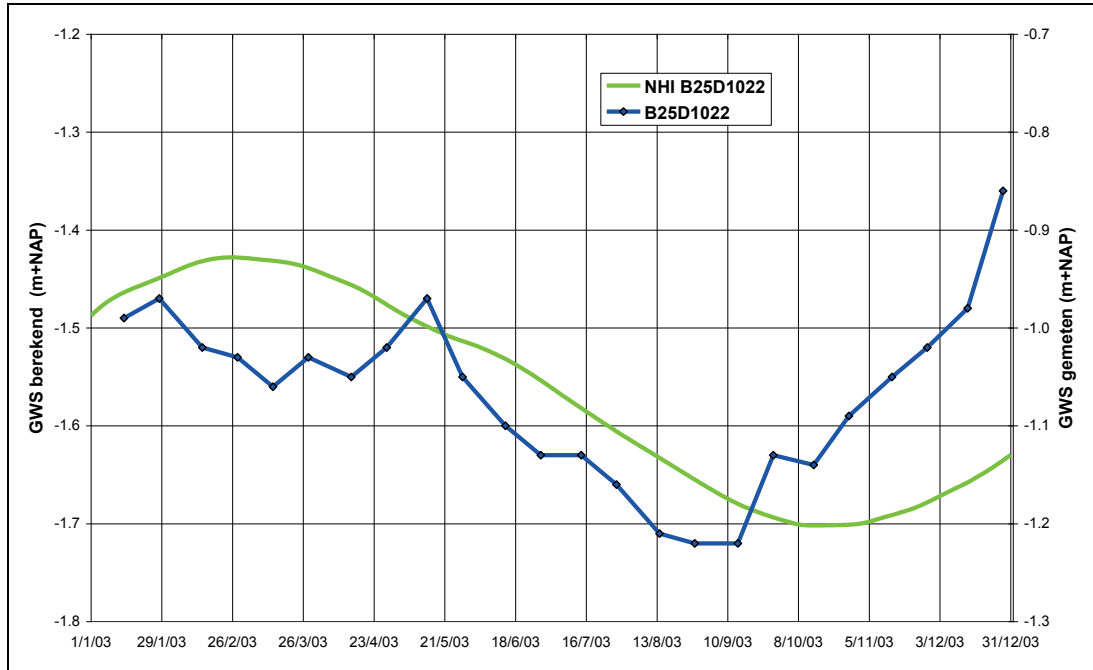
Figuur 4.7 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B19H0152 in 2003



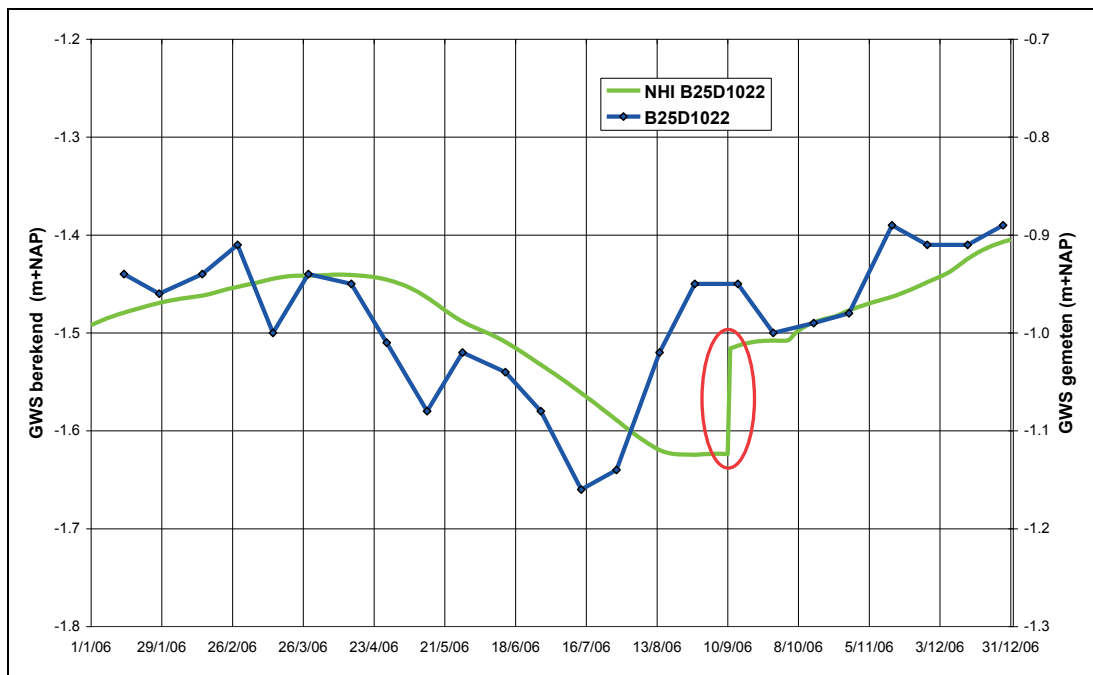
Figuur 4.8 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B19H0152 in 2006

Peilbuis B25D1022

Peilbuis B25D1022 bevindt zich volgens de opgegeven coördinaten in Wormerveer direct aan de Zaan. Het hoogheemraadschap geeft als gebiedskenmerk grens polder/boezemland. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 4.9 en Figuur 4.10. De locatie lijkt ongelukkig gekozen omdat er invloed zal zijn van de Zaan. De gemeten peilvariaties zijn orde 3 dm, iets meer dan is berekend. Het berekende verloop blijkt veel sterker gefilterd te zijn dan de meting. Het model reproduceert de dynamiek ter plaatse onvoldoende. De verschillen zijn echter klein door de zeer beperkte range. In 2003 komt in de berekening het herstel van de grondwaterspiegel te laat. In 2006 lijkt dat ook het geval te zijn, maar hier wordt het beeld vertroebeld door de 9/11 hik.



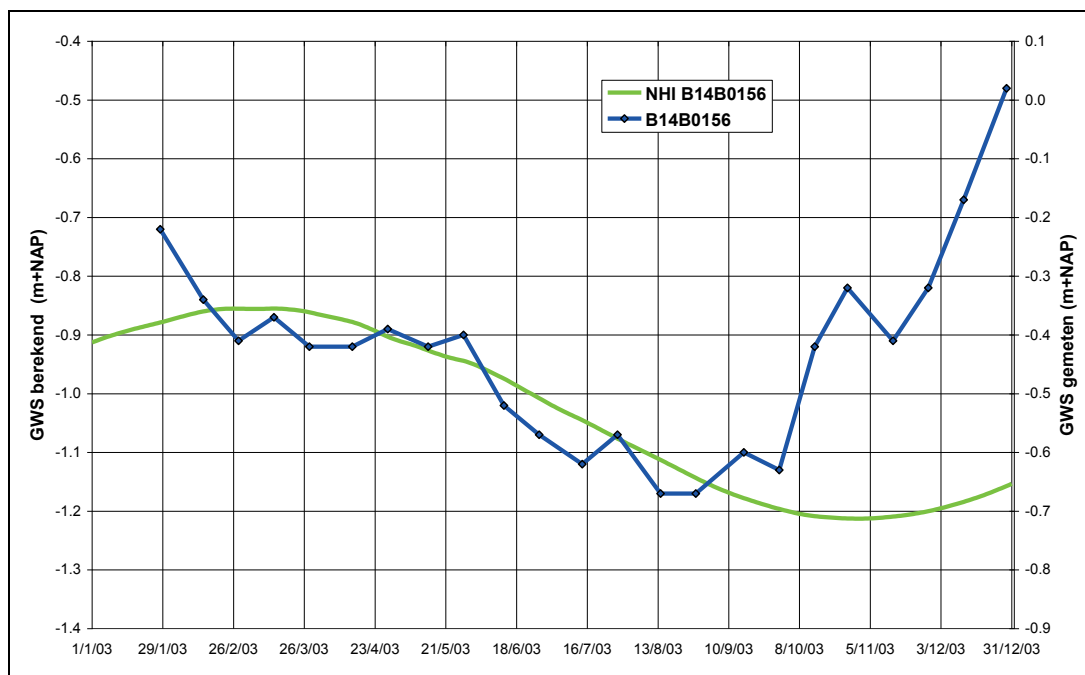
Figuur 4.9 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B25D1022 in 2003



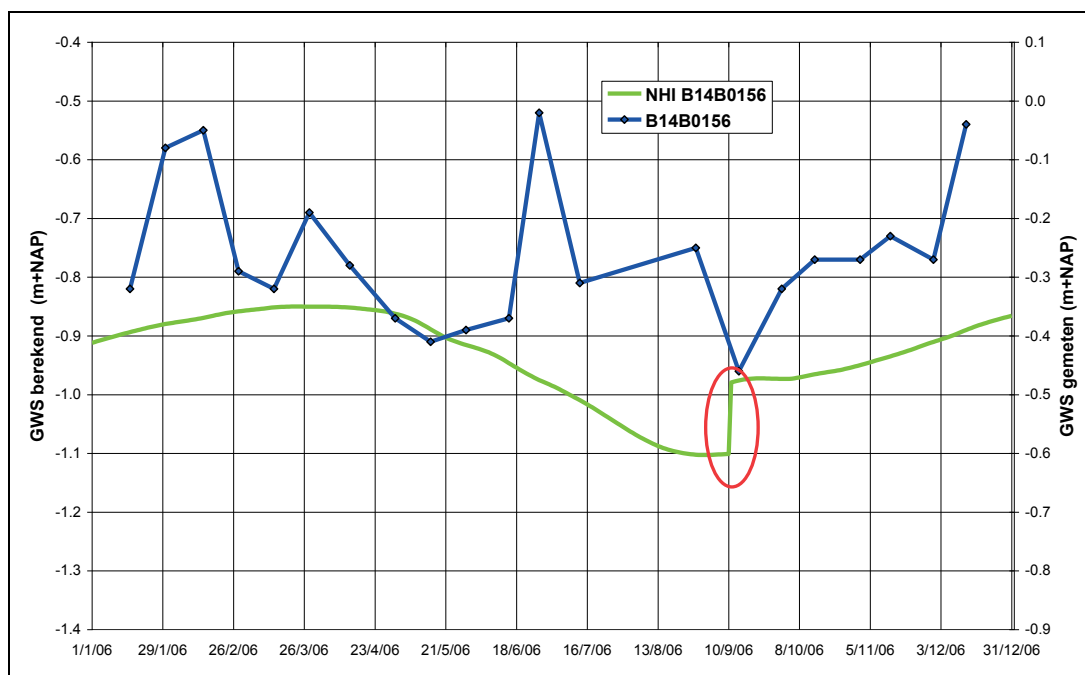
Figuur 4.10 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B25D1022 in 2006

Peilbuis B14B0156

Peilbuis B14B0156 bevindt zich bij Julianadorp westelijk van het Noord Hollandsch Kanaal. HHNK geeft aan dat de locatie op het knikpunt ligt van kwel en infiltratie. De resultaten voor 2003 en 2006 zijn weergegeven in Figuur 4.11 en Figuur 4.12. Voor 2003 is het berekende verloop zeer sterk gefilterd en reproduceert de stijging van de grondwaterstand in de tweede helft van het jaar niet. In 2006 is de dynamiek van de meting hoger dan het model berekend heeft ondanks de geringe bemonsteringsfrequentie. Ook hier blijft de berekende range achter bij de meting.



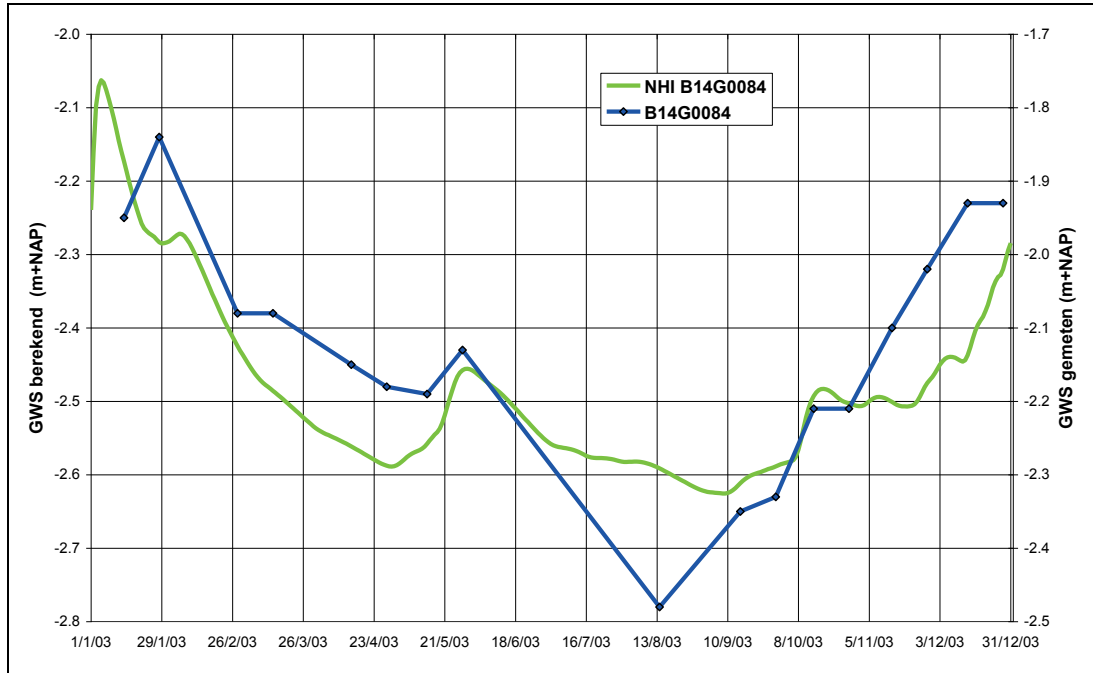
Figuur 4.11 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B14B0156 in 2003



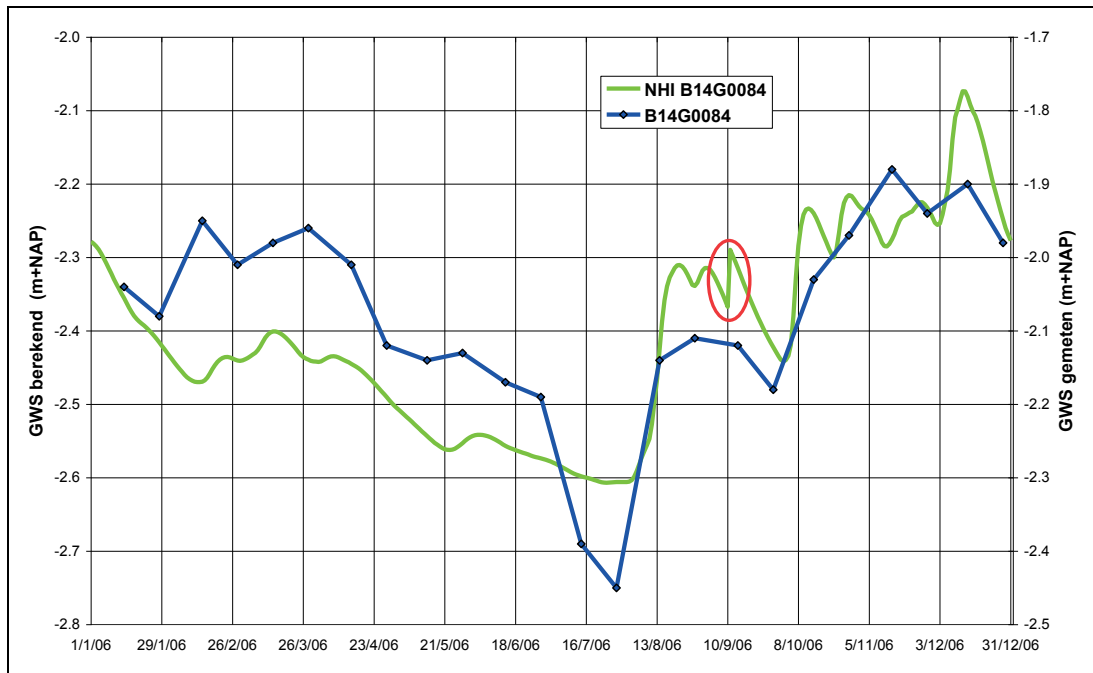
Figuur 4.12 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B14B0156 in 2006

Peilbuis B14G0084

Peilbuis B14G0084 ligt in de Nederper polder bij Oude Niedorp ten noorden van Heerhugowaard. HHNK geeft aan dat hier sprake is van infiltratie. De resultaten zijn gepresenteerd in Figuur 4.13 en Figuur 4.14. De figuren geven aan dat met uitzondering van de zakking in de zomers het model de grondwaterstand redelijk reproduceert. Het tijdstip en de grootte van het herstel in augustus 2006 wordt goed weergegeven. Door de te kleine wegzakking in de droge periode wordt de range iets onderschat.



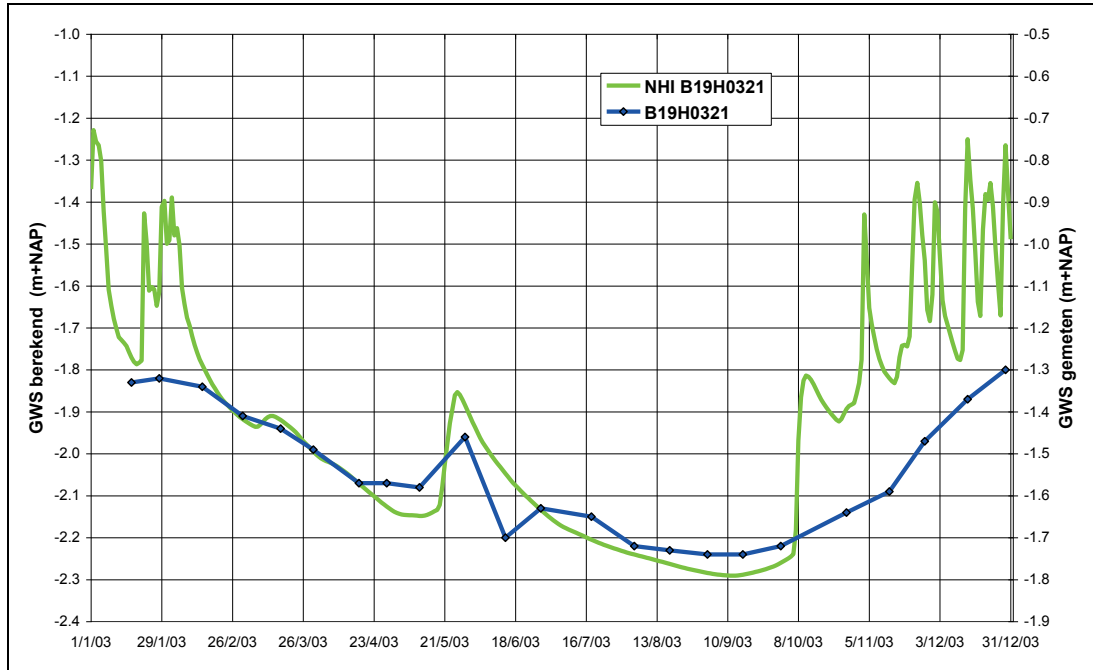
Figuur 4.13 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B14G0084 in 2003



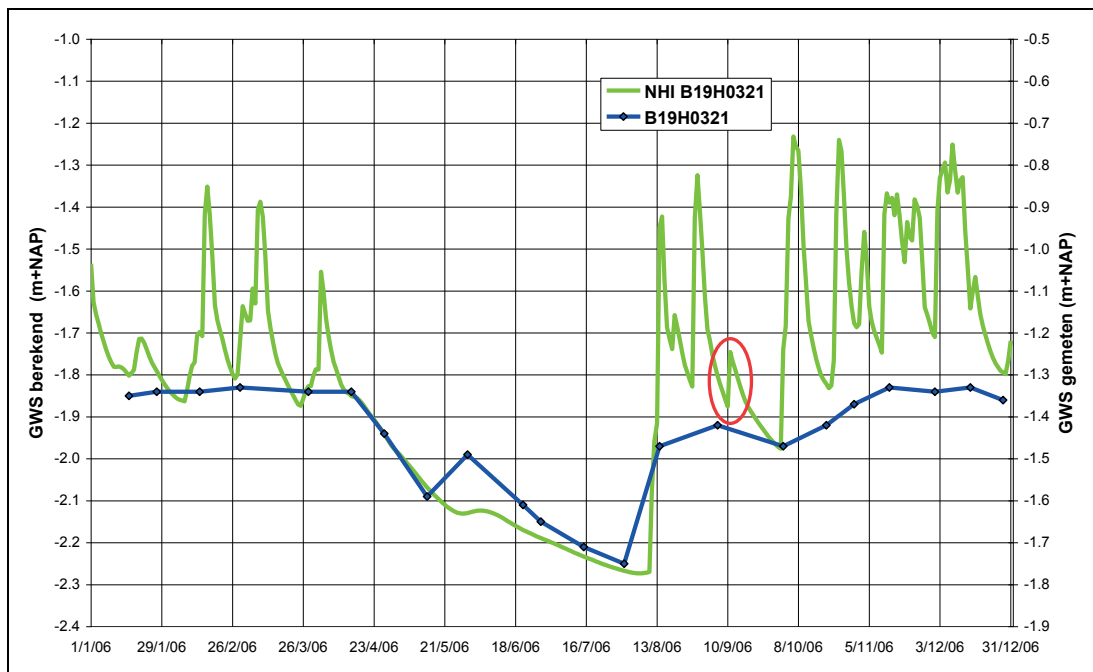
Figuur 4.14 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B14G0084 in 2006

Peilbuis B19H0321

Peilbuis B19H0321 bevindt zich in de Lange Weeren bij Volendam. HHNK geeft aan dat dit een polder is met veen aan het oppervlak. De gemeten en berekende grondwaterstanden zijn weergegeven in Figuur 4.15 en Figuur 4.16. De figuren geven aan dat in het groeiseizoen het gemeten grondwaterstandverloop door het model goed wordt gereproduceerd. In het voorjaar en het najaar is de berekende dynamiek veel hoger dan is gemeten. Deels is dit schijn door de beperkte meetfrequentie. De stijging van de grondwaterspiegel in het najaar wordt te abrupt gesimuleerd. De range lijkt door het model te worden overschat. Een hogere meetfrequentie is nodig voor een goede vergelijking.



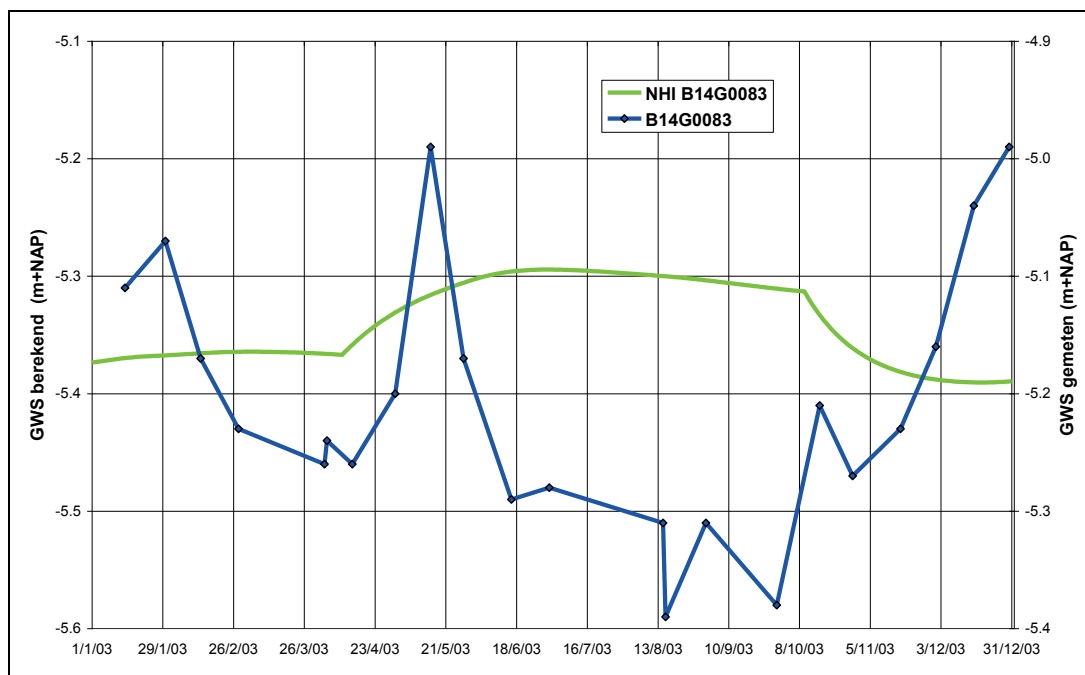
Figuur 4.15 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B19H0321 in 2003



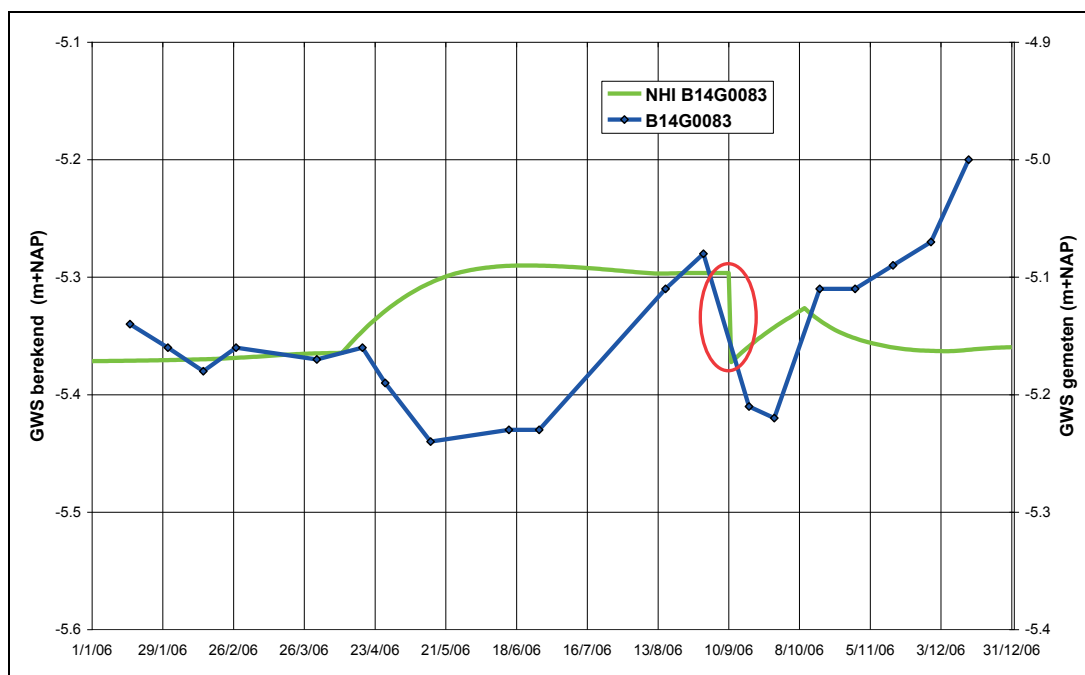
Figuur 4.16 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B19H0321 in 2006

Peilbuis B14G0083

Peilbuis B14G0083 bevindt zich bij Middelmeer in de Wieringermeerpolder, dicht bij de Wieringerwerfvaart. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 4.17 en Figuur 4.18. Door de beperkte bemonsteringsfrequentie ziet het gemeten verloop er curieus uit. De peilvariaties zijn beperkt. Het model lijkt de peilvariaties in de nabijgelegen vaart te volgen, met opzet van de waterspiegel in het groeiseizoen. Geconcludeerd wordt dat de meetreeks van de peilbuis niet representatief kan zijn voor het grondwaterverloop in de Wieringermeer.



Figuur 4.17 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B14G0083 in 2003



Figuur 4.18 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B14G0083 in 2006

4.3 Samenvatting

In Tabel 4.2 is een overzicht gegeven van de resultaten van de vergelijking van de gemeten met de berekende grondwaterstanden op basis van de volgende 3 criteria:

- 1 Dynamiek,
- 2 Recessie- of uitputtingsverloop, en
- 3 Range, d.w.z. het verschil tussen de hoogste en de laagste grondwaterstand.

Waardeoordelen variëren van goed (+geel), redelijk/matig (+/-) tot slecht (-blauw). De vakjes gemerkt +/- verdienen een nadere analyse, terwijl de vakjes die blauw zijn

gemarkt een (her)ijking nodig hebben. De tabel geeft aan dat slecht op enkele locaties een goed resultaat is bereikt. IJking van het grondwatermodel is noodzakelijk.

Tabel 4.2 Overzicht van evaluatie van NHI grondwaterstanden in HHNK

CODE	Coördinaten		Gebiedskenmerk	Dynamiek	Recessie verloop	Range
	X	Y				
HHNK						
B19A0447	108760	523960	binnenduinrand	?	+	+/-
B19A0454	109375	514010	zandwal Alkmaar	?	+	+
B19G0399	121800	509300	droogmakerij	?	+/-	+/-
B19H0152	130400	502200	droogmakerij	?	+/-	+/-
B25D1022	115670	499560	grens polder/boezemland	-	+	-
B14B0156	112345	545514	polder/knikpunt kwel infiltratie	-	+	-
B14G0084	120220	526790	polder infiltrerend	?	+/-	+/-
B19H0321	131920	500220	polder met veen aan oppervlak	?	+/-	+/-
B14G0083	128300	536020	Wieringermeerpolder	?	-	-

5 Chlorideconcentraties

De aangeleverde chlorideconcentraties zijn niet vergeleken met het modelresultaat omdat deze niet in txt – of xls – formaat beschikbaar zijn.

Uit de analyses van de NHI resultaten voor waterschappen in noord, midden en west Nederland is naar voren gekomen dat het aggregatieniveau in het NHI t.a.v. de zoutmodellering te hoog is voor een goede reproductie van de concentraties. Per boezemwater of per district wordt per tijdstap één concentratie berekend. In de praktijk blijkt de chlorideconcentratie ruimtelijk binnen een NHI-eenheid sterk te kunnen variëren, waardoor zout als trigger voor een inlaat in het model vaak niet goed werkt. Meer differentiatie naar plaats van de zoutconcentratie in het NHI is daarom gewenst. Groter detail is te verkrijgen indien niet op Distributiemodelniveau wordt gekeken naar de zoutconcentraties maar op het niveau van de LSW (Local Surface Water), het niveau waarop de zoutconcentratie wordt berekend. Het districtzoutgehalte is slechts een middeling van de LSW-concentraties.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Water aanvoer en afvoer

- 1 De wateraanvoer naar het HHNK in totaal wordt in het NHI overschat, vooral door de te groot berekende aanvoer naar de Schermerboezem.
- 2 De periode van wateraanvoer is in het model voor de districten langs het IJsselmeer en het Markermeer veel korter dan is opgetreden. Voor de Schermerboezem wordt de inlaatperiode wel goed gereproduceerd.
- 3 De afvoer van de Schermerboezem naar het NZK wordt door het NHI voor zowel 2003 als 2006 onderschat evenals de afvoer naar de Waddenzee in 2003. In de praktijk vindt ook lozing plaats op het Markermeer, die in het NHI niet in beschouwing wordt genomen.
- 4 De afvoer van de Amstelmeerboezem via de uitwateringssluis Oostoever (tak 2008) wordt in 2003 onderschat en in 2006 sterk overschat door het NHI.
- 5 De NHI-reeks voor de Stontelerschutsluis (tak 2001) lijkt in de uitvoer een verkeerd teken te hebben. Het teken van de reeks duidt op een afvoer, terwijl het verloop een inlaat laat zien.
- 6 Het NHI onderschat de afvoer vanuit de Wieringermeerpolder en Westfriesland met ongeveer 30% in zowel 2003 als 2006.
- 7 De resultaten voor het oppervlaktewater in het HHNK tonen aan dat zowel voor 2003 als voor 2006 de verschillen tussen meting en model nog te groot zijn om het model in deze fase van ontwikkeling al in te kunnen zetten voor een betrouwbare simulatie van de waterverdeling op regionale schaal.
- 8 Niet duidelijk is of de aangeleverde oppervlaktewatergegevens voor 2006 het volledige beeld geven van alle wateraanvoer en afvoer. Voor 2003 zijn gegevens van veel meer locaties ontvangen.

Grondwater

- 9 De kwaliteit van de simulatie van het grondwaterstandverloop door het NHI is beoordeeld op reproductie van de dynamiek, het uitputtingsverloop en de range. De grondwaterstandreeksen voor vooral 2006 zijn zeer geschikt voor validatie van het model door de opeenvolging van droge en natte periodes. Een goede reproductie hiervan stelt hoge eisen aan het model.
- 10 De beoordeling van de dynamiek was slechts beperkt mogelijk door de lage bemonsteringsfrequentie (1 x per 14 dagen) die in de peilbuizen wordt toegepast
- 11 Op basis van bovengenoemde criteria zijn de berekeningsresultaten voor de peilbuizen in HHNK voor de binnenduinrand en de zandwal redelijk tot goed. De resultaten voor de peilbuizen die dicht bij leidingen liggen (de Zaan en de Wieringerwerfvaart) en op de overgang van kwel naar infiltraties zijn slecht, maar deels verklaarbaar door de nabijheid van peilbeheerst open water.
- 12 De validatie van het NHI m.b.t. het grondwater wordt ernstig bemoeilijkt door de aanwezigheid van een storing in het berekende resultaat op 11 september 2006, aangeduid als de 9/11 hik. Voor een zinvol vervolg dient deze storing eerst te worden ge-ëlimineerd.

Eindconclusie

Het NHI in zijn huidige staat is nog niet geschikt voor het uitvoeren van betrouwbare analyses van de waterverdeling op regionaal niveau. Een betrouwbare schatting van de watervraag en afvoer evenals een correcte simulatie van het grondwaterstandverloop wordt nog lang niet overal gerealiseerd. Om een beter resultaat te bereiken is eliminatie van de grondwaterbug nodig, dienen de gegevens van alle neerslagstations in beschouwing te worden genomen en is lokale ijking van het model gewenst. Op eenvoudige wijze is het modelresultaat voor het oppervlaktewater te verbeteren.

6.2 Aanbevelingen

De conclusies leiden tot de volgende aanbevelingen.

- Controle op de volledigheid van de aangeleverde oppervlaktewatergegevens voor 2006 en uitbreiding van de meetreeks met de interne afvoeren en doorvoeren.
- Controle van het teken in de NHI-uitvoer van tak 2001.
- Introductie van lozing op het Markermeer vanuit de Schermerboezem.
- De 9/11 bug dient uit het NHI te worden ge-ëlimineerd voordat een vervolg wordt gegeven aan de validatie (wordt aan gewerkt).
- De analyse van het resultaat met het NHI voor grondwater toont aan dat het grondwatermodel lokaal geijkt dient te worden. Het volstaat kennelijk niet om op basis van bodemgegevens het grondwaterverloop overal goed te beschrijven.
- Analyse van waterbalansen voor de boezemwatersystemen en de districten afzonderlijk, nadat het grondwatermodel is aangepast en gewerkt wordt met de verbeterde gedetailleerde neerslag. Hiervoor zijn ook de uitwisselingsdebieten tussen de boezemwateren en de districten nodig.

7 Literatuur

ANWB (2010)

Topografische Atlas Nederland, 1:50 000.
3^{de} editie, 1^e druk. ISBN 978 901803 0704

Elbers, J.A., E.J. Moors en C.M.J. Jacobs (2009)

Gemeten actuele verdamping voor 12 locaties in Nederland
Wageningen, Alterra, Alterra rapport 1920, ISSN 1566-7197

HKV (2009)

Distributiemodel, deel A
Friesland en Noord-Holland
PR1640.10, april 2009

KNMI (2007)

Jaaroverzicht neerslag en verdamping in Nederland 2006
(<http://www.knmi.nl/klimatologie/monv>)

KNMI (2010)

Dagneerslagsommen, districten 1 t/m 15, 325 stations
Dagwaarden meteorologische variabelen, 25 stations

NHI (2008)

Nationaal Hydrologisch Instrumentarium – NHI
Modelrapportage, Hoofdrapport, december 2010

NHI (2008)

Nationaal Hydrologisch Instrumentarium – NHI
Modelrapportage, Deelrapport Neerslag en Verdamping, december 2010

Ogink, H.J.M. (2010)

Validatie NHI voor Noord Nederland. Jaar 2006
Stowa

Ogink, H.J.M. (2010)

Validatie NHI voor Midden en West Nederland, Jaren 2003 en 2006.
Stowa

Ogink, H.J.M. (2010)

Validatie NHI voor Oost Nederland, Jaren 2003 en 2006.
Stowa

Ogink, H.J.M. (2010)

Validatie NHI voor Zuiderzeeland, Jaren 2003 en 2006.
Stowa

Walsum, P.E.V. van, A.A. Veldhuizen en P. Groenendijk (2010)

SIMGRO 7.1.0 manual, Theory and model implementation.
Alterra-report 913.1, Alterra, Green World Research, Wageningen

Warmerdam, P. (1981)
De invloed van de wind op regenwaarnemingen; een vergelijkend
regenmeteronderzoek.
H2O, Volume 14