

stowa

BIJLAGE G

VALIDATIE NHI

WATERSCHAP

RIVIERENLAND



RAPPORT

2011
w02

BIJLAGE G

VALIDATIE NHI WATERSCHAP RIVIERENLAND

RAPPORT

2011
W02



Validatie NHI voor waterschap Rivierenland

Jaar 2006

HJM Ogink

Opdrachtgever:
Stowa

Validatie NHI voor waterschap Rivierenland

Jaar 2006

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 2006 vergeleken met de normalen	6
2.2	Berekeningsprocedure model neerslag.....	7
2.3	Verdampingsberekening in NHI.....	9
2.4	Referentie en actuele verdamping	10
3	Oppervlaktewater	12
3.1	Schematisatie van waterschap Rivierenland in NHI	12
3.2	Wateraanvoer naar en afvoer van de Alblasserwaard.....	16
3.3	Wateraanvoer naar en afvoer van het Land van Heusden en Altena	18
3.4	Wateraanvoer naar en afvoer van polder de Baanbreker.....	19
3.5	Wateraanvoer naar en afvoer van polders Rietschoof en H.C. de Jongh	20
3.6	Wateraanvoer naar en afvoer van de polder van Dam van Brakel.....	21
3.7	Wateraanvoer naar en afvoer van de bemalingsgebieden Bloemers en Quarles van Ufford	23
3.8	Wateraanvoer naar en afvoer van Maas-Waalkanaal Oost.....	24
3.9	Waterafvoer van bemalingsgebieden Citters I en II	25
3.10	Overzicht.....	26
4	Chlorideconcentraties	28
5	Conclusies en aanbevelingen	29
5.1	Conclusies	29
5.2	Aanbevelingen	29
6	Literatuur	30

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 beheergebied van het waterschap Rivierenland omvat Nederland tussen de grote rivieren oostelijk van de Noord en Merweden tot Pannerdens Kanaal en de Duitse grens (zie Figuur 1.1), inhoudende de volgende gebieden:

- tussen de Noord - Lek - Nederrijn – Pannerdens Kanaal - Waal - Boven en Beneden Merwede:
 - Alblasserwaard en Vijfherenlanden in Zuid-Holland;
 - Tielerwaard, Nederbetuwe en Overbetuwe in Gelderland;
- tussen Nieuwe en Boven Merwede – Waal – Bovenrijn – Duitse grens – Maas benedenstrooms Mook – Bergse Maas – Amer:
 - Nationaal Park de Biesbosch, Noordwaard en Land van Heusden en Altena in Noord-Brabant;
 - Bommelerwaard, Land van Maas en Waal en Rijk van Nijmegen tot de Duitse grens in Gelderland.

Het waterschap is een samenvoeging van de voormalige waterschappen/ hoogheemraadschappen Rivierenland, Alblassewaard en de Vijfheerenlanden en Alm en Biesbosch.

Door het waterschap zijn alleen oppervlaktewater gegeven van inlaten en afvoeren aangeleverd van het kalenderjaar 2006 voor de Alblasserwaard en het beheergebied ten zuiden van de Waal. Reproductie van grondwaterstanden en zoutconcentratie komen dus niet aan de orde.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt aandacht gegeven aan de neerslag en verdampingskarakteristieken van 2006 in relatie met de normalen. Dit om na te gaan hoe representatief dit jaar is 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. De belangrijkste bevindingen van de zoutmodellering in het NHI op basis van analyses voor andere waterschappen zijn weergegeven in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 zijn de conclusies samengevat en worden aanbevelingen voor verbeteringen gegeven.

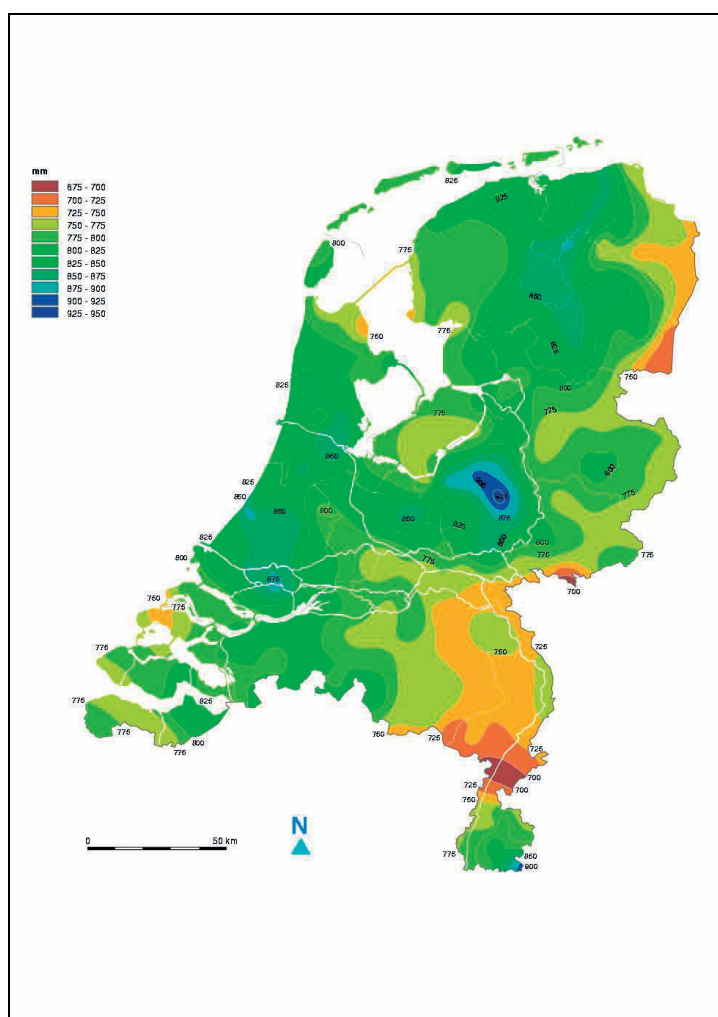


Figuur 1.1 Beheergebied van waterschap Rivierenland (bron: De Bosatlas van Nederland, 2007)

2 Neerslag en verdamping

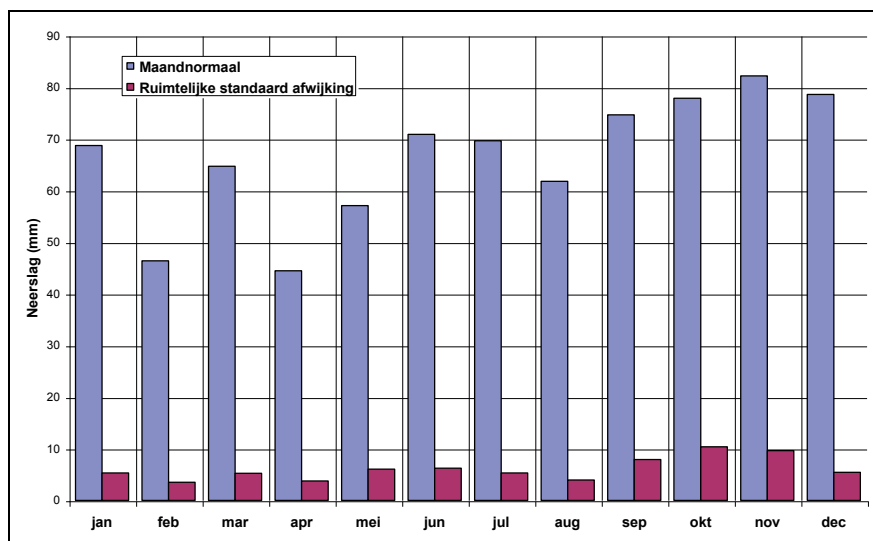
2.1 Neerslag in 2006 vergeleken met de normalen

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 beheergebied van het waterschap Rivierenland is de jaarneerslagnormaal het hoogst in het westen en het noorden en het laagst in het zuidoosten, 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

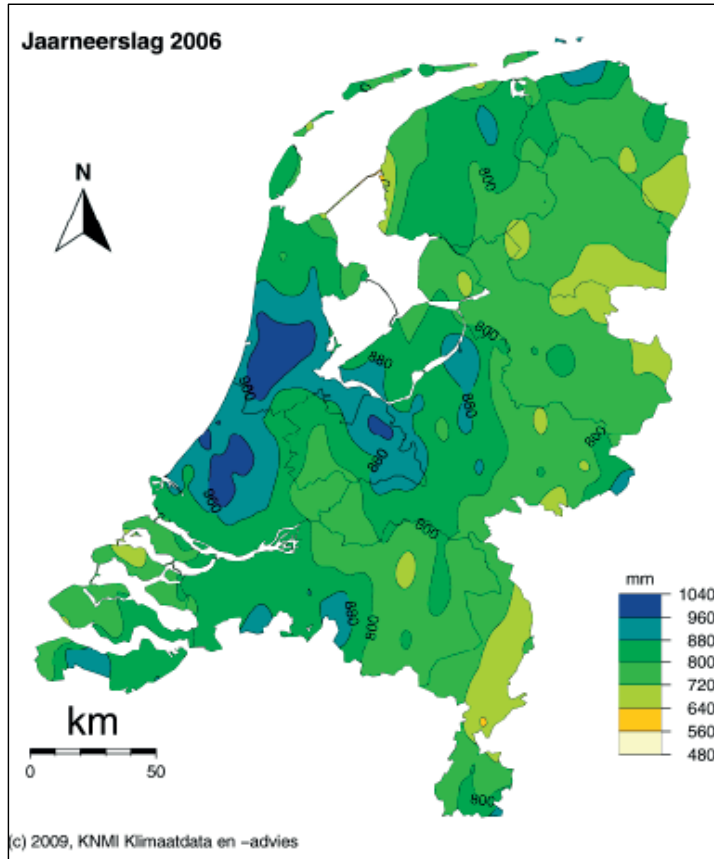
De isohyeten van de jaarneerslag voor 2006 zijn weergegeven in Figuur 2.3. De hoogste neerslag is opgetreden in het noorden van het beheergebied. De jaarneerslag-som voor 2006 bedroeg in Nederland 814 mm, 17 mm meer dan normaal. In het groeiseizoen was de neerslagsom 403 mm, 24 mm hoger dan normaal. De afwijking van de maandneerslag in 2006 van de normalen is gepresenteerd in Figuur 2.4. 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. Omdat het tekort in 2006 zich in het midden van het groeiseizoen heeft voorgedaan zijn bij onvoldoende waterbeschikbaarheid de consequenties voor de landbouw potentieel ernstig 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.

2.2 Berekeningsprocedure model neerslag

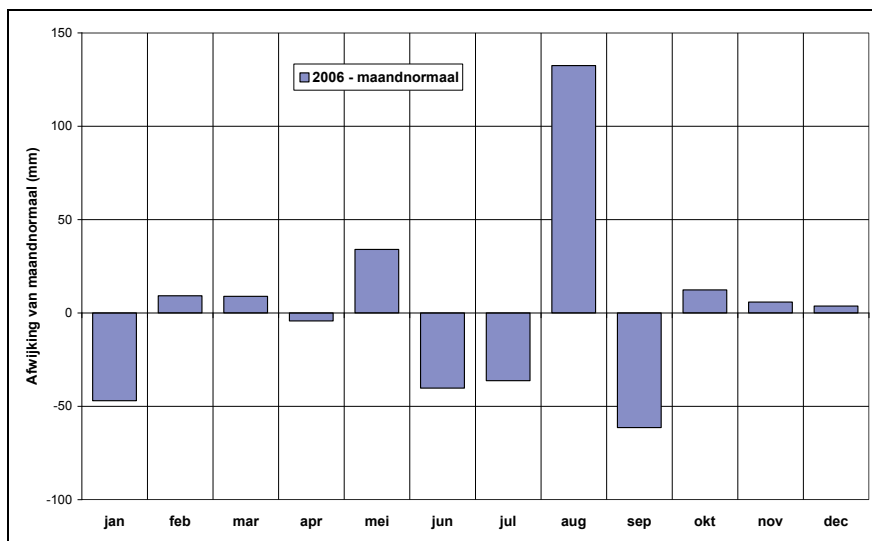
De procedure die in de huidige NHI versie gebruikt is voor de bepaling van de ruimtelijke verdeling van de neerslag is gebaseerd op de gemeten neerslag bij de hoofdstations. Deze neerslag wordt met een Thiessennetwerk toegekend aan de rekencellen. Vervolgens wordt per rekencel gecorrigeerd voor de ruimtelijke 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.



Figuur 2.3 Jaarneerslag in 2006 gebaseerd op KNMI-neerslagstations (bron: KNMI)



Figuur 2.4 Afwijking van de maandneerslagsommen van 2006 van de maandnormalen

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 interceptiewater-verdamping 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

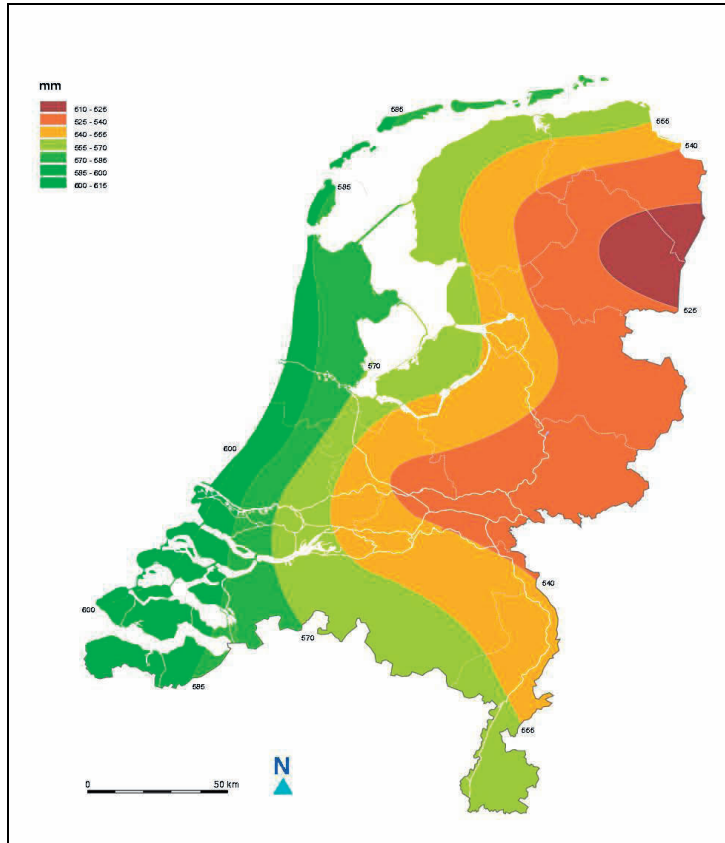
De ruimtelijke verdeling van de gemiddelde jaarlijkse referentieverdamping volgens Makkink is weergegeven in Figuur 2.5. De lijnen van gelijke referentieverdamping lopen parallel aan de kust afnemend van 600 mm in het westen tot 520 mm langs de oostgrens. De verdamping is gemiddeld genomen maximaal in 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 2.6. 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:

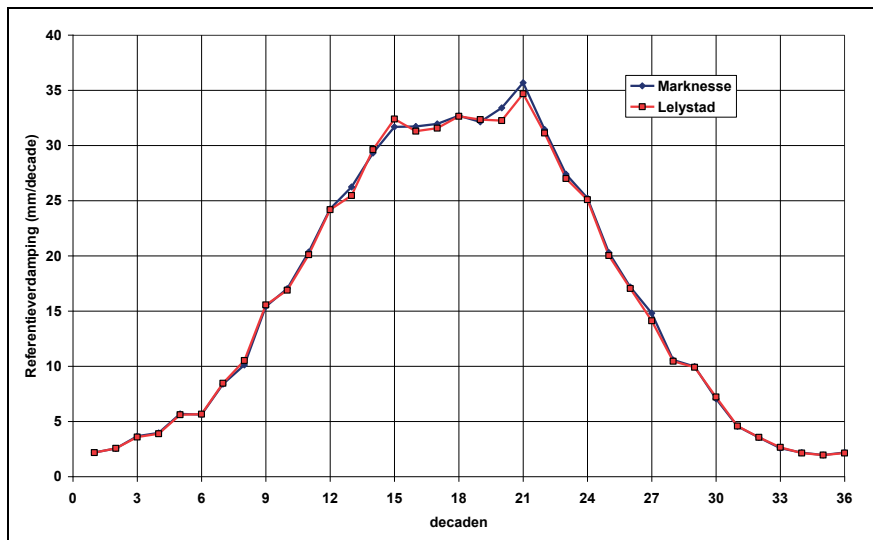
- 1 de neerslagsom in het groeiseizoen geen trend vertoont;
- 2 de referentieverdamping in het groeiseizoen een opwaartse trend vertoont van orde 2,5 mm/jaar.

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



Figuur 2.6 Decadeverdamingsnormalen van KNMI-stations in Zuiderzeeland (bron: KNMI)

3 Oppervlaktewater

3.1 Schematisatie van waterschap Rivierenland in NHI

Het beheergebied van het waterschap Rivierenland omvat het gebied tussen de grote rivieren, groot 196.400 ha. Het gebied is in het NHI opgedeeld in een aantal districten, als volgt (zie ook Figuur 3.1t/m Figuur 3.5):

- van west naar oost ten noorden van de Waal:
 - district 53: de Alblasserwaard (tussen de Noord en het Merwedekanaal). Dit district loost water op en onttrekt aan de Lek.
 - district 92: Vijfheerenlanden (tussen het Merwedekanaal en Leerdam-Everdingen). Het district onttrekt water aan de Waal en voert af op het Merwedekanaal.
 - district 55: Tielervwaard (tussen Culemborg, Gorcum en Tiel). Het district loost water op en onttrekt aan de Linge.
 - district 33: Maurikse Wetering (ten noorden van Tiel tussen Maurik en Lienden). Het district loost op het ARK en de Linge en onttrekt water aan de Nederrijn.
 - district 94: Neder Betuwe (tussen Ochten en Opheusden). Het district loost water op en onttrekt aan de Linge.
 - district 95: Over Betuwe (tussen Opheusden-Dodewaard en Pannerdens Kanaal). Het district loost water op en onttrekt aan de Linge.
 - district 96: Arnhem-Zuid dat water loost op en onttrekt aan de Nederrijn.
- Van west naar oost ten zuiden van de Waal:
 - district 91: De Noordwaard (tussen de Nieuwe Merwede en het Steurgat). Het district loost op en onttrekt aan de Amer en de Bergse Maas.
 - district 54: Het Land van Heusden en Altena (tussen het Steurgat en de Afgedamde Maas). Het district loost op en onttrekt water aan de Waal en de Bergse Maas.
 - district 113: polder van Dam van Brakel (westelijk van de Afgedamde Maas bij Brakel). Het district loost water op en onttrekt aan de Maas, benedenstrooms van het stuwpand Lith.
 - district 112: polders Rietschoof en H.C. de Jongh (Bommelerwaard-West, ten westen van Zaltbommel). De polders lozen op en onttrekken water aan de Maas, benedenstrooms van het stuwpand Lith.
 - district 111: polder Baanbreker (Bommelerwaard-Oost, tussen Zaltbommel en Kerkdriel). Het district loost op en onttrekt water aan de Maas, benedenstrooms van stuwpand Lith.
 - district 118: polders Heerewaarden en Alem (verbinding tussen Bommelerwaard en Land en Maas en Waal). In het NHI wateren de polders af op de Maas, benedenstrooms van het stuwpand Lith. Er wordt geen water ingelaten.
 - district 114: bemalingsgebieden Bloemers en Quarles van Ufford (Land van Maas en Waal en Rijk van Nijmegen, gebied tussen Dreumel en het Maas-Waalkanaal). Het district loost in het NHI op de Maas op het stuwpand Lith. Water wordt onttrokken aan het Maas-Waalkanaal en de Maas, stuwpand Lith.

- district 116: bemalingsgebied Van Citters I (gemaal bij Lienden/Niftrik, gebied noordwestelijk van Van Citters II). Het district loost op de Maas op stuwpand Lith. Er wordt geen water ingelaten.
- district 117: bemalingsgebied Van Citters II (gebied ten zuiden van Wijchen, gemaal op de Maasdijk tussen Niftrik en Balgoy). Het district loost in het NHI op de Maas op stuwpand Lith. Er wordt geen water ingelaten.
- district 115: Maas-Waalkanaal Oost. Dit district ligt tussen het Maas-Waalkanaal en de Duitse grens. Het zet zich voort in Duitsland, als het gebied dat via het Hollands-Duitsch gemaal afvoert op de Waal. Water wordt naast de Waal voorts geloosd op het Maas-Waalkanaal, terwijl water wordt ingelaten vanuit het Maas-Waalkanaal.

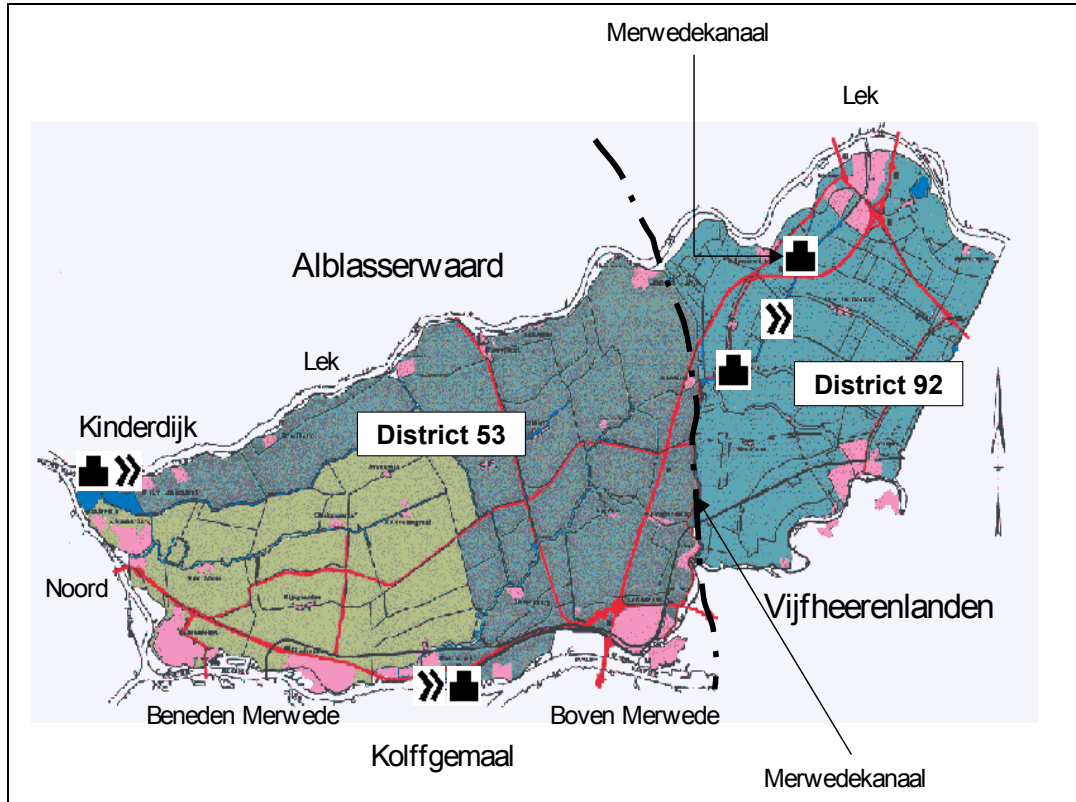
Bij meerdere onttrekking- of afvoerknopen wordt in het NHI een verdeelsleutel gehanteerd op basis historisch beheer, indien deze verdeling niet overruled wordt door bijzondere inlaat- of afvoeromstandigheden.

Er zijn gegeven ontvangen van gemalen en inlaten van de volgende NHI districten. Opvallend is dat gegeven van het oorspronkelijke waterschap Rivierenland ontbreken.

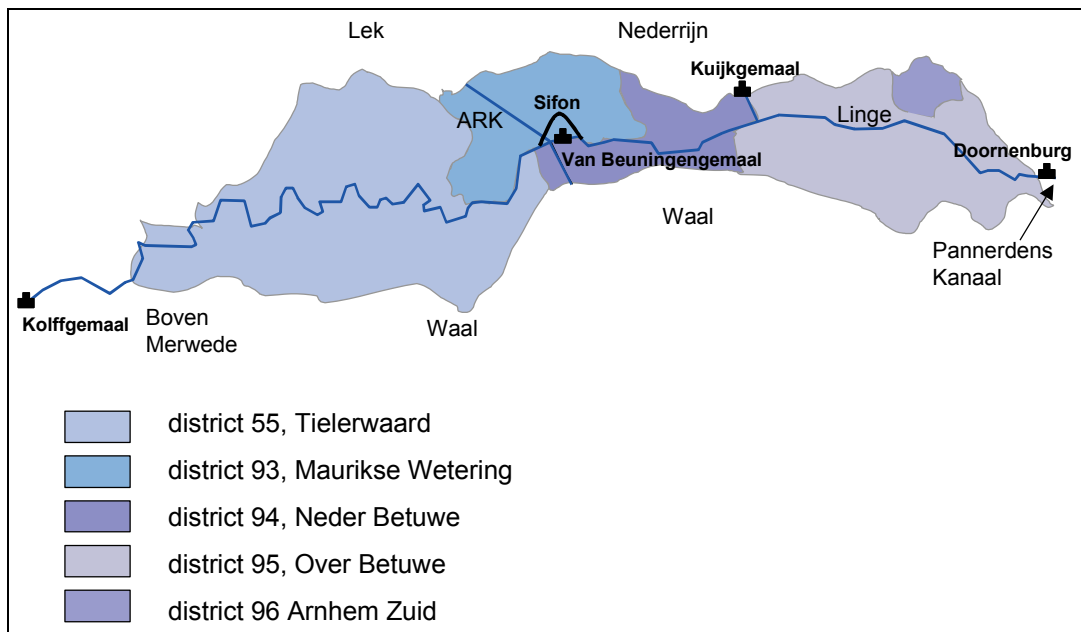
District	Afvoer	Inlaat
53 Alblasserwaard		
	Nederwaard	Nederwaard (geen gegevens)
	Overwaard	Overwaard
54 Land van Heusden en Altena		
	Altena	Genderen
	Hagoort	Peerenboom
	Bruine Kil	Wijk en Aalburg
	Oostkil	Woudrichem
		Bakkerskil
111 polder Baanbreker		
	Baanbreker	Hedel
		Stuvers
112 polders Rietschoof en H.C. de Jongh		
	H.C. de Jongh	H.C. de Jongh
	De Rietschoof	
113 polder van Dam van Brakel		
	Van Dam van Brakel	Van Dam van Brakel
114 bemalingsgebieden Bloemers en Quarles van Ufford		
	Bloemers (geen gegevens)	Weurt
	Quarles van Ufford	Landweijer
		Teersche sluispolder
		Rijkse sluis
		Blauwesluis
115 Maas-Waalkanaal Oost		
	pompen HD gemaal	
	Vistrap	
	stuw HD gemaal	
116 Bemalingsgebied Van Citters I		
	Van Citters I	
117 Bemalingsgebied Van Citters II		
	Van Citters II	

In geel: alleen gegevens van 1 januari – 31 maart 2006

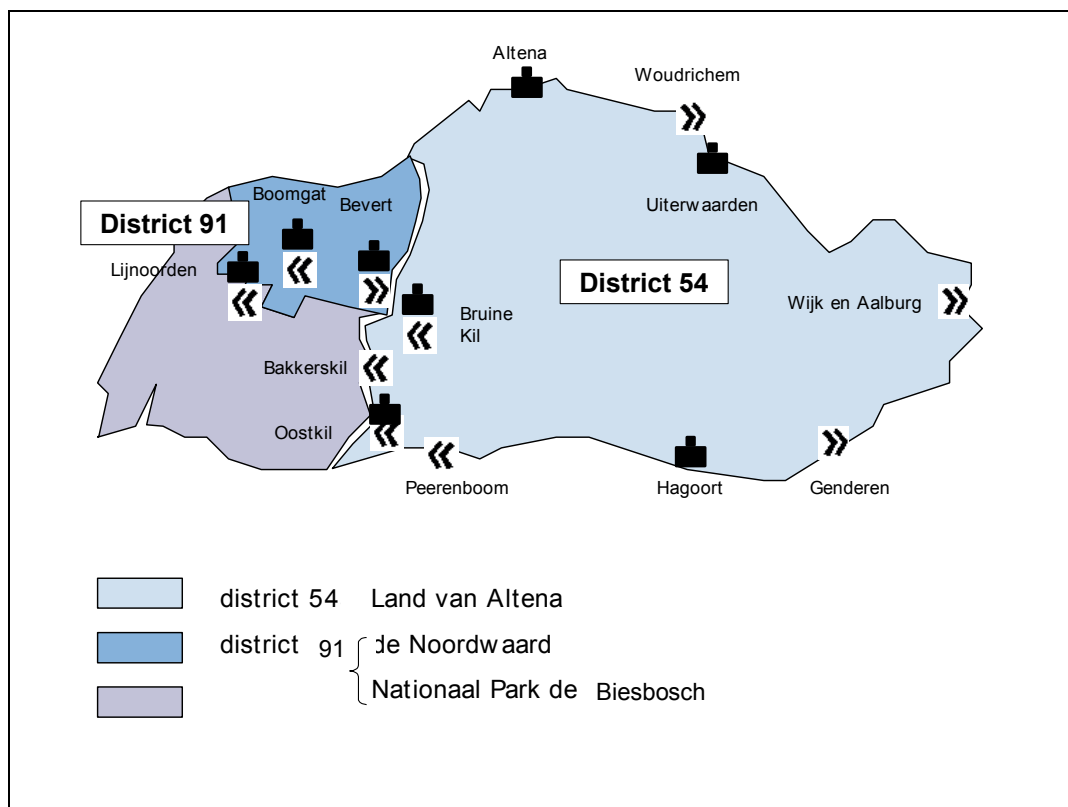
Voor een gedetailleerde beschrijving van de modellering van het beheergebied van waterschap Rivierenland in het NHI wordt verwezen naar HKV (2009): “Distributie-model, deel B: West Nederland” en “Distributie-model, deel D: Zuid Nederland”.



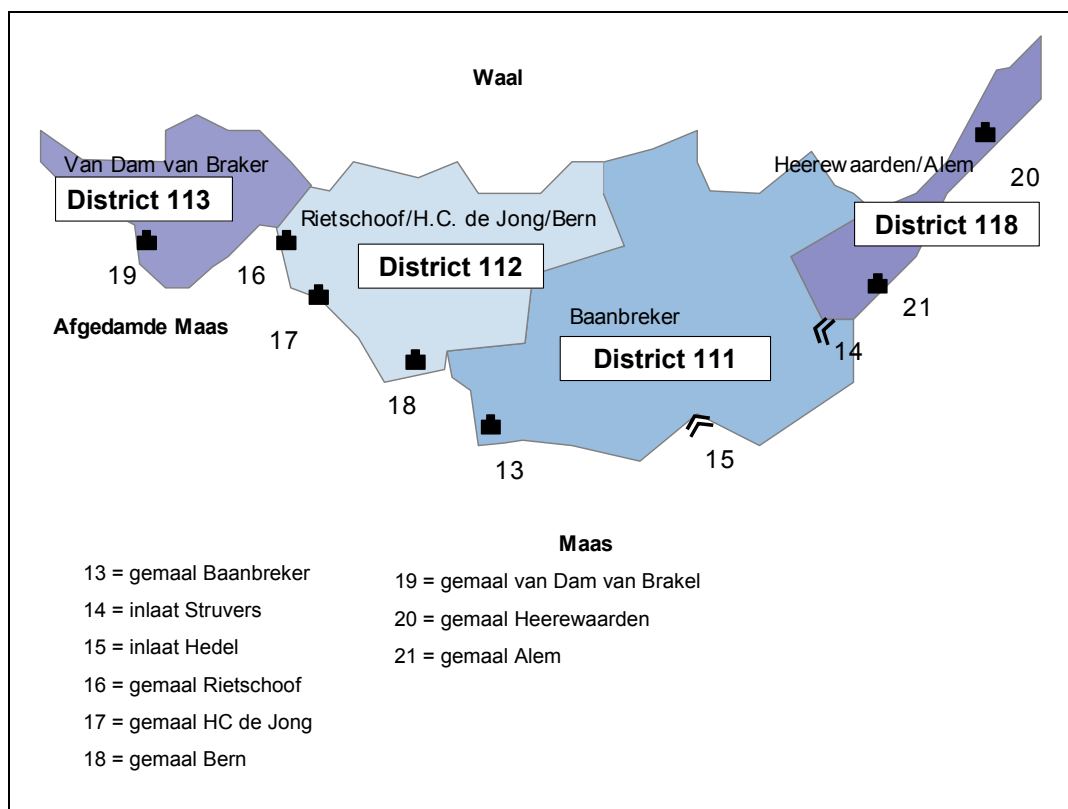
Figuur 3.1 Districten en kunstwerken in Alblasserwaard en Vijfheerenlanden



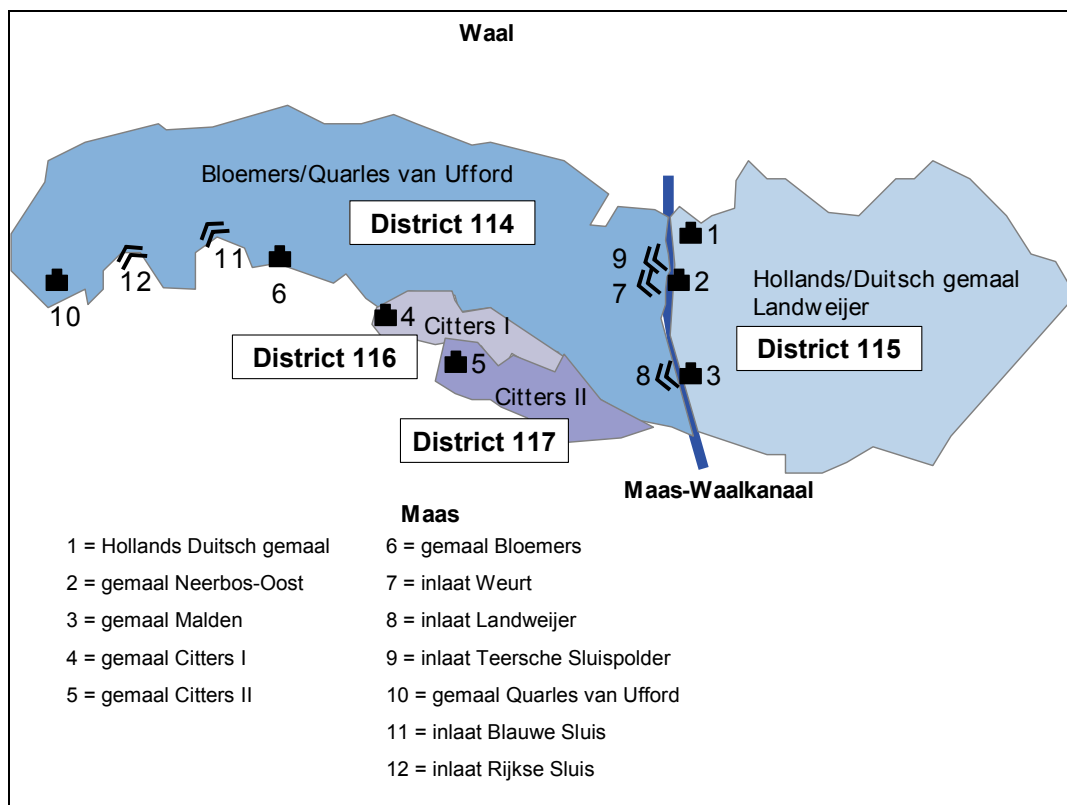
Figuur 3.2 Districten en kunstwerken in Riviereiland tussen Nederrijn-Lek en de Waal



Figuur 3.3 Districten en kunstwerken in Noordwaard/Biesbosch en Land van Heusden en Altena



Figuur 3.4 Districten en kunstwerken tussen Waal en Maas 1

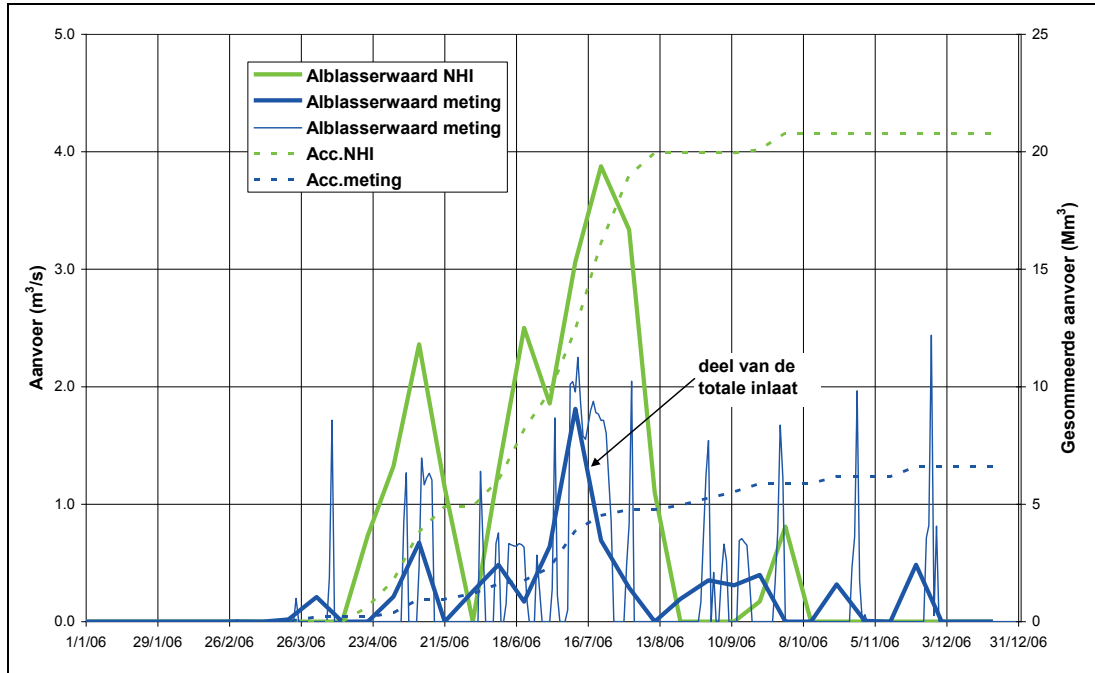


Figuur 3.5 Districten en kunstwerken tussen Waal/Rijn en Maas 2

3.2 Wateraanvoer naar en afvoer van de Alblasserwaard

De wateraanvoer en afvoer in de Alblasserwaard van de twee waterstaatkundige eenheden de Nederwaard (9.764 ha) en de Overwaard (13.659 ha groot), vindt beide plaats bij de Kinderdijk. De maximale capaciteit van de aanvoer bedraagt 5 m³/s. Water wordt ingelaten om peildalingen tegen te gaan. Doorspoelen heeft geen zin omdat de inlaat en de uitlaat op dezelfde locatie zitten. De afvoercapaciteit bedraagt maximaal 54 m³/s. De capaciteit is afhankelijk van het getij.

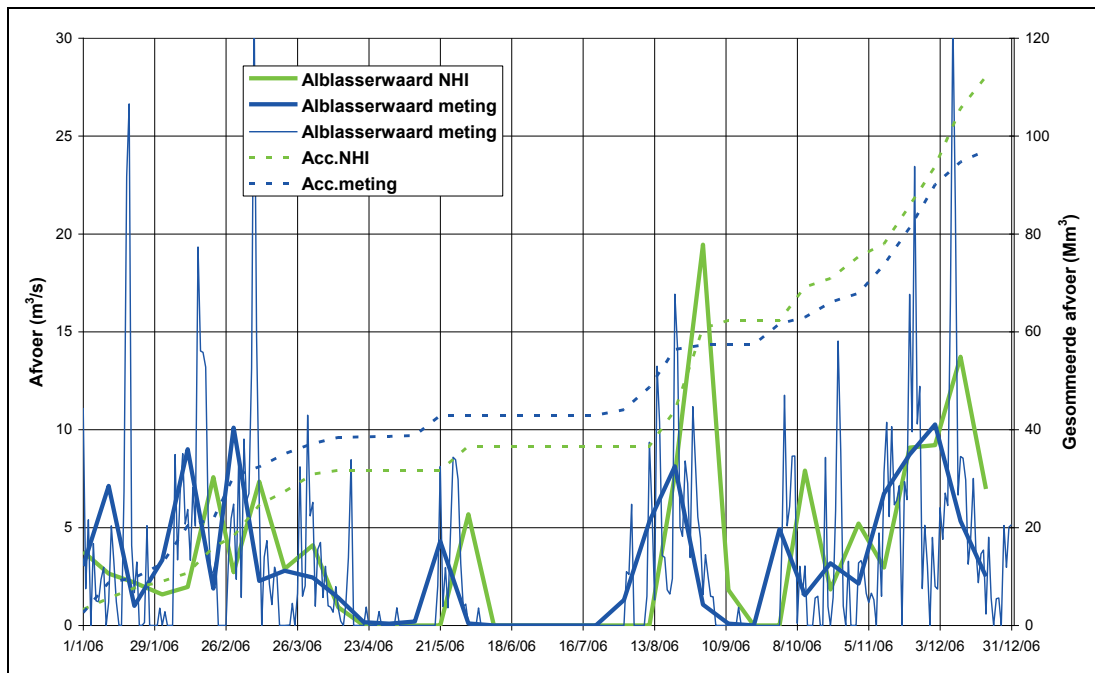
De gemeten en berekende aanvoer zijn weergegeven in Figuur 3.6. De figuur laat zien dat de berekende aanvoer globaal eenzelfde verloop vertoont als de meting en effectief ongeveer over dezelfde periode. Het modelresultaat overtreft echter de gemeten inlaat sterk. Hierbij moet worden opgemerkt dat voor de inlaat van de Nederwaard geen gegevens beschikbaar zijn. Wordt aangenomen dat de niet gemeten inlaat van de Nederwaard ongeveer even groot is als die van de Overwaard dan nog is de opgetreden inlaat ongeveer 35% lager dan is berekend.



Figuur 3.6 Gemeten en berekende inlaat district 53 Alblasterwaard, 2006

De gemeten en berekende afvoer van de Nederwaard en de Overwaard zijn gepresenteerd in Figuur 3.7. Het gemeten en berekende afvoerloop vertoont redelijke gelijkens, evenals de gesommeerde afvoer. Opmerkelijk is echter dat de afvoerpieken steeds één decade te laat optreden in het model. De grootste afwijking tussen meting en berekening treedt op in de zeer natte maand augustus. Deze afwijking is mogelijk een gevolg van de keuze van de neerslagstations in het NHI, waardoor de modelneerslag incidenteel sterk kan afwijken van de meting.

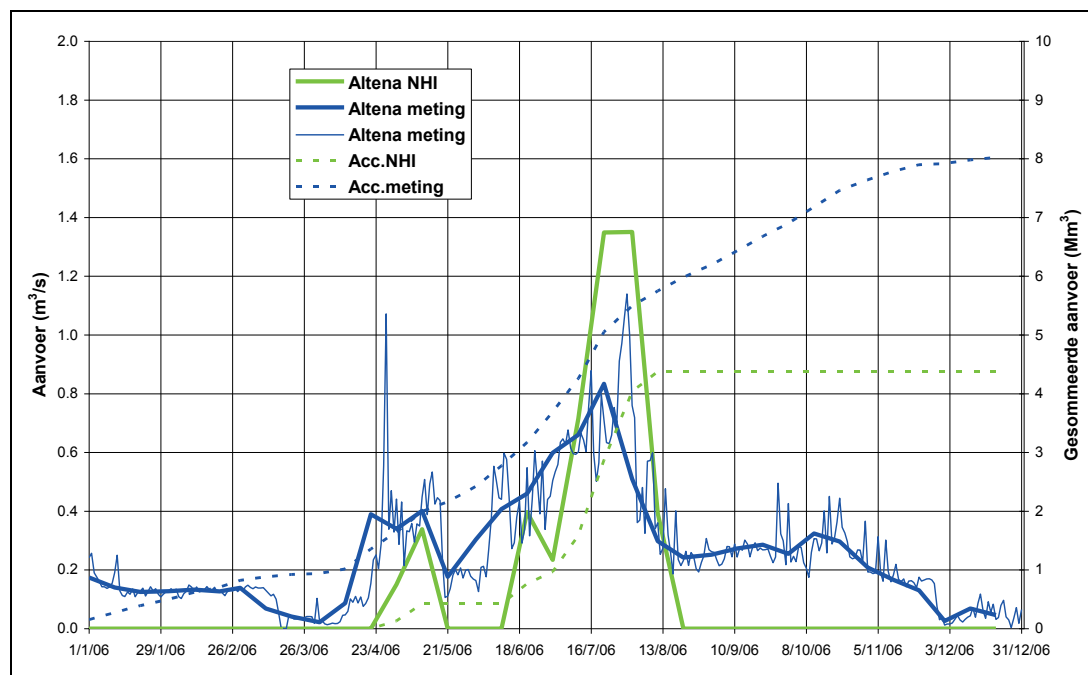
Op jaarbasis is het berekende afgevoerde volume water 16% hoger dan is waargenomen.



Figuur 3.7 Gemeten en berekende afvoer district 53 Alblasterwaard, 2006

3.3 Wateraanvoer naar en afvoer van het Land van Heusden en Altena

In het Land van Heusden en Altena wordt water ingelaten voor peilhandhaving en doorspoeling, veelal onder vrij verval, vanuit de Bergse Maas bij Genderen en Peerenboom, via Bruine Kil, Oostkil, Bakkerskil vanuit het Steurgat, dat in open verbinding staat met de Bergse Maas, bij Wijk en Aalburg vanuit de Afgedamde Maas en bij Wuodrichem vanuit de Waal. De inlaten Peerenboom, Wijk en Aalburg, Woudrichem en Genderen werken volgens het waterschap continu van 1 april tot 1 november. De gemeten en berekende inlaat naar het Land van Heusden en Altena zijn weergegeven in Figuur 3.8.

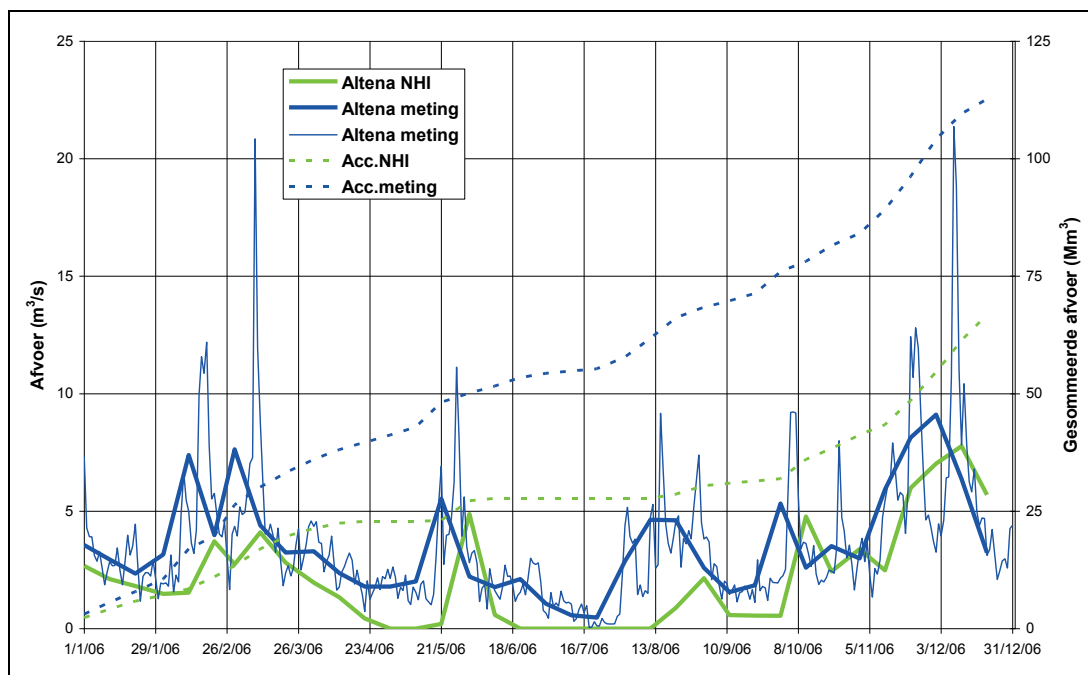


Figuur 3.8 Gemeten en berekende inlaat district 54 Land van Heusden en Altena, 2006

De figuur toont aan dat de inlaat van water het hele jaar doorgaat, met in 2006 een piek eind juli, aan het einde van de droge periode in dat jaar. Ook het model berekent een piek in die periode, maar opvallend is dat de duur van de berekende inlaat veel korter is dan is opgetreden. Ook het totale ingelaten volume is veel te laag berekend, (45% te laag).

Het Land van Heusden en Altena kent 5 afwaterende kunstwerken met een gezamenlijke afvoercapaciteit van 30,26 m³/s. Van alle gemalen zijn gegevens ontvangen met uitzondering van gemaal Uiterwaarden. Deze heeft echter maar een capaciteit van 0,16 m³/s, zodat de aangeleverde gegevens de totale afvoer goed dekken. Het gemeten en berekende afvoerverloop zijn gepresenteerd in Figuur 3.9. Het signaal wordt door het model redelijk gereproduceerd, maar met één decade vertraging. Het totale volume water dat is afgevoerd wordt door het model sterk onderschat.

Op jaarbasis is de berekende afvoer 41% lager dan is gemeten.

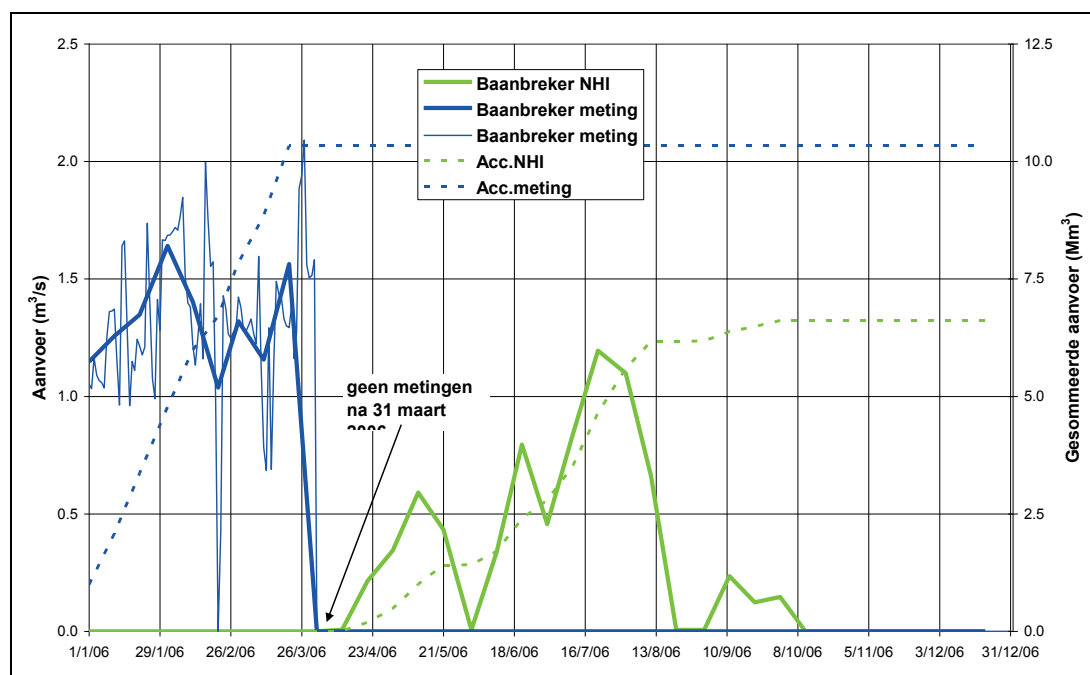


Figuur 3.9 Gemeten en berekende afvoer district 54 Land van Heusden en Altena, 2006

3.4 Wateraanvoer naar en afvoer van polder de Baanbreker

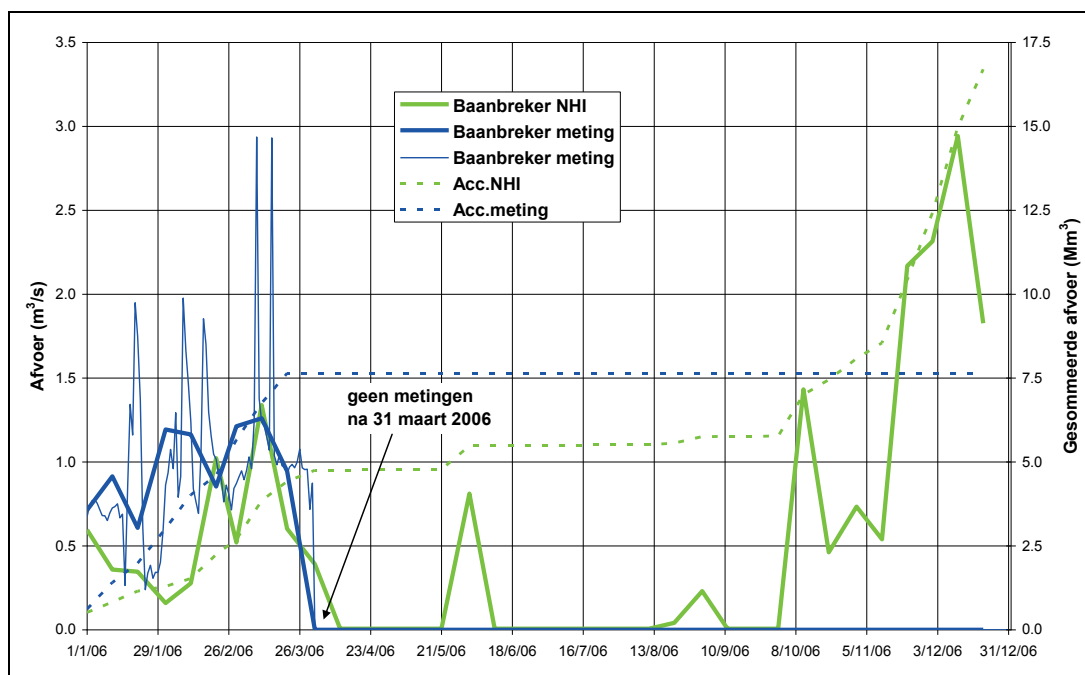
Naar polder de Baanbreker wordt water ingelaten vanuit de Maas, via de inlaten Struvers en Hedel. Er wordt water uitgemalen (en onder vrij verval) via het gemaal de Baanbreker op de Afdamde Maas.

De gemeten aanvoer evenals de afvoer zijn alleen beschikbaar voor de periode 1/1-31/3/2006. De resultaten van de vergelijking zijn weergegeven in Figuur 3.10 en Figuur 3.11.



Figuur 3.10 Gemeten en berekende inlaat district 111 polder Baanbreker, 2006

De gemeten hoge inlaat in het voorjaar is merkwaardig; de inlaat overtreft hier de afvoer. In die periode is er geen inlaat berekend. De berekende afvoer is aanzienlijk lager dan is gemeten.

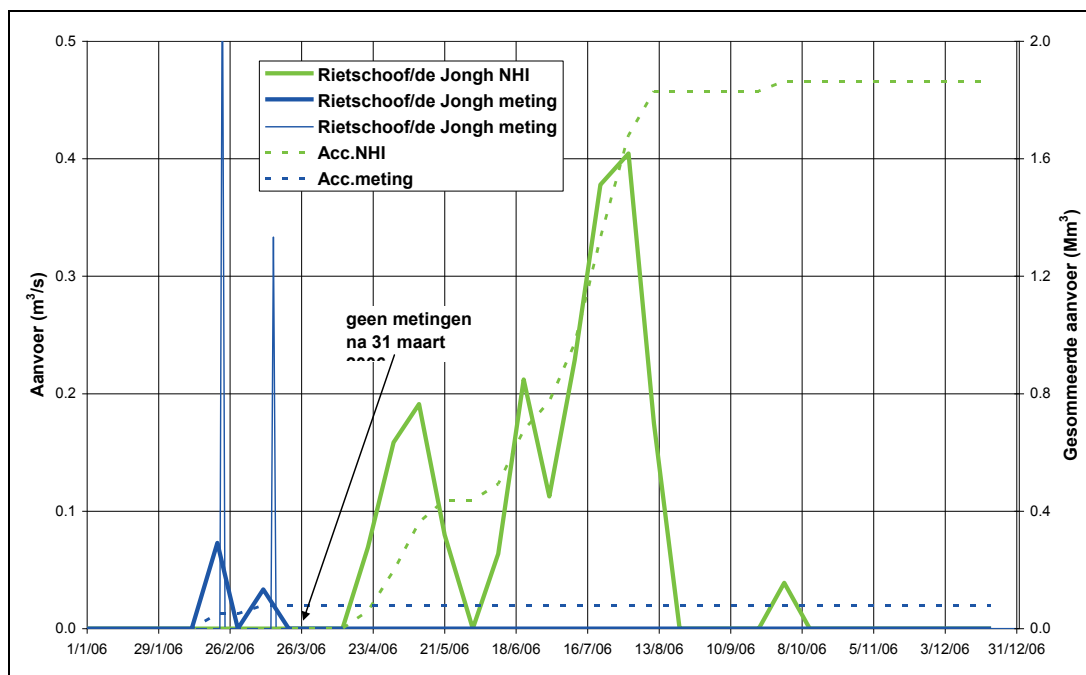


Figuur 3.11 Gemeten en berekende afvoer district 111 polder Baanbreker, 2006

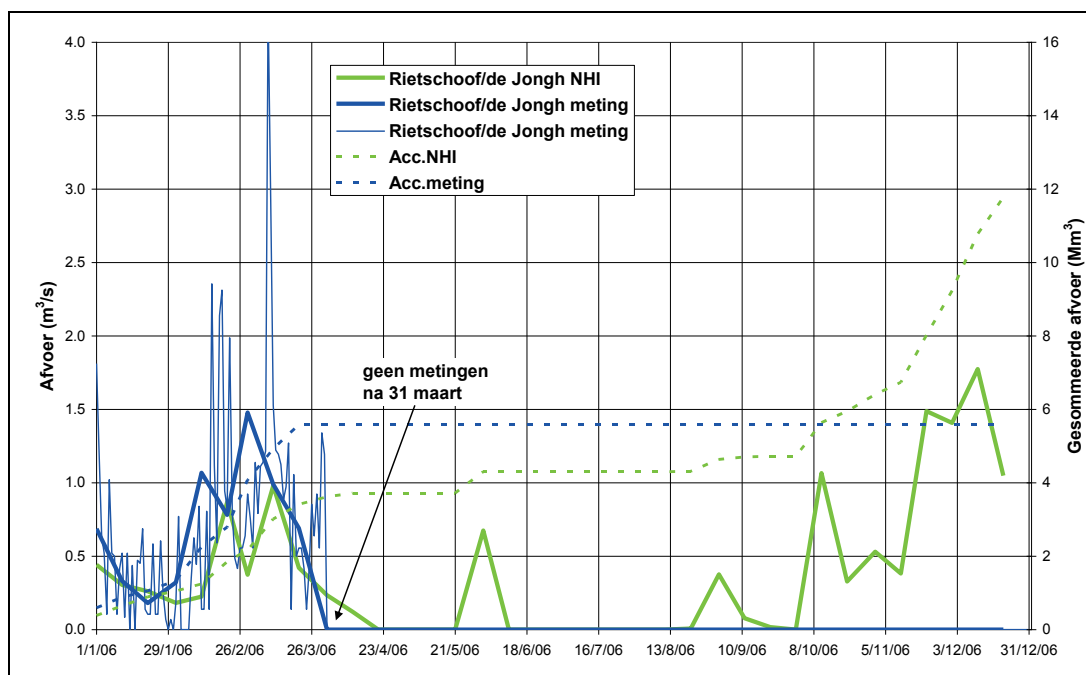
3.5 Wateraanvoer naar en afvoer van polders Rietschoof en H.C. de Jongh

District 112 omvat de polders Rietschoof en H.C. de Jongh. Het water in gebied Rietschoof wordt uitgemaal via gemaal Rietschoof naar de Afgedamde Maas. Er kan water ingelaten worden vanuit het gebied H.C. de Jong. Dit laatste gebied voert water af naar de Afgedamde Maas via gemaal H.C. de Jong en naar het gebied de Rietschoof. Er wordt ook water ingelaten vanuit de Afgedamde Maas en het gebied de Rietschoof.

Een vergelijking met het modelresultaat qua aanvoer en afvoer, zie Figuur 3.12 en Figuur 3.13, is beperkt omdat alleen metingen beschikbaar zijn van 1/1-31/3. De gemeten aanvoer geeft aan dat er voor 31/3 al sprake is geweest van enige inlaat terwijl het model pas later begint met water inlaat. De afvoer in het voorjaar van 2006 wordt door het model onderschat.



Figuur 3.12 Gemeten en berekende inlaat district 112 polders Rietschoof en H.C. de Jongh, 2006



Figuur 3.13 Gemeten en berekende afvoer district 112 polders Rietschoof en H.C. de Jongh, 2006

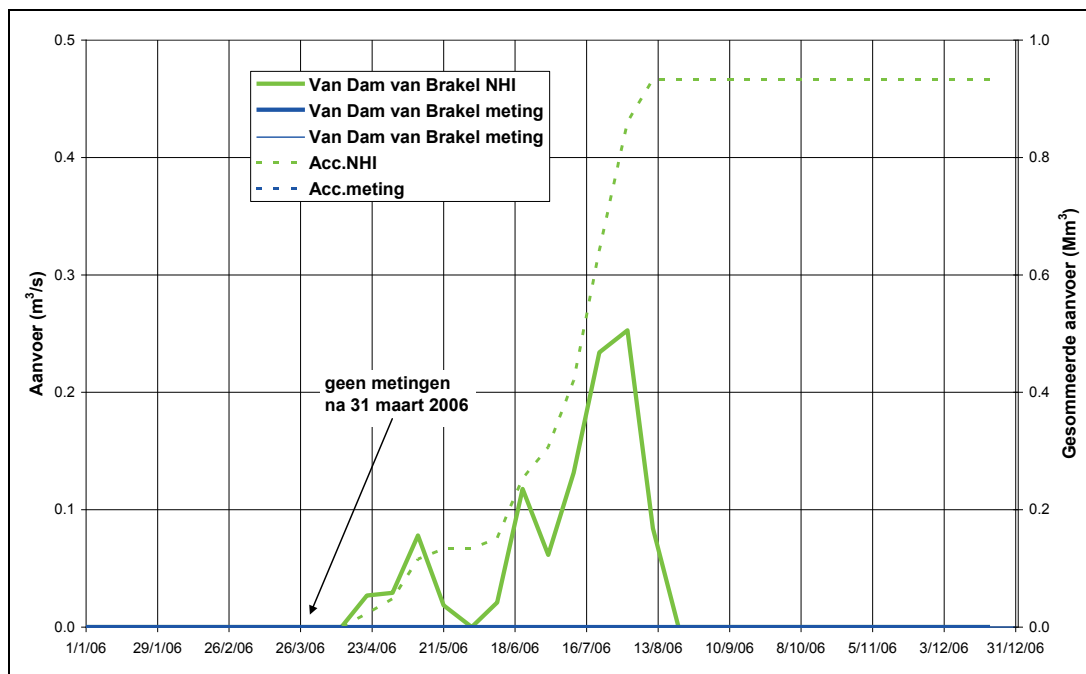
3.6 Wateraanvoer naar en afvoer van de polder van Dam van Brakel

De polder Van Dam van Brakel laat water in via een inlaat bij het gemaal van Dam van Brakel. Er wordt water uitgemalen op de Afdemde Maas via gemaal van Dam van Brakel. In principe wisselt dit gebied geen water uit met de andere gebieden in de Bommelerwaard. Alleen bij werkzaamheden van het waterschap kan er een verbinding gemaakt worden tussen het gebied van Dam van Brakel en H.C. de Jongh.

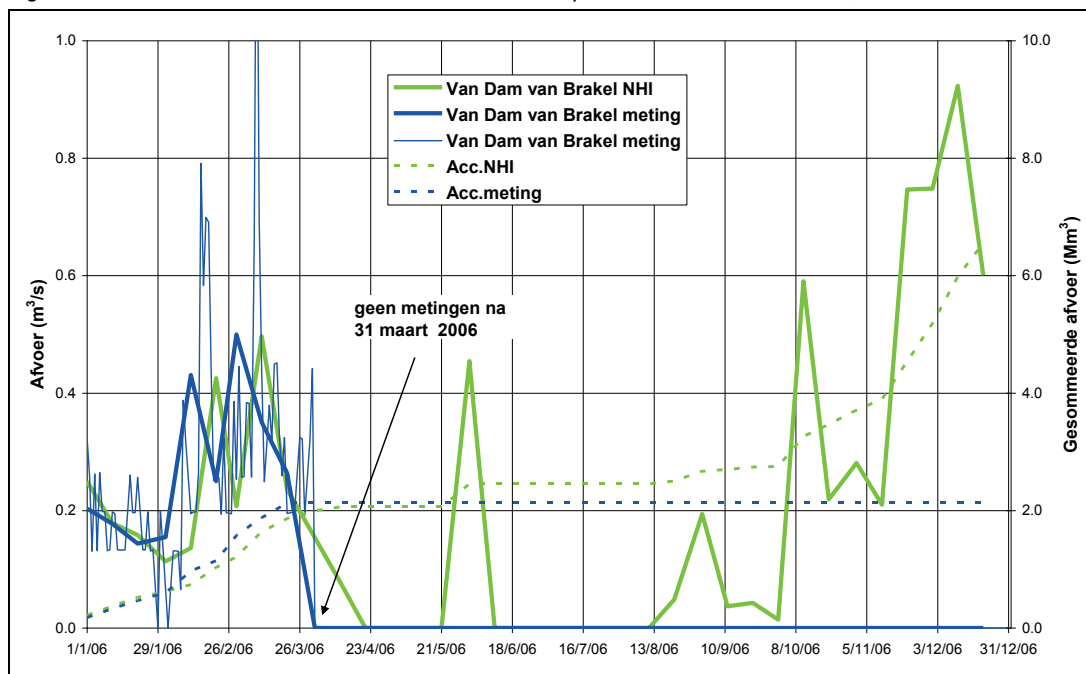
Van deze polder zijn evenals van de hiervoor behandelde polders alleen inlaat en afvoergegevens ontvangen van de maanden januari, februari en maart, 2006. De

gemeten en berekende aanvoer zijn weergegeven in Figuur 3.14. Tot 31 maart was de gemeten zowel als de berekende inlaat nul.

De gemeten en berekende afvoer zijn gepresenteerd in Figuur 3.15. Voor het voorjaar komen de gemeten en berekende afvoeren goed met elkaar overeen met een verschuiving van 1 decade.



Figuur 3.14 Gemeten en berekende inlaat district 113 polder van Dam van Brakel, 2006



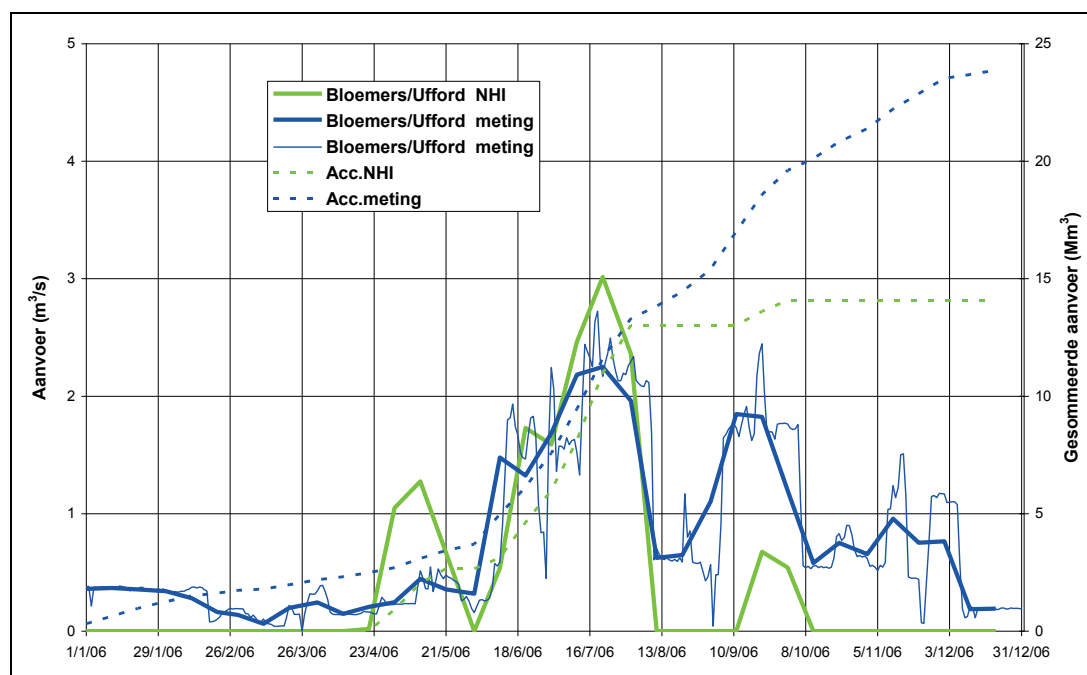
Figuur 3.15 Gemeten en berekende afvoer district 113 polder van Dam van Brakel, 2006

3.7 Wateraanvoer naar en afvoer van de bemalingsgebieden Bloemers en Quarles van Ufford

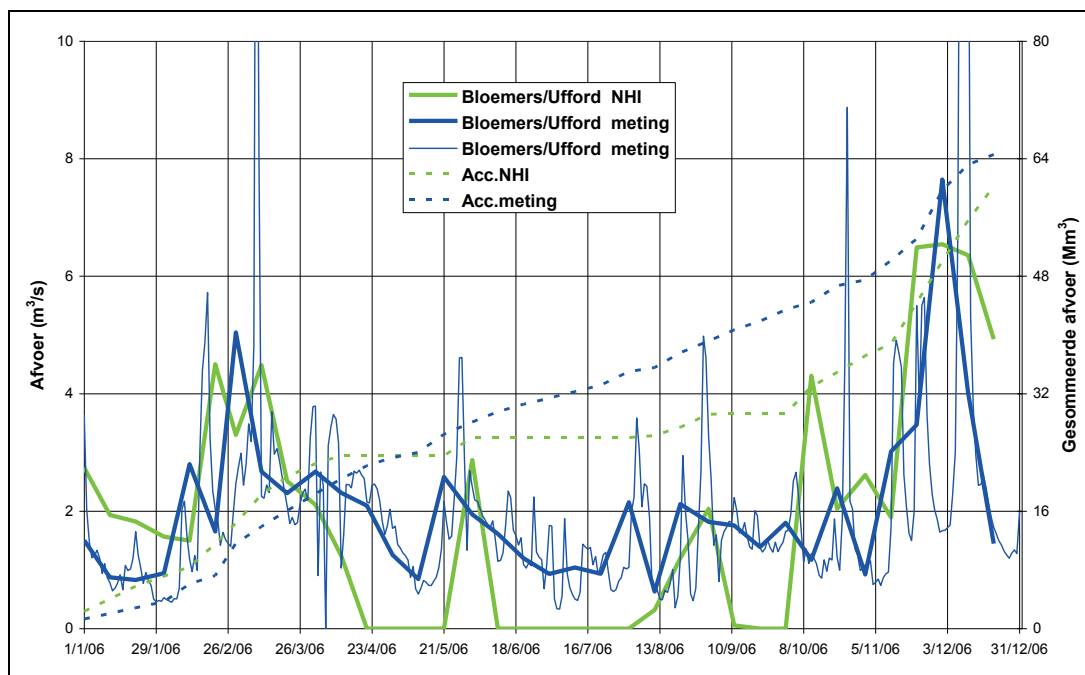
District 114 Bloemers/Quarles van Ufford omvat het bemalingsgebied Bloemers, afwaterend op de Maas bij Appeltern (via gemaal Bloemers in de Nieuwe Wetering, met een capaciteit van 11,8 m³/s) en het westelijk daarvan gelegen bemalingsgebied Quarles van Ufford, ook afwaterend op de Maas (via gemaal Quarles van Ufford in de Grote Wetering, met een afvoercapaciteit van 13,5 m³/s). Wateraanvoer naar het district vindt plaats vanuit het Maas-Waalkanaal via de inlaten Weurt, Landweijer en Teersche Sluispolder met een gezamenlijke capaciteit van 2,8 m³/s en vanuit de Maas via de Blauwe Sluis en de Rijkse Sluis met een geschatte capaciteit van in totaal 3,0 m³/s.

De gemeten en berekende inlaat naar het district zijn weergegeven in Figuur 3.16. De figuur geeft aan dat er in de praktijk continu water wordt ingelaten, in 2006 met piekwaarden in juni-juli en september. Water wordt ingelaten voor doorspoeling. In het model wordt alleen water ingelaten in het groeiseizoen in mei, juni-juli en september. Op jaarbasis is in 2006 de inlaat bijna 40% te laag berekend.

De gemeten en berekende afvoer van district 114 zijn gepresenteerd in Figuur 3.17. Volgens de aangeleverde informatie betreft de gemeten afvoer alleen de lozing via gemaal Quarles van Ufford, dus ongeveer de helft van het gebied van district 114. De figuur laat zien dat, ondanks dat gegeven, de gemeten afvoer toch de berekende afvoer overschrijdt. In werkelijkheid wordt de afvoer van dit gebied in het model dus ernstig onderschat.



Figuur 3.16 Gemeten en berekende inlaat district 114 Bloemers en Quarles van Ufford, 2006



Figuur 3.17 Gemeten en berekende afvoer district 114 Bloemers en Quarles van Ufford, 2006

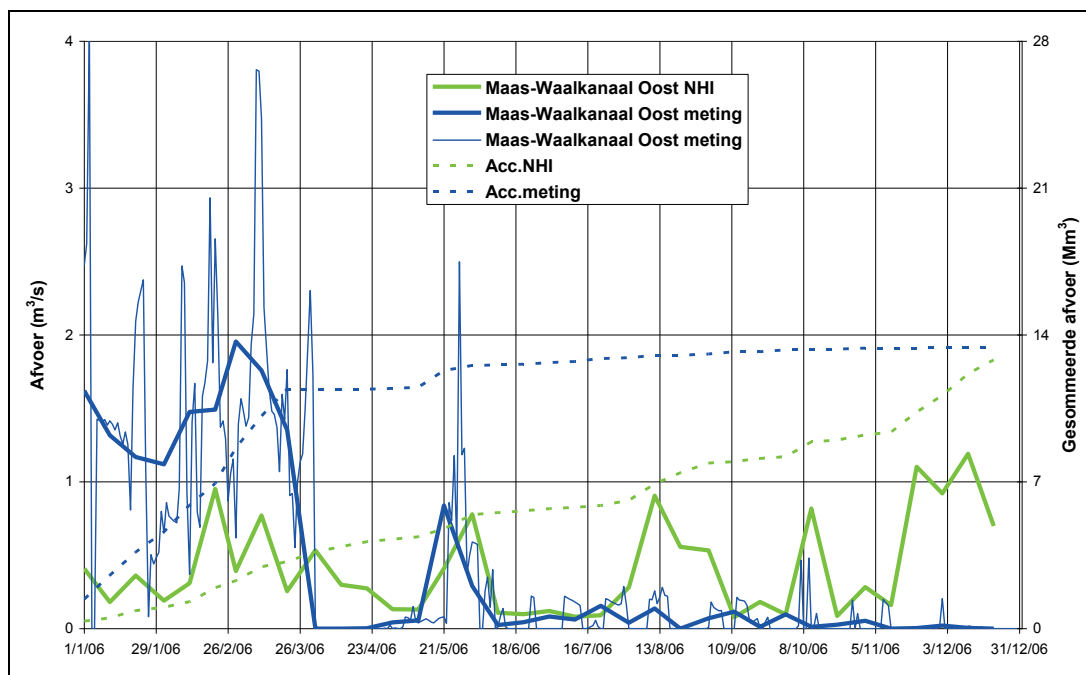
Opvallend is ook dat het gemeten en berekende verloop vooral in het groeiseizoen er totaal verschillend uitzien. In de praktijk is er altijd een basisafvoer van ongeveer $1 \text{ m}^3/\text{s}$, terwijl het model het netto neerslagpatroon volgt. Aanbevolen wordt om, zodra in het NHI met een verbeterde neerslag wordt gewerkt en ook de afvoer van gemaal Bloemers beschikbaar is, de berekende en gemeten termen van de waterbalans van dit gebied nader te analyseren. Op die manier kunnen de conceptuele tekortkomingen in het model worden ge-ëlimineerd.

3.8 Wateraanvoer naar en afvoer van Maas-Waalkanaal Oost

District 115 is het gebied ten oosten van het Maas-Waalkanaal, dat voor een groot deel Duits grondgebied betreft. Van de totale hoeveelheid aangevoerd water is 60% afkomstig vanuit Duitsland, 30% vanuit de Ooipolder en 10% vanuit het gebied rond Groesbeek. Er wordt op drie locaties water afgevoerd op de Waal en het Maas-Waalkanaal met een totale capaciteit van $16,83 \text{ m}^3/\text{s}$, waarbij met $16,0 \text{ m}^3/\text{s}$ het Hollands Duitsch gemaal verreweg de belangrijkste is.

De gemeten afvoer van district 115 omvat het Hollands Duitsch gemaal en stuw, en de afvoer via de vistrap ter plaatse. De overige in Tabel 3.1 door het waterschap aangegeven afvoerlocaties (stuw de Horst en Retentiereservoir) betreffen afvoeren naar Duits gebied en geen afvoeren uit het district en zijn daarom niet meegenomen.

Het gemeten en berekende afvoerverloop zijn weergegeven in Figuur 3.18. Het gemeten verloop is merkwaardig omdat de afvoer in het najaar vrijwel nul is, terwijl juist dan hoge afvoeren worden verwacht. Dit vraagt om een nadere verklaring van het waterschap. Het berekende verloop wijkt sterk af van het gemeten verloop, alleen eind mei - begin juni is er overeenkomst. Merkwaardig is dat de gemeten en berekende jaartotalen vrijwel gelijk zijn, maar de figuur geeft aan dat dat geen goede maatstaf is.



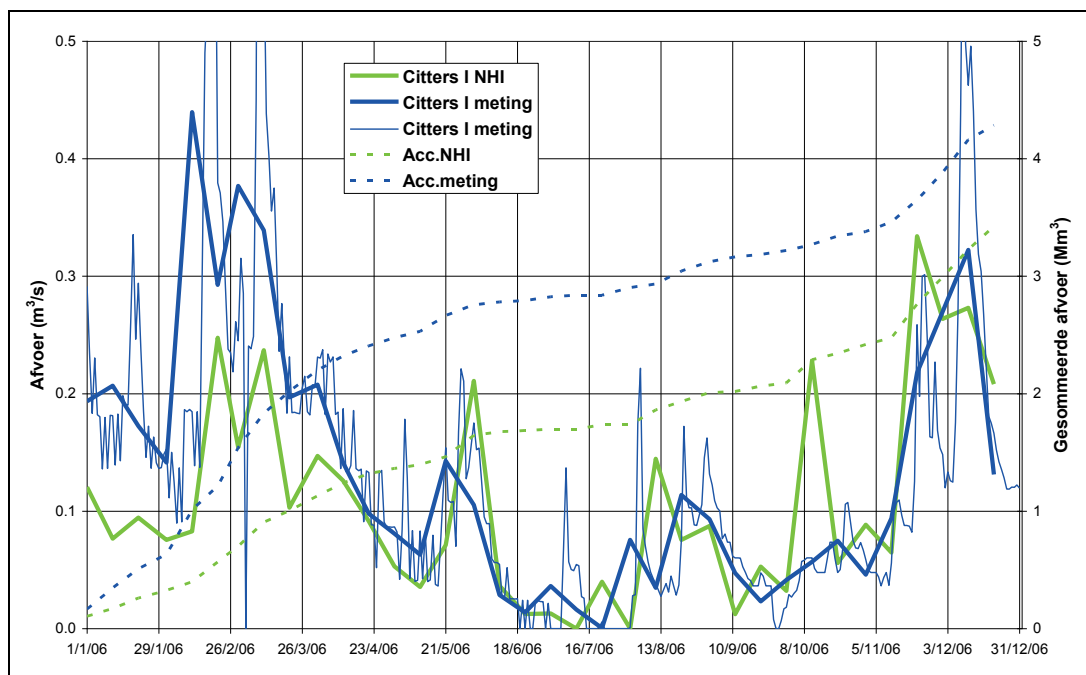
Figuur 3.18 Gemeten en berekende afvoer district 115 Maas-Waalkanaal Oost, 2006

3.9 Waterafvoer van bemalingsgebieden Citters I en II

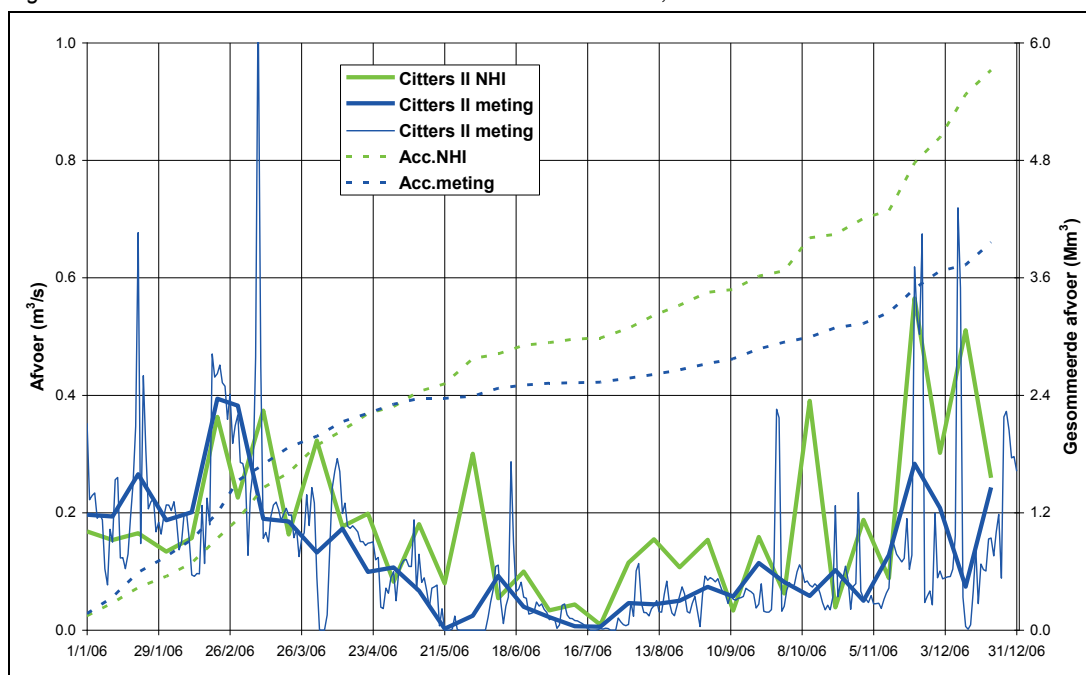
Ten zuiden van Wijchen ligt het gebied Van Citters II. Het gemaal Van Citters II loost water op de Maas, met een capaciteit van $2,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Er wordt geen water ingelaten. Noordwestelijk van dit gebied ligt Van Citters I. Gemaal Van Citters I loost ook op de Maas. De capaciteit van dit gemaal is $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$. Ook naar dit gebied wordt geen water ingelaten.

De gemeten en berekende afvoer van Van Citters I zijn gepresenteerd in Figuur 3.19. De dynamiek wordt redelijk weergegeven. Het model onderschat duidelijk de afvoer in het voorjaar. Voor de rest van het jaar is de overeenkomst redelijk. De simulatie voor Van Citters II is weergegeven in Figuur 3.20. Hier is de overeenkomst met de meting aan het begin van 2006 redelijk maar wijkt het model aan het eind van het jaar het meest af.

Op jaarbasis wordt voor van Citters I een te lage afvoer en voor van Citters II een te hoge afvoer berekend. Totaal overschat het model de afvoer van deze gebieden met 13%.



Figuur 3.19 Gemeten en berekende afvoer district 116 Citters I, 2006



Figuur 3.20 Gemeten en berekende afvoer district 117 Citters II, 2006

3.10 Overzicht

De resultaten voor het oppervlaktewater in het waterschap Rivierenland zijn samengevat in Tabel 3.1. De resultaten tonen aan dat 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 of balansberekeningen op regionale schaal. De aanvoer van water wordt over- en onderschat evenals de afvoer. Voor het district 115 waar de gemeten en berekende afvoer op jaarbasis elkaar dicht naderen zijn de gemeten en berekende verlopen in het jaar sterk verschillend.

Tabel 3.1 Vergelijking tussen gemeten en berekende inlaat naar en afvoer uit het waterschap Rivierenland in 2006

		NHI		meting		verschil meting - NHI		verschil %	
		Afvoer	Inlaat	Afvoer	Inlaat	Afvoer	Inlaat	Afvoer	Inlaat
		Mm ³	Mm ³	Mm ³	Mm ³	Mm ³	Mm ³	%	%
jaar 2006									
Alblasserwaard	district 53	112.23	20.79	97.07	-	-15.16	-	-16	-
Land van Heusden en Altena	district 54	66.74	4.37	112.67	8.02	45.92	3.65	41	45
Baanbreker	district 111	16.70	6.61	-	-	aangeleverde gegevens niet compleet			
Rietschoof/HC de Jongh	district 112	11.77	1.86	-	-				
Van Dam van Brakel	district 113	6.55	0.93	-	-				
Bloemers/Quarles van U.	district 114	60.23	14.07	-	23.87	-	9.80	-	41
Maas-Waalkanaal Oost	district 115	12.81	-	13.40	-	0.59	-	4	-
Van Citters I	district 116	3.42	-	4.29	-	0.86	-	20	-
Van Citters II	district 117	5.72	-	3.96	-	-1.76	-	-44	-

4 Chlorideconcentraties

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.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Water aanvoer en afvoer

- 1 Van slechts een beperkt aantal polders van het waterschap Rivierenland zijn complete meetreeksen ontvangen voor de validatie van het NHI.
- 2 De aanvoer van water naar de districten 54 (Land van Heusden en Altena) en 114 (Bloemers/Quarles van Ufford) wordt door het model sterk onderschat, maar elders ook overschat (district 53, Alblasserwaard). De kwaliteit van de aanvoergegevens van district 115 (Maas-Waalkanaal Oost) is beperkt.
- 3 De duur van de berekende inlaat valt samen met het groeiseizoen. In de praktijk wordt vaak gedurende het hele jaar water ingelaten. Dit vraagt een aanpassing in het model.
- 4 De afvoer van water uit de polders van Rivierenland voor zover vergelijkbaar met metingen worden zowel ruim over- als onderschat. Voor district 115 (Maas-Waalkanaal Oost) is de overeenkomst op jaarbasis goed, maar het afvoerloop is sterk verschillend, waarbij het berekende afvoerloop realistischer is dan het gemeten verloop.
- 5 De pieken in het berekende afvoerloop lopen in een aantal polders 1 decade achter op die in het gemeten afvoerloop.

Eindconclusie

De resultaten voor het oppervlaktewater in het waterschap Rivierenland tonen aan dat 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 waterbalansen en de waterverdeling op regionale schaal.

5.2 Aanbevelingen

De conclusies leiden tot de volgende aanbevelingen.

- Samenstellen van complete gevalideerde inlaat- en afvoerreksen van de polders/districten in het waterschap Rivierenland voor 2003 en 2006.
- Analyse van waterbalansen voor de districten afzonderlijk, nadat in de verbeterde gedetailleerde neerslag is ingevoerd in het NHI.

6 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 B
West Nederland
PR1640.10, april 2009

HKV (2009)

Distributiemodel, deel D
Zuid Nederland
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