

stowa

BIJLAGE B

VALIDATIE NHI

WATERSCHAP

BRABANTSE DELTA



RAPPORT

2011
w02

BIJLAGE B

VALIDATIE NHI WATERSCHAP BRABANTSE DELTA

RAPPORT

2011
W02



Validatie NHI voor het waterschap Brabantse Delta

Jaren 2003 en 2006

HJM Ogink

Opdrachtgever:
Stowa

Validatie NHI voor het waterschap Brabantse Delta

Jaren 2003 en 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 2003 en 2006 vergeleken met de normalen	6
2.2	Berekeningsprocedure model neerslag.....	10
2.3	Verdampingsberekening in NHI.....	10
2.4	Referentie en actuele verdamping	11
3	Oppervlaktewater	14
3.1	Schematisatie van waterschap Brabantse Delta in NHI	14
3.2	Waterafvoer Bovenmark en Aa of Weerijs	20
3.3	Wateraanvoer en afvoer via de Steenbergsche Vliet bij Bovensas	21
3.4	Wateraanvoer en afvoer via de Dintel bij Dintelsas	23
3.5	Waterafvoer Steenbergsche Vliet bij Bovensas en de Dintel bij Dintelsas	25
3.6	Wateraanvoer Oosterhout	26
3.7	Overzicht.....	28
4	Grondwaterstanden	29
4.1	Inleiding.....	29
4.2	Vergelijking van gemeten en berekende grondwaterstanden.....	29
4.3	Samenvatting	39
5	Chlorideconcentraties	40
5.1	Algemeen.....	40
5.2	Chlorideconcentraties van 2003 en 2006 vergeleken met NHI resultaat	40
6	Conclusies en aanbevelingen	44
6.1	Conclusies	44
6.2	Aanbevelingen	45
7	Literatuur	46

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 waterschap Brabantse Delta (BD) omvat het westelijk deel de provincie Noord Brabant, ingesloten door het Schelde-Rijn Kanaal, het Volkerak, het Hollandsch Diep, de Amer, de Bergsche Maas, de lijn Waalwijk-Tilburg-Goirle (oostgrens van de Donge) en de Belgische grens, zie Figuur 1.1 en Figuur 1.2. Het omvat de voormalige waterschappen Dongestroom, Land van Nassau, Mark en Weerijns en Scheldekwartier. De validatie van het NHI voor het beheergebied is uitgevoerd op de reproductie van de inlaat en afvoer van oppervlaktewater, van grondwaterstanden op door het waterschap geselecteerde locaties en chlorideconcentraties. 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 waaronder Brabantse Delta 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.

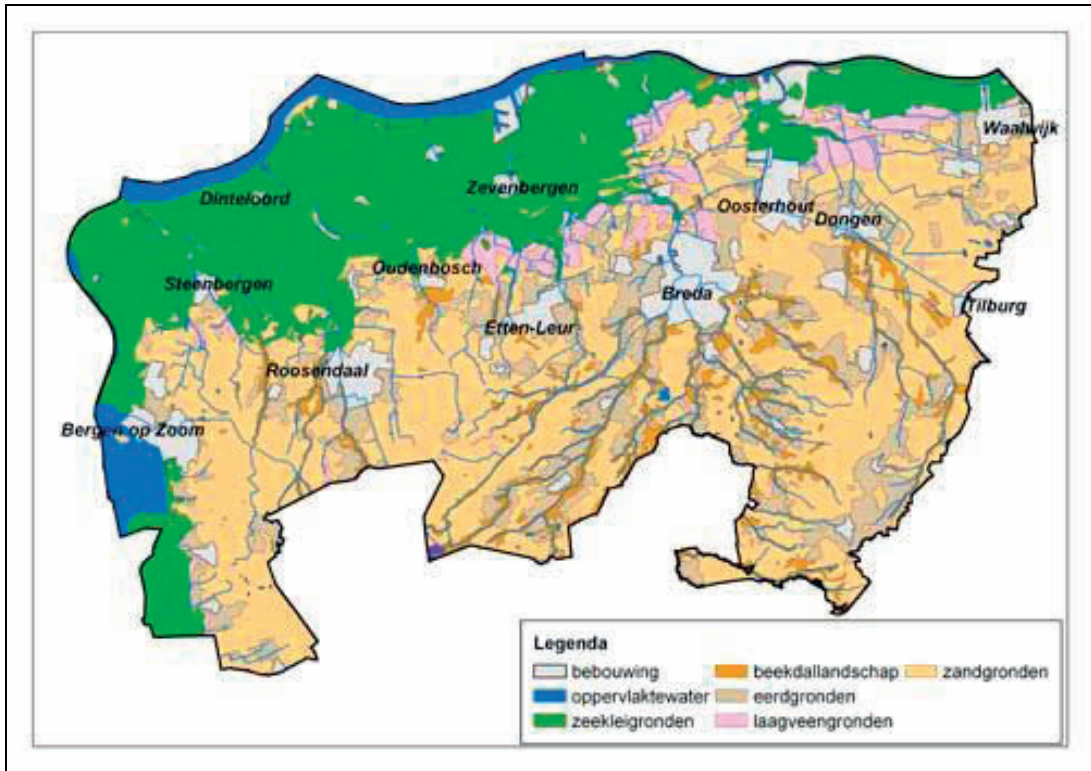
Leeswijzer

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 bevindingen van de zoutmodellering in het NHI zijn weergegeven in

hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 zijn de conclusies samengevat en worden aanbevelingen voor verbeteringen gegeven.



Figuur 1.1 Beheergebied Brabantse Delta van het Schelde-Rijn Kanaal tot de Donge (uit de Bosatlas van Nederland, 2007)



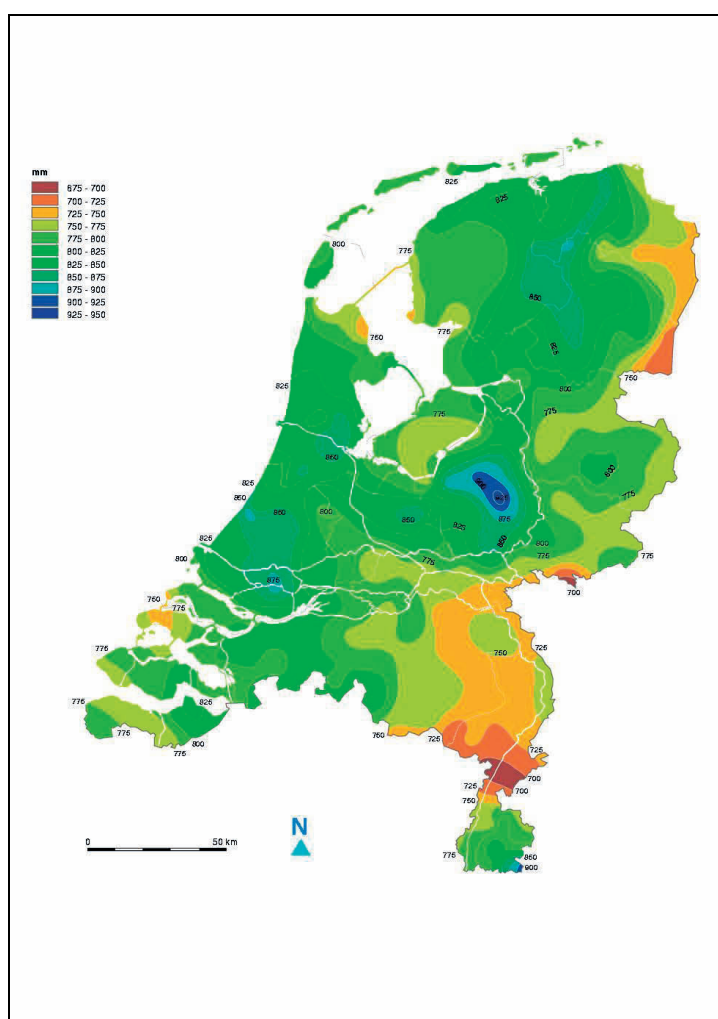
Figuur 1.2 Beheergebied Brabantse Delta (bron: waterschap Brabantse Delta)

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.

De normaal voor het beheergebied van de Brabantse Delta ligt met 798 mm vrijwel op het landelijk gemiddelde. De as van het Beheergebied scoort het hoogst en het zuidwesten en het noordoosten het laagst, zie Figuur 2.1 en Figuur 2.2.

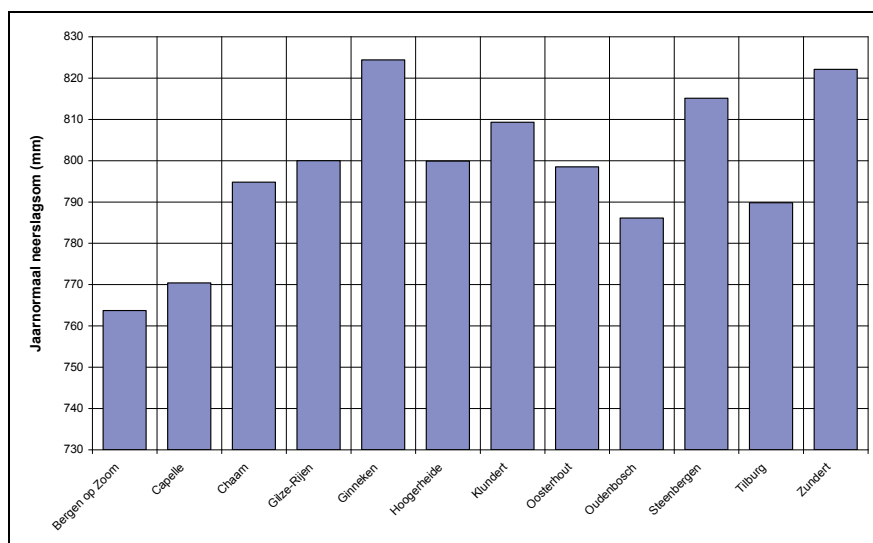
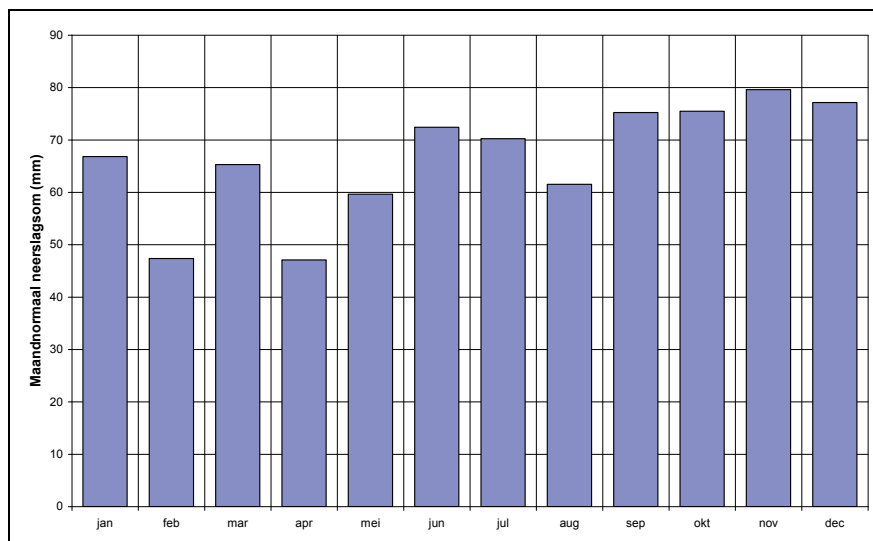


Figuur 2.1 Gemiddelde jaarneerslag periode 1971-2000 (bron: KNMI)

De maandnormalen voor het waterschap zijn weergegeven in Figuur 2.2. Totaal 48% (386 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.

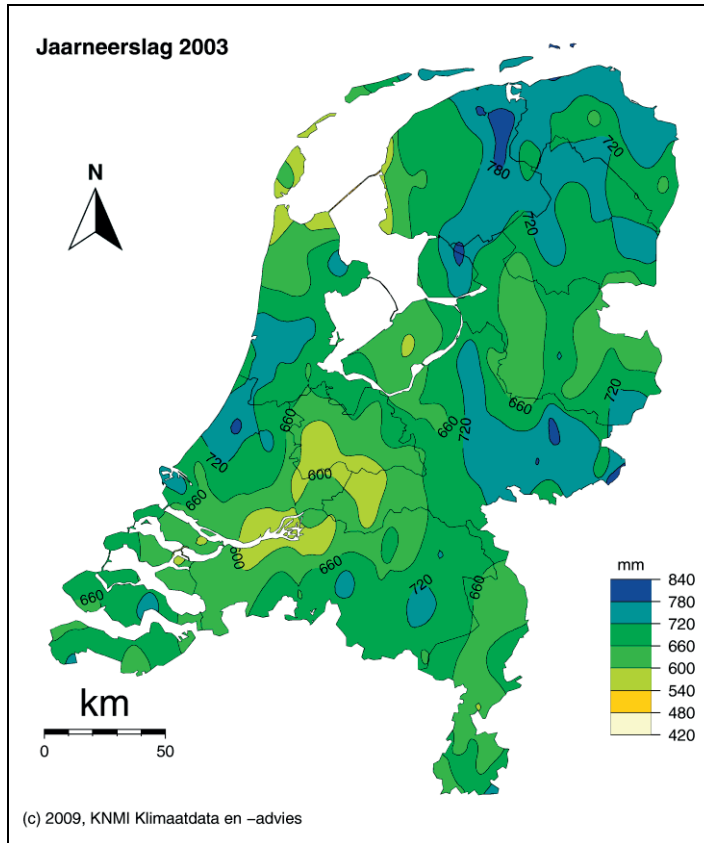
Tabel 2.1 Jaar- en seizoenneerslagsommen in mm in het waterschap Brabantse Delta

	Jaar	Jaar- normaal	Groeiseizoen	Seizoen - normaal
Normaal	798	-	386	-
2003	640	-158	312	-74
2006	842	45	429	43

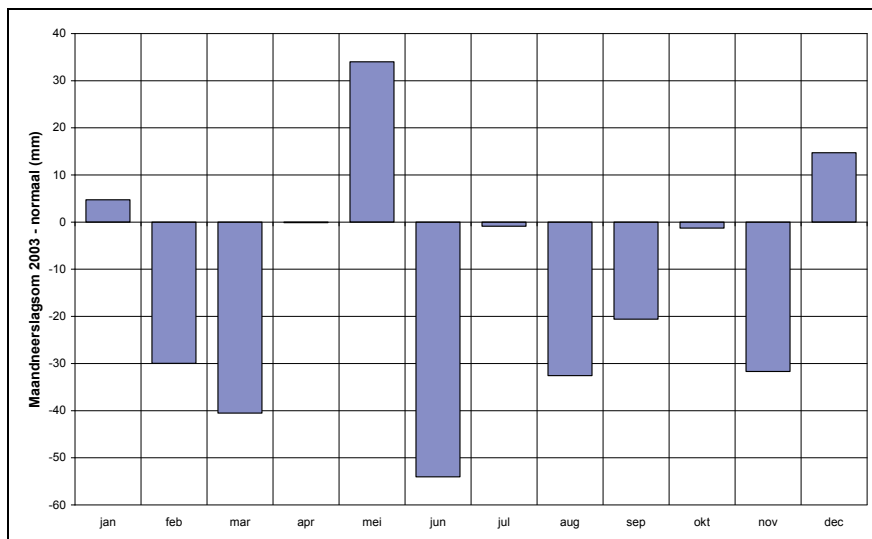


Figuur 2.2 Maandneerslag- en jaarnormalen voor waterschap Brabantse Delta

De verdeling van de jaarneerslagsom in 2003 is weergegeven in Figuur 2.3. Voor de Brabantse Delta was de neerslag het hoogst in het zuidoosten en aanmerkelijk lager in het noorden van het waterschap. In 2003 was de jaar- en seizoenneerslagsom in het waterschap respectievelijk 158 en 74 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.



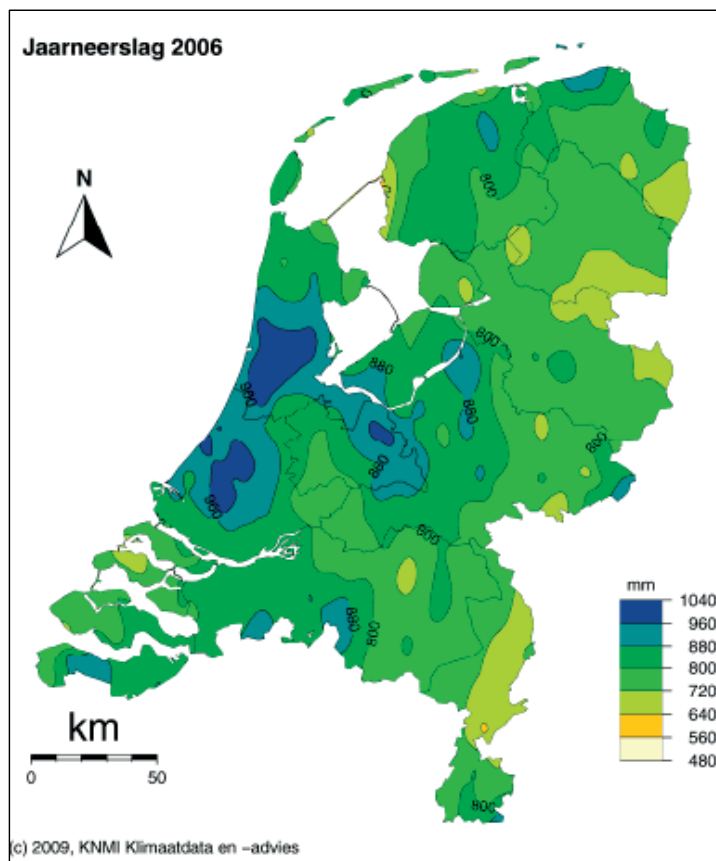
Figuur 2.3 Jaarneerslag in 2003 gebaseerd op KNMI-neerslagstations (bron: KNMI)



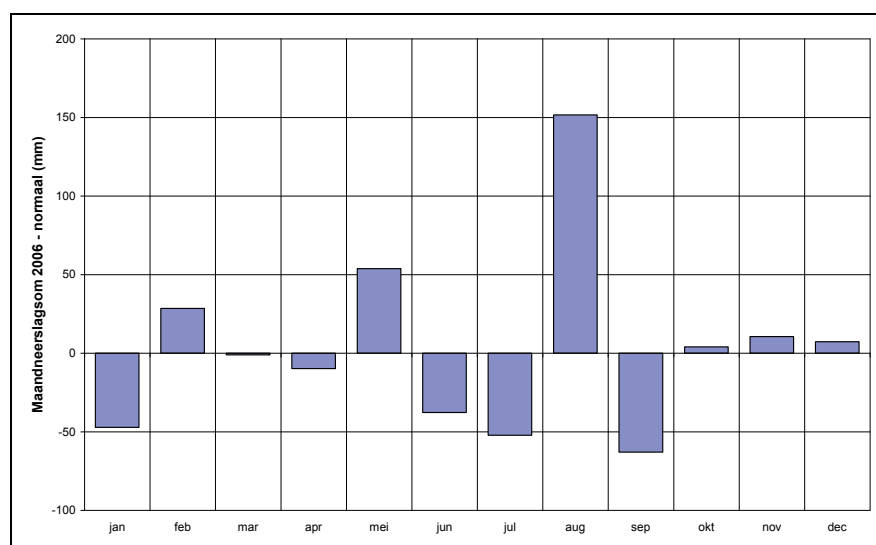
Figuur 2.4 Afwijking van de maandneerslagsommen van 2003 van de maandnormalen voor waterschap Brabantse Delta

De isohyeten van de jaarneerslag voor 2006 zijn weergegeven in Figuur 2.5. Ook nu treden de hoogste waarden op in het zuiden van het beheergebied van de Brabantse Delta. De jaarneerslagsom voor 2006 bedroeg in de Brabantse Delta 842 mm, 45 mm meer dan normaal. In het groeiseizoen was de neerslagsom 429 mm, 43 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 veel groter is geweest dan gemiddeld. 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 dan in jaren met het maximum tekort aan het einde van het groeiseizoen. Dit ondanks dat de neerslag in 2006 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.



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



Figuur 2.6 Afwijking van de maandneerslagsommen van 2006 van de maandnormalen voor waterschap Brabantse Delta

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.

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 gemiddelde gedrag over lange perioden mogelijk aanvaardbaar, maar zeker niet voor het analyseren van extremen en analyse van afzonderlijke jaren. Aangetoond 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 gewaskenmerken 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.

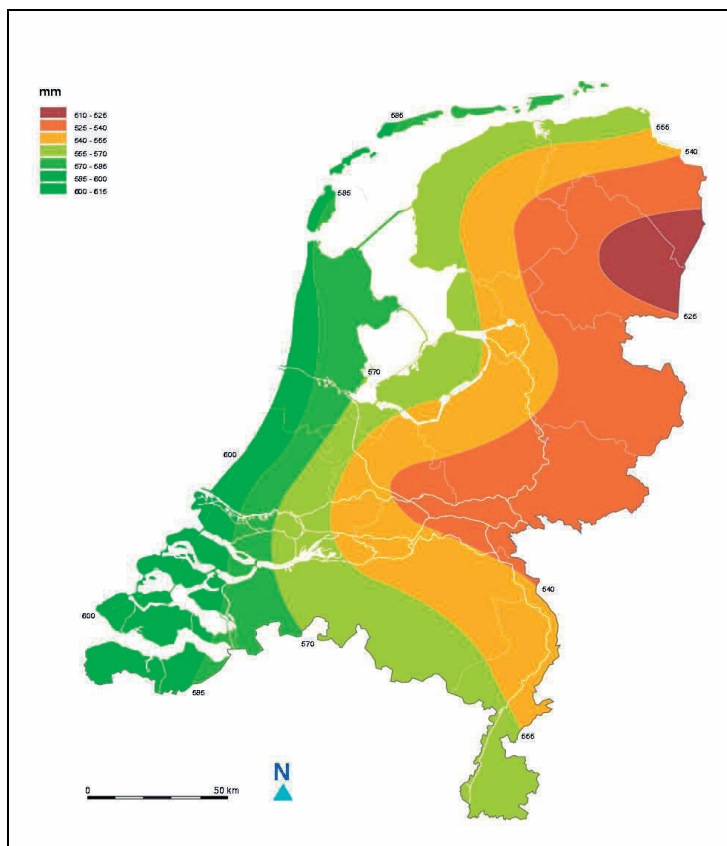
Tenslotte, wordt de actuele bodemverdamping E_a bepaald volgens de methode van Boesten en Stroosnijder. De verdamping is potentieel als de netto neerslag groter is dan E_p . In perioden zonder neerslag blijft de verdamping eerst nog potentieel totdat een drempelwaarde wordt overschreden, waarna de verdamping 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

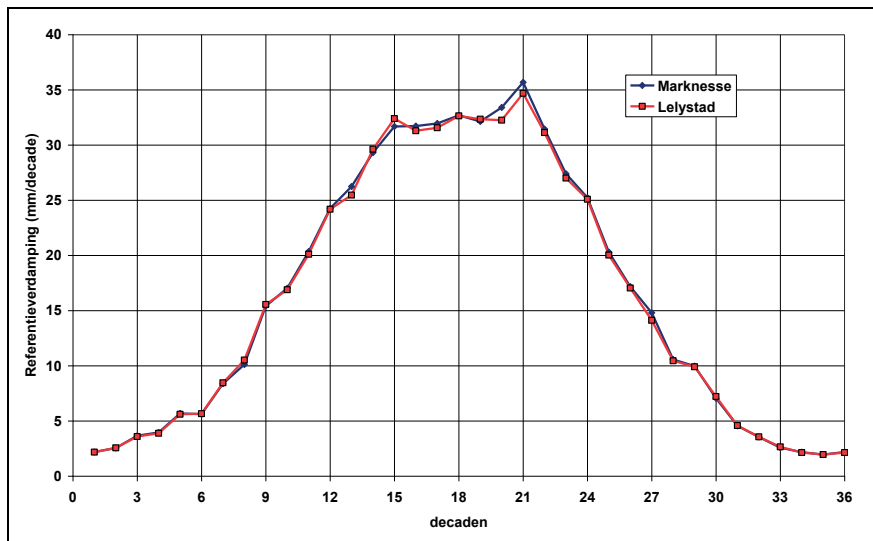
De ruimtelijke verdeling van de gemiddelde jaarlijkse referentieverdamping volgens Makkink is weergegeven in Figuur 2.7. De lijnen van gelijke referentieverdamping lopen parallel aan de kust afnemend van 600 mm in het westen tot 520 mm langs de oostgrens. De verdamping is gemiddeld genomen maximaal in 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.



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



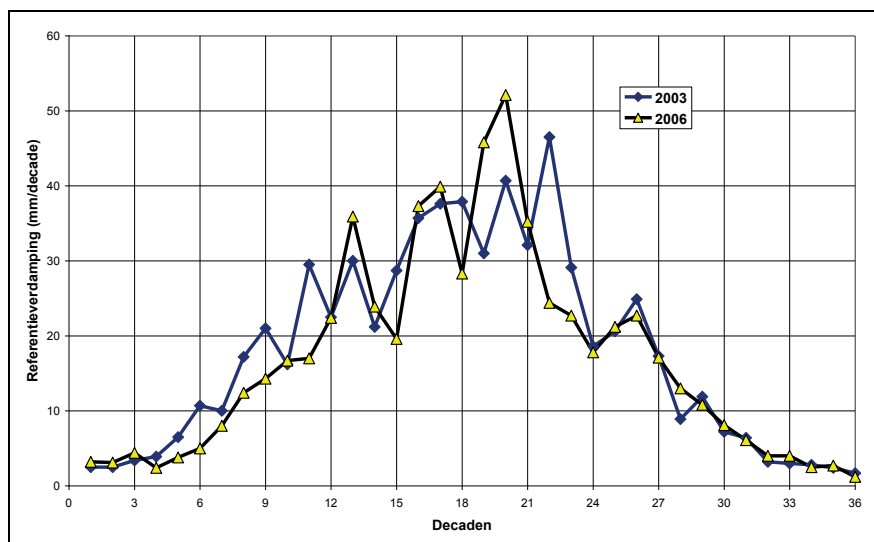
Figuur 2.8 Decadeverdampingsnormalen van KNMI-stations in Zuiderzeeland (bron: KNMI)

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.

De referentieverdamping in 2003 en 2006 voor Gilze-Rijen in het beheergebied van het waterschap Brabantse Delta is gepresenteerd in Figuur 2.9. Op jaarbasis bedroeg de verdamping respectievelijk 645 en 609 mm. Dat zijn bovennormale waarden

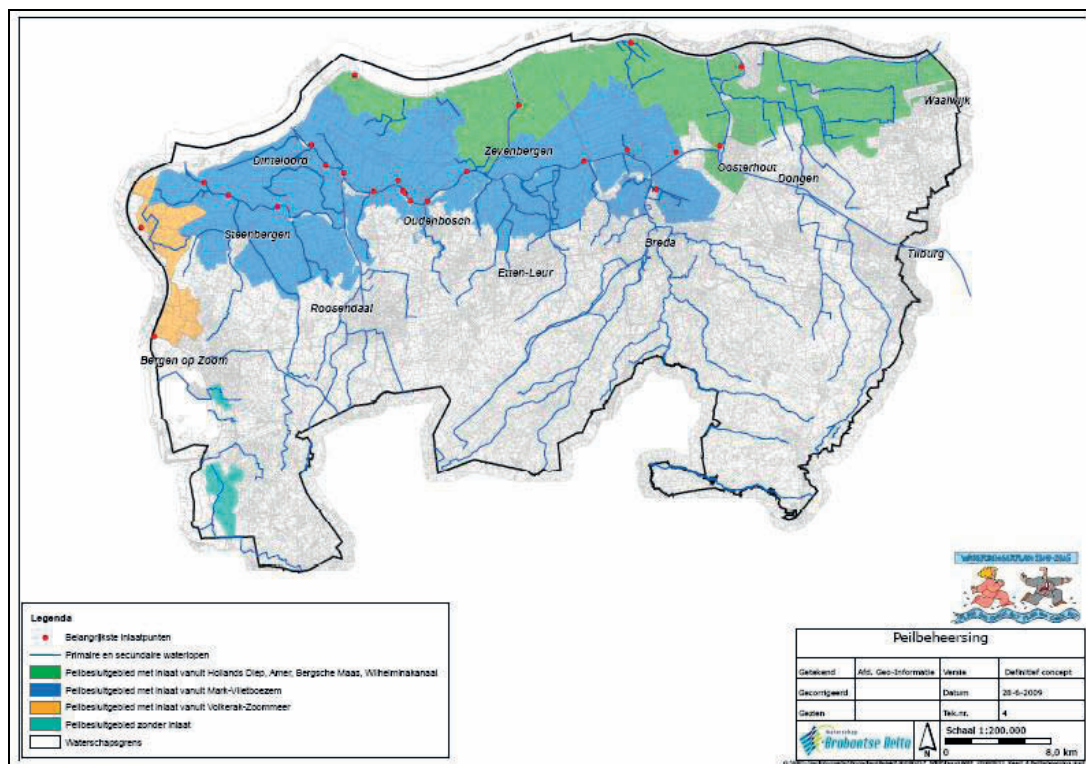


Figuur 2.9 Referentieverdamping Gilze-Rijen in 2003 en 2006

3 Oppervlaktewater

3.1 Schematisatie van waterschap Brabantse Delta in NHI

Het beheergebied van het waterschap Brabantse Delta omvat West Brabant, d.w.z. het gebied in de provincie Noord Brabant ten westen van de lijn Waalwijk-Tilburg (de oostgrens van de Donge). Het gebied is 170.000 ha groot. Het noordelijk deel is peilbeheerst, zie Figuur 3.1, met inlaten vanuit het Hollandsch Diep, Amer en Bergsche Maas) en ten zuidwesten daarvan met inlaten vanuit de Mark-Vlietboezem.



Figuur 3.1 Peilbeheerste gebieden in waterschap Brabantse Delta

In de beschrijving van het Distributiemodel van het NHI (HKV, 2009) zijn de deelgebieden van het waterschap beschreven volgens de lijnen van de oude waterschappen:

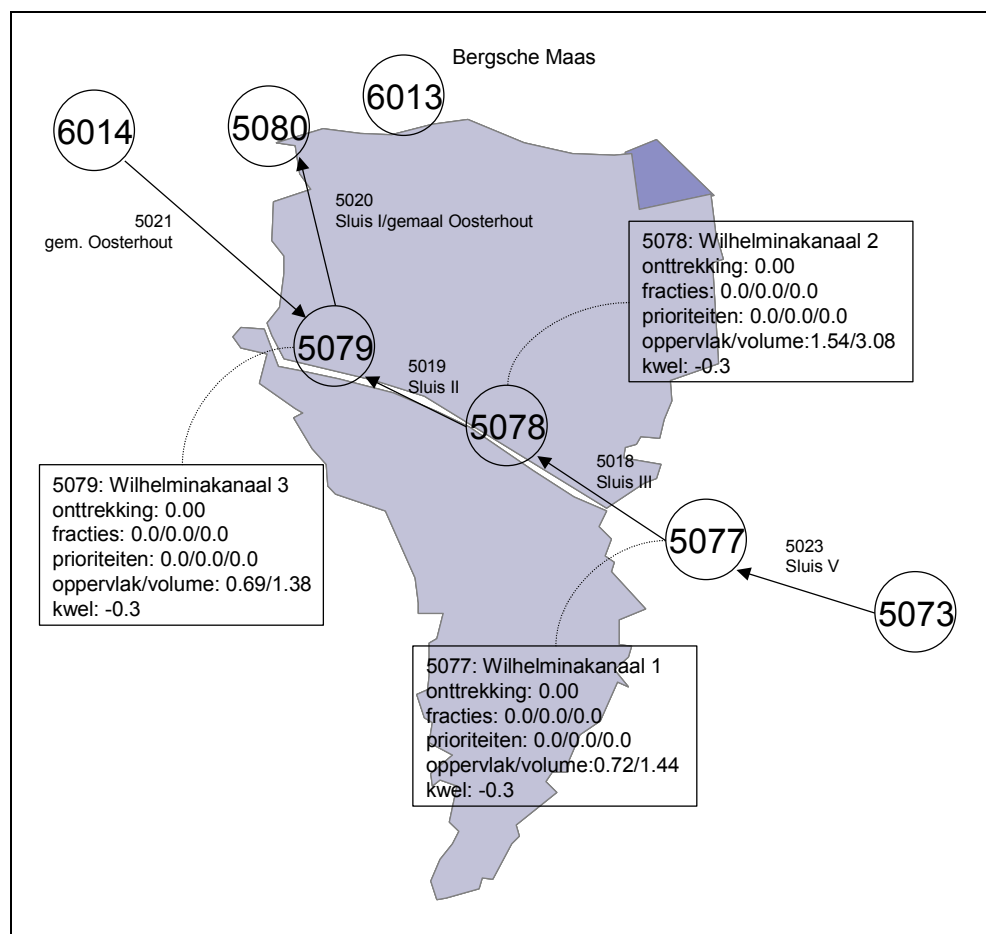
- Dongestroom,
- Land van Nassau,
- Mark en Weerij, en
- Scheldekwartier.

In deze volgorde wordt de onderverdeling van deze gebieden in districten in het NHI weergegeven.

Dongestroom

In Figuur 3.2 is distributienetwerk van de Dongestroom weergegeven. Belangrijk hierin is het Wilhelminakanaal dat ten noorden van Oosterhout uitmondt in de Amer. De gebieden ten noorden van het kanaal voeren af op de Maas via gemaal Keizersveer (capaciteit 27,5 m³/s) en worden van water voorzien vanuit de Maas en het Wilhelminakanaal. Het vrij afwaterende zuidelijk deel van de Donge voert deels af op

het Wilhelminakanaal en via de Donge op de Maas bij Keizersveer. Naar het zuidelijk deel wordt geen water ingelaten met uitzondering van een gebied bij Oosterheide.



Figuur 3.2 Schematisatie van de Dongestroom in beheergebied van Brabantse Delta in het NHI (bron: HKV, 2009)

Het gebied is in het NHI geschematiseerd in district 73 Dongestroom. Van de inlaat komt 85% uit de Bergsche Maas en 15% uit het Wilhelminakanaal. Eenzelfde verdeling wordt gehanteerd voor de afvoer.

Land van Nassau

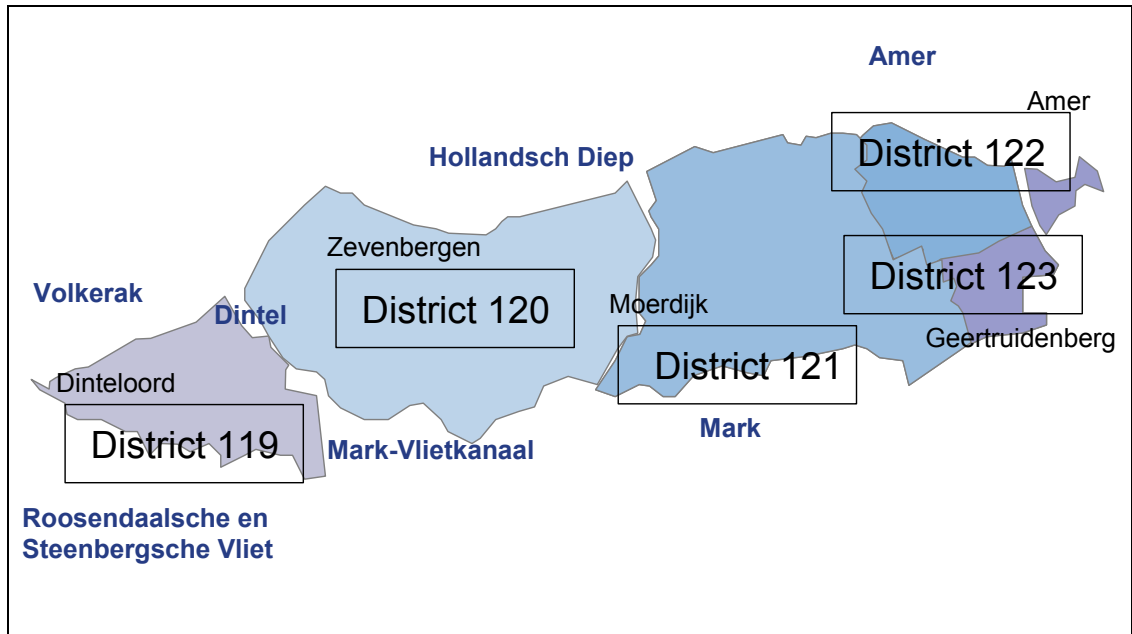
In Figuur 3.3 zijn de onderscheiden districten van het Land van Nassau weergegeven:

- District 119 Dinteloord
- District 120 Zevenbergen,
- District 121 Moerdijk
- District 122 Amer, en
- District 123 Geertruidenberg.

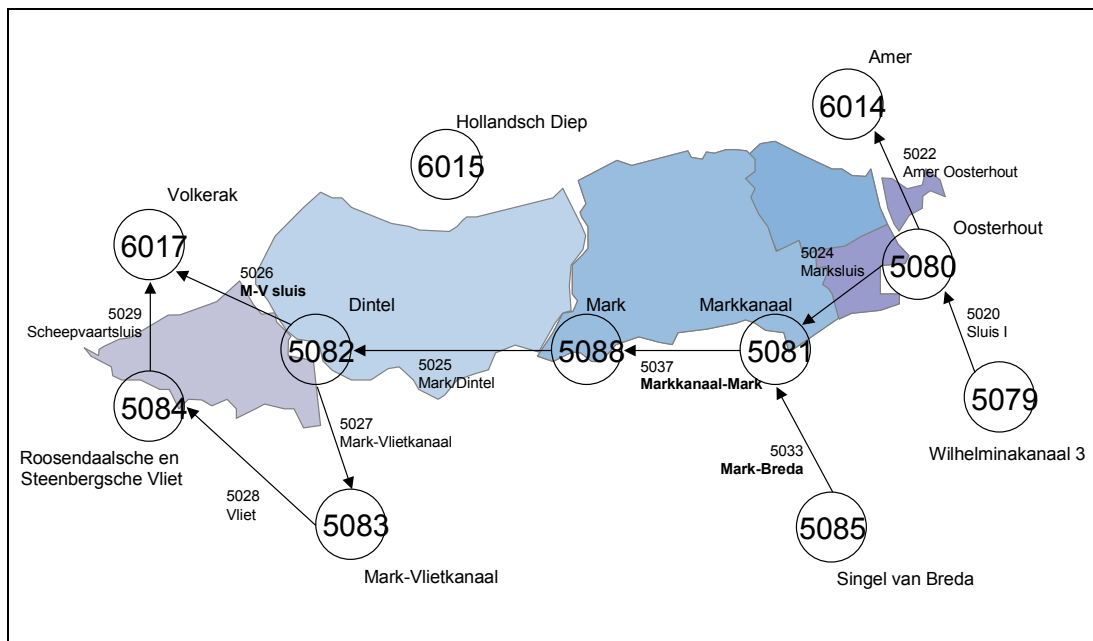
Voor een beschrijving van de inlaat en afvoer van water naar genoemde districten wordt verwezen naar de beschrijving van het Distributiemodel (HKV, 2009).

De Mark, Dintel, Mark-Vlietkanaal, de Roosendaalsche en Steenbersche Vliet en het Markkanaal vormen samen een watersysteem, de Mark-Vlietboezem, zie Figuur 3.3. Onderling staan deze waterlopen in open verbinding met elkaar zonder kunstwerken. Het Markkanaal is de verbinding tussen de Mark en Oosterhout. Het Markkanaal staat in open verbinding met de Mark-Vlietboezem en vormt hiermee hydrologisch gezien één geheel. Aanvulling van het water in de Mark, Dintel en de Vliet vindt in eerste

instantie plaats vanuit het Volkerak. Als aanvulling langs deze weg problemen oplevert, of in het geval van calamiteiten kan bij Oosterhout via de Markduiker water worden ingelaten vanuit het Kanaal naar de Amer. Dit gebeurt gemiddeld maar een paar keer per jaar. De wateraanvoer naar de Mark-Vlietboezem is nodig voor het peilbeheer ten behoeven van de scheepvaart en watervoorziening voor de landbouw. De Markduiker wordt ook gebruikt om door te spoelen bij verontreiniging.



Figuur 3.3 Schematisatie van Land van Nassau in beheergebied van Brabantse Delta in het NHI (bron: HKV, 2009)



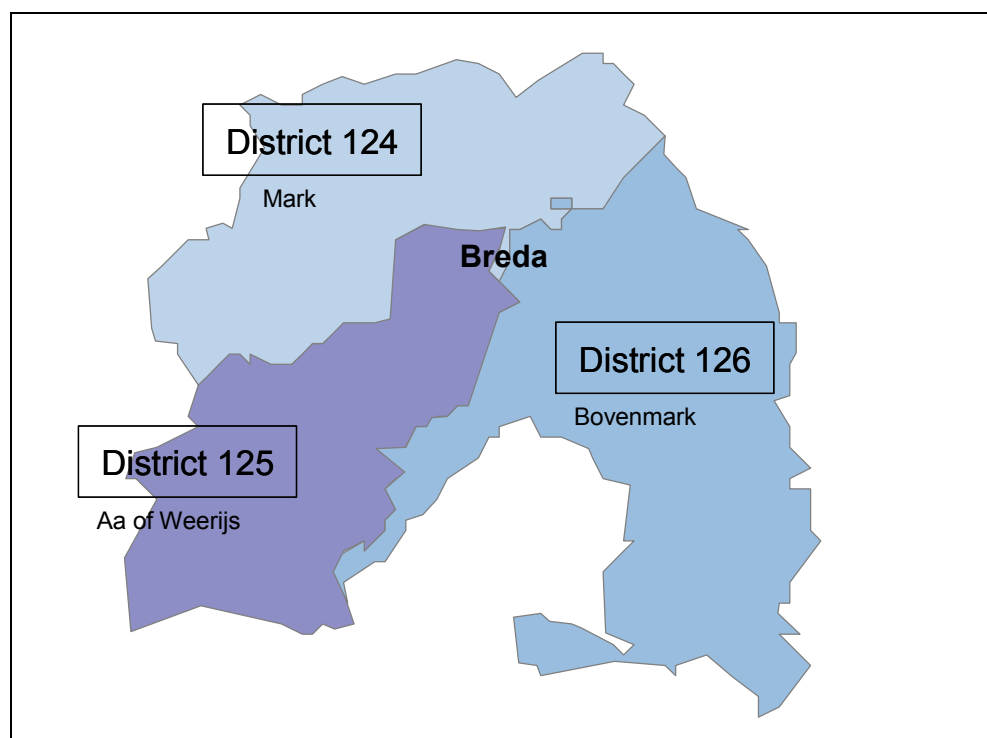
Figuur 3.4 Schematisatie van de waterlopen in het Land van Nassau in het NHI (bron: HKV, 2009)

Het waterschap Brabantse Delta geeft aan dat knoep 5085 met knoep 5086 verbonden moet worden i.p.v. met knoep 5081.

Mark en Weerijs

In Figuur 3.5 zijn de onderscheiden districten van het voormalige waterschap Mark en Weerijs in het NHI weergegeven. Het gebied is voor een groot deel vrij afwaterend. De volgende districten zijn onderscheiden:

- District 124 Mark. Dit stroomgebied ligt in het noorden van het beheergebied, met een vrij afwaterend deel dat loost op de Mark, en een bemalen deel.
- District 125 Aa en Weerijs, het westelijk deel van het beheergebied, dat via diverse beken afwatert op de Singel van Breda. De afvoer wordt gemeten door meetstuw de Oranjeboombrug.
- District 126 Bovenmark, het oostelijk deel van het beheergebied. Al het water wordt via de Bovenmark, de Chaamse Beek en de Molenlij vrij geloosd op de Singel van Breda, die weer in open verbinding staat met de Mark. Een belangrijk meetpunt op de Bovenmark is stuw de Blauwe Kamer.



Figuur 3.5 Schematisatie van Mark en Weerijs in beheergebied van Brabantse Delta in het NHI (bron: HKV, 2009)

De schematisatie van de hydraulische infrastructuur van het gebied in het NHI is weergegeven in Figuur 3.6. Knoop 5081 schematiseert de Mark, terwijl knoop 5085 de Singel van Breda voorstelt. Knoop 5086 is een randknoop en schematiseert de aanvoer vanuit België.

Scheldekwartier

In Figuur 3.7 zijn de onderscheiden districten van het voormalig waterschap Scheldekwartier, het zuidwestelijk deel van het waterschap Brabantse Delta dat uit 21 polders bestaat, weergegeven. Het betreft:

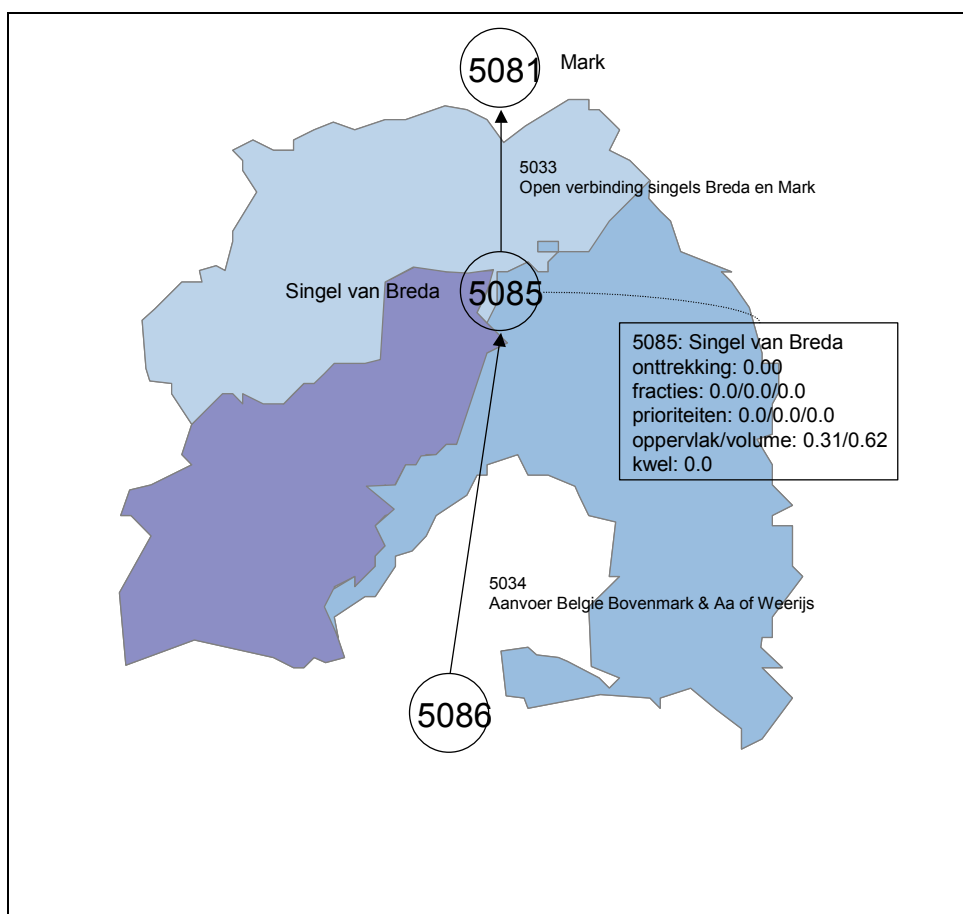
- District 127 Plaatvliet,
- District 128 Kapelberg,
- District 129 Leurschans,
- District 130 Heerjansland,
- District 131 Goudbloem, en
- District 132 Zoommeer.

Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar HKV (2009): "Distributie-model, deel D: Zuid Nederland".

Gegevens van de volgende leidingen zijn ontvangen, zie ook Figuur 3.8:

- Bovensas = tak 5029 Scheepvaartsluis in NHI
- Dintelsas = tak 5026 M-Vsluis in NHI
- Blauwe Kamer en Oranjeboombrug = tak 5033 Mark Breda in NHI, en
- Oosterhout inlaat = tak 5024 Marksluis in NHI.

Voorts is de afvoerreeks van gemaal De Driepolders is aangeleverd die een deel van de afvoer van district 132 omvat.

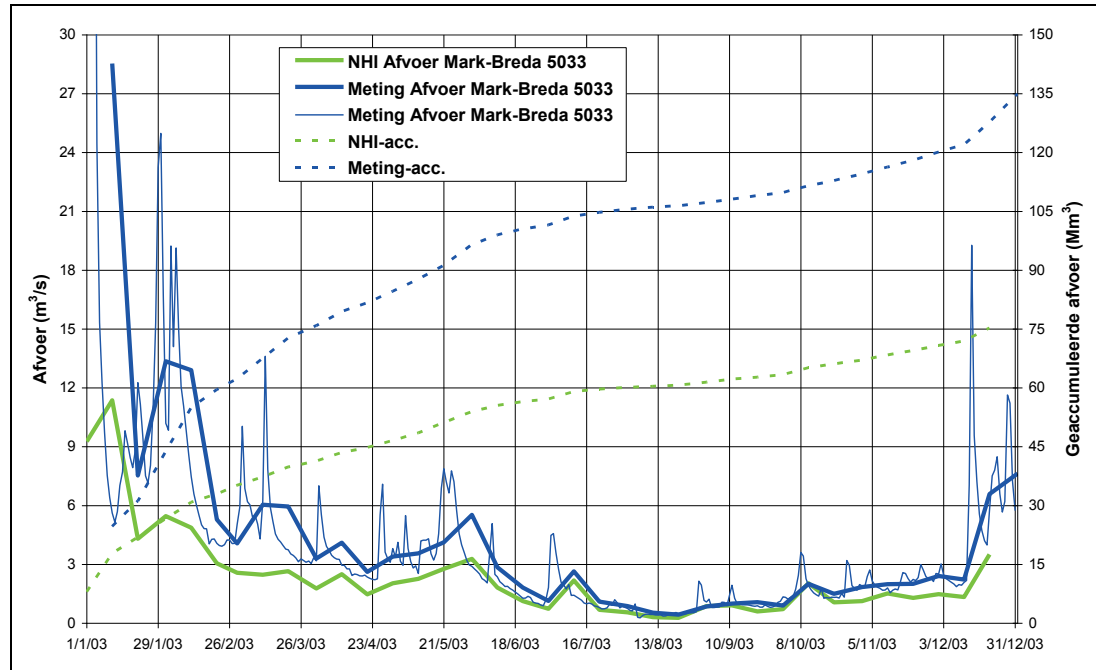


Figuur 3.6 Schematisatie van de waterlopen in Mark en Weerijis in het NHI (bron: HKV, 2009)

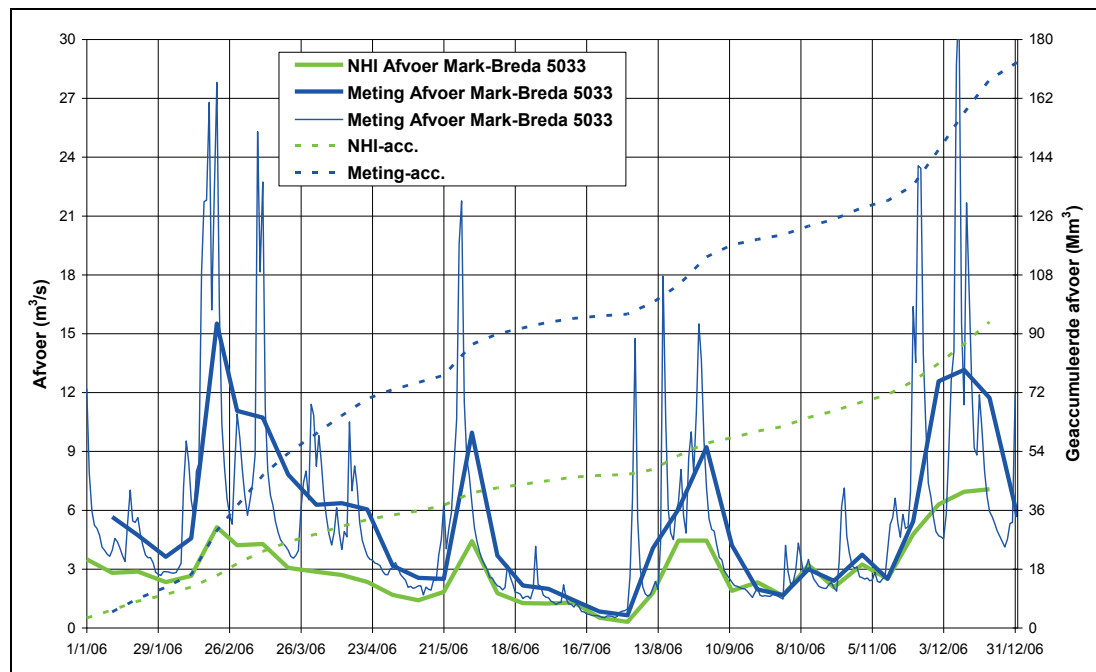
3.2 Waterafvoer Bovenmark en Aa of Weerijis

Afvoer

Voor 2003 en 2006 zijn dagcijfers van de afvoer van de Bovenmark (Blauwe Kamer) en van de Aa of Weerijis (Oranjeboombrug) ontvangen. De reeksen zijn opgevuld door gebruik te maken van de beschikbare meting bij de ander op basis van de relatie Aa of Weerijis = 0.91 x Bovenmark. De resultaten van de vergelijking met het NHI resultaat voor 2003 en 2006 zijn weergegeven in Figuur 3.9 en Figuur 3.10.



Figuur 3.9 Gemeten en berekende afvoer van Bovenmark en Aa of Weerijis, 2003



Figuur 3.10 Gemeten en berekende afvoer van Bovenmark en Aa of Weerijis, 2006

Opmerkelijk is voor 2003, dat vanaf juni tot december de reproductie van het afvoerverloop door het model goed is, terwijl vooral voor de maanden januari t/m mei er sprake is van een aanzienlijke onderschatting door het model. Voor 2006 is over de hele linie de berekende afvoer te laag. Dit is merkwaardig omdat een deel van de afvoer opgelegd zou moeten zijn als randvoorwaarde. De randvoorwaarde (tak 5034) is echter op 0 gesteld, waarmee de onderschatting door het model mogelijk goeddeels te verklaren is. De resultaten zijn samengevat in Tabel 3.1.

3.3 Wateraanvoer en afvoer via de Steenbergsche Vliet bij Bovensas

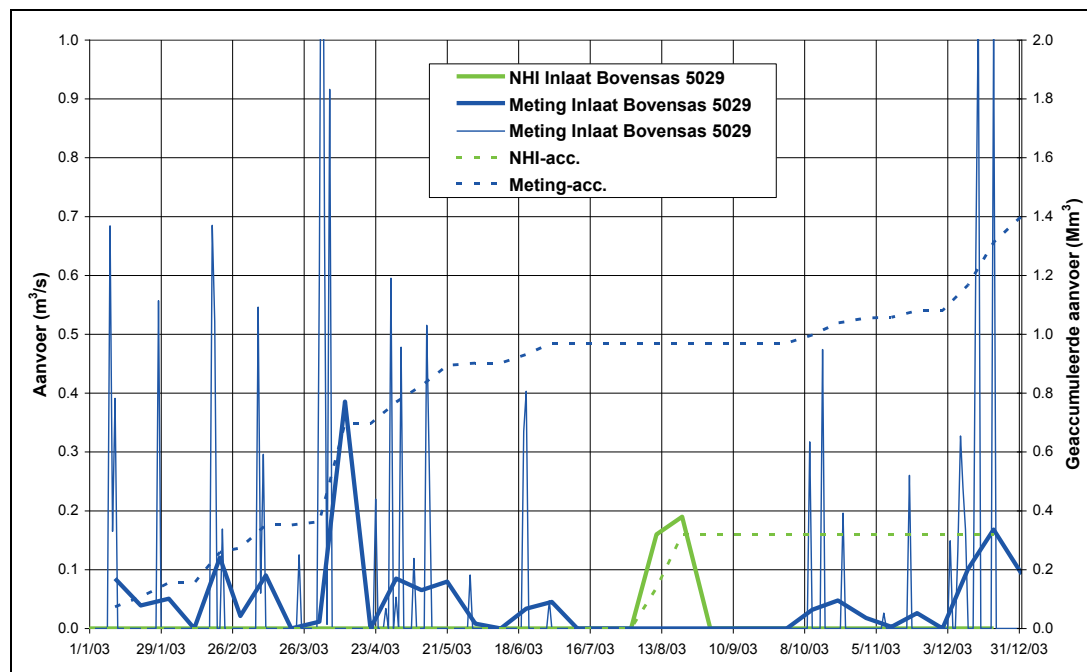
Voor 2003 en 2006 zijn afvoer- en inlaatgegevens ontvangen van de locatie Bovensas in de Steenbergsche Vliet, die in het NHI is weergegeven door tak 5029.

Aanvoer

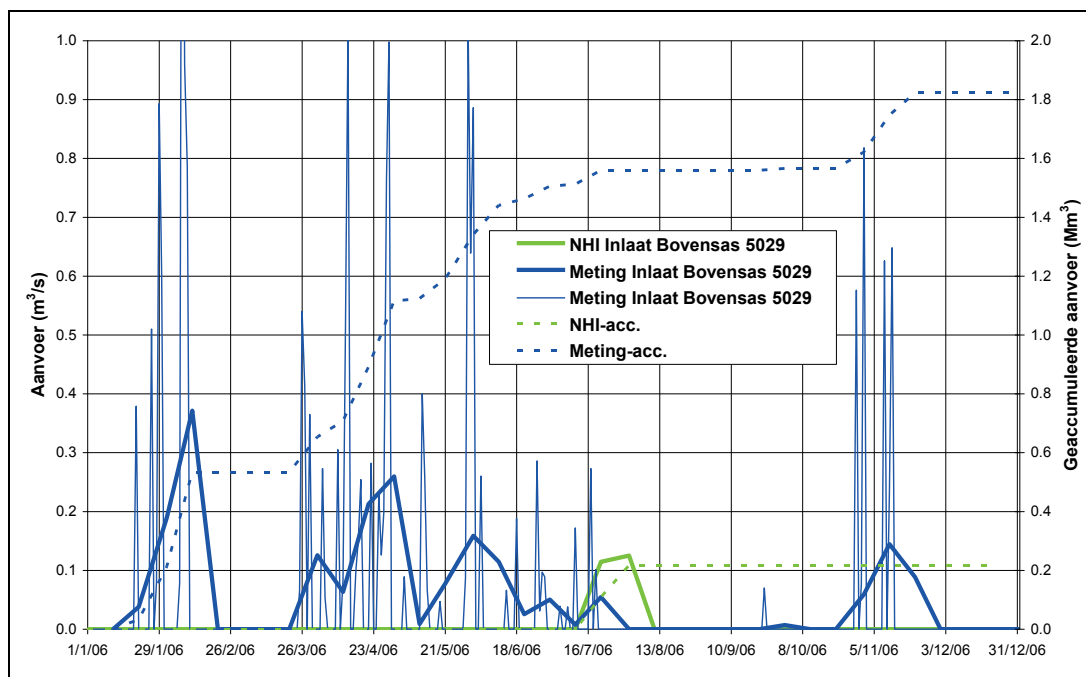
In de beschikbare reeksen is gedurende een aantal dagen sprake van inlaat. Gezien de grootte van de inlaten is hier mogelijk sprake van schutverliezen. De vergelijking tussen de gemeten en berekende inlaat bij Bovensas voor 2003 en 2006 is weergegeven in Figuur 3.11 en Figuur 3.12. De figuren geven aan dat het model de inlaat niet goed simuleert. Het model laat alleen water in gedurende enkele decades in het groeiseizoen, terwijl volgens de metingen er het hele jaar door sprake is van water inlaat. In vergelijking met de afvoer zijn deze bedragen echter verwaarloosbaar klein.

Afvoer

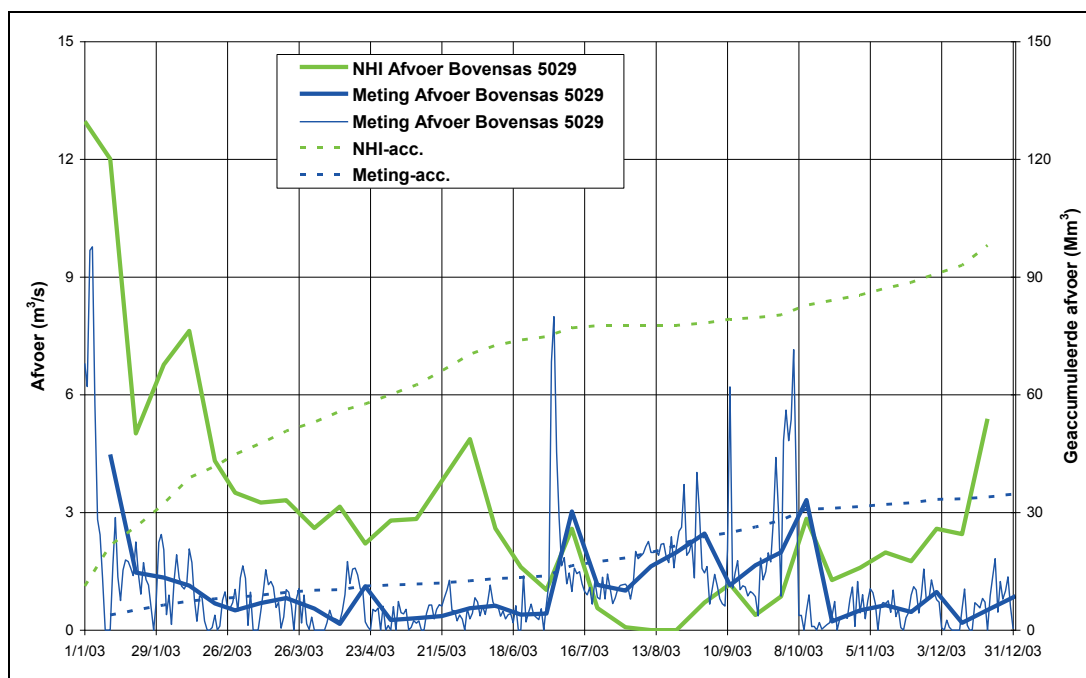
De gemeten en berekende afvoer bij Bovensas voor 2003 en 2006 zijn gepresenteerd in Figuur 3.13 en Figuur 3.14. De figuren geven aan dat gewoonlijk het model de afvoer sterk overschat. Alleen in de maanden juli t/m oktober liggen de metingen boven het berekende resultaat. Op jaarbasis is sprake van zeer grote verschillen.



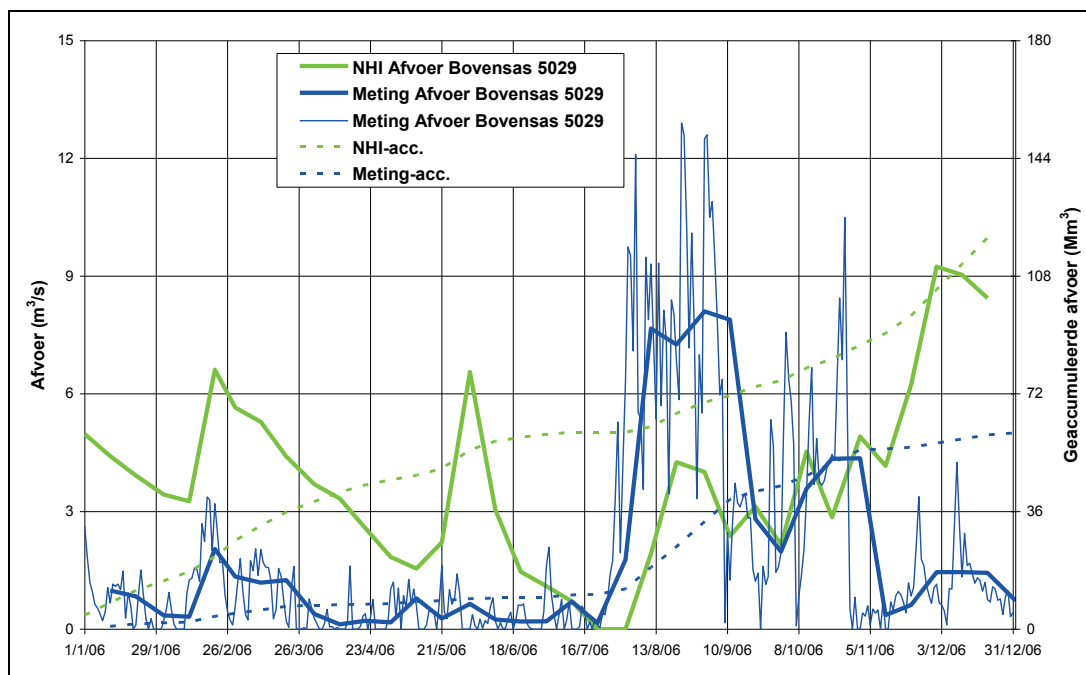
Figuur 3.11 Gemeten en berekende inlaat Steenbergsche Vliet bij Bovensas, 2003



Figuur 3.12 Gemeten en berekende inlaat Steenbergsche Vliet bij Bovensas, 2006



Figuur 3.13 Gemeten en berekende afvoer Steenbergsche Vliet bij Bovensas, 2003



Figuur 3.14 Gemeten en berekende afvoer Steenbergsche Vliet bij Bovensas, 2006

3.4 Wateraanvoer en afvoer via de Dintel bij Dintelsas

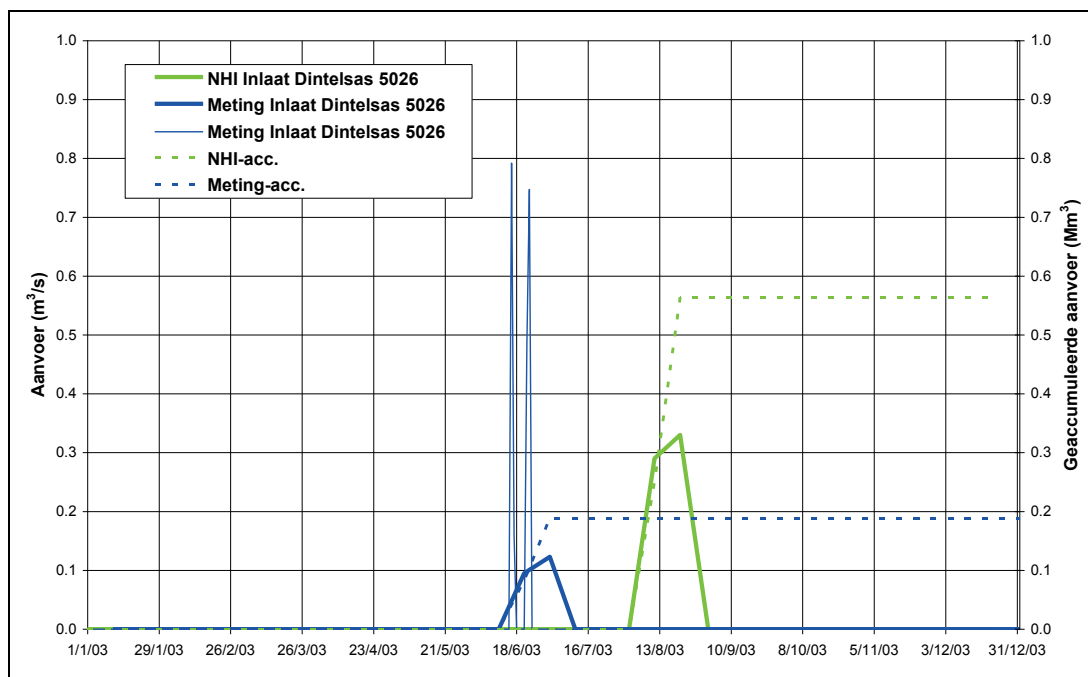
Voor 2003 en 2006 zijn afvoer en inlaat gegevens ontvangen van de Mandersluis te Dintelsas bij de monding van de Dintel.

Aanvoer

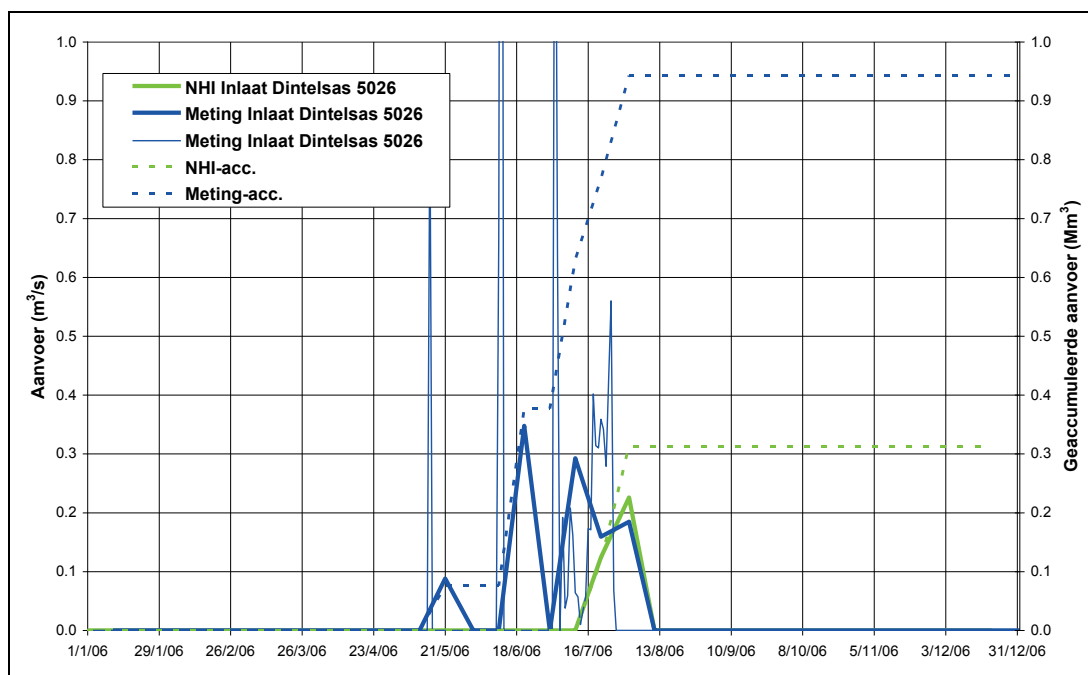
De gemeten en berekende aanvoer van water naar de Mark-Vlietboezem bij Dintelsas zijn gepresenteerd in Figuur 3.15 en Figuur 3.16. De figuren laten zien dat de inlaat zeer beperkt is geweest in volume en tijd in 2003 en 2006. Voor 2003 wordt de inlaat te hoog berekend en komt te laat. De timing van de inlaat in 2006 komt gedeeltelijk overeen met de meting, maar wordt nu te laag berekend. De totalen zijn echter verwaarloosbaar klein. Dit is opmerkelijk, omdat in het waterschap heeft aangegeven, dat de Mark-Vlietboezem vooral water inlaat vanuit het Volkerak (HKV, 2009). Nadere uitleg is gewenst.

Afvoer

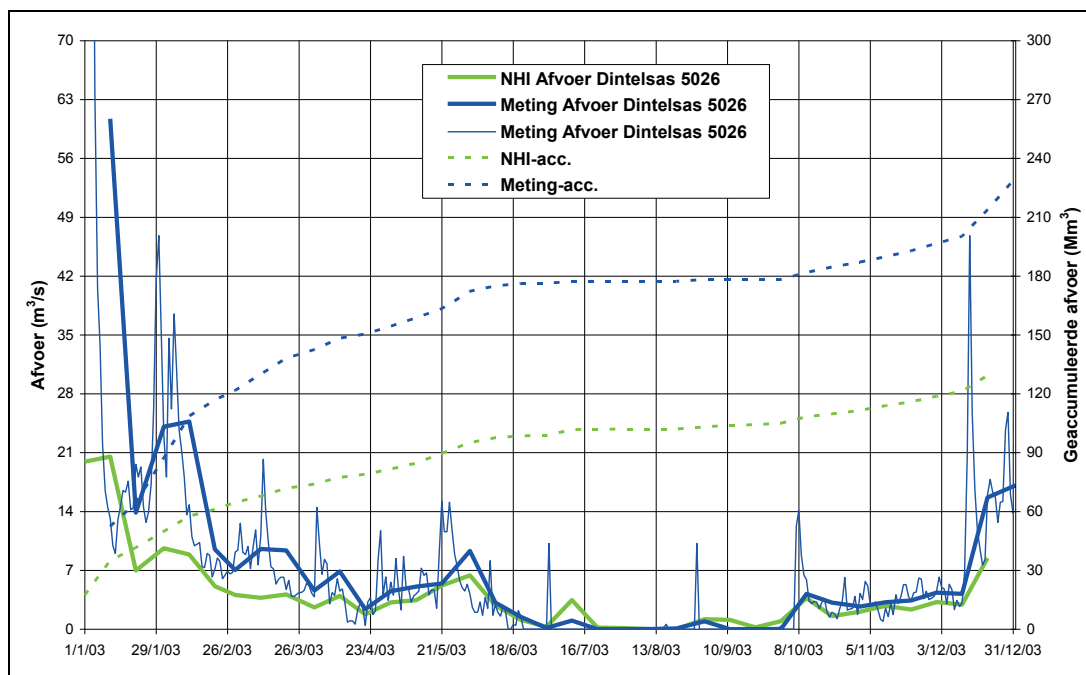
De gemeten en berekende afvoer via de Mandersluis bij Dintelsas voor 2003 en 2006 zijn weergegeven in Figuur 3.17 en Figuur 3.18. In tegenstelling tot de Steenbergsche Vliet wordt hier de afvoer zowel voor 2003 als voor 2006 te laag berekend. De verschillen treden met name op in het voorjaar en in het najaar. De dynamiek van het afvoerverloop wordt wel goed gesimuleerd. Vergelijking van de gemeten en berekende afvoer via de Steenbergsche Vliet en de Dintel geeft aan dat er in het model sprake lijkt van een onjuiste verdeling van de afvoer van de Mark-Vlietboezem over de twee afvoerlocaties (zie ook sectie 3.5).



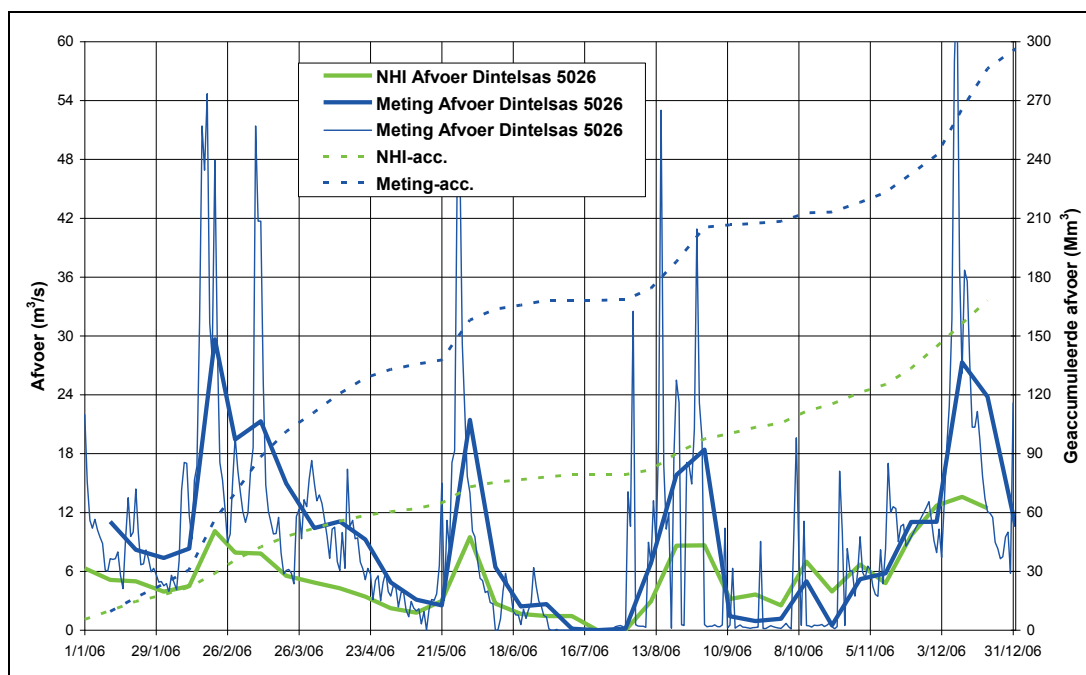
Figuur 3.15 Gemeten en berekende inlaat Dintel bij Dintelsas, 2003



Figuur 3.16 Gemeten en berekende inlaat Dintel bij Dintelsas, 2006



Figuur 3.17 Gemeten en berekende afvoer Dintel bij Dintelsas, 2003



Figuur 3.18 Gemeten en berekende afvoer Dintel bij Dintelsas, 2006

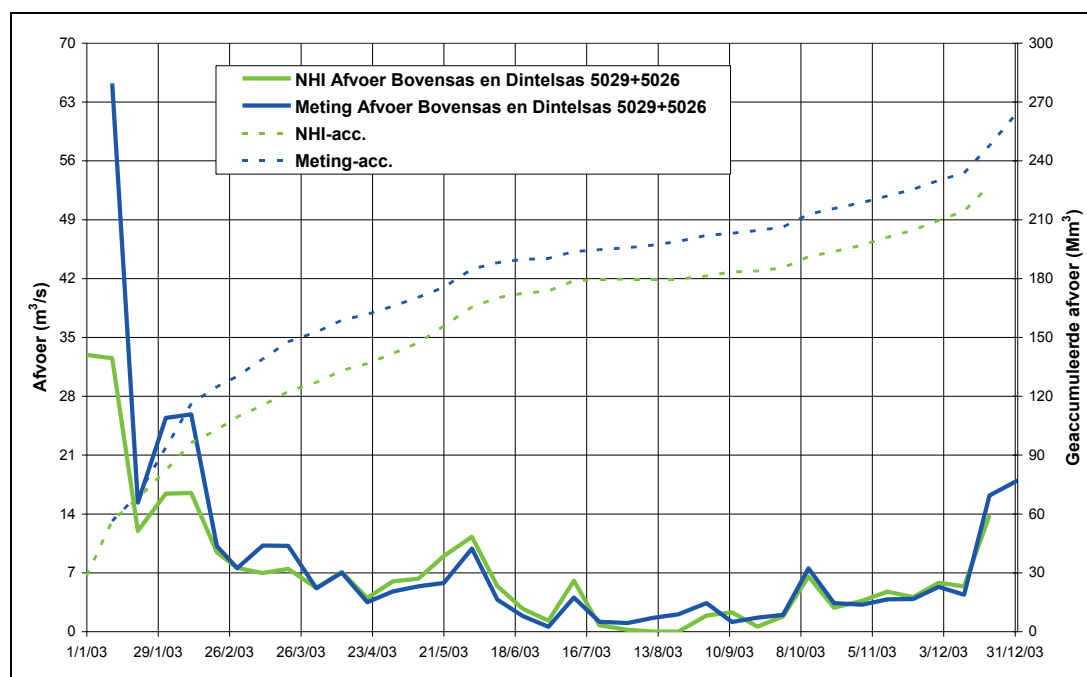
3.5 Waterafvoer Steenbergsche Vliet bij Bovensas en de Dintel bij Dintelsas

Afvoer

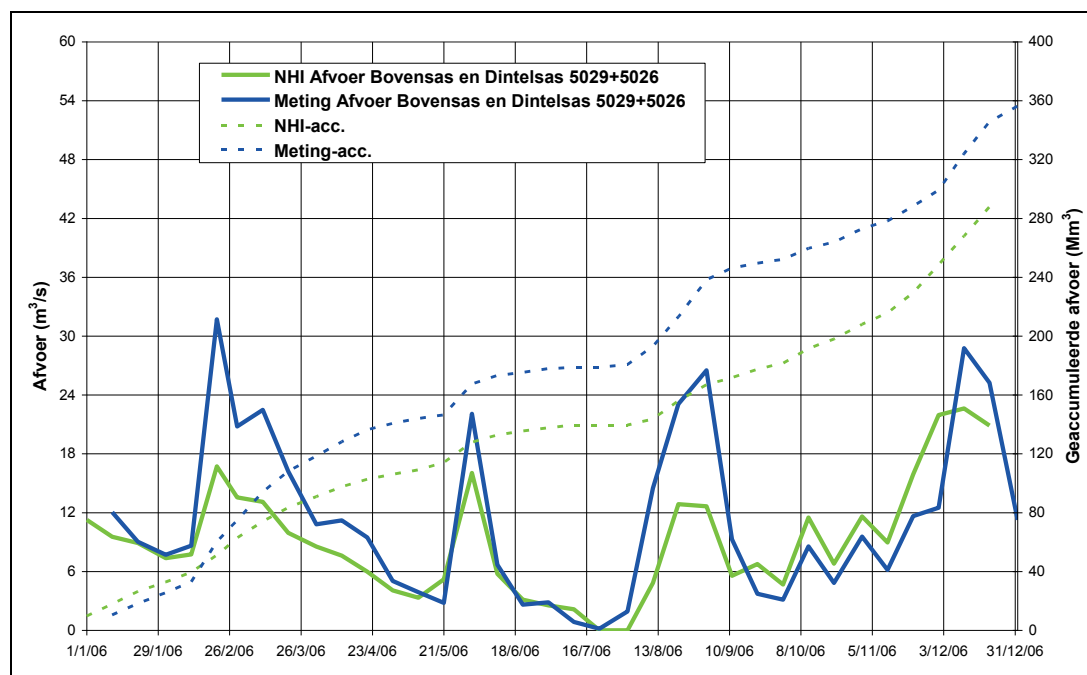
De gesommeerde gemeten en berekende afvoer van de Mark-Vlietboezem via de Steenbergsche Vliet bij Bovensas en de Dintel bij Dintelsas zijn weergegeven in Figuur 3.19 en Figuur 3.20. De figuren tonen aan dat de dynamiek van de afvoer goed wordt weergegeven. Maar de totale berekende afvoer blijft achter bij de gemeten totale afvoer. Een groot deel van het verschil tussen meting en berekening kan worden toegeschreven aan het ontbreken van een afvoer van Bovenmark en Aa of Weerj's bij de grens. Indien hiervoor wordt gecorrigeerd zijn de verschillen beperkt.

Het waterschap hanteert de volgende verdeelsleutels tussen de Vliet en de Dintel:

- Periode 1 april – 30 september: 1/3 Vliet en 2/3 Dintel
- Periode 1 oktober – 31 maart: 1/10 Vliet en 9/10 Dintel.



Figuur 3.19 Gemeten en berekende afvoer van Steenbergsche Vliet en Dintel, 2003



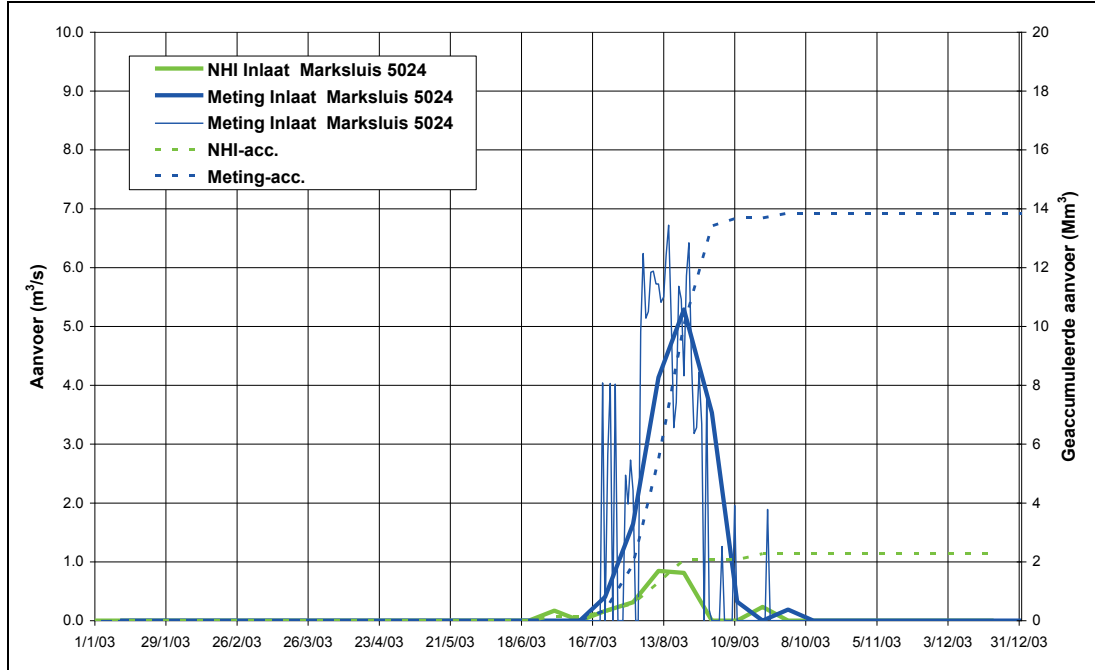
Figuur 3.20 Gemeten en berekende afvoer van Steenbergsche Vliet en Dintel, 2006

3.6 Wateraanvoer Oosterhout

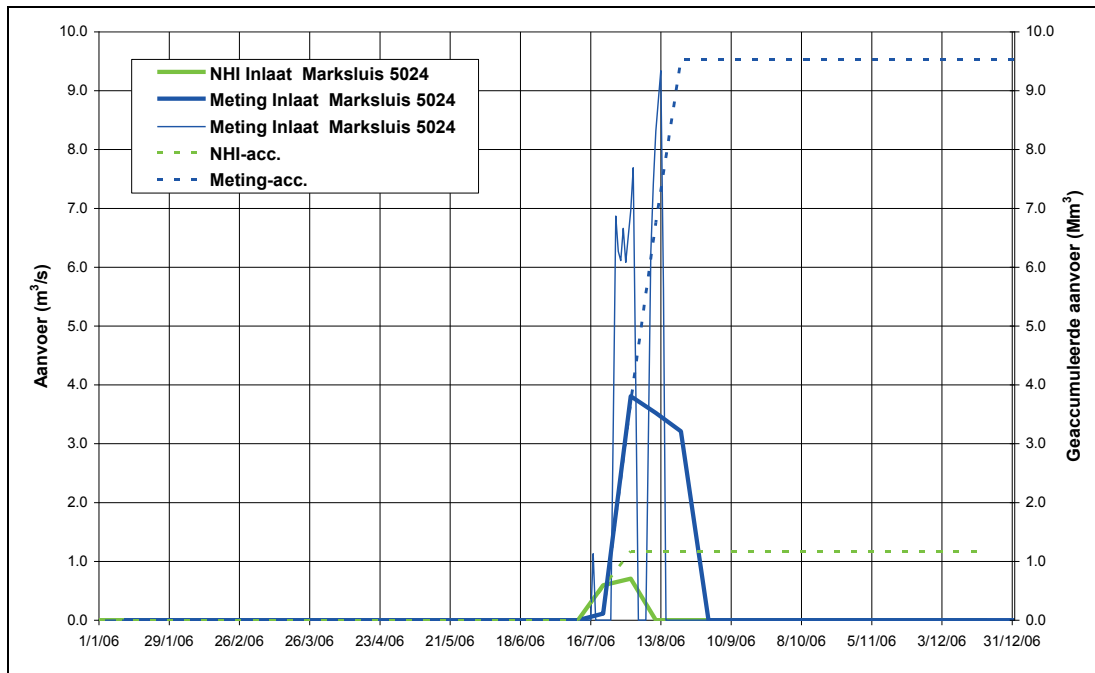
De gemeten en berekende wateraanvoer naar de Mark-Vlietboezem bij Oosterhout voor 2003 en 2006 is weergegeven in Figuur 3.21 en Figuur 3.22. De timing van de inlaat wordt door het model goed weergegeven, maar het ingelaten volume wordt in beide jaren ernstig onderschat. De watervraag wordt door het model of te laag

berekend of de aanvoer vanuit het Volkerak wordt overschat (inlaten via de Dintel en de Steenbergsche Vliet zijn echter ook verwaarloosbaar klein). De watervraag dient nader geanalyseerd te worden zodra het model met een verbeterde neerslagrandvoorwaarde werkt.

Het waterschap geeft aan dat de aanvoer van water naar het beheergebied vooral via Oosterhout plaatsvindt en daarna pas vanuit het Volkerak/Zoommeer. De inlaat is voor doorspoeling en om algengroei tegen te gaan.



Figuur 3.21 Gemeten en berekende inlaat bij Oosterhout, 2003



Figuur 3.22 Gemeten en berekende inlaat bij Oosterhout, 2006

3.7 Overzicht

De resultaten voor het oppervlaktewater in het beheergebied van het waterschap de Brabantse Delta 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. Met betrekking tot de afvoer is eenvoudig verbetering aan te brengen door de grensoverschrijdende afvoer in beschouwing te nemen en door de verdeling over de Steenbergsche Vliet en de Dintel aan te passen. De aanvoer van water naar de Mark-Vlietboezem wordt ernstig onderschat, wat duidt op een onderschatting van de watervraag. Mogelijk speelt hier de neerslagrandvoorwaarde een rol. De analyse heeft aangetoond dat het model de dynamiek van het afvoerloop in het algemeen goed simuleert.

Tabel 3.1 *Vergelijking tussen gemeten en berekende inlaat en afvoeren (Mm³) in het waterschap Brabantse Delta in 2003 en 2006*

	Locatie	Tak	NHI	Meting	Meting-NHI	Meting-NHI (%)
2003						
Afvoer	Mark-Breda	5033	75.3	135.0	59.7	44
Afvoer	Bovensas	5029	98.1	34.8	-63.3	-182
Inlaat	Bovensas	5029	0.3	1.4	1.1	77
Afvoer	Dintelsas	5026	129.3	230.1	100.8	44
Inlaat	Dintelsas	5026	0.6	0.2	-0.4	-199
Inlaat	Marksluis	5024	2.3	13.8	11.6	84
Afvoer	Vliet en Dintel	5029+5026	227.4	264.8	37.4	14
2006						
Afvoer	Mark-Breda	5033	93.6	173.1	79.5	46
Afvoer	Bovensas	5029	119.7	60.1	-59.6	-99
Inlaat	Bovensas	5029	0.2	1.8	1.6	88
Afvoer	Dintelsas	5026	168.1	296.3	128.2	43
Inlaat	Dintelsas	5026	0.3	0.9	0.6	67
Inlaat	Marksluis	5024	1.2	9.5	8.4	88
Afvoer	Vliet en Dintel	5029+5026	287.8	356.4	68.6	19

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 negental peilbuizen in het beheergebied van de Brabantse Delta zijn grondwaterstanden ontvangen, geselecteerd op gebiedskenmerken. De geselecteerde peilbuizen zijn weergegeven in Tabel 4.1. De bemonsteringsfrequentie is voor 2003 globaal 1 x per 14 dagen, hoewel er ook perioden zijn met nog lagere opnamefrequenties. Hierdoor mist het gemeten signaal de hoogfrequente variaties in respons op regenval. Dit houdt in dat de dynamiek van het gemeten en het berekende grondwaterstandverloop vaak niet vergeleken kan worden. Voor 2006 is de bemonsteringsfrequentie veelal wel 1 x per dag.

Tabel 4.1 Overzicht van peilbuizen en hun locatie in het waterschap Brabantse Delta

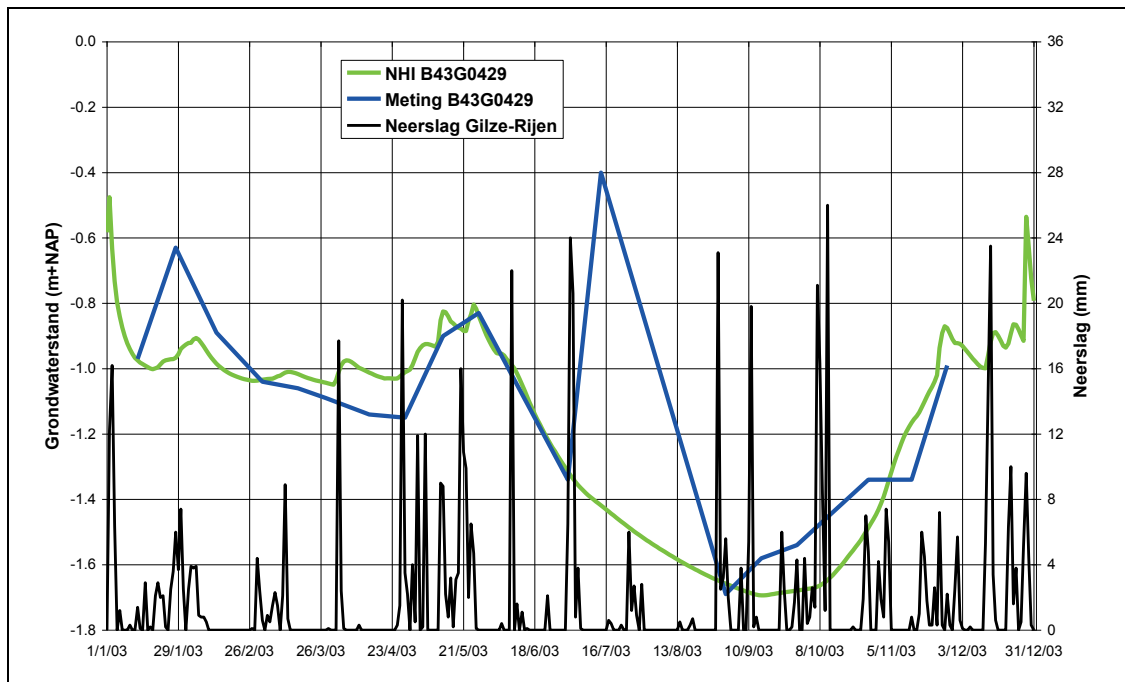
Putcode	Xcoor	Ycoor	maaiveld m NAP	Locatie	Gebiedskenmerk
B43G0429	88.865	411.420	0.25	Polder Ruigenhil bij Willemstad	Poldergebied
B44D0720	112.763	407.301	-1.44	Binnenpolder van Terheijden	Droogtegevoelige natuur op de overgang zand naar klei
B49F0525	91.100	390.800	7.54	Roosendaal/ Borteldonk	Hellend zandgebied, vrij afwaterend
B49G0472	84.508	380.135	14.82	Brabantse Wal, De Groote Meer	Verdroogd ven bovenop de Brabantse Wal, schijnspiegels
B50A0233	100.970	390.135	11.22	Aa of Weerij, Zundert	Natuurgebied in beekdal met landbouwkundige peilen
B50B0498	119.706	393.885	11.93	Chaamse Beken	Hellend bekengebied, zand met leemlagen
B50B0581	118.020	389.000	12.80	Chaamse Beken, Bleke Heide	Hellend bekengebied, zand met leemlagen
B50B0582	115.586	398.563	4.22	Breda, wijk Ijpelaar	Bebouwd zandgebied, vrij afwaterend
B50D0066	115.552	381.692	13.88	Merkske, Halse Beemden	Beekdal in hellend zandgebied, vrij afwaterend

4.2 Vergelijking van gemeten en berekende grondwaterstanden

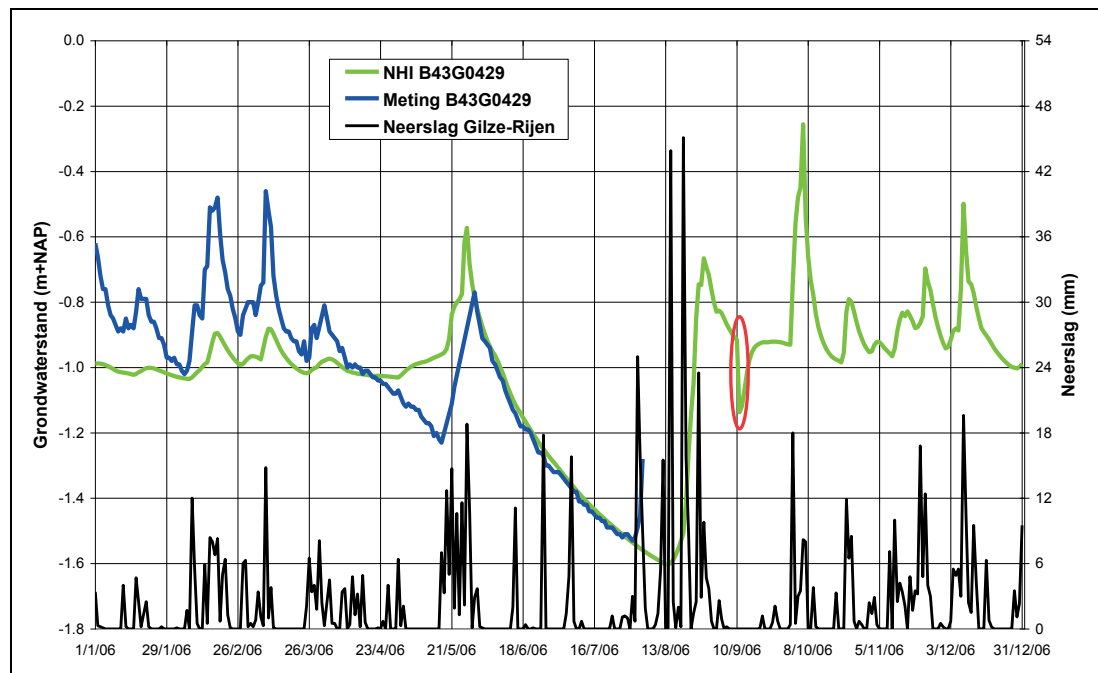
Peilbuis B43G0429

De gemeten en berekende grondwaterstanden bij Willemstad in de Polder Ruigenhil grenzend aan het Hollandsch Diep voor 2003 en 2006 zijn weergegeven in Figuur 4.1 en Figuur 4.2. Ter vergelijking is ook de dagelijkse neerslag weergegeven. De metingen voor 2003 lijkt een foute grondwaterstand in juli te bevatten en een vreemd verloop voor april 2006. De figuren geven aan dat in het voorjaar het model de dynamiek iets onderschat. Door ontbrekende gegevens voor het najaar is hierover voor die periode

geen uitspraak te doen. Het model geeft het recessieverloop uitstekend weer. De range wordt ook goed weergegeven. Het herstel van de grondwaterstand in augustus 2006 komt in het model enkele weken te laat.



Figuur 4.1 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B43G0429 in 2003

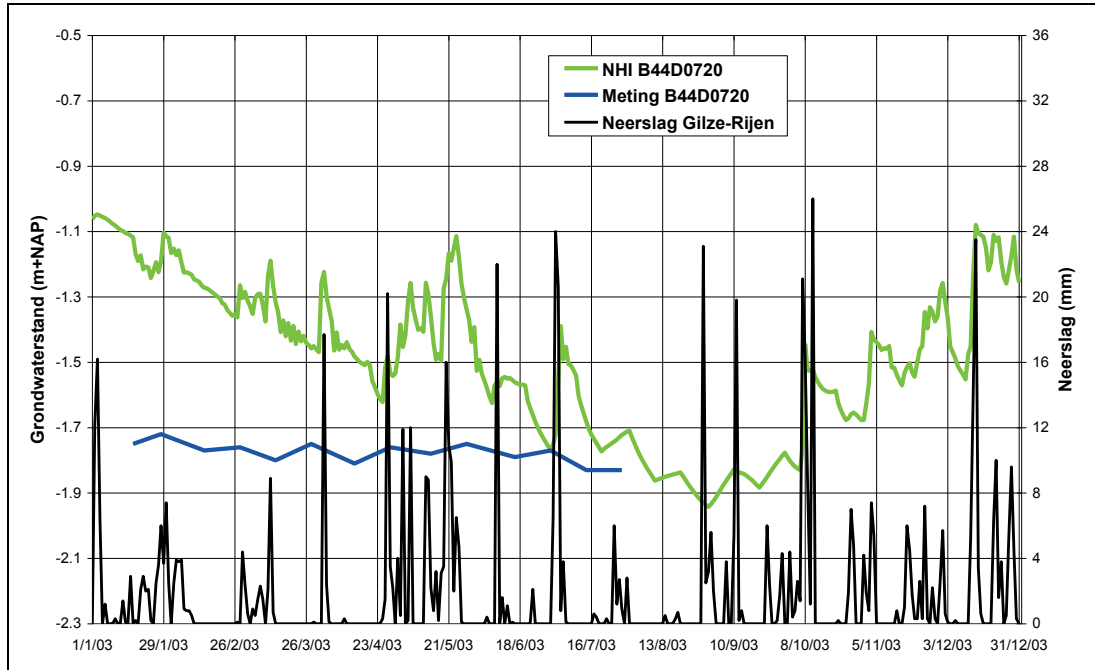


Figuur 4.2 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B43G0429 in 2006

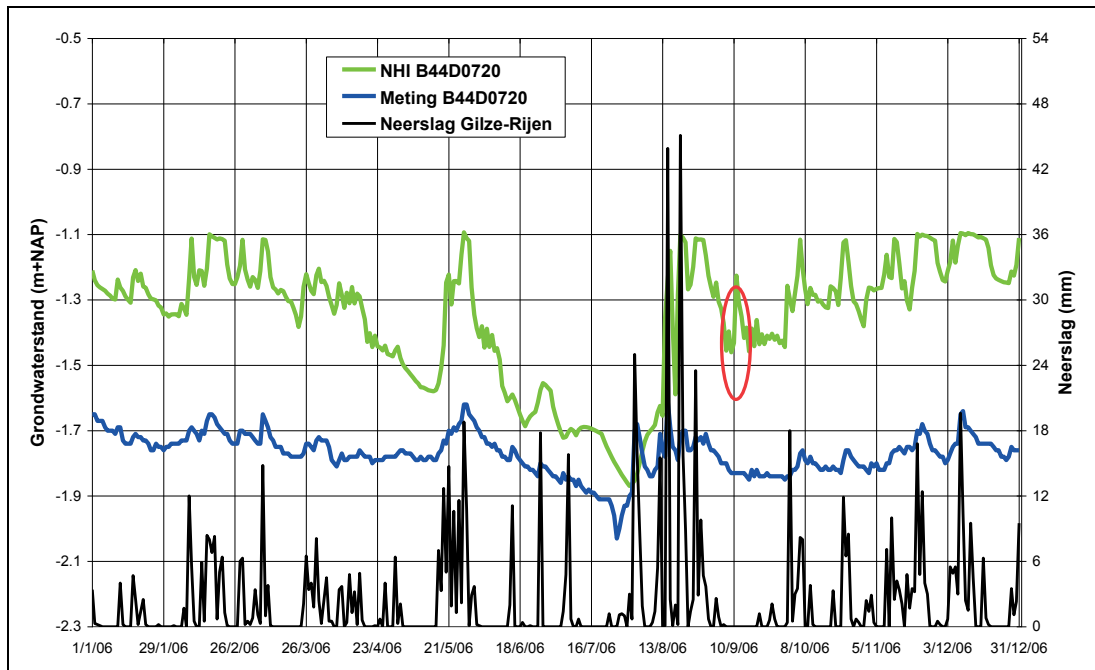
Peilbuis B44D0720

Peilbuis B44D0720 bevindt zich in de Binnenpolder van Terheijden ten noorden van Breda, bij de A59. Het gemeten en berekende verloop is weergegeven in Figuur 4.3 en Figuur 4.4. Het gemeten verloop voor 2003 laat vrijwel geen variatie zien, terwijl voor 2006 er ook maar sprake is van een gemeten range van 3 dm. Droogtegevoeligheid is

in het gemeten verloop niet zichtbaar. Voor 2003 kan slechts worden opgemerkt dat de gemeten range door het model sterk wordt overschat. Het berekende verloop voor 2006 vertoont eenzelfde verloop als is gemeten echter op een andere schaal. Het model simuleert een te grote dynamiek en range. Het herstel van de grondwaterstand in augustus 2006 wordt goed weergegeven.



Figuur 4.3 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B44D0720 in 2003

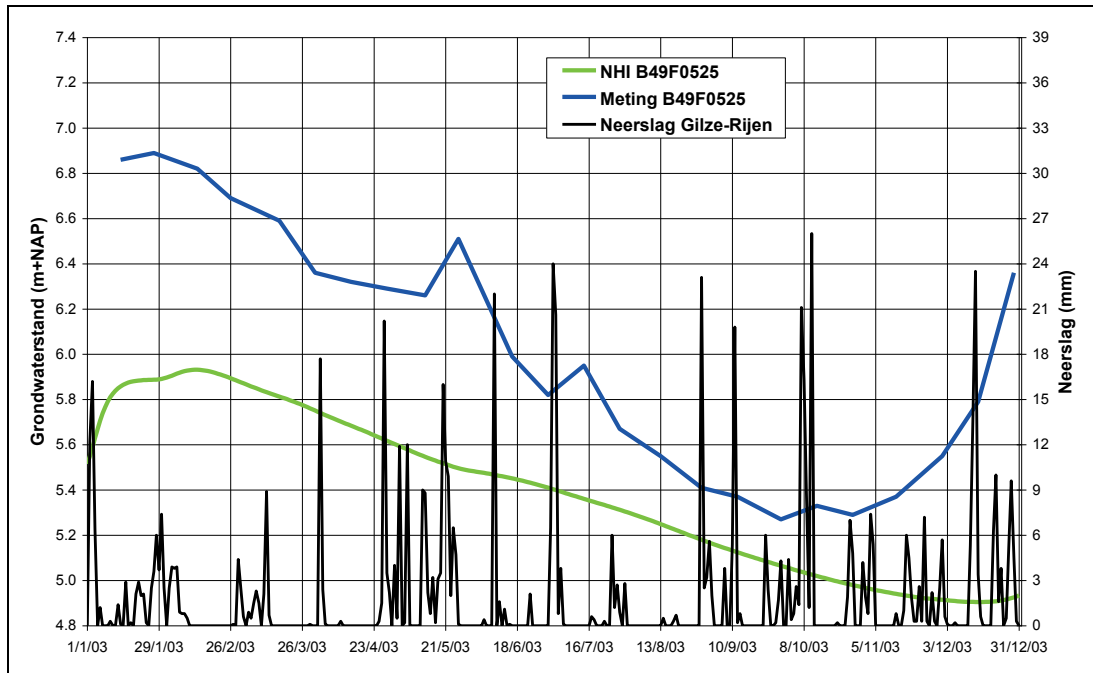


Figuur 4.4 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B44D0720 in 2006

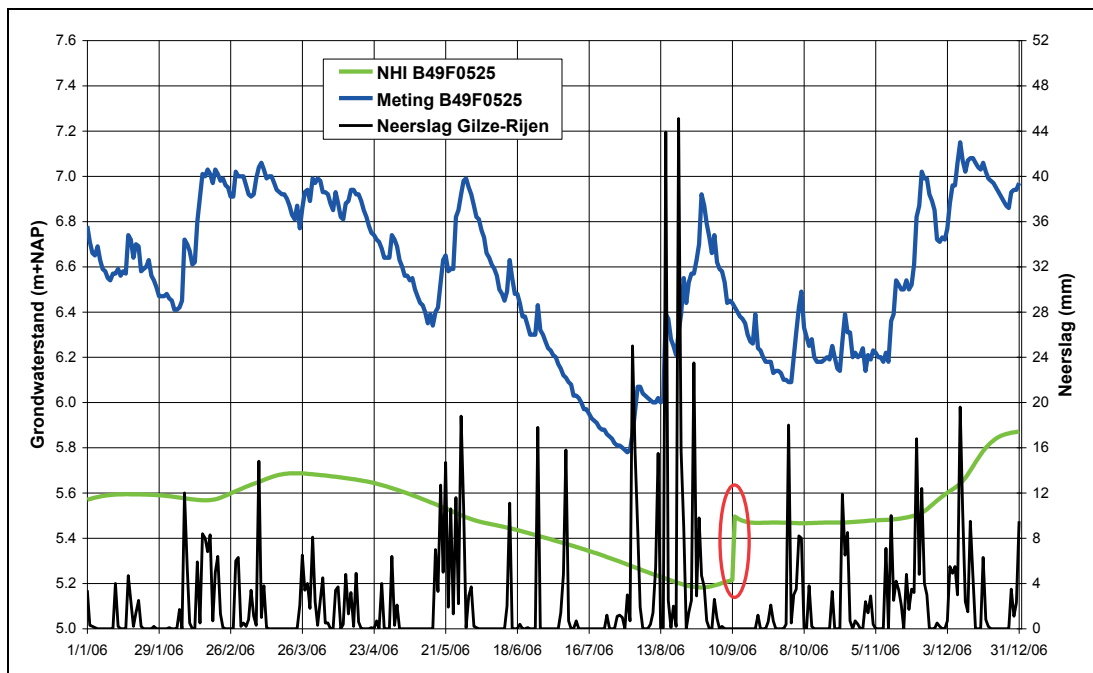
Peilbuis B49F0525

Peilbuis B49F0525 bevindt zich in Borteldonk ten zuiden van Roosendaal, westelijk van de Rucphense Bosschen. De vergelijking tussen de gemeten en berekende

grondwaterstanden is weergegeven in Figuur 4.5 en Figuur 4.6. Opvallend is dat de berekende grondwaterstand geen directe respons vertoont op de neerslag terwijl dat wel wordt gemeten. De dynamiek, het uitputtingsverloop en de range worden door het model onjuist gesimuleerd, op een te laag niveau.



Figuur 4.5 Gemeten en bereend grondwaterstandverloop in peilbuis B49F0525 in 2003

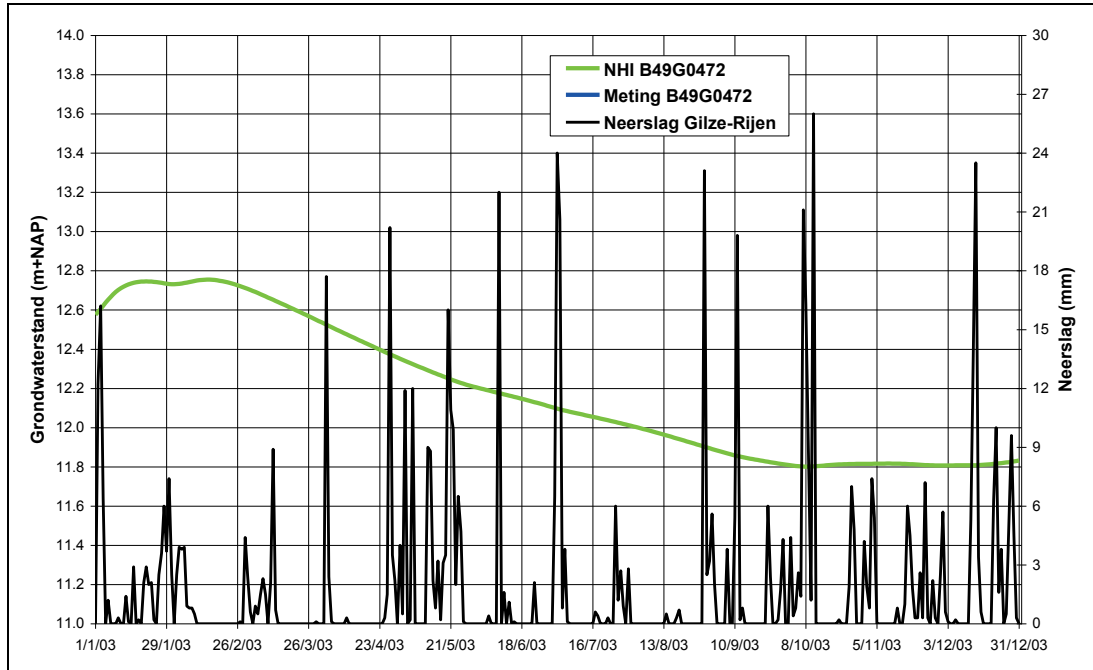


Figuur 4.6 Gemeten en bereend grondwaterstandverloop in peilbuis B49F0525 in 2006

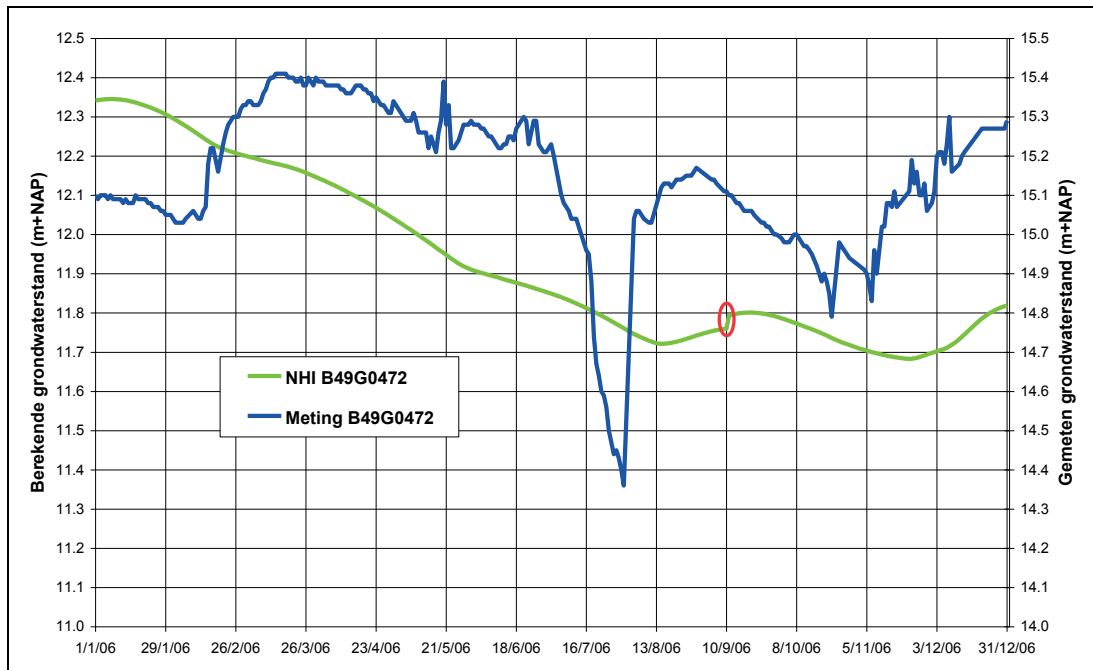
Peilbuis B49G0472

Peilbuis B49G0472 bevindt zich bij het Grote Meer oostelijk van Hoogerheide/Ossendrecht. Het waterschap beschrijft de kenmerken van het gebied als een verdroogd ven bovenop de Brabantse Wal, met schijnspiegels. Het resultaat voor

2003 en 2006 is weergegeven in Figuur 4.7 en Figuur 4.8. Metingen zijn alleen beschikbaar voor 2006. Het model filtert de snelle respons op de neerslag volledig weg. De metingen doen dat minder en vertonen een grotere range. De berekende grondwaterstand ligt orde 3 m lager dan is gemeten en simuleert kennelijk de schijnspiegels niet.



Figuur 4.7 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B49G0472 in 2003

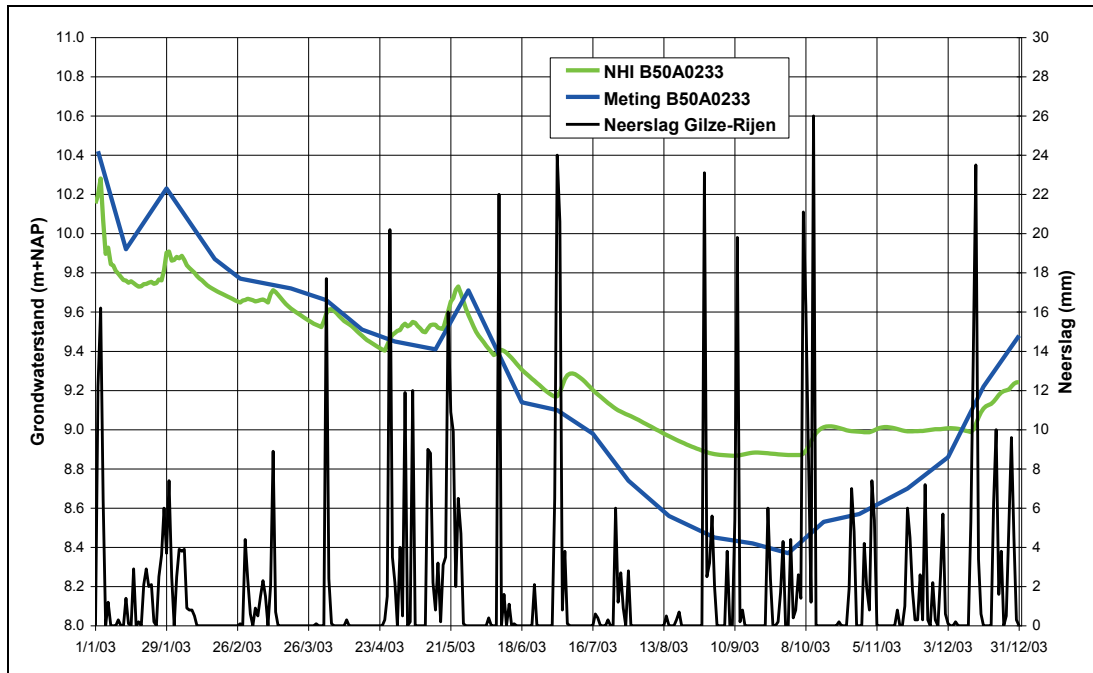


Figuur 4.8 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B49G0472 in 2006

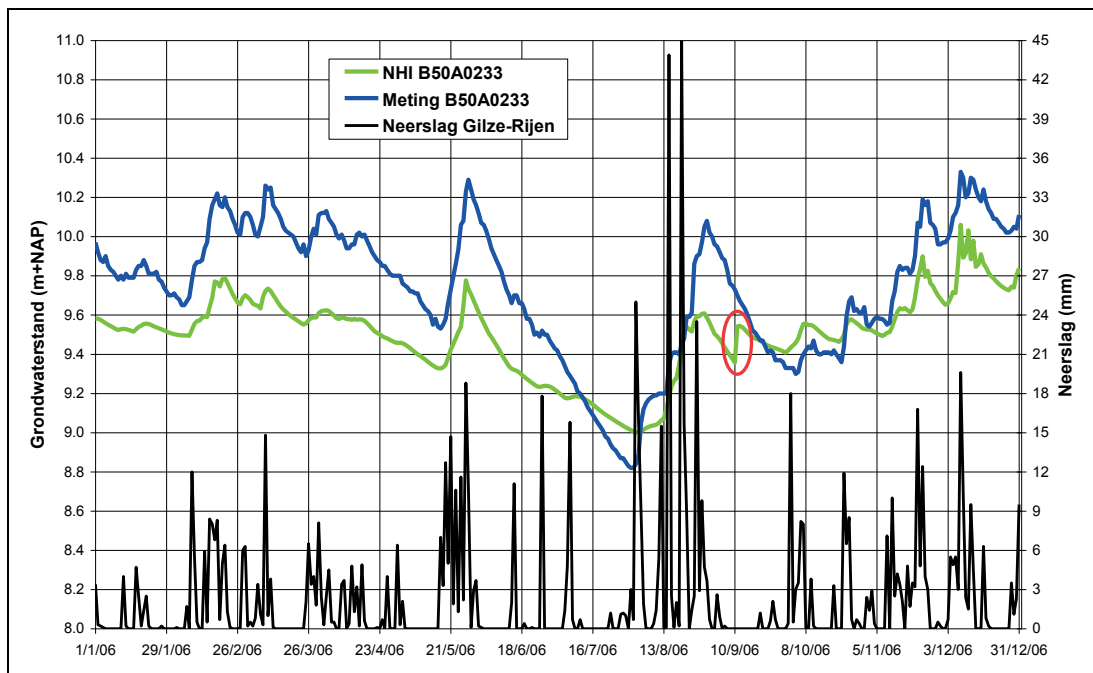
Peilbuis B50A0233

Peilbuis B50A0233 bevindt ten oosten van Roosendaal, zuidelijk van Etten-Leur, orde 3 km ten noordwesten van Zundert in het stroomgebied van de Aa of Weerij. Het betreft

een natuurgebied in een beekdal met landbouwkundige peilen. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 4.9 en Figuur 4.10. De figuren geven aan dat het model het verloop redelijk weergeeft, op een iets te kleine schaal. Hierdoor wordt de dynamiek, het uitputtingsverloop en de range enigszins onderschat.



Figuur 4.9 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B50A0233 in 2003

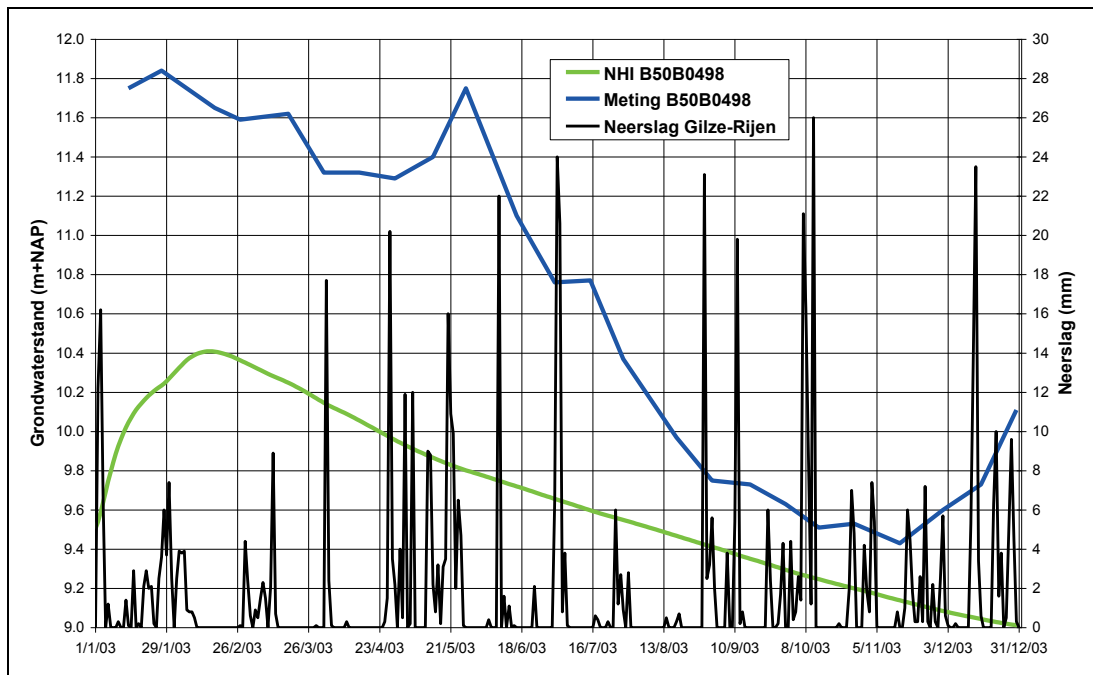


Figuur 4.10 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B50A0233 in 2006

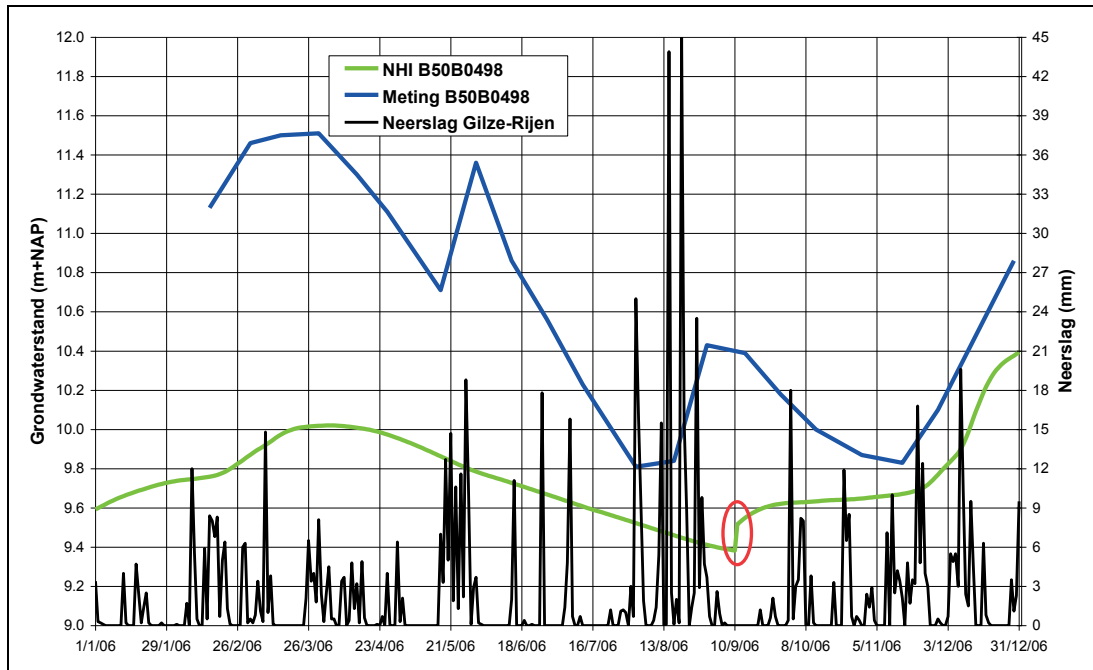
Peilbuis B50B0498

Peilbuis B50B0498 bevindt zich orde 3 km ten noorden van Chaam, zuidoostelijk van Breda. Het betreft een hellend bekengebied, met zand met leemlagen. De resultaten voor 2003 en 2006 zijn weergegeven in Figuur 4.11 en Figuur 4.12. Het model vertoont

een zeer sterk gefilterd verloop anders dan wordt gemeten. De dynamiek, het uitputtingsverloop en de range worden daardoor door het model niet goed gesimuleerd. Het gemeten verloop reageert wel redelijk snel op de neerslag.



Figuur 4.11 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B50B0498 in 2003

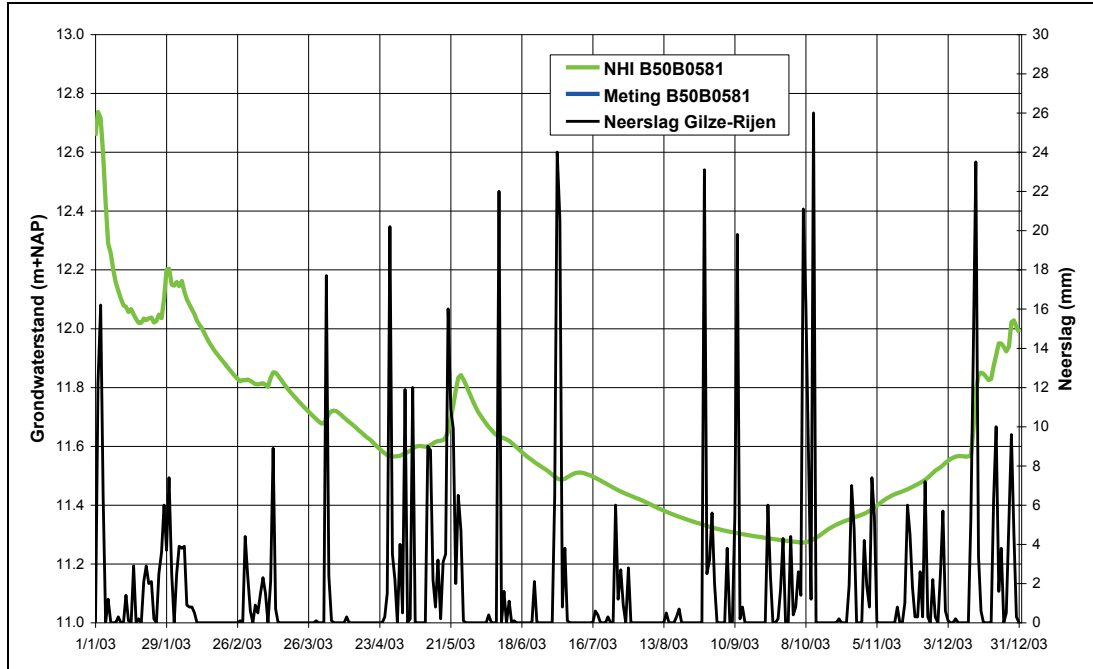


Figuur 4.12 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B50B0498 in 2006

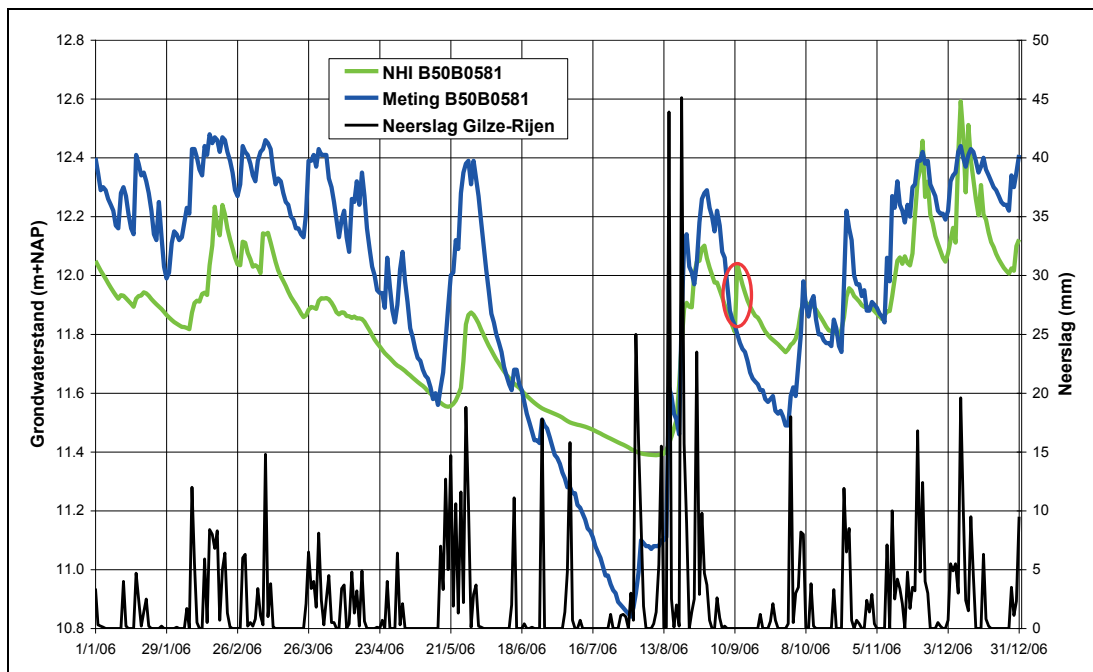
Peilbuis B50B0581

Peilbuis B50B0581 ligt 5 km zuidelijker dan de vorige, 1,5 km ten zuiden van Chaam in het gebied van de Chaamse Beken, Bleke Heide. Ook hier betreft het een hellend bekeengebied, met zand met leemlagen. De resultaten zijn gepresenteerd in Figuur 4.13 en Figuur 4.14. Van 2003 zijn geen metingen beschikbaar. Het resultaat voor 2006

geeft aan dat het model de dynamiek en de range in het groeiseizoen met een factor 2 onderschat. Het uitputtingsverloop wordt daardoor in die periode ook niet goed weergegeven, het tijdstip van het herstel in augustus echter wel. Buiten het groeiseizoen is de reproductie van de dynamiek beter.



Figuur 4.13 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B50B0581 in 2003

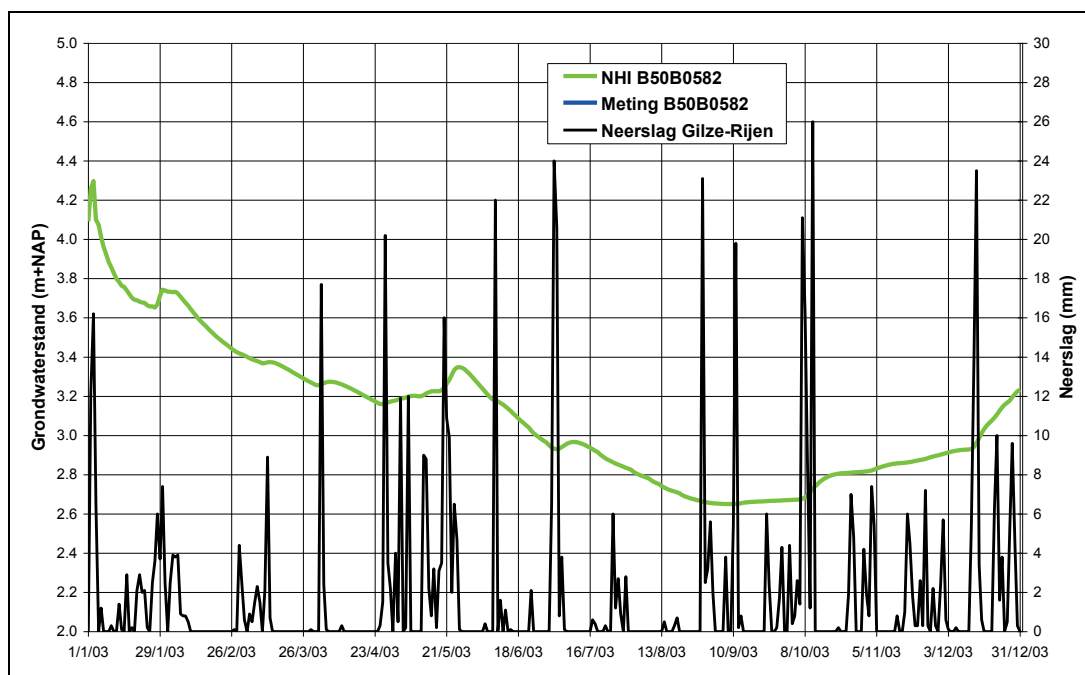


Figuur 4.14 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B50B0581 in 2006

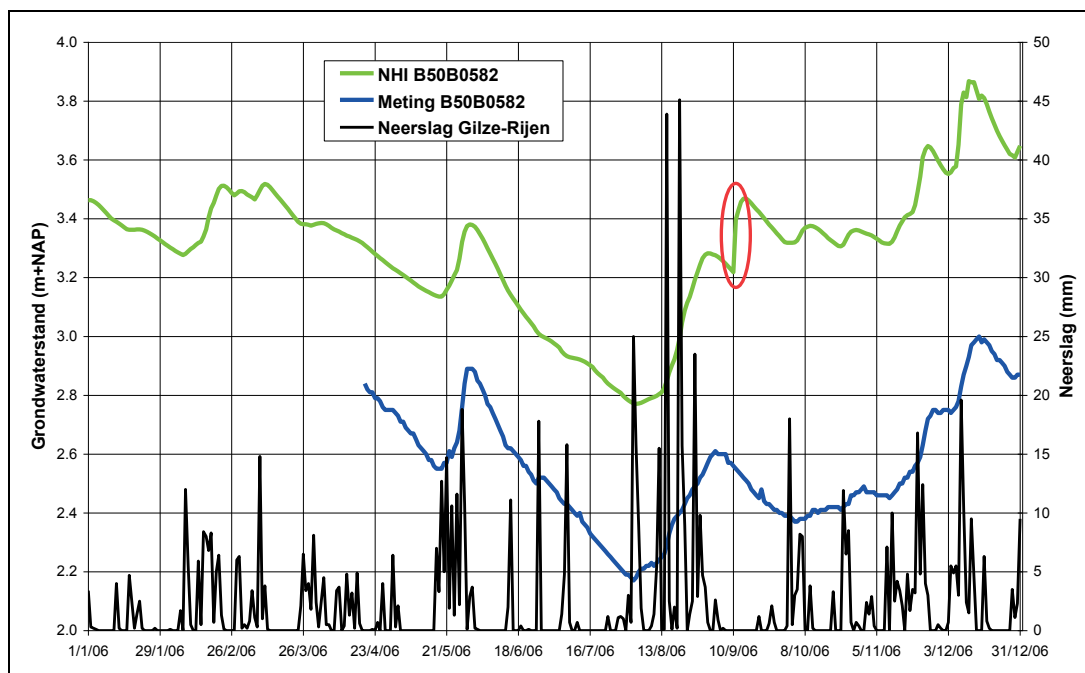
Peilbuis B50B0582

Peilbuis B50B0582 bevindt zich in de wijk IJpelaar van Breda westelijk van de A27. Het waterschap kenmerkt het gebied als bebouwd zandgebied, vrij afwaterend. De gemeten en berekende grondwaterstanden zijn weergegeven in Figuur 4.15 en Figuur 4.16.

Metingen zijn alleen beschikbaar voor 2006. Voor dit jaar simuleert het model het grondwaterstandverloop t.a.v. dynamiek, uitputtingsverloop en range goed, alleen orde 4 dm te hoog.



Figuur 4.15 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B50B0582 in 2003

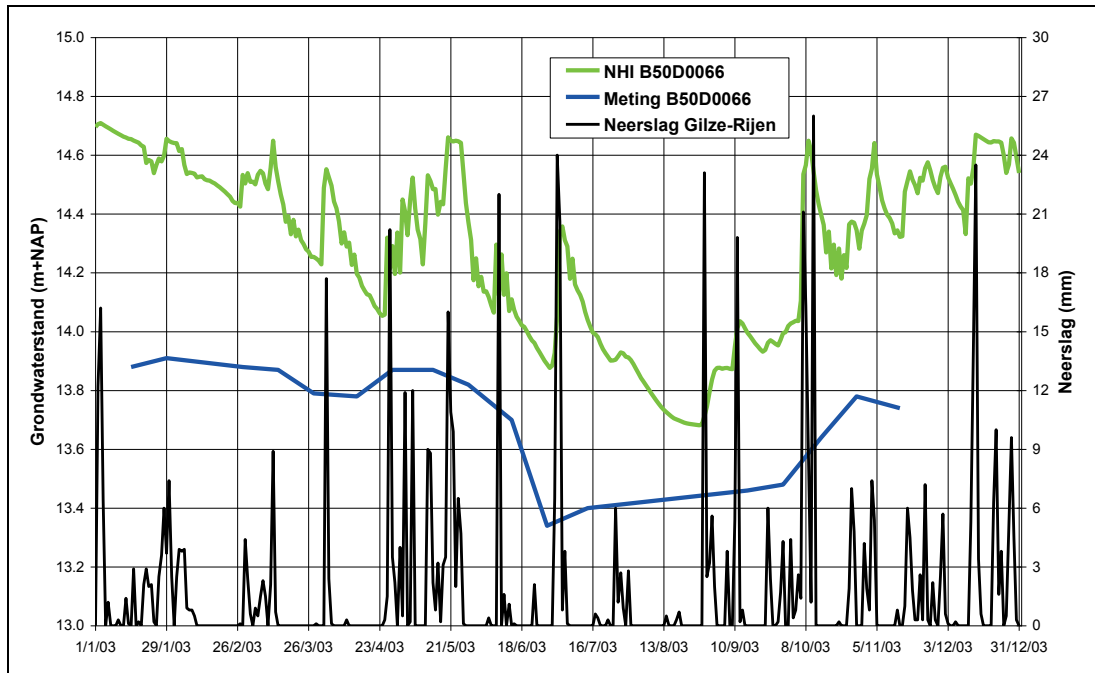


Figuur 4.16 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B50B0582 in 2006

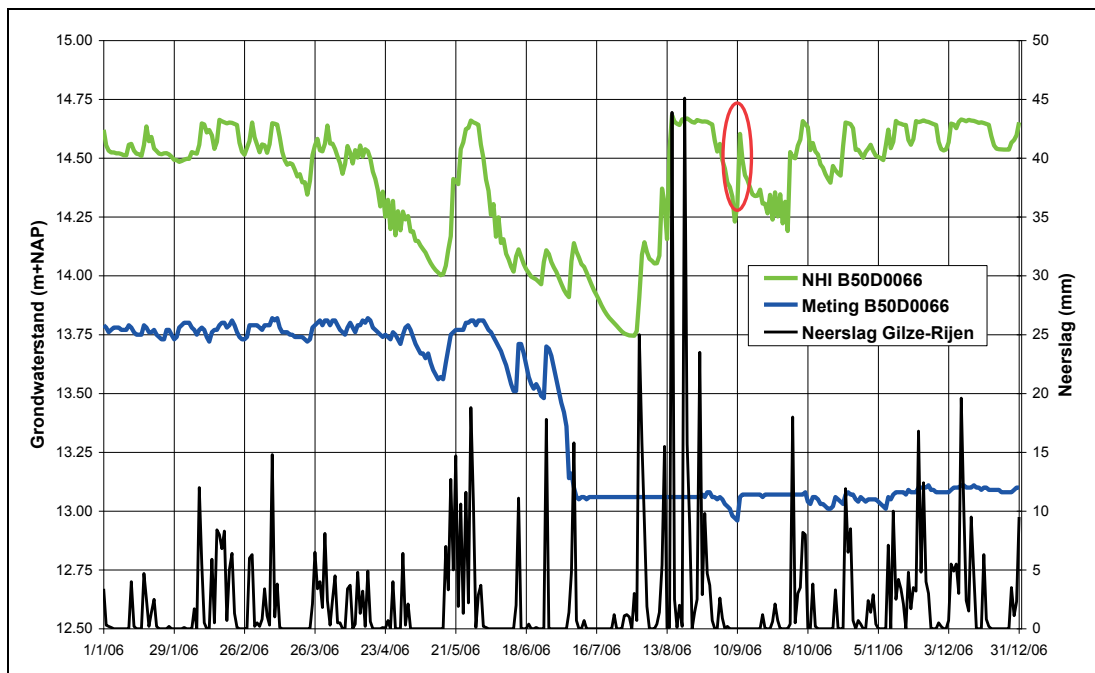
Peilbuis B50B0066

Peilbuis B50F0066 bevindt zich in de Halse Beemden bij de Belgische grens ten zuidwesten van Baarle-Nassau/Baarle-Hertog, ten zuiden van het gehucht Hal. Het betreft een beekdal in hellend zandgebied, vrij afwaterend. De resultaten zijn weergegeven in Figuur 4.17 en Figuur 4.18. De bemonsteringsfrequentie voor 2003 is

te laag geweest om de dynamiek goed te kunnen beoordelen. Het verloop wordt globaal goed gesimuleerd. Voor 2006 geeft het gemeten signaal vanaf juli een zeer onwaarschijnlijk verloop. In de eerste helft van het jaar is de berekende dynamiek wat groter dan is gemeten, op een niveau dat 75 cm hoger ligt.



Figuur 4.17 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B50B0066 in 2003



Figuur 4.18 Gemeten en berekend grondwaterstandverloop in peilbuis B50B0066 in 2006

4.3 Samenvatting

In Tabel 4.2 is een overzicht gegeven van de resultaten van de vergelijking tussen de gemeten met de berekende grondwaterstanden op de geselecteerde locaties 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 gemerkt een (her)ijking nodig hebben. De tabel geeft aan dat 5 van de 9 locaties herijking van het model noodzakelijk is. Slechts voor een drietal locaties geeft het model en acceptabel resultaat. Een aantal gemeten reeksen bevatten aantoonbaar onjuiste metingen.

Tabel 4.2 Overzicht van evaluatie van NHI grondwaterstanden in Brabantse Delta

CODE	Coördinaten		Gebiedskenmerk	Dynamiek	Recessie verloop	Range
	X	Y				
Brabantse Delta						
B43G0429	88.865	411.420	Poldergebied	+/-	+	+
B44D0720	112.763	407.301	Droogtegevoelige natuur op de overgang zand naar klei	+/-	-	-
B49F0525	91.100	390.800	Hellend zandgebied, vrij afwaterend	-	-	-
B49G0472	84.508	380.135	Verdroogd ven bovenop de Brabantse Wal, schijnspiegels	-	-	-
B50A0233	100.970	390.135	Natuurgebied in beekdal met landbouwkundige peilen	+/-	+/-	+/-
B50B0498	119.706	393.885	Hellend bekengebied, zand met leemlagen	-	-	-
B50B0581	118.020	389.000	Hellend bekengebied, zand met leemlagen	+/-	-	-
B50B0582	115.586	398.563	Bebouwd zandgebied, vrij afwaterend	+	+	+
B50D0066	115.552	381.692	Beekdal in hellend zandgebied, vrij afwaterend	+/-	+	+

5 Chlorideconcentraties

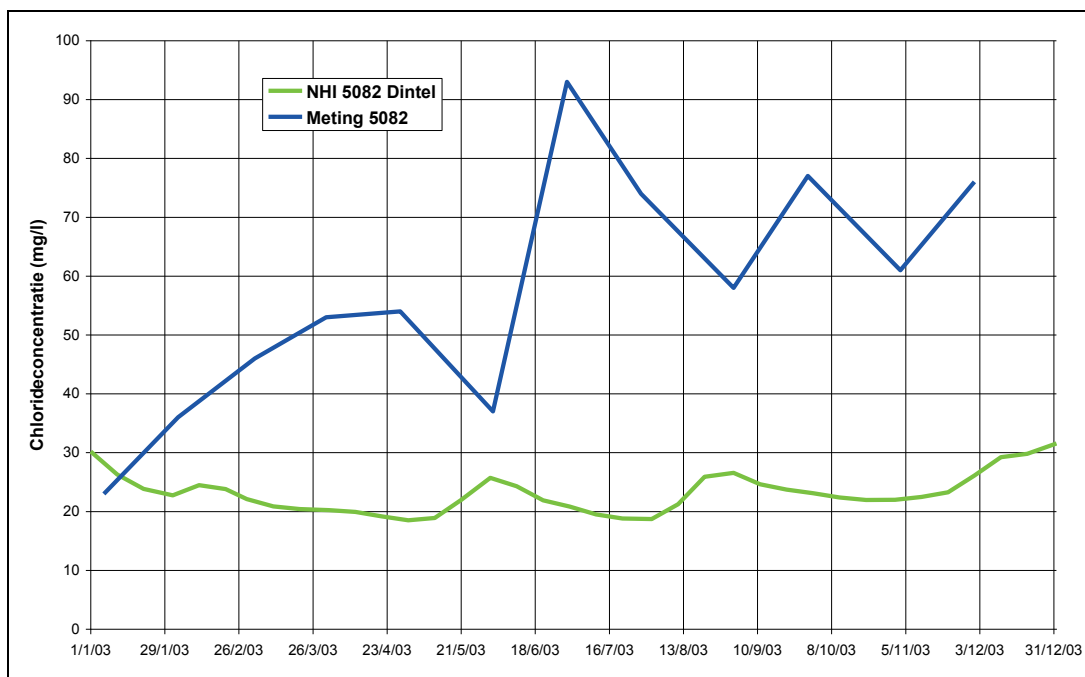
5.1 Algemeen

Maandelijkse chlorideconcentraties van 2003 en 2006 zijn aangeleverd voor de Dintel, de Mark en de Vliet. Deze zijn vergeleken met het modelresultaat. 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 in het Distributiemodel te hoog is voor een goede reproductie van de concentraties. Per modelknoop (=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 Distributiemodel van 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.

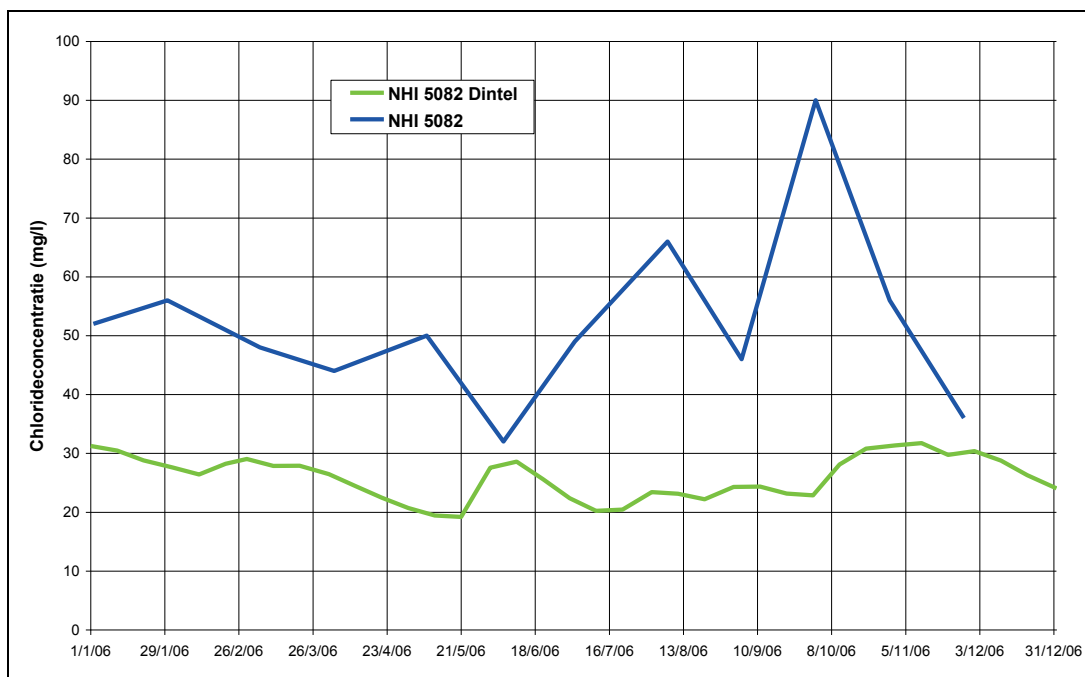
5.2 Chlorideconcentraties van 2003 en 2006 vergeleken met NHI resultaat

De gemeten en berekende chlorideconcentraties in de Dintel, Mark en Vliet voor 2003 en 2006 zijn weergegeven in Figuur 5.1 t/m Figuur 5.6. De gemeten concentraties liggen tussen de 20 en 200 mg/l, waarbij de hoogste waarden voorkomen op de Vliet. Het Distributiemodel berekent gemiddelde concentraties tussen 20 en 60 mg/l, d.w.z. binnen de gemeten marges, maar systematisch lager dan is gemeten. Het verloop in de tijd wordt niet goed weergegeven.

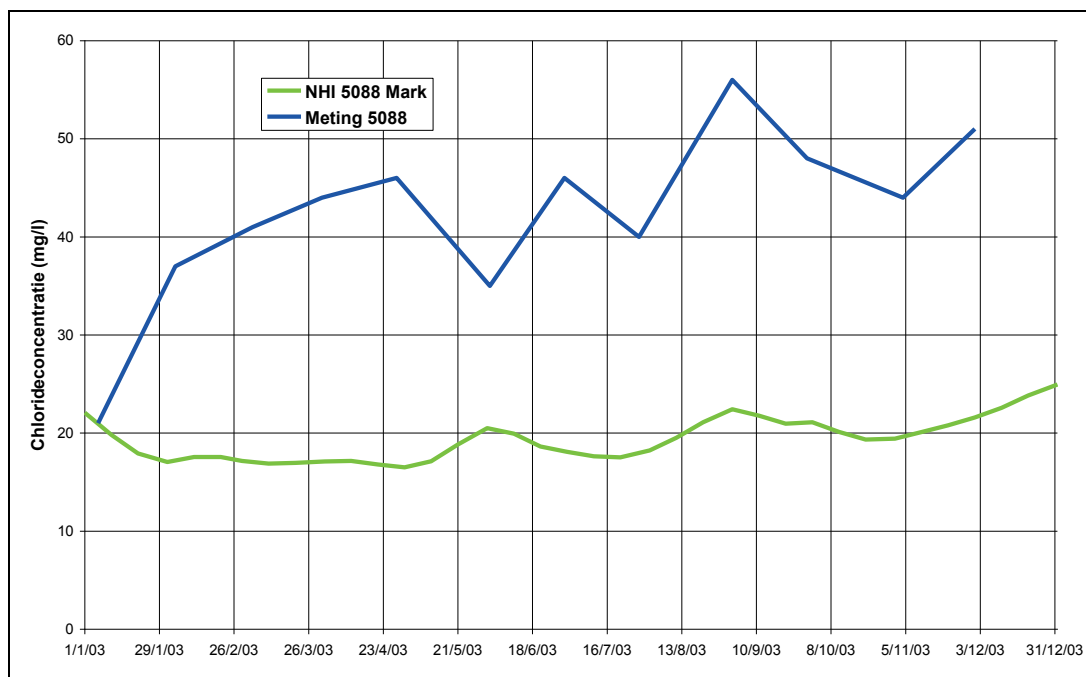
Samenvattend zijn de chlorideconcentraties voor de Dintel, Mark en Vliet te laag berekend. De gemeten variatie over het jaar wordt door het model niet weergegeven.



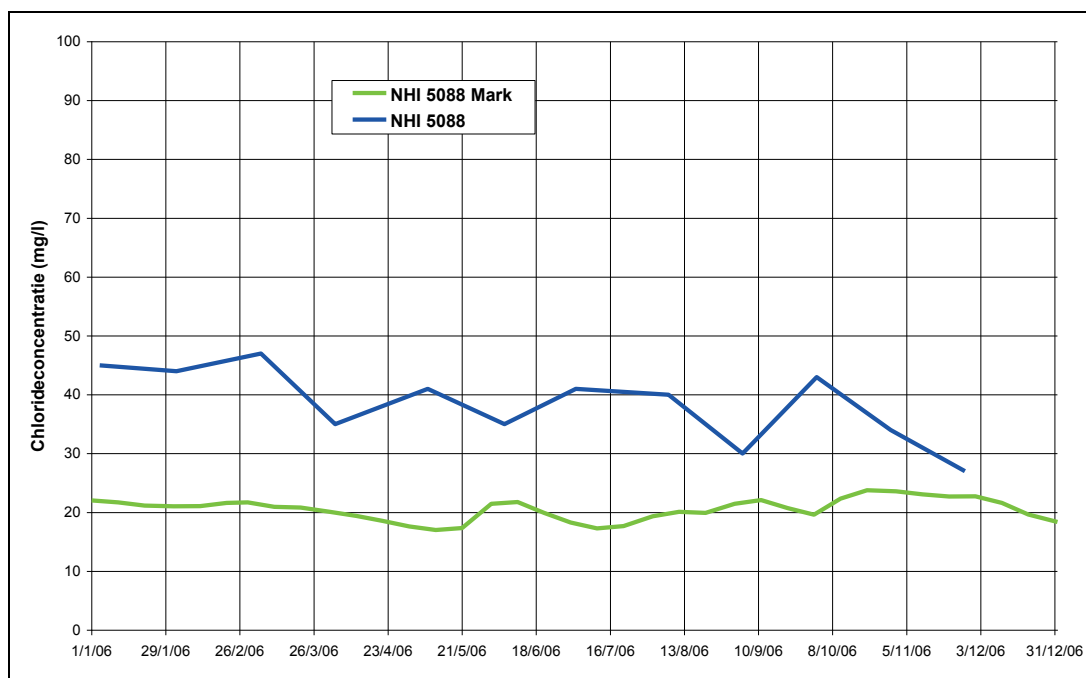
Figuur 5.1 Gemeten en berekende chlorideconcentraties Dintel, 2003



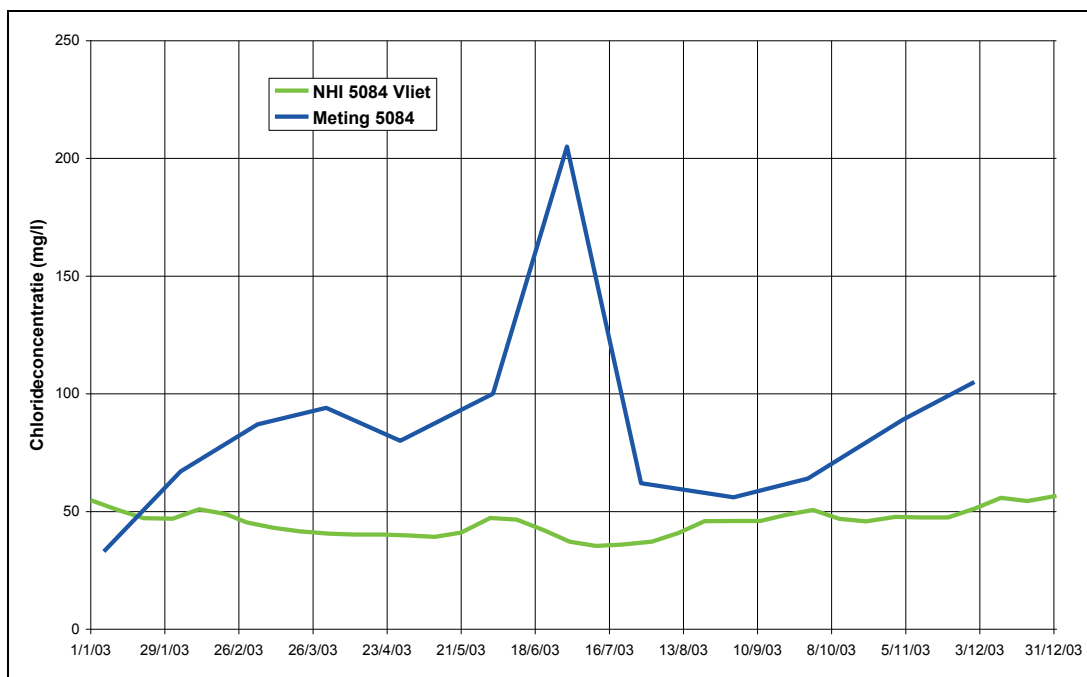
Figuur 5.2 Gemeten en berekende chlorideconcentraties Dintel, 2006



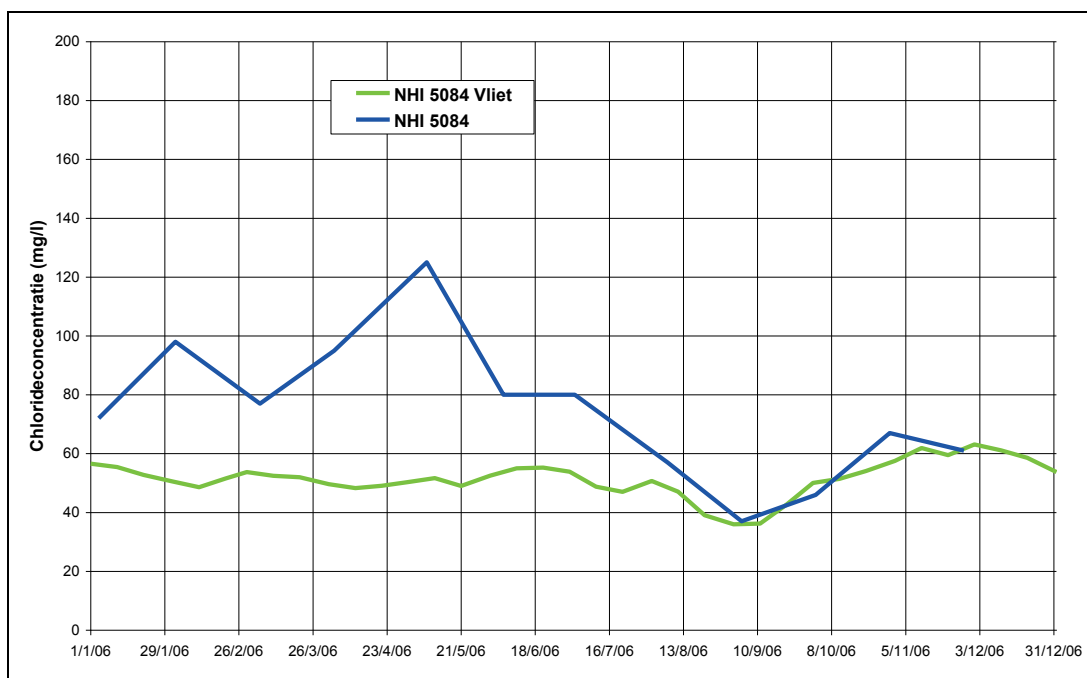
Figuur 5.3 Gemeten en berekende chlorideconcentraties Mark, 2003



Figuur 5.4 Gemeten en berekende chlorideconcentraties Mark, 2006



Figuur 5.5 Gemeten en berekende chlorideconcentraties Vliet, 2003



Figuur 5.6 Gemeten en berekende chlorideconcentraties Vliet, 2006

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Water aanvoer en afvoer

- 1 De resultaten voor het oppervlaktewater in het waterschap Brabantse Delta 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.
- 2 De afvoer wordt door het model onderschat. De afvoer is eenvoudig te verbeteren door de grensoverschrijdende afvoer in beschouwing te nemen en door de verdeling over de Steenbergsche Vliet en de Dintel aan te passen. Met betrekking tot de Vliet en de Dintel hanteert het waterschap in het groeiseizoen een verhouding van respectievelijk 1/3 en 2/3 en buiten het groeiseizoen een verhouding van 1/10 en 9/10.
- 3 De aanvoer van water naar de Mark-Vlietboezem wordt ernstig onderschat, wat duidt op een onderschatting van de watervraag. Het waterschap geeft aan dat de inlaat van water voor doorspoeling en het tegengaan van algengroei in de praktijk vooral loopt via Oosterhout en pas daarna vanuit het VZM.
- 4 De analyse heeft aangetoond dat het model de dynamiek van het afvoerproces in het algemeen goed simuleert.
- 5 Volgens het waterschap dient knoop 5085 verbonden te worden met knoop 5088 i.p.v. met 5081.

Grondwater

- 6 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.
- 7 De beoordeling van de dynamiek was voor 2003 slechts beperkt mogelijk door de lage bemonsteringsfrequentie (vaak 1 x per 14 dagen of minder) die in de peilbuizen werd toegepast. Ook is de kwaliteit van de reeksen soms twijfelachtig.
- 8 De analyse geeft aan dat op 5 van de 9 locaties herijking van het model noodzakelijk is. Slechts voor een drietal locaties geeft het model een acceptabel resultaat.
- 9 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.

Zoutconcentraties

- 10 De chlorideconcentraties voor de Dintel, de Mark en de Vliet worden te laag berekend.
- 11 De gemeten variatie van de chlorideconcentratie over het jaar wordt door het model niet weergegeven.

Eindconclusie

Het NHI in zijn huidige staat is nog niet geschikt voor het uitvoeren van betrouwbare analyses van de waterverdeling op regionaal niveau. Geconstateerd is dat een correcte simulatie van de afvoer en aanvoer, evenals van het grondwaterstandverloop nog lang niet overal wordt gerealiseerd. Om een beter resultaat te bereiken is eliminatie van de grondwaterbug nodig, dienen de gegevens van alle neerslagstations en grensoverschrijdende aanvoeren in beschouwing te worden genomen, de verdeling over de Vliet en Dintel te worden aangepast 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.

- Aanpassing van het Distributienetwerk volgens opgave van het waterschap: verbinding van knoop 5085 met knoop 5088.
- Invoering van grensoverschrijdende aanvoer van water voor 2003 en 2006.
- Aanpassing van de verdeling van de afvoer over de Vliet en de Dintel volgens het schema van het waterschap: 1/3-2/3 tijdens het groeiseizoen en 1/10-9/10 buiten het groeiseizoen.
- Inlaat vooral via Oosterhout laten lopen en pas daarna water inlaten vanuit het VZM. Tevens moet de watervraag aangepast worden.

- Dagelijkse grondwaterstanden zijn nodig om de dynamiek van het grondwater en het uitputtingsverloop te kunnen vergelijken met het NHI-resultaat.
- Controle op de kwaliteit van de grondwaterstanden is nodig, terwijl voorts de opgegeven maaiveldhoogtes gecontroleerd moeten worden.
- 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 geïjkt dient te worden. Het volstaat kennelijk niet om op basis van bodemgegevens het grondwaterverloop overal goed te beschrijven.

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 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