

Memo



Aan
Stuurgroep NHI, Waterdienst

Datum	Aantal pagina's	
april 2010	18	
Van	Doorkiesnummer	E-mail
NHI projectgroep		

Onderwerp
Release Notes NHI versie 2.0 13 mei 2010 – met de verwerkte commentaar van de klankbordgroep

1 Inleiding

Versie 2.0. van het NHI (Nationaal Hydrologisch Instrumentarium) is per 1 april opgeleverd. Dit document beschrijft de veranderingen ten opzichte van vorige versie (i.e. versie 1.1.2. van augustus 2009), en geeft een kort overzicht van de effecten van de veranderingen op relevante uitvoerparameters voor droogte.

In de periode september 2009-maart 2010 zijn de invoer en resultaten van NHI kritisch getoetst in diverse kaders, zoals de NHI regiopilots (zie de rapportage voor de Stowa), het Noord-Nederland project (zie HKV rapportage), en in een aantal regionale (grondwater)workshops en een verificatie/validatie actie door de NHI projectgroep zelf (zie rapportage NHI team).

Het nu voorliggende document is een beknopt verslag waarin de wijzigingen in invoer en resultaten van de huidige NHI release versie 2.0. worden beschreven. Het model is wel geverifieerd op basis van metingen uit 2003, maar hoewel enkele deelprocessen zijn geijkt, heeft een volwaardige modelcalibratie nog niet plaats gevonden.

Dit document is een update van de versie van 31 maart. In die versie is al aangegeven dat na het maken van de definitieve runs er toch nog enkele aanpassingen zijn gedaan voor de oplevering aan FEWS-Waterbeheer. Dit betreft kleine aanpassingen in MetaSwap met betrekking tot de glastuinbouw en de zoutberekening in de onverzadigde zone, met een gering effect op de uiteindelijke resultaten. In dit memo zijn de figuren opnieuw aangemaakt en daarmee is het release memo geheel up-to-date en horend bij de in FEWS-Waterbeheer gebruikte versie.

2 Aanpassingen ten opzichte van eerdere versies

2.1 Aanpassingen van versie 2.0. ten opzichte van versie 1.1.2

Ondergrond

- **7 lagen model**

In NHI versie 1.1.2 is gewerkt met een 4-lagen Modflow model, gebaseerd op REGIS II.0. Er is een aantal ontwikkelingen geweest die aanleiding hebben gegeven een 7 lagen model te schematiseren. De belangrijkste zijn:

- Uit de analyse van NHI calibratie (zie rapportage NHI team) blijkt dat de 4 lagen modellering belangrijke tekortkomingen met zich mee brengt, waarvan

één van de belangrijkste is het 'dichtsmeren' van scheidende lagen op plaatsen waarbij in werkelijkheid het grondwater wel door 'gaten' kan stromen.

- o Regionale partijen hebben vaak aangegeven een 7 lagen model beter bij hun regio te vinden passen.

In versie 2.0. is het 7-lagen model op basis van REGIS II.1 opgesteld. REGIS II.1 is sterk verbeterd ten opzichte van REGIS II.0. Daarom is het aantal correcties nodig was ten behoeve van toepassing in het NHI in vergelijking met de vorige versie zeer beperkt. Vrijwel alle REGIS lagen zijn expliciet aan een modellaag toegekend. Uit de resultaten blijkt dat de grondwaterstanden plausibeler zijn geworden en bijvoorbeeld effecten van ondiepe winningen realistischer gemodelleerd worden.

De parameterisering van het topsysteem heeft één kleine verandering ondergaan. Uit analyse blijkt dat weerstanden in de beekdalen deels ontbreken in versie 1.1.2. Dit wordt veroorzaakt door de schaal van de gebruikte basis data. Deze weerstanden zijn essentieel om dit hydrologisch systeem goed te kunnen modelleren. Op basis van de Bodemkaart van Nederland 1:50000 (die een fijnere schaal heeft dan REGIS) is de parameterisatie en het voorkomen van deze weerstanden in de pleistocene gebieden verbeterd.

- **Aanpassing drainage- en infiltratieweerstanden**

Ter bepaling van de freatische lekweerstanden zijn intreeweerstanden gebruikt (c0) naar meest recent onderzoek van Alterra. Tevens is in het berekenen van de formule een kleine bugfix gedaan (de term H0/kv moest nog van de lekweerstand gehaald worden). De infiltratie factoren zijn net als in NHI v1.1.2 gelijk aan factor 3 genomen.

- **Meenemen van overland flow**

In het MODFLOW model is afstroming over het oppervlak nu meegenomen, waardoor in voorkomende gevallen grondwater dat op maaiveld komt snel wordt afgevoerd. In de vorige NHI versie stond deze optie nog uit.

- **Onttrekkingen**

Voor de onttrekkingen is er uitgegaan van praktisch dezelfde dataset als de vorige NHI modelversie v1.1.2. Dezelfde automatische procedures zijn gebruikt om de onttrekkingen aan de 7 modellagen toe te kennen. Circa 85 onttrekkingen die in de vorige versie handmatig aan een modellaag waren toegekend, zijn nu geanalyseerd gebruik makend van het ondergrond lagenmodel, en vervolgens aan de juiste modellaag toegekend.

Onverzadigde zone

- **MetaSwap (Simgro7)**

De modelcode van de onverzadigde zone MetaSwap was in NHI v1.1.2 gebaseerd op SIMGRO6 en is voor v2.0 geupgrade naar SIMGRO7. De belangrijkste verschillen tussen SIMGRO6 en SIMGRO7 zijn:

- o De introductie van een capillaire hangwaterzone;
- o Uitbreiding van het aantal geschematiseerde lagen in de onverzadigde zone voor een betere simulatie van dikke onverzadigde zones;
- o Implementatie van het sparse Gash concept voor interceptie (conform SWAP);
- o Implementatie van een dynamische wortelzonedikteconcept.

- **Gewasparametrisatie**

De parameters voor gewasontwikkeling zijn voor de landbouwgewassen gras, mais en aardappelen afgeleid met behulp van langjarige WOFOST-runs. De parameters voor bos zijn gekalibreerd op verdampingsgegevens in de literatuur. Hierdoor is de berekende interceptieverdamping en daarmee de totale verdamping van vooral naaldbos hoger dan in vorige NHI versies.

- **Bodemfysische parametrisatie**

De bodemfysische parametrisatie is nog steeds op de 21 bodemtypen van de Staringreeks gebaseerd, maar wel op een aantal punten aangepast. De vochtbergingskarakteristieken van bossen op de armere zandige bodems zijn verbeterd. De dikte van de volcapillaire zone is herijkt, rekening houdend met zowel verdampings- als

grondwaterstandsdynamiek. Tenslotte is tijdens het ijkingsproces besloten om op basis van gevoeligheidsanalyses de verzadigde bergingscoëfficiënt met 20 % te verlagen, omdat dit betere resultaten geeft zoals in het achtergronddocument van het NHI team is aangegeven.

- **Zout in onverzadigde zone**

De off-line coupling tussen Modflow-metaSWAP en TRANSOL is geïmplementeerd. De module TRANSOL zorgt voor de berekening van zouttransport in de verzadigde en onverzadigde zone alsmede de uitspoeling naar het oppervlaktewater.

- **Afvoer stedelijk gebied**

De afvoer van stedelijk gebied wordt nu doorgegeven aan de Mozart Isw's, terwijl dit voorheen niet gebeurde. Omdat de RWZI lozingen in het algemeen praktisch niet in Mozart en DM zijn opgenomen is besloten de afvoer van stedelijk gebied via Modflow-MetaSwap direct aan Mozart door te geven. Er wordt hierbij rekening gehouden met kleine infiltratie- en verdampingsverliezen.

- **Diverse kleine punten**

Overige diverse kleine aanpassingen voor de onverzadigde zone zijn benoemd in het achtergrondrapport van het NHI team.

Oppervlaktewater

- **Oppervlaktewaterpeilen in Mozart**

Voor gebieden waarbij uit regionale modellen betrouwbare peilen beschikbaar zijn, zijn die peilen overgenomen. Ook de verwerking hiervan in peilen van primaire, secundaire en tertiëre waterlopen is verbeterd.

- **Verbetering Isw-routing in Mozart**

In de Isw-routing in Mozart is een bug verholpen. Deze bug was voor een groot deel verantwoordelijk voor het langzaam reageren van de afvoer op neerslagegebeurtenissen (vlakke afvoer ook in de winter). Dit is nu verholpen, waardoor de afvoer meer dynamiek vertoont.

- **Verbetering peilafhankelijke inlaat in DM**

De peilafhankelijke inlaten in DM bleken niet geheel correct te werken. Dit is sterk verbeterd. De verbetering heeft effect op de berekende debieten tussen de meren en peilafhankelijke inlaten van het IJsselmeer en Markermeer naar de regio, en op de peilafhankelijke inlaat Kromme Rijn.

- **Bug kwel-wegzijging in DM**

Het bleek dat opgegeven lozingen of onttrekkingen met label kwel of wegzijging in DM niet correct werden meegenomen. Dit is gecorrigeerd. Dit beïnvloedt de lokaties waar kwel of wegzijging was opgegeven zoals de Brabantse kanalen, Twentekanaal, Rijnland, en het IJsselmeergebied.

- **Gewenste debieten in Noord-Nederland**

In DM zijn naar aanleiding van de regionale toetsing in Noord-Nederland enkele gewenste debieten aangepast, omdat gebleken is uit de metingen in 2003 dat een ander (lager) gewenst debiet is aangehouden.

- **Wateraanvoer en –afvoer Drenthe**

De lozings sleutels van district 12, ZuidWest Drenthe, zijn aangepast. Oorspronkelijk stond ruim 60% van de lozing op de Drentse Hoofdvaart bovenstrooms van de Paradijssluis. Bij vergelijking met metingen en een check met de provincie en het waterschap bleek dat de lozings sleutel niet correct is; de lozing via Oude Vaart komt nl. pas benedenstrooms van de Paradijssluis in de Drentse Hoofdvaart. De verdeelsleutels zijn aangepast en de berekende afvoeren zijn nu wel goed te vergelijken met de metingen.

Voor wateraanvoer naar Oost-Drenthe zijn de aanvoersleutels in DM ook aangepast na vergelijking met metingen en overleg met de provincie. Hierdoor wordt aanvoer via de

Drentse Hoofdvaart een stuk kleiner en via de Hoogeveensche Vaart (Rogatsluis) groter, en meer in overeenstemming met de metingen.

- **Twente**

Voor Twente zijn enkele vaste onttrekkingen voor wegzijging, drink-en industriewater en schutverliezen in overeenstemming gebracht met het Waterakkoord Twentekanal en Overijsselsche Vecht. Opmerkingen uit overleg met waterbeheerders rond de Twentekanal en de Overijsselse Vecht zijn meegenomen, maar er loopt nog verder overleg. Aanvullende verbeteringen die uit dit overleg volgen (bijv. rond aanvoerroutes en verdeling) worden in beheer en onderhoud voor versie 2011 verwacht.

- **Diverse overige aanpassingen**

Dit betreft diverse kleine aanpassingen; onder andere enkele knooppervlakken en takcapaciteiten in Drenthe zijn in overleg met de regionale waterbeheerders aangepast.

3 Effecten aanpassingen op resultaten NHI

3.1 Grondwaterstanden

Figuur 1 en 2 laten berekende grondwaterstanden zien (HG3 en LG3 voor 2003) met resp. het NHI model v1.1.2 en de nieuwe versie v2.0. Figuur 3 laat de verschillen tussen de oude en nieuwe run zien. In figuur 4 staan verschillen tussen de berekende waarden ten opzichte van 5267 peilbuis metingen in histogrammen weergegeven.

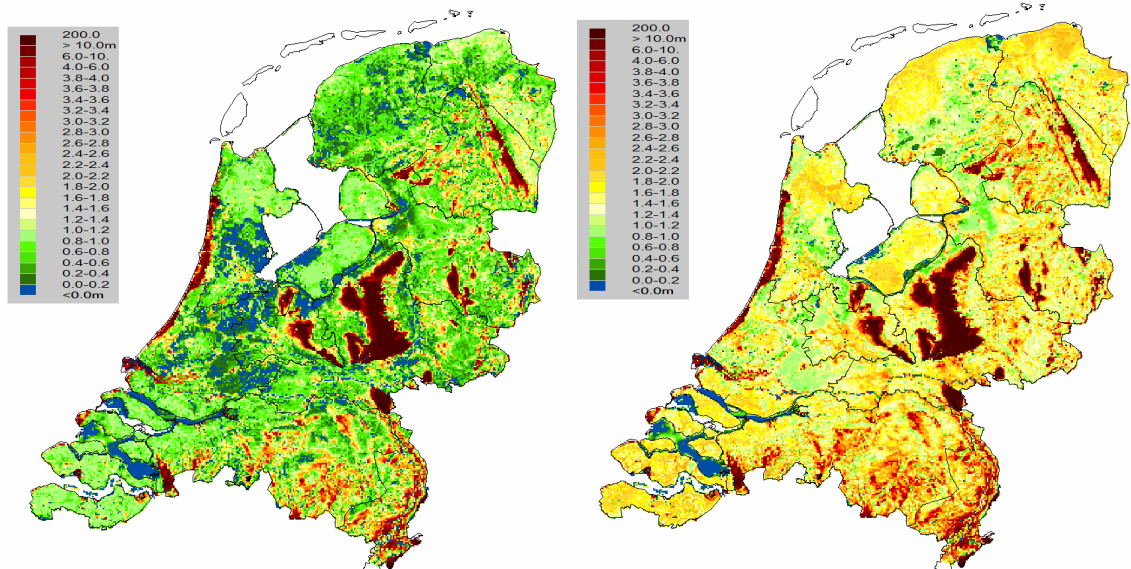
Verschillen ten opzichte van NHI v1.1.2 worden veroorzaakt door een reeks van aanpassingen, zoals o.a. de herziene parametrisatie van de ondergrond in zeven modellagen in plaats van vier (Drents plateau, gestuwd gebied), toepassing van maaiveld drainage (laag Nederland), verbetering van de conceptualisatie en parametrisatie van de gewas- en bosverdamping, oppervlaktewaterpeilen op basis van regionale informatie, etc.

Figuur 1 en 2 geven de berekende grondwaterstandsvariatie weer in het jaar 2003. Het jaar 2003 was een droog jaar, de berekende grondwaterstandsvariatie laat zich dan ook niet direct vergelijken met bekende beelden van de langjarige grondwaterstandsvariatie (GxG). Wel geeft de berekende HG3 en LG3 van NHI versie 2.0 een duidelijk plausibeler beeld dan versie 1.1.2. Dit is bijvoorbeeld te zien in de gelijkmatigere grondwaterstanden in de veengebieden en de afwezigheid van de in versie 1.1.2 aanwezige sterke doorwerking van grondwateronttrekkingen naar de bovengrond (bijvoorbeeld langs de Lek). Daarnaast is als gevolg van het meenemen van maaiveld drainage het voorkomen van water op het maaiveld sterk afgenomen.

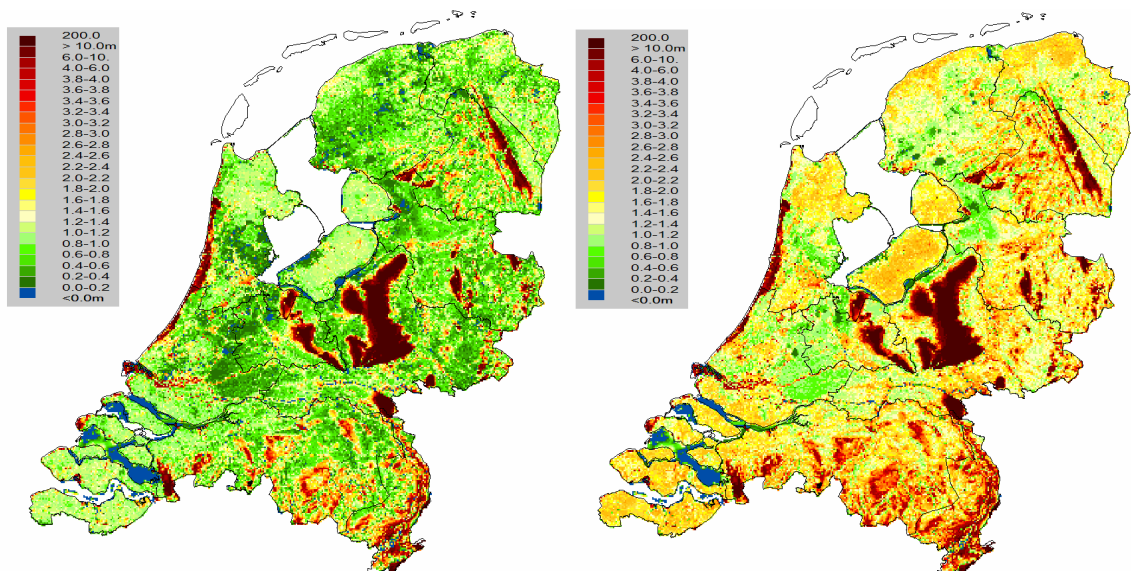
De vergelijking van berekende grondwaterstanden met metingen geeft meer houvast in het beoordelen van de waarden van de berekende grondwaterstanden. Puntvergelijkingen tussen modelberekening en peilbuismeting geven echter vaak een vertekend beeld, door de sterk lokale situatie die een peilbuis representeert. Ligt de peilbuis bijvoorbeeld direct naast een watergang, of juist niet, is er in het perceel buisdrainage aanwezig of juist niet. Door uit te gaan van een grote set metingen wordt dit probleem zo goed mogelijk omzeild. Wel kan het effect van aanpassingen in een dergelijke grote set slechter zichtbaar zijn.

In de histogrammen (Figuur 4) is te zien dat de gedane aanpassingen de goede kant op werken: NHI versie 2.0 ligt dicht bij de metingen dan versie 1.1.2. Het centrum van de verdeling is zowel voor de LG3, als voor de HG3 uitgesprokener in het midden komen te liggen. De grondwaterdynamiek (hier gedefinieerd als het verschil tussen LG3 en HG3) blijft in versie 2.0 nog achter bij de metingen. Ten opzichte van versie 1.1.2. is de grondwaterdynamiek evenwel verbeterd. Voor meer details zie de NHI rapportage van het NHI

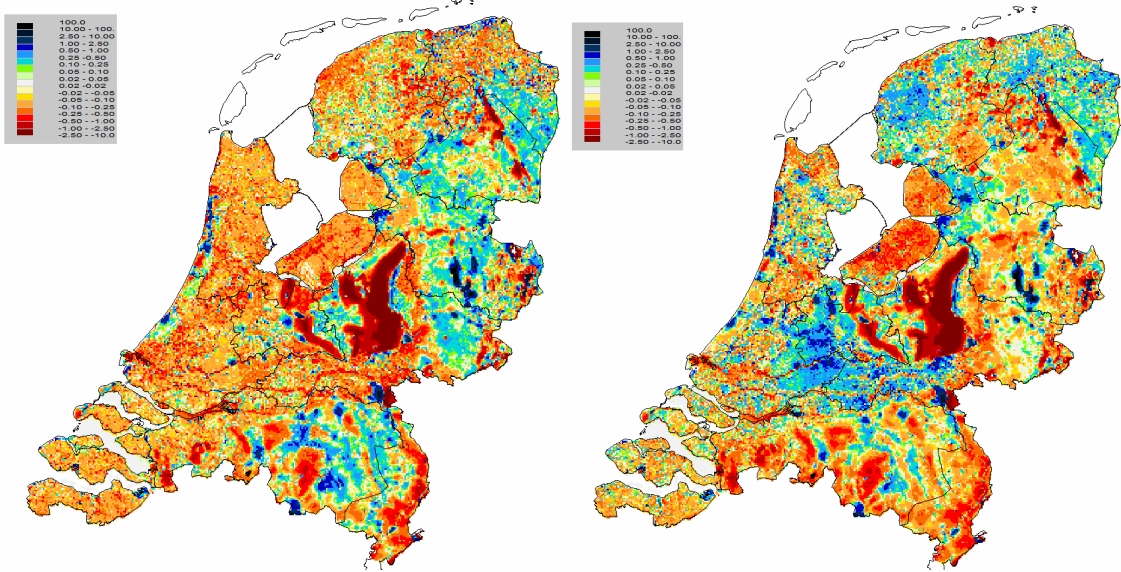
team. Een vergelijking van GHG en GLG met de Stone-hydrologie kan op dit moment nog niet gemaakt worden, omdat dit een langjarige run vereist die nog niet voorhanden is.



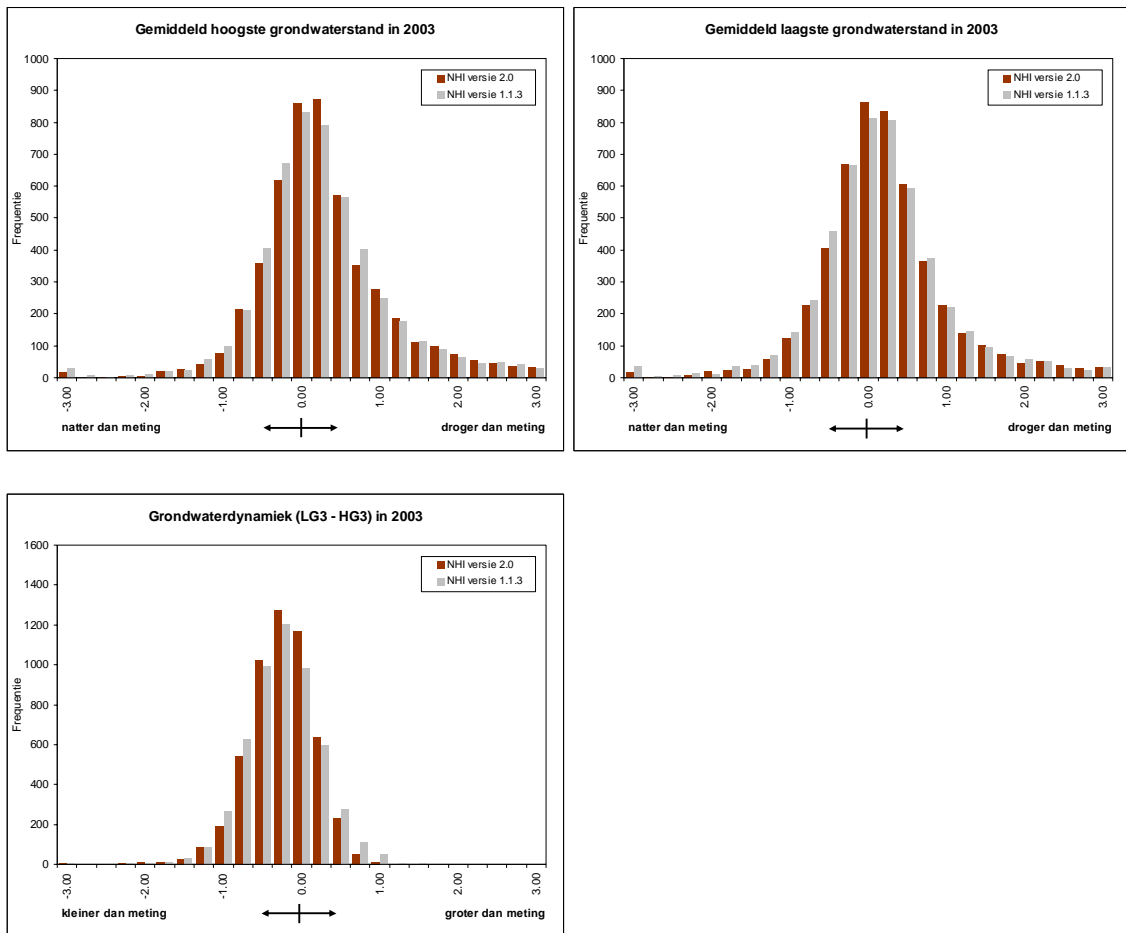
Figuur 1: Run NHI model v1.1.2 voor 2003. Links: HG3 (m-mv); rechts: LG3 (m-mv)



Figuur 2: Run NHI model v2.0 voor 2003. Links: HG3 (m-mv); rechts: LG3 (m-mv)



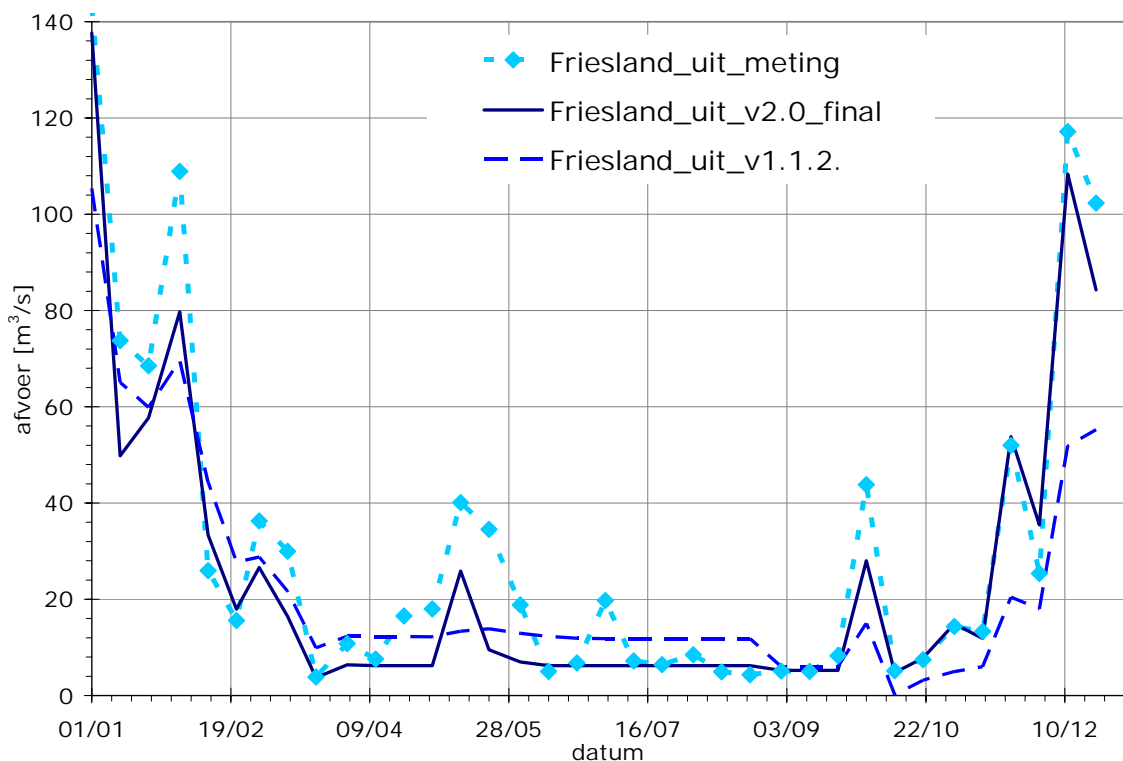
Figuur 3: Verschil t.o.v. model v1.1.2. Links: HG3; rechts: LG3. Rood = droger; blauw = natter.



Figuur 4: Histogrammen HG3, LG3 en dynamiek waarbij de berekende stijghoogten voor 2003 met NHI model versie 2.0 (rood) en versie 1.1.2 (grijs) vergeleken zijn met 5267 DINO peilbuizen.

3.2 Aanvoer naar en afvoer van regionaal oppervlaktewater

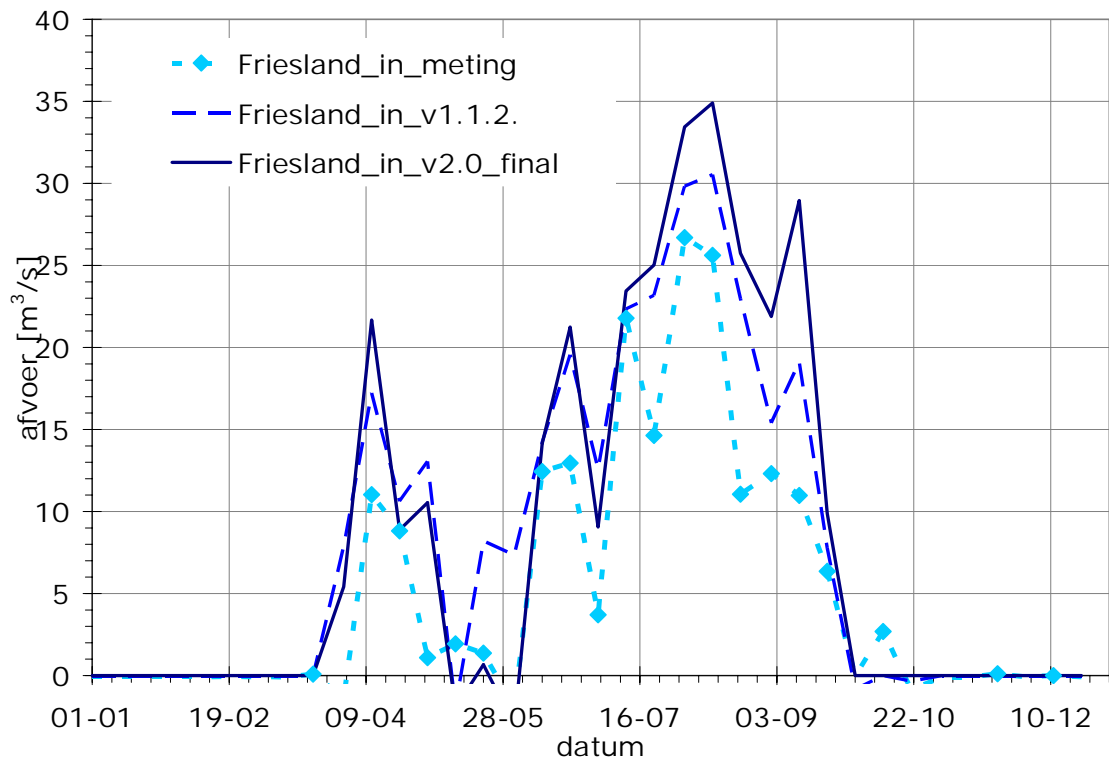
Voor een aantal gebieden is de waterafvoer en wateraanvoer vergeleken met metingen. Hierbij is gebruik gemaakt van verzamelde meetgegevens van vooral 2003 voor een aantal kritische inlaat- en afvoerlokaties in onder andere Friesland, Groningen, Drenthe, Rijnland, NoordHolland, NoordOostpolder, en Brabant. Hieronder worden voor een aantal van deze lokaties grafisch de metingen en de berekende aanvoeren en afvoeren vergeleken.



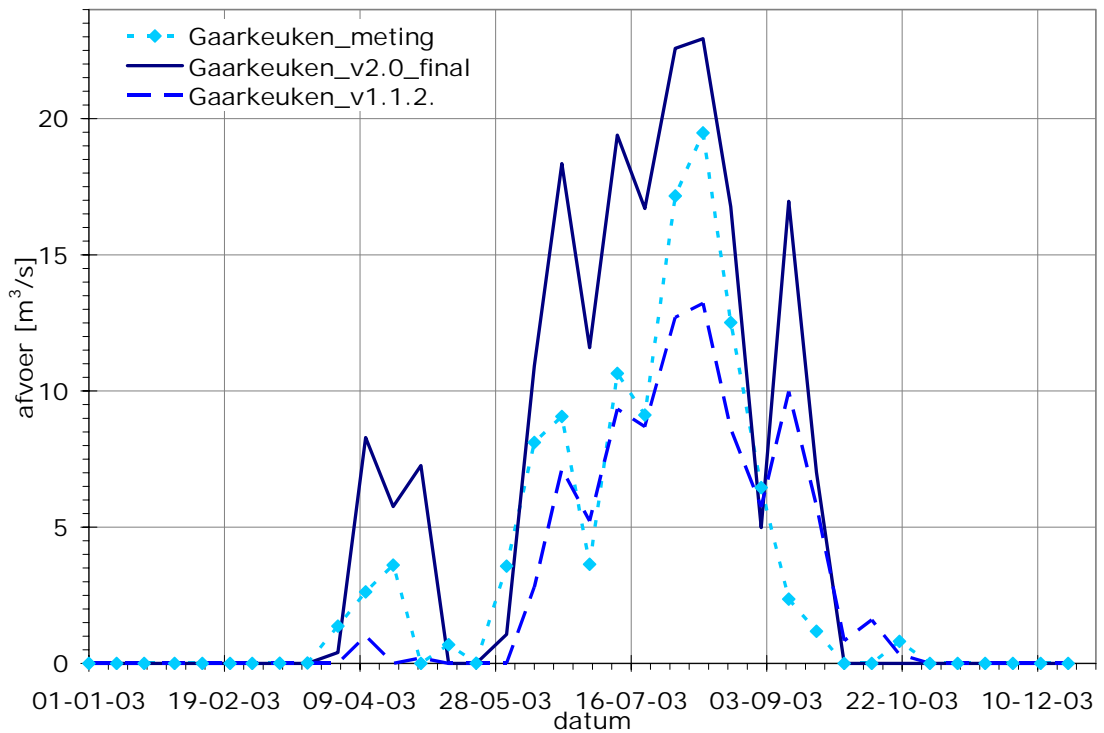
Figuur 5: Gemeten en gemodelleerde afvoer van Friesland, 2003

Uit de bovenstaande figuur blijkt dat de afvoer vanuit Friesland in NHI v2.0 een goede dynamiek vertoont in de winter. In de zomer is er een geringere reactie op de neerslag; de afvoer wordt gedomineerd door opgedrukte gewenste debieten. NHI versie 2.0 is duidelijk verbeterd ten opzichte van eerdere versies: de toename in afvoer aan het eind van 2003 werd in deze versies niet goed gemodelleerd (ook na herstel van enkele bugs). Dit duidt op een betere modellering van de grondwaterstanden in relatie tot de beschikbare ontwateringsmiddelen.

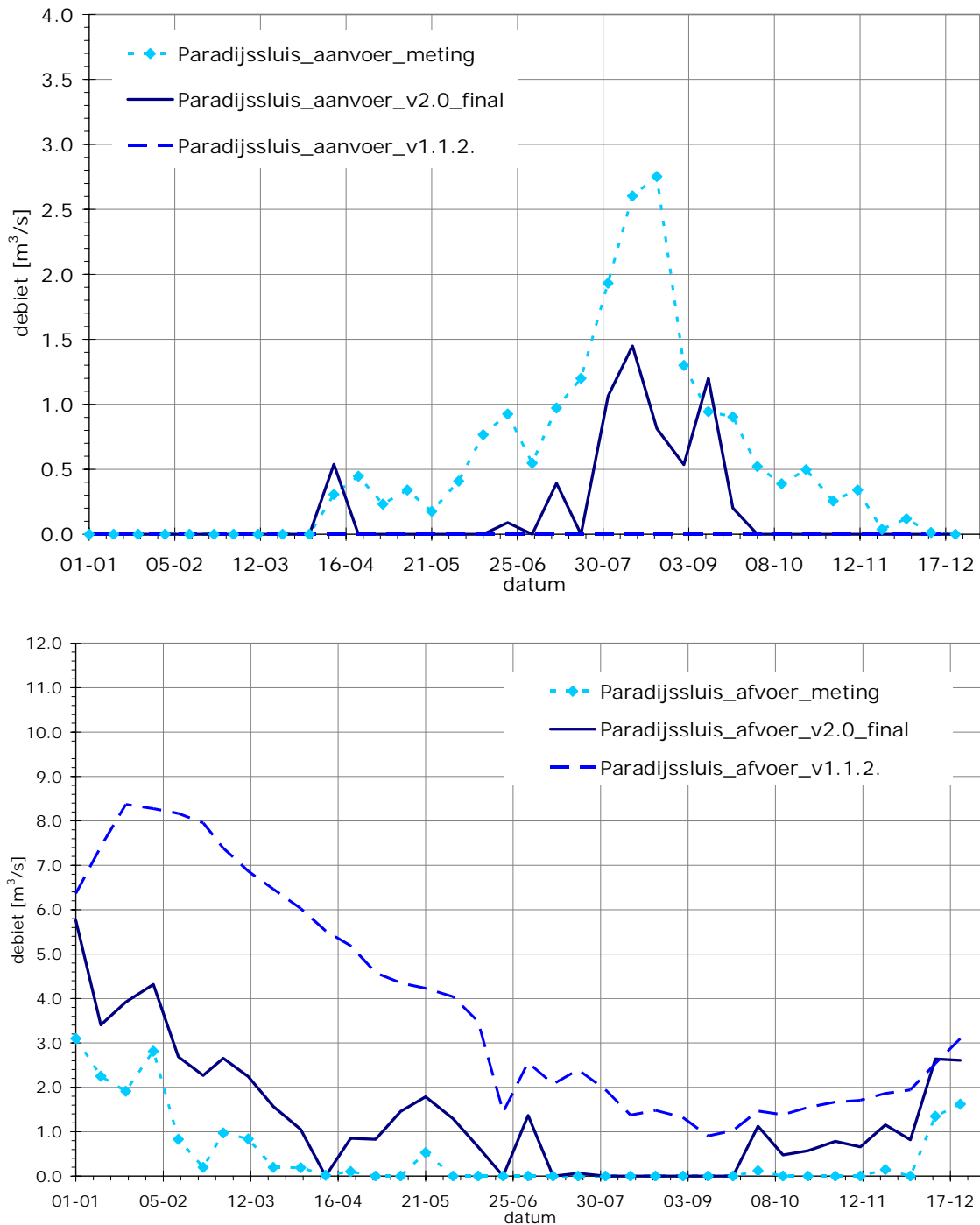
De volgende twee figuren tonen de aanvoer vanuit het IJsselmeer en de doorvoer van water naar Groningen via de sluis bij Gaarkeuken. Het blijkt dat zowel de inlaat uit het IJsselmeer, als de doorvoer naar Groningen berekend met versie 2.0 hoger zijn dan de metingen, en hoger dan versie 1.1.2. De dynamiek is goed, zeker als rekening wordt gehouden met het feit dat in het model de gewassen tot eind september water vragen, maar dat in 2003 de boeren in verband met de droogte eerder dan normaal geogst hebben.



Figuur 6: Gemeten en gemodelleerde aanvoer Friesland vanuit het IJsselmeer, 2003

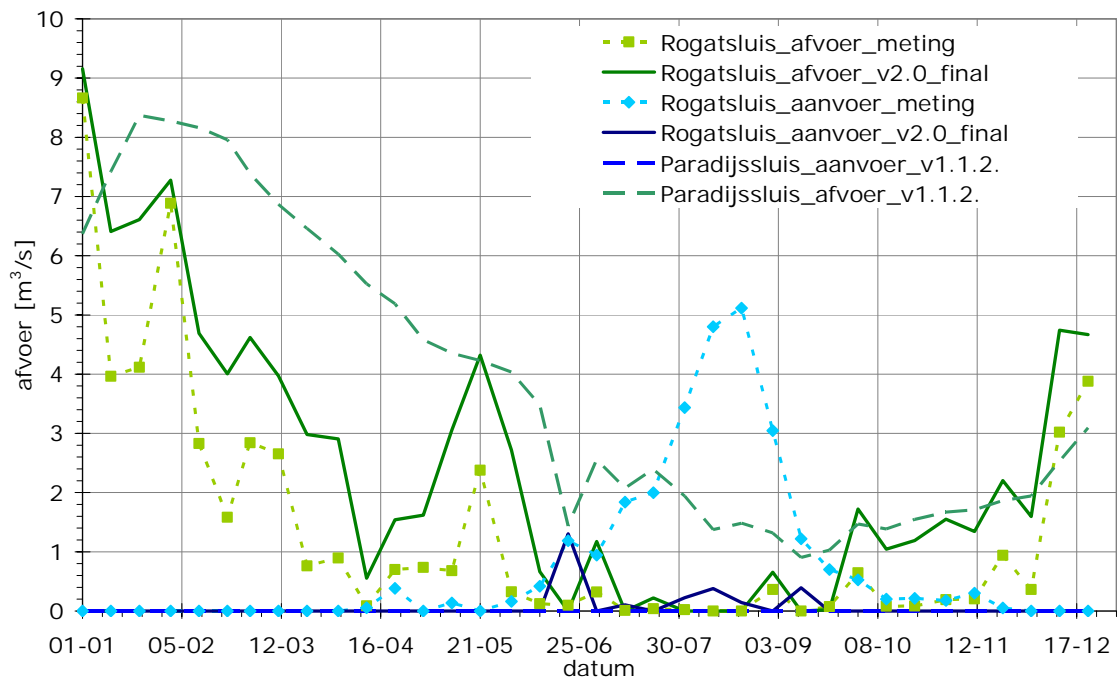


Figuur 7: Gemeten en gemodelleerde doorvoer naar Groningen (Gaarkeuken), 2003



Figuur 8: Gemeten en gemodelleerde af- en aanvoer, Paradijssluis (Drentse Hoofdvaart), 2003

De afvoer bij de Paradijssluis werd in oude NHI versies en in PAWN sterk overschat, omdat de districten in Drenthe te veel bovenstrooms van de Paradijssluis in de Drentse Hoofdvaart loosden, terwijl in de realiteit een flink deel pas benedenstrooms van die sluis in de Drentse Hoofdvaart komt. Verder vertoonde NHI v1.1.2. veel te weinig dynamiek en berekende voor 2003 geen wateraanvoerbehoefte. NHI v2.0 is duidelijk beter, en de aan- en afvoer via de Paradijssluis zit nu veel beter op de metingen. Wel blijkt dat de afvoer in vergelijking met de metingen nog altijd iets overschat wordt, en de aanvoer iets onderschat.

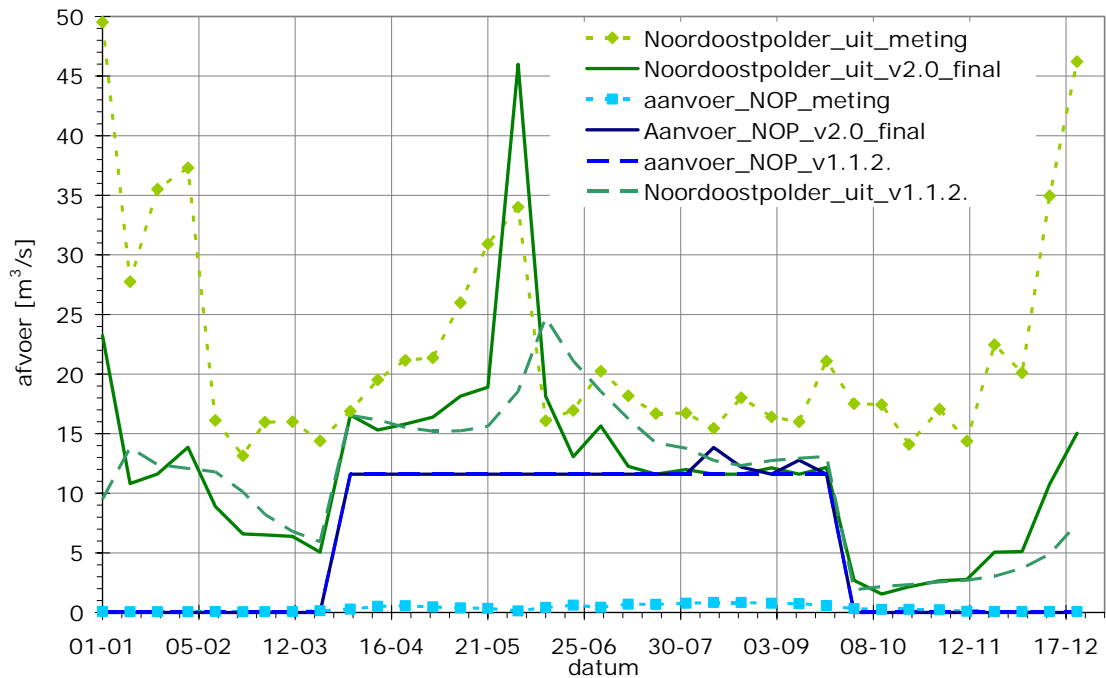


Figuur 9: Gemeten en gemodelleerde af- en aanvoer, Rogatsluis (Hoogeveensche Vaart), 2003

De Rogatsluis op de Hoogeveensche vaart laat hetzelfde beeld zien, een afvoer met goede dynamiek, duidelijk beter dan versie 1.1.2 maar iets hoger dan de metingen, en een te lage aanvoer. Door de complexiteit van het Drentse watersysteem is het niet eenvoudig het beheer van dit gehele watersysteem goed te vatten in het DM.

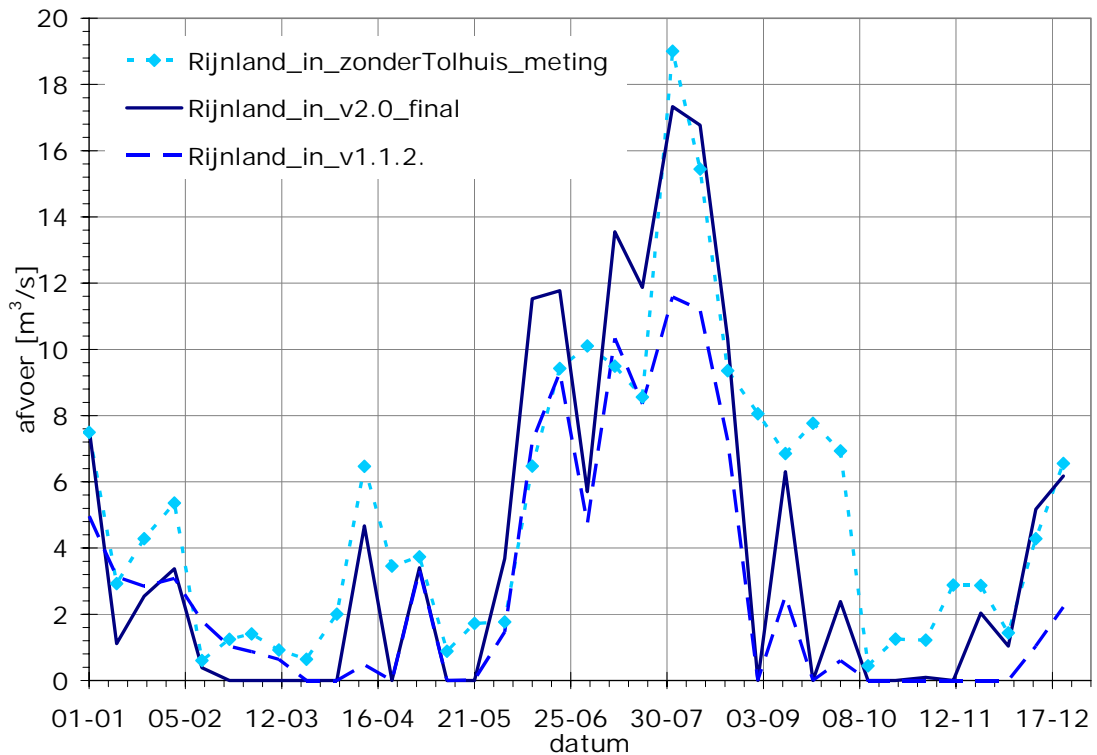
Voor het Twentekanaal wordt met het model een wateraanvoer in 2003 van enkele m³/s berekend. Uit metingen blijkt de aanvoer iets hoger te zijn geweest, omdat er vrij veel via de sluis Aadorp is doorgevoerd richting Overijssels kanaal en de Vecht, terwijl dit in de NHI berekening beperkt is tot orde 0.5 m³/s.

Met de regio Twentekanal en Vecht (en dit beïnvloedt ook de Rogatsluis) is nog contact gaande over bijstelling van verdeelsleutels en aanvoerroutes.



Figuur 10: Gemeten en gemodelleerde aanvoer en afvoer voor de NoordOostpolder, 2003

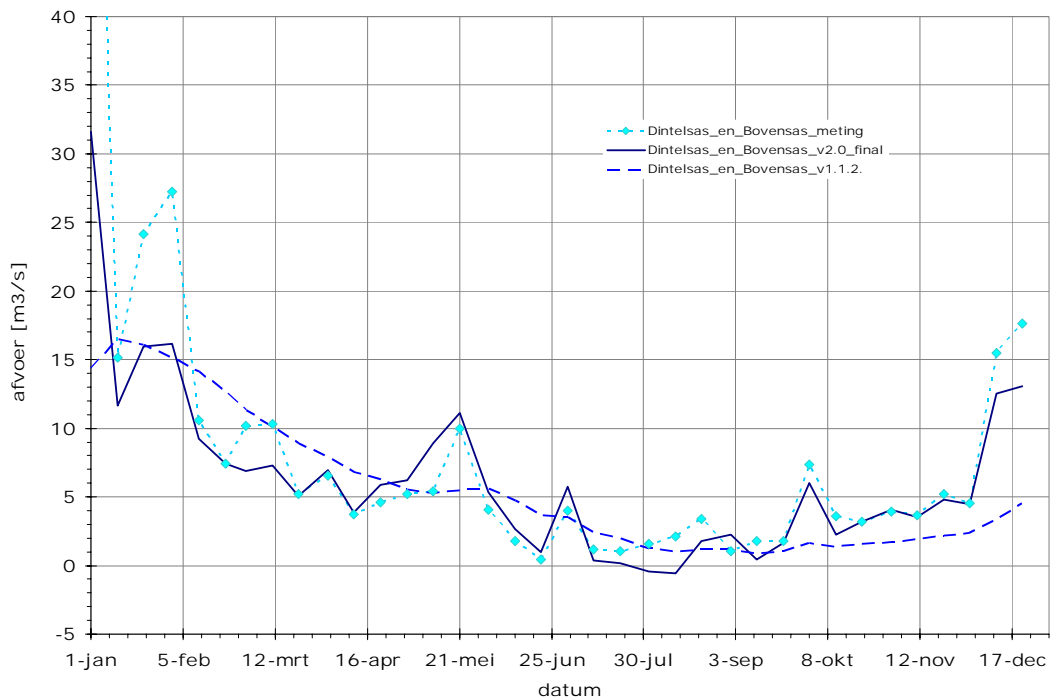
De NoordOostpolder, Wieringermeer, en de WestFriese polders in NoordHolland vertonen een onderling vergelijkbaar beeld. Uit eerder onderzoek (o.a. Nelen&Schuurmans, maart 2007) is bekend dat de inlaat in de NoordOostPolder en sommige andere lokaties niet correct bemeten is. De doorspoelbehoefte in de NHI invoer conform informatie van de waterschappen opgegeven. Echter, uit vergelijking met metingen blijkt voor deze polders dat er waarschijnlijk meer wordt doorgespoeld (al of niet jaarrond) dan nu in het model wordt opgegeven, of dat er meer afhankelijk van zoutconcentraties wordt doorgespoeld (dus meer doorspoeling in drogere zomers). Voor het eerste punt kan het model alleen verbeterd worden in overleg met de regionale beheerders, en voor het tweede punt als de doorspoelvraag afhankelijk van zoutconcentratie kan worden gemodelleerd.



Figuur 11: Gemeten en gemodelleerde aanvoer via Gouda en Bodegraven voor Rijnland, 2003

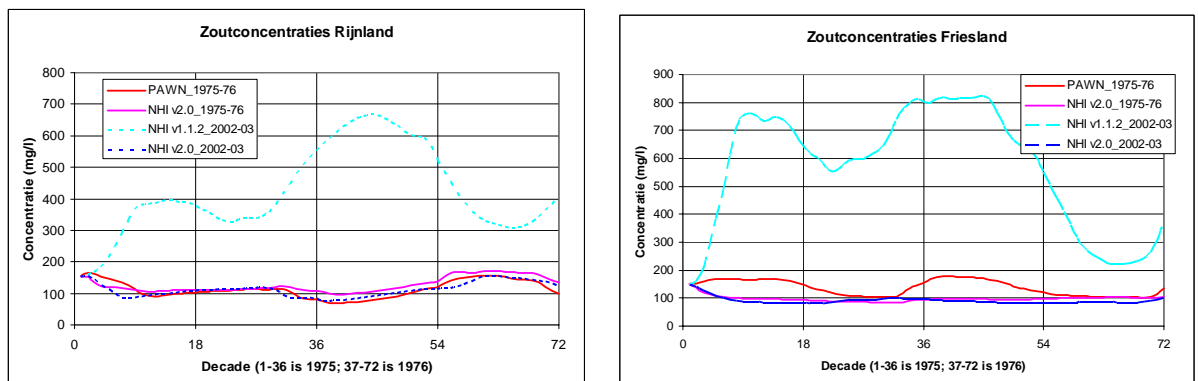
Voor Rijnland is in 2003 een speciaal beheer gevoerd, omdat de inlaat bij Gouda in verband met verzilting niet gebruikt is. In de praktijk heeft men in 2003 voor het eerst water via de Tolhuissluisroute aangevoerd. In het DM is deze route niet geïmplementeerd, omdat dit beheer niet geformaliseerd is. Daarom is in bovenstaande figuur de totale inlaat (via Gouda en via de KWA langs Bodegraven) exclusief de aanvoer via de Tolhuisroute vergeleken met de metingen. Uit de figuur blijkt dat de dynamiek van de aanvoer redelijk goed is, alleen in september is de aanvoer te laag. In de winter is er geen sprake van wateraanvoer, maar van afvoer van overtollig water vanuit het beheersgebied van HdSR via Bodegraven naar Rijnland.

De volgende figuur toont de totale aan- en afvoer in West-Brabant via Dintelsas en Bovensas gezamenlijk. NHI versie 2.0 reproduceert de dynamiek van de metingen goed, en fit beter dan NHI v1.1.2, dat veel te weinig dynamiek vertoont. In het model wordt in de zomer van 2003 een kleine aanvoer (vanuit Volkerak- Zoommeer) berekend, terwijl de metingen nog net een kleine afvoer laten zien.

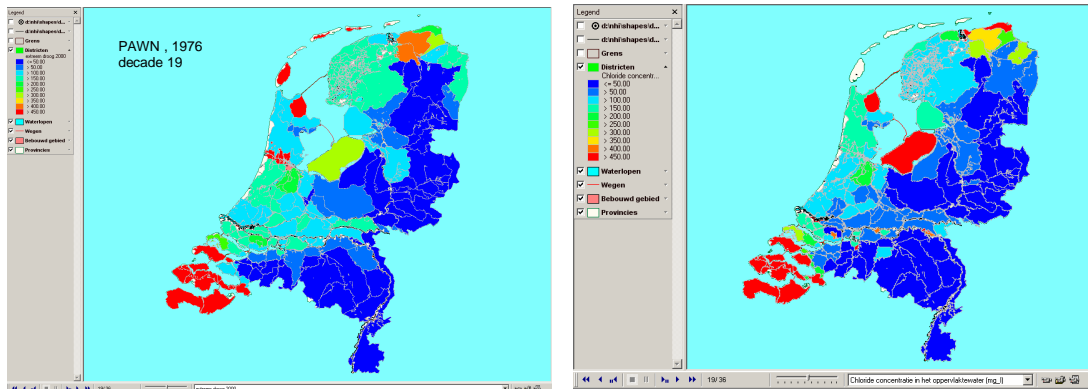


Figuur 12: Gemeten en gemodelleerde aanvoer(-) en afvoer(+) in 2003 in West-Brabant (Dintelsas + Bovensas)

NHI versie v1.1.2 berekende nog geen correcte zoutconcentraties. Inmiddels is de berekening van de zoutconcentraties in de onverzadigde zone toegevoegd in NHI versie v2.0. Uit figuur 13 blijkt dat nogmaals dat de oude NHI versie niet goed is. Voor de zoutconcentraties in de boezem van Rijnland ziet NHI v2.0 er plausibel uit in vergelijking met PAWN. Bij Friesland blijkt de fluctuatie van de zoutconcentratie op DM knoop Friesland een stuk minder dan in PAWN. Hier moet een vergelijking met metingen duidelijkheid geven.



Figuur 13: Zoutconcentraties Rijnland en Friesland, PAWN vs NHI



Figuur 14: Landsdekkend beeld van zoutconcentraties PAWN en NHI v2.0, decade 19 van 1976

Het landsdekkend beeld van zoutconcentraties oogt redelijk goed, maar er zijn nog wel een aantal vragen. Zo zijn er opvallend hoge zoutconcentraties in NHI v2.0 voor een paar kleine districten in het rivierengebied. Voor kritische inlaatlocaties in het benedenrivierengebied wordt echter toch gebruik gemaakt van zoutconcentraties berekend met Sobek. De waterverdeling in NHI (DM) wordt afhankelijk van deze zoutconcentraties geregeld via verschillende routes. Daarom is de waterverdeling in NHI wel goed, ondanks het feit dat de kwaliteit van de berekende zoutconcentraties nog niet helemaal duidelijk is.

Regionale balans IJsselmeer

In onderzoek uitgevoerd door Rijkswaterstaat RIZA en Royal Haskoning (de Haas et. al, 2007) voor de regio IJsselmeer zijn kentallen gegeven voor de wateraanvoerbehoefte voor verschillende waterschappen. Over de tabel was in redelijke mate overeenstemming met de waterbeheerders, en met enkele verbeteringen is de tabel vastgesteld in het droogteoverleg van mei 2009. Deze referentie resultaten zijn berekend met de voorloper van het NHI, het RWS PAWN-instrumentarium (Nagrom-Mozart-DM). Hoewel het ook modelresultaten zijn worden deze resultaten hier vergeleken met de resultaten van de verschillende NHI versies.

Waterschap / regio	REF. 2007 (combi droge jaren)	NHI	NHI	NHI	NHI
		v1.1.2 1976	v1.1.2 2003	v2.0 1976	v2.0 2003
Friesland	36.3	24.9	18.9	33.8	22.4
Noorderzijvest	6.7	6.4	5.9	12.2	9.3
Hunze & Aa's	15.2	10.4	8.8	16.8	12.1
Reest & Wieden	4.6	1.4	0.8	5.2	2.5
Zuiderzeeland	12.7	20.1	20.0	25.0	22.4
Groot-Salland	3.3	3.1	1.1	8.4	5.2
Waternet	13.5	13.6	12.4	18.4	16.9
Hollands Noorderkwartier	34.4	17.5	15.8	29.5	26.7
Veluwe	0.6	0.1	0.1	0.6	0.4
Vallei & Eem	0.4	1.2	1.2	1.4	1.3
Velt & Vecht	3.6	0.5	0.5	0.7	0.5
Totaal waterschappen	131.3	99.1	85.4	151.8	119.6
IJsselmeer, Markermeer, randmeren	114.4	76.2	66.9	76.2	66.9
Totaal	245.7	175.3	152.3	228.1	186.6

Tabel 1: Totale wateraanvoerbehoefte (m³/s; gemiddelde voor decade 16-24)

Belangrijker dan een vergelijking van het zomergemiddelde met een referentiegemiddelde op basis van berekeningen voor drie droge jaren is de vergelijking van de resultaten voor de decade met maximum vraag. Voor vrijwel alle waterschappen in het voorzieningsgebied van het IJsselmeer is dit decade 19 van 1976. In de volgende tabellen zijn de resultaten van de PAWN referentie, NHI versie 1.1.2 (juli 2009) en NHI versie 2.0 (maart 2010) weergegeven.

Waterschap	REF 2009	NHI 1.1.2	NHI 2.0.
	totaal	totaal	totaal
Friesland	52.1	34.5	45.8
Noorderzijvest	11.6	8.0	16.2
Hunze & Aa's	25.1	15.2	23.9
Reest & Wieden	7.1	2.5	7.6
Zuiderzeeland	24.0	20.8	28.9
Groot-Salland	6.1	5.4	11.3
Waternet	16.5	17.5	24.6
Hollands Noorderkwartier	47.4	24.0	39.8
Veluwe	2.2	0.1	1.0
Vallei & Eem	0.6	1.5	2.2
Velt & Vecht	5.0	0.8	1.1
Totaal waterschappen	197.8	130.3	202.5
IJsselmeer, Markermeer, randmeren	188.9	203.1	203.1
Totaal	386.7	333.4	405.6

Tabel 2: Vergelijking van totale maximum watervraag (referentie vs. NHI; alle data in m³/s)

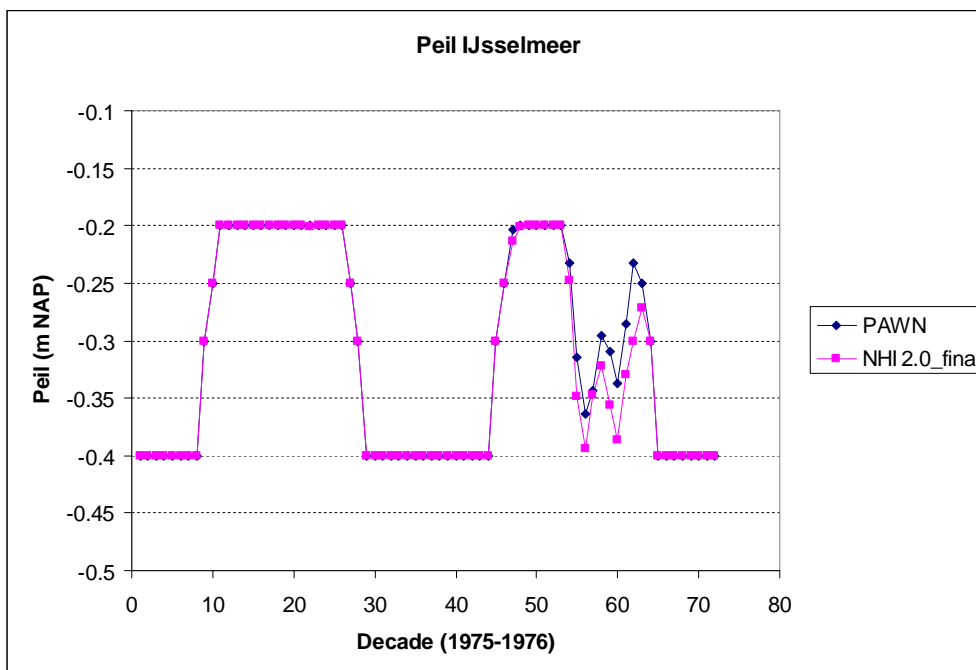
Kijkend naar de maximum watervraag voor het totaal van de waterschappen (dus *exclusief* het IJsselmeergebied open wateroppervlak in DM) is NHI versie 2.0 de totale watervraag goed vergelijkbaar met de referentie (minder dan 5% verschil), maar de regionale watervraag kan in enkele gevallen wel verschillen.

Waterschap	Peilbeheer		Berekening		Doorspoeling		Overige onttrekkingen	
	REF	NHI	REF	NHI	REF	NHI	REF	NHI
	2009	1.1.2	2009	1.1.2	2009	1.1.2	2009	1.1.2
Friesland	25.4	21.9	9.5	0.6	17.2	12.0	0.0	0.0
Noorderzijvest	5.7	2.8	3.1	0.1	2.8	4.1	0.0	0.9
Hunze & Aa's	13.1	8.9	6.1	0.9	4.4	3.1	1.6	2.3
Reest & Wieden	4.5	1.6	1.7	0.4	0.9	0.5	0.0	0.0
Zuiderzeeland	1	0	11.4	1.4	11.6	19.4	0.0	0.0
Groot-Salland	4.2	4.9	1.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Waternet	5.5	9.1	0.8	0.2	10.2	5.4	0.0	2.9
HHNK	15.3	10.4	11.6	2.8	16.5	9.8	4.0	0.9
Veluwe	2.1	0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Vallei & Eem	0.3	0.6	0.1	0.0	0.2	0.8	0.0	0.0
Velt & Vecht	1.2	0.3	1.2	0.5	1.1	0.0	1.5	0.0
Totaal waterschappen	78.3	60.5	47.5	7.5	64.9	55.1	7.1	7.0
IJsselmeergebied	138.9	151.6	0.0	0.0	40	37.5	10.0	14.0
Totaal	217.2	212.1	47.5	7.5	104.9	92.6	17.1	21.0

Waterschap	Peilbeheer		Berekening		Doorspoeling		Overige onttrekkingen	
	REF		REF		REF		REF	
	2009	NHI 2.0	2009	NHI 2.0	2009	NHI 2.0	REF	2009 NHI 2.0
Friesland	25.4	35.6	9.5	3.8	17.2	6.4	0.0	0.0
Noorderzijvest	5.7	9.7	3.1	1.5	2.8	4.1	0.0	0.9
Hunze & Aa's	13.1	15.1	6.1	3.4	4.4	3.1	1.6	2.3
Reest & Wieden	4.5	6.2	1.7	0.9	0.9	0.5	0.0	0.0
Zuiderzeeland	1	2.9	11.4	6.6	11.6	19.4	0.0	0.0
Groot-Salland	4.2	10.0	1.9	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Waternet	5.5	15.4	0.8	0.8	10.2	5.4	0.0	2.9
HHNK	15.3	18.8	11.6	10.3	16.5	9.8	4.0	0.9
Veluwe	2.1	0.7	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Vallei & Eem	0.3	1.4	0.1	0.0	0.2	0.8	0.0	0.0
Velt & Vecht	1.2	0.3	1.2	0.8	1.1	0.0	1.5	0.0
Totaal waterschappen	78.3	116.2	47.5	29.7	64.9	49.6	7.1	7.0
IJsselmeergebied	138.9	151.6	0.0	0.0	40	37.5	10.0	14.0
Totaal	217.2	267.8	47.5	29.7	104.9	87.1	17.1	21.0

Tabel 3: Maximum watervraag PAWN referentie vs. NHI (data in m³/s; decade 19, 1976), uitgesplitst per hoofdcategorie waterverbruik

Voor het IJsselmeerpeil zijn het met PAWN en NHI berekende verloop qua dynamiek vergelijkbaar, maar zakt het peil volgens NHI iets verder uit.



Figuur 15: Berekend IJsselmeerpeil PAWN en NHI 2.0 voor de periode 1975-1976

Voor 2003 zakt het peil volgens NHI ongeveer 6 cm onder streefpeil. Meetgegevens uit een rapport van de provincie Overijssel over de droogte van 2003 laten zien dat het IJsselmeerpeil van begin augustus tot begin september orde 6 cm gezakt is: van ongeveer -0.17 m NAP, (dus boven streefpeil !!), naar -0.23 m NAP. Voor welke lokatie het peil gemeten is (of dat het een

peilgemiddelde van meerdere lokaties betreft) is niet duidelijk uit het rapport. Maar wel is de door NHI berekende peildaling dus zeer goed in overeenstemming met deze metingen.

Enkele kanttekeningen bij en conclusies uit de tabellen:

- Voor het IJsselmeer, Markermeer en randmeren is bij de peilbeheervraag van de meren de netto verdampingsvraag weergegeven. Voor NHI v1.1.2 was dit in de DM uitvoer nog niet het geval, maar deze resultaten zijn bewerkt voor de tabellen zodat e.e.a. vergelijkbaar is. Verschillen tussen PAWN en NHI komen door het verschil in het gebruik van 15 weerstations in PAWN vs. 33 meteostations in NHI.
- Uit tabel 1: voor de totale vraag voor het waterschapsgebied berekent NHI 2.0. een duidelijk grotere vraag dan NHI 1.1.2, en is daarmee een stuk plausibeler dan versie NHI 1.1.2. De watervraag voor 1976 moet nl. hoger zijn dan het referentie gemiddelde over 1959, 1976 en 1996. Voor NHI 1.1.2 was dit niet zo, voor NHI 2.0 wel.
- Uit tabel 2: de berekende totale maximale watervraag van de waterschappen rond het IJsselmeergebied is voor NHI 2.0 iets hoger (2.5%) dan de PAWN-referentie, maar goed vergelijkbaar met deze geaccepteerde referentie. De hogere watervraag is ook zichtbaar in de berekende IJsselmeerpeilen voor 1976. De trends in NHI en PAWN zijn vergelijkbaar, alleen NHI zakt bijna 5 cm verder uit dan PAWN. De peildaling van het IJsselmeer die NHI voor 2003 berekent klopt goed met meetgegevens uit een rapport van de provincie Overijssel.
- Uit tabel 3: de opbouw van de maximale watervraag is wel anders: in NHI 2.0 is de peilbeheervraag in het algemeen fors hoger dan volgens de PAWN referentie, de beregeningsvraag is lager dan de PAWN referentie (maar wel duidelijk hoger dan in NHI 1.1.2). De doorspoelvraag is in NHI 2.0 iets lager, omdat die na vergelijking met metingen uit 2003 in de HKV-studie Noord-Nederland naar beneden is bijgesteld. De overige onttrekkingen in het IJsselmeergebied zijn in NHI 1.1.2. en NHI 2.0 gelijk, en goed vergelijkbaar met de PAWN referentiedata. Bij de overige onttrekkingen zijn de in DM opgedrukte wegzijging voor het IJsselmeergebied nog niet meegenomen, maar dit geldt voor alle sommen.

Conclusies

NHI versie 2.0 is door een intensieve verbeterslag met de regio, het nieuw opbouwen van een 7-lagen model voor de ondergrond, een nieuwere MetaSwap versie (Simgro 7) en verbeteringen voor de oppervlaktewatermodellen Mozart en DM compleet vernieuwd ten opzichte van de vorige versies. De resultaten van NHI versie 2.0. zijn na deze nieuwbouw en verbeterslag qua HG3, LG3, algemene grondwaterstandsdynamiek, waterbalans en statistiek vergeleken met metingen, en geconcludeerd is dat de resultaten van NHI versie 2.0 duidelijk beter zijn dan de vorige NHI versies, al blijft de grondwaterstandsdynamiek nog wel achter bij de metingen.

De met het NHI berekende resulterende afvoer van en gewenste aanvoer naar regionale watersystemen is vergeleken met diverse metingen voor lokaties verspreid over het hele land (Friesland, Groningen, Drenthe, Twente, NoordOostpolder, polders in NoordHolland, Rijnland, en WestBrabant). De conclusie is dat NHI de dynamiek van de aan- en afvoeren redelijk goed reproduceert.

Voor het voorzieningsgebied IJsselmeer is de waterbalans opgesteld en deze is (bij gebrek aan metingen) vergeleken met PAWN modelberekeningen. Het blijkt dat de totale maximale watervraag die met NHI wordt berekend (op basis van decade 19 uit 1976) gemiddeld over het IJsselmeergebied goed vergelijkbaar is met referentiegetallen van PAWN, wel zijn regionaal behoorlijke verschillen mogelijk. Hierbij moet ook opgemerkt worden dat PAWN-resultaten ook niet altijd de metingen goed reproduceren.

De met NHI berekende uitzakking van het IJsselmeer in de droge zomer van 2003 klopt goed met de metingen, en de berekeningen voor 1976 laten een iets verder uitzakken van het peil zien dan eerdere PAWN berekeningen.

Concluderend is de huidige NHI modelversie 2.0 een sterke verbetering ten opzichte van de versie 1.1.2. Ten opzichte van het PAWN instrumentarium is het NHI versie 2.0 conceptueel een duidelijke verbetering, gegeven de volledige niet-stationariteit van het systeem, de fijnere modelschaal en de verbeterde fysische parametrisatie. NHI versie 2.0 is landsdekkend op grondwater dynamiek beoordeeld en op over het hele land verdeelde meetpunten in het oppervlakte water. Dit is een belangrijke verbetering ten opzichte van PAWN.

Het model is goed in staat de optredende dynamiek in relevante (droogte-) parameters te berekenen. De huidige modelversie biedt dan ook een goed vertrekpunt voor verkennende berekeningen in het kader van het Deltaprogramma - Zoetwatervoorziening; voor landelijke analyses wordt de watervraag en wateraanbod redelijk goed beschreven. Wel moet er rekening mee worden gehouden dat regionaal (soms flinke) afwijkingen ten opzichte van metingen kunnen voorkomen. In de volgende fase zal verdere verbetering onder andere tot stand kunnen komen in nauwe samenwerking met regionale waterbeheerders en door volwaardige modelcalibratie. Pas daarna kunnen ook zinvolle uitspraken over onzekerheidsmarges van de NHI resultaten gedaan worden.

De activiteiten voor NHI versie 2.0 waren alleen gericht op het model geschikt en plausibel maken voor droogte-analyse. Voor andere toepassingen zoals input voor waterkwaliteits- en natuurstudies moeten nog gerichte activiteiten worden gepland en uitgevoerd.

Referenties

Goorden N., Hakvoort H. en J. van de Braak, december 2009. *Rapportage NHI Pilot Rivierland*. STOWA en NHI rapport.

de Haas, S., A. Niemeijer en T. Kroon, 2007. *Wateraanvoerbehoefte IJsselmeergebied, kwantitatieve onderbouwing van droogte rond het IJsselmeer*. Haskoning en Rijkswaterstaat RIZA rapport en aanvullende inzichten op de tabel, mei 2009.

Hunink J, Taminiau N. en J.R. Delsman, december 2009. *Rapportage NHI pilot Peel en Maasvallei*. STOWA en NHI rapport.

NHI team, maart 2010. *Achtergrond document NHI versie 2.0*.

Groot S, Versteeg R en D Klopstra, oktober 2009. *Regionale droogtestudie Noord Nederland fase 1, deelrapport validatie NHI (concept)*. HKV rapport PR10709.10

Delsman, J., G.F. Prinsen, R. Vernimmen en J. Hunink, augustus 2009. *Release notes NHI v1.1.2*.