



Onderzoek naar de grondwaterstandsdynamiek In NHI v2.1

HOOFDRAPPORT

Jan van Bakel

Rien Pastoors

Harry Massop

Joachim Hunink

Jacco Hoogewoud

Toine Vergroesen



INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Probleemstelling en doelstelling	3
1.3	Werkwijze.....	3
2	Hypotheses en analyses van oorzaken	4
3	Resultaat van de analyses	7
4	Conclusies en aanbevelingen	9
4.1	Conclusies	9
4.2	Aanbevelingen	10



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op 1 november 2010 is NHI versie 2.1 opgeleverd. In de rapportage is aangegeven dat de grondwaterstanden onvoldoende aansluiten bij de grondwaterstandsmetingen. Naast significante afwijkingen in het absolute niveau (GLG en GHG) vertonen de gesimuleerde grondwaterstanden in voor zoetwateraanvoer relevante gebieden te weinig dynamiek, mede volgens de regionale analyses die in 2010 door STOWA zijn gehouden (STOWA rapport 2011-06). Om dit nader te onderzoeken is door de NHI projectgroep een *Task Force Grondwaterstandsdynamiek* opgericht met specialisten van binnen en buiten NHI die als taak heeft om de grondwaterstandsdynamiek in NHI te analyseren en waar nodig en mogelijk voorstellen tot verbetering te doen.

1.2 Probleemstelling en doelstelling

In de STOWA analyses en de NHI rapportage (NHI 2.1) is geconstateerd dat in relevante gebieden de berekende GHG en GLG onvoldoende aansluiten bij de metingen de gesimuleerde grondwaterstanden te weinig dynamiek vertonen.

Doel van de *Task force dynamiek* is geweest om te onderzoeken waar deze problemen optreden, wat de mogelijke oorzaken daarvan kunnen zijn en om aan te geven hoe in deze gebieden NHI verbeterd kan worden.

1.3 Werkwijze

In de eerste bijeenkomsten van de *Task Force* is een groot aantal mogelijk relevante oorzaken voor de geringe grondwaterstandsdynamiek geformuleerd. Deze mogelijke oorzaken zijn niet overal in Nederland even relevant. Daarom is besloten in vier hydrologisch verschillende deelgebieden een deel van deze mogelijk relevante oorzaken te testen via een wijziging van de invoerparameters van het NHI. De vier deelgebieden zijn geselecteerd op basis van relevantie en beschikbare (model)kennis.

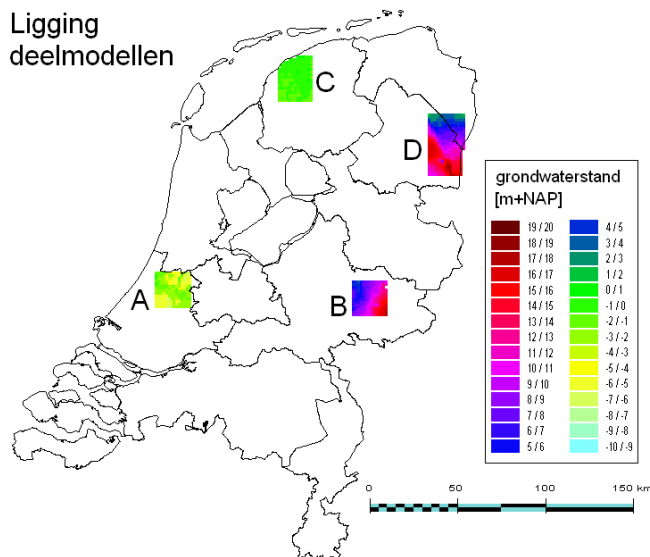
Op basis van de vergelijking met metingen en met de verandering ten opzichte van de simulatieresultaten van NHI v2.1 is per gebied beoordeeld of de geselecteerde oorzaak inderdaad relevant is voor het probleem. Op basis van de inzichten verkregen in de deelgebieden zijn potentiële verbeteringen geselecteerd. Na implementatie en beoordeling van een deel daarvan zijn enkele verbeteringen in NHI2.2 (oplevering 1 november 2011) geïmplementeerd. De volledige lijst aanbevelingen wordt in het kader van de verbeteringen in NHI3.0 meegenomen.

Dit rapport geeft een samenvatting van de bevindingen van de vier deelonderzoeken. De analyses die in de vier deelgebieden naar de grondwaterstandsdynamiek zijn uitgevoerd, zijn opgenomen in de bijlagen van dit rapport.

2 Hypotheses en analyses van oorzaken

Door de geohydrologische specialisten binnen het NHI projectteam, aangevuld met Jan van Bakel (Bakelse stroom) en Joost Heijkers (HDSR) zijn hypotheses geïnventariseerd voor de oorzaken van te weinig dynamiek. De oorzaken worden gezocht in alle systemen van het NHI, dus zowel oppervlaktewater systeem, als het onverzadigde of het verzadigde grondwatersysteem. Voor de hydrologisch verschillende gebieden in Nederland is nagegaan wat daar mogelijke oorzaken kunnen zijn. Alle min of meer realistische hypothesen zijn daarin opgenomen.

De hypothesen zijn niet overal in Nederland even relevant. Daarom is besloten in vier hydrologisch verschillende deelgebieden een deel van deze mogelijk relevante hypothesen te testen via een wijziging van de invoerparameters van het NHI. De vier deelgebieden zijn geselecteerd op basis van relevantie en beschikbare (model)kennis.



Figuur 1 Ligging deelgebieden

De vier deelgebieden zijn (zie **Error! Reference source not found.**):

- Polders en diepe droogmakerijen in veenweide gebied in Zuid Holland.
- Vrij afwaterend zand gebied in de Achterhoek.
- Ondiepe polders in kleigebied in Noordwest Friesland.
- Vrij afwaterend zandgebied / peil beheerst veenkoloniaal gebied in Oost Drenthe.

Tabel 1 geeft een overzicht van de hypothesen die zijn geanalyseerd in de vier deelmodellen. De laatste kolom in deze tabel geeft voor iedere oorzaak aan in welke deelmodellen deze onderzocht is. De mogelijke oorzaken zijn enigszins geclusterd naar de aard van de onderzochte oorzaak. De nummering in de eerste kolom duidt op die clustering.



Tabel 1 Hypothesen voor oorzaken van te laag berekende grondwaterstandsdynamiek

Nr	Hypothese	Toetsgebied
1	Door de elastische bergingscoëfficiënt te verlagen neemt de dynamiek toe.	A, B, C, D
2a	De infiltratiefactor in poldergebieden is te hoog. In wateraanvoergebieden (gehandhaafde peilen zijn hoger dan slootbodern) zal de infiltratie van water nagenoeg even makkelijk gaan als de drainage.	A, D
2b	Verhoging van de infiltratieweerstand geeft minder grondwateraanvulling en daardoor diepere uitzakking van de grondwaterstand en dus meer dynamiek.	B
2c	Het achterblijven of voorlopen op de uitzakking wordt veroorzaakt door het niet goed schematiseren van de wateraanvoergebieden.	C
2d	Het achterblijven van de dynamiek van de freatische grondwaterstand kan worden verklaard door te lage weerstanden van het topsysteem (oppervlaktewater en buisdrainage).	C
3a	De weerstand van het drainagegedeelstelsel buisdrainage is te laag.	D
3b	De lekweerstanden zijn te laag. Dit wordt veroorzaakt door te lage c1- en c2- waarden.	D
3c	De conductance (celoppervlak gedeeld door de lekweerstand) is een belangrijke parameter voor de grootte van de drainageflux. Door deze te variëren is te zien hoe het model op de lekweerstand reageert.	B
3d	Door de waarde van de slechtdoorlatende laag te variëren is de grondwaterstroming naar de diepere watervoerende pakketten te beïnvloeden. Dit leidt tot beïnvloeding van de GxG.	B
3e	De afwijkingen van de berekende freatische grondwaterstand wordt veroorzaakt door invoerfouten in de schematisatie van het topsysteem (peilen en intreeweerstand). Er kan een verbetering worden behaald bij gebruik van opgeschaalde informatie uit het regionale grondwatermodellen (bv. Mipwa).	C
4a	De regionale interactie, oftewel de horizontale stromingsweerstand, via de watervoerende pakketten is te geringe en daardoor is de fluctuatie van de grondwaterstand te gering.	B
4b	De regionale interactie, oftewel de horizontale stromingsweerstand, via de watervoerende pakketten is te geringe en daardoor is de fluctuatie van de grondwaterstand te gering.	B
4c	De afwijkingen van de berekende freatische grondwaterstanden worden niet veroorzaakt door de diepe ondergrond.	C
5a	Het peilbeheer is tegengesteld gericht aan het natuurlijk verloop van de grondwaterstand (winterpeil laag, zomerpeil hoog), door het zomerpeil/bodemhoogte te verlagen zal de fluctuatie toenemen.	B
5b	Het verschil tussen zomer- en winterpeil is te hoog.	D
5c	Het achterblijven of voorlopen van de dynamiek van de freatische grondwaterstand wordt veroorzaakt door het verschil in drooglegging tussen de meting en de berekening.	C
6a	Op de overgang van wortelzone naar ondergrond zit een zeer grote sprong in de dynamiek. Dit wordt veroorzaakt door een sterke overgang in bergingscoëfficiënt tussen wortelzone en ondergrond. Dat kan te maken hebben met sterke verschillen in bodemtype tussen wortelzone en ondergrond.	A



6b	De bodemfysische eigenschappen zijn de oorzaak.	D
6c	Het achterblijven van de dynamiek van de grondwaterstand wordt veroorzaakt door een verkeerde berekening van de bergingscoëfficiënt.	C
6d	Toename van de capillaire nalevering leidt tot diepere grondwaterstanden en daarmee tot meer dynamiek, het omgekeerde geldt ook.	B
6e	Het achterblijven of voorlopen van de dynamiek van de freatische grondwaterstand wordt veroorzaakt door het niet volledig meenemen van alle modelconcepten in de modellering van de onverzadigde zone.	C
7	De berekende grondwaterstandsdynamiek in stedelijk gebied is veel te klein. Dat wordt veroorzaakt door de gekozen benadering dat een cel uit 0 of 100 % stedelijk gebied bestaat, en dat binnen een stedelijk gebied geen uitwisseling tussen MetaSwap en ModFlow plaatsvindt.	A
8	Er zitten grote sprongen in de fluxen die van MetaSwap naar ModFlow worden doorgegeven. Dat beïnvloedt de "stabiliteit" van de oplossing, en dus de dynamiek van de grondwaterstand. Dit wordt veroorzaakt door het onvoldoende uit-itereren van de koppeling tussen ModFlow en MetaSwap.	A
9	De afwijkingen van de berekende freatische grondwaterstand kan verklaard worden door het schaalprobleem als gevolg van de vergelijking van een puntwaarneming met een 250x250 gridcel.	C

De analyse in de deelgebieden is binnen korte tijd en parallel aan elkaar uitgevoerd telkens door twee specialisten. De onderzochte hypothesen verschillen per gebied evenals de accenten van het onderzoek. Daardoor is de aanpak in de vier gebieden niet exact gelijk. Op basis van de vergelijking met metingen en met de verandering ten opzichte van de simulatieresultaten van NHI v2.1 is per gebied beoordeeld of, en zo ja de geselecteerde oorzaak inderdaad relevant is voor het probleem. Binnen de projectgroep zijn de belangrijkste conclusies tussentijds met elkaar gedeeld en is de onderbouwing kritisch bediscussieerd. Van elk deelgebied is een rapportage opgesteld, waarin ook duidelijke verschillen zichtbaar zijn.



3 Resultaat van de analyses

De mogelijke hypothesen uit Tabel 1 zijn geanalyseerd in een of meerdere deelgebieden. Hieronder wordt de samenvatting van de resultaten weergegeven. De volledige resultaten zijn beschreven in de vier bijlagen van dit rapport.

1. Verlaging van de elastische bergingscoëfficiënt leidt, vooral in vrij afwaterende freatische gebieden, tot meer dynamiek in de grondwaterstand. In peilbeheerste gebieden met een dikke deklaag is er niet of nauwelijks sprake van toename van de dynamiek. Verlaging van de elastische bergingscoëfficiënt van 0.01 naar 0.001 levert relevante toename van de dynamiek. Verdere verlaging (naar 0.0001) levert nauwelijks meer dynamiek.
2. In overwegend infiltrerende gebieden met slootstelsels waar wateraanvoer mogelijk is, berekent NHI versie 2.1 meestal een te hoge dynamiek. In droge perioden zakt de grondwaterstand in het model in deze gebieden veel verder uit dan uit metingen blijkt. Voor deze gebieden leidt gelijkstelling van infiltratieweerstand aan drainageweerstand tot een kleinere, meer reële dynamiek. In andere gebieden zoals lage poldergebieden kan deze aanpassing verkeerd uitpakken. Dit is in belangrijke mate bepalend voor een correcte waterbalans. Het juist definiëren van wateraanvoergebieden is hiervoor essentieel.
3. De weerstanden tegen stroming van grondwater naar de verschillende drainagestelsels beïnvloeden de dynamiek van de grondwaterstand. Datzelfde geldt voor de weerstanden tegen stroming van en naar onderliggende watervoerende pakketten. Verhoging van deze weerstanden leidt meestal tot meer dynamiek. Uit de analyse blijkt dat het effect voor wat betreft de buisdrainage gering is. Verder blijkt het gebruik van opgeschaalde informatie uit het regionale model Mipwa geen structurele verbetering geeft.
4. Verandering van de doorlaatvermogens van alle watervoerende pakketten heeft nauwelijks effect op de dynamiek van de grondwaterstand.
5. Variatie in zomer- en winterpeilen beïnvloedt de dynamiek van de grondwaterstand. Stuwpeilen en polderpeilen zijn meestal goed bekend. Waterpeilen van drainage systemen, waar geen of beperkt wateraanvoer mogelijk is, kunnen in de zomer uitzakken tot ruim beneden het stuwpeil. Dan wordt de lager gelegen slootbodem bepalend voor het drainageniveau. Dat betekent dat het grondwater al op een lager peil gedraineerd wordt dan het stuwpeil. Dit zal vooral in vrij afwaterend gebied tot een groter verschil in grondwaterstand tussen zomer en winter leiden. Verschillen in drooglegging tussen meting en berekening lijken niet van invloed op de dynamiek.
6. De manier van schematiseren van de onverzadigde zone en de bodemfysische eigenschappen daarvan heeft grote invloed op de dynamiek van de grondwaterstand. Dit geldt vooral voor kleigebieden, en niet of nauwelijks voor zandgebieden.
7. In stedelijk gebied is NHI als dichte bodem geschematiseerd en vindt in het model geen of nauwelijks uitwisseling plaats tussen onverzadigde en verzadigde zone. Dit leidt tot nagenoeg geen dynamiek in de grondwaterstand. Opdeling van stedelijk gebied in verhard en onverhard gebied levert veel meer dynamiek.
8. Het langer laten itereren van de koppeling onverzadigd – verzadigd grondwater en het verscherpen van de afbreekcriteria van deze iteratie heeft geen invloed op de dynamiek van de grondwaterstand. De flux en de grondwaterstanden zijn in beide modellen voldoende aan elkaar gelijk in de periode waarin de dynamiek (uitzakking grondwaterstand) belangrijk is.

Datum
24-1-2012

Pagina
8/10



9. Verschillen in dynamiek tussen berekende en gemeten waarden kunnen deels verklaard worden door het schaalverschil tussen de grootte van de rekencel (250 x 250 m) en de puntwaarneming(en) binnen die cel. Daarvan bepaalt de afstand van de meting tot de waterloop voor een belangrijk deel de afwijking tot de celwaarde die de gebiedsgemiddelde grondwaterstand representeert.



4 Conclusies en aanbevelingen

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van de belangrijkste conclusies en aanbevelingen uit de vier toetsgebieden. Voor NHI3.0 (2012) worden alle aanbevelingen meegenomen en wordt definitief besloten welke aanbevelingen worden geïmplementeerd nadat de impact daarvan voldoende is getest en getoetst.

Algemeen kan worden gesteld dat het NHI niet per definitie te weinig dynamiek in de grondwaterstand berekent. In gebieden waar te veel dynamiek berekend wordt, is vaak ook sprake van een onderschatting van de wateraanvoerbehoefte.

4.1 Conclusies

1. Voor gebieden met weinig of geen slecht doorlatende lagen in de ondergrond geeft de verlaging van de elastische bergingscoëfficiënt van 0,01 naar 0,001 een vergroting van de dynamiek van de grondwaterstand, en is in overeenstemming met *common practice*. Andere generieke maatregelen geven niet altijd het gewenste resultaat in delen van het modelgebied. Het draait toch weer steeds uit op maatwerk.
2. In gebieden met een combinatie van polders, diepe droogmakerijen en hogere stroomruggen berekent het NHI te veel dynamiek in de polders en te weinig dynamiek in de overige gebieden. Uit peilbuiswaarnemingen blijkt dat het te veel aan dynamiek in de polders wordt veroorzaakt door te ver uitzakkende grondwaterstanden in de zomerperiode. Dit impliceert een te laag berekende wateraanvoer. Dit kan worden verbeterd door de freatische lekweerstand van de infiltrerende en drainerende systemen gelijk te stellen. Door verder optimaliseren van de freatische lekweerstand kan de dynamiek in het model worden verbeterd.
3. In wateraanvoergebieden wordt het uitzakken van de grondwaterstanden sterk bepaald door de mogelijkheden voor de wateraanvoer. Door het aanpassen van de wateraanvoermogelijkheid is het mogelijk om de uitzakking van de grondwaterstanden in de zomer beter te berekenen. De wateraanvoer situatie kan per jaar verschillen. Dit is bepalend voor een juiste berekening van de grondwaterstand in de zomer. [Situatieafhankelijke (mate van droogte) wateraanvoer is nog niet in NHI opgenomen. Dit is ook niet eenvoudig en eenduidig. De werkelijkheid van de ad hoc sturing tijdens extreme droogte verandert ook in de tijd, door economische, technische en maatschappelijke ontwikkelingen.] De mogelijkheid tot wateraanvoer beïnvloedt de lage grondwaterstanden. De hoge grondwaterstanden en de GHG worden niet bepaald door de wateraanvoermogelijkheid.
4. Het model is in het testgebied in de Achterhoek vooral gevoelig voor verlaging van het peil van het drainagesysteem. Voor grote delen van het gebied is in NHI het peil in de winterperiode gelijk aan de zomerperiode. Ondanks dat er weinig of geen infiltratie plaatsvindt vanuit het drainagesysteem lijkt in delen van het gebied een ander peil in de zomerperiode grondwaterstanden op te leveren die beter passen bij tijdreeksen van waarnemingsputten. De verklaring hiervan zal in overleg met de regio nader worden uitgezocht.
5. In sommige /klei? gebieden met diepe grondwaterstanden wordt de korte termijn dynamiek en de responstijd als gevolg van neerslag bij lage grondwaterstanden niet goed berekend omdat de grondwateraanvulling bij diepe grondwaterstanden te traag is. Dit wordt veroorzaakt door het niet meenemen van processen als preferente stroming in de onverzadigde zone.
6. Het verschil in dynamiek tussen de berekende en gemeten grondwaterstand kan niet worden verklaard door een verschil in drooglegging tussen het model en de meting.



7. Het bodemtype heeft invloed op de freatische bergingscoëfficiënt en het uitzakkingpatroon en korte termijn dynamiek. Een ander bodemtype zou op enkele locaties betere resultaten wat betreft korte en lange termijn dynamiek geven.
8. De bodemfysische eigenschappen hebben een grote invloed op de grondwaterstandsdynamiek maar deze kennis kan niet worden omgezet in gedragen aanpassingen van de bodemfysische eigenschappen.
9. In het testmodel voor de Veenkoloniën hebben de freatische lekweerstanden grote invloed op de grondwaterstandsdynamiek. Voor de Veenkoloniën is er aanleiding ze te vergroten maar daaruit is niet direct de conclusie te trekken dat dit overal geldt.

4.2 Aanbevelingen

1. In cellen voor stedelijk gebied moet de grondwateraanvulling worden gebaseerd op de grondwateraanvulling in het groene deel van de cel.
2. In laag Nederland moet de slootbodempweerstand in infiltratietoestand gelijk worden genomen aan die in drainagestoestand.
3. Het verdient aanbeveling om de schematisering van de wateraanvoer gebieden te verbeteren.
4. Omdat ook in wateraanvoergebieden niet elke sloot kan infiltreren, moet er na de inventarisatie voor wateraanvoergebieden een algemene filter worden ontwikkeld waarmee de alleen drainerende sloten kunnen worden geselecteerd
5. De grootte van de interne flux (BDGCAP) tussen MODFLOW en MetaSWAP klopt in poldergebieden niet altijd met verwachte werkelijke fluxen. Daarvoor dient een nadere verklaring te worden gegeven.
6. De basisdata voor stuw- en slootbodempeilen, locatie en hoogteligging van buisdrainage is essentieel voor het modelgedrag en dient zover mogelijk te worden verbeterd.
7. Het verdient aanbeveling om een methode te ontwikkelen die een correcte vergelijking tussen een de berekende stijghoogte in een modelcel en een puntwaarneming mogelijk maakt.
8. Er moet extra aandacht worden besteed aan de parameterisatie van Metaswap. Dit kan door verbeteringen in de parameterisatie of controleren van de ligging van de bodemtypes.