

Nationaal hydrologisch Instrumentarium (NHI)

Landelijk Hydrologisch Model (LHM)

Programma van Wensen 2015 – 2018

Versie: maart 2015



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
1 Samenvatting	3
2 Inleiding	4
2.1 Aanleiding	4
2.2 Opdracht	4
2.3 Werkwijze, Status, Leeswijzer	4
3 Het NHI op dit moment	6
3.1 Wat is het NHI?	6
3.2 Wat maakt onderdeel uit van het NHI? Stand 1 dec 2014	8
3.3 De kwaliteit van het huidige NHI	14
3.3.1 Verbetering van de modellering van zout	15
3.3.2 Verbetering van de modellering van verdamping	15
4 Het NHI in 2018	18
4.1 Inleiding	18
4.2 Koers	19
4.3 Ontsluiting van NHI instrumenten	21
4.4 Kwaliteitsborging	22
4.4.1 Transparante software	22
4.4.2 Traceerbare data	23
4.4.3 Vrij van fouten	23
4.4.4 Nauwkeurig	24
4.4.5 Fit for purpose	24
4.5 Data	25
4.5.1 De NHI-Database	25
4.5.2 Specifieke wensen ten aanzien van data	26
4.6 Modelcodes	30
4.6.1 Vervanging MOZART en Distributiemodel	30
4.6.2 SIMGRO opnemen in NHI?	31
4.6.3 Rekentijden	31
4.6.4 Zout	31
4.6.5 Verdamping	32
4.6.6 Wateroverlast	33
4.7 Tools	34
4.8 Doorontwikkeling van het Landelijk Hydrologisch Model	35
4.9 NHI als hydrologische basis voor waterkwaliteitsmodellen	36
4.9.1 Inleiding	36
4.9.2 Uitwerking	36
4.10 Beheer en onderhoud	39
5 Bijlage 1 Voorstel vervolgstappen modellering zout	42
6 Bijlage 2 Inhoud van de NHI-DB	44
6.1 Inleiding	44
6.2 Datalijn Ondergrond	44
6.3 Datalijn Bodem	45
6.4 Datalijn oppervlaktewater	46
6.5 Datalijn meteo	46
6.6 Overige bestanden in de NHI-DB	46

1 Samenvatting

Dit Programma van wensen beschrijft de gewenste inhoudelijke ontwikkeling van het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) in de komende vier jaar. Het bouwt voort op de Roadmap NHI en kan dienen als 'onderlegger' bij de Samenwerkingsovereenkomst NHI 2015 – 2018.

In vergelijking met voorgaande jaren, is een meer vraaggestuurde benadering gekozen. De belangrijkste wensen van gebruikers zijn:

- een betere ontsluiting van NHI instrumenten
- een betere kwaliteitsborging van het NHI
- de ontwikkeling van een gemeenschappelijke NHI Database met de noodzakelijke data voor hydrologische modeltoepassingen op regionale schaal
- verbetering van de modelcodes met betrekking tot zout
- het op de juiste manier 'voeden' van waterkwaliteitsmodellen met de uitkomsten van hydrologische modellen.

Deze wensen zijn in het Programma uitgewerkt. Omdat NHI gebruikers een gedegen inzicht hebben in het functioneren van het NHI kunnen deze wensen ook als (technisch) haalbaar worden aangemerkt.

Daarnaast zijn de aanbevelingen van de Wetenschappelijke Klankbordgroep met betrekking tot de modellering van zout en verdamping overgenomen, evenals de wens van Deltares om te komen tot een vervanging van de modelcodes MOZART en Distributiemodel. Door uitvoering van dit wensenpakket wordt naar de mening van betrokkenen de door de Stuurgroep geformuleerde ambitie voor het NHI waargemaakt.

Het NHI heeft in de afgelopen jaren in het teken gestaan van de ontwikkeling van het zoetwatermodel op landelijke schaal ten behoeve van het Deltaprogramma Zoetwater. Dit model, het Landelijk Hydrologisch Model (LHM), wordt door NHI partners van algemeen belang geacht maar dient niet langer de ontwikkeling van het NHI te domineren. Daarom wordt voorgesteld om voortaan een conceptueel onderscheid aan te brengen tussen het NHI (het 'gereedschap' voor de ontwikkeling van modellen) en het LHM (een model afgeleid van het NHI). De doorontwikkeling van het LHM blijft de verantwoordelijkheid van de NHI organisatie, met een grotere betrokkenheid van regionale waterbeheerders. Het LHM heeft een flinke kwaliteitsslag nodig met betrekking tot de regionale hydrologie. Voor de voeding van waterkwaliteitsmodellen zijn een aantal ingrijpende wijzigingen van de LHM schematisatie noodzakelijk. Vanuit het oogpunt van waterkwaliteit bestaat daarnaast de wens om modelcodes voor de beschrijving van de temperatuur in bodem- en oppervlaktewater, alsmede koppelingen van MetaSWAP en SWAP met waterkwaliteitsmodellen aan het NHI toe te voegen.

Voor een betere kwaliteitsborging van het NHI wordt voorgesteld om een Kader Kwaliteitsborging NHI te ontwikkelen en toe te passen; daarnaast om te investeren in een testbank voor het NHI. Een goede methode voor het sturen op kwaliteit is het vooraf formuleren door gebruikers van de gewenste nauwkeurigheid van modelresultaten. Deze methode is toegepast bij de ontwikkeling van het LHM en het verdient aanbeveling om dit voort te zetten, zowel bij de doorontwikkeling van het LHM als bij de overige van NHI af te leiden modellen.

Onderdelen van het NHI dienen goed op elkaar aan te sluiten en efficiënt te kunnen worden verbonden tot modellen. Dit vereist een goed beheer en onderhoud (B&O) van deze onderdelen. Het B&O is een grote kostenpost zodat het gewenst is om een 'stuur' op deze uitgaven uit te werken. In dit verband dient de toevoeging van nieuwe onderdelen aan het NHI zorgvuldig te worden afgewogen. Voor onderdelen (bv. MetaSWAP) is de wens om het B&O deels of geheel in het kader van het NHI te regelen. Ook ligt het voor de hand om het B&O van het Landelijke Sobek Model (LSM), dat een meer gedetailleerde schematisatie bevat van het hoofdwatersysteem en delen van het regionale oppervlaktewatersysteem dan het huidige LHM, in het kader van het NHI te regelen.

2 Inleiding

2.1 Aanleiding

De Samenwerkingsovereenkomst NHI is in 2009 afgesloten en is toe aan herziening.

Ter voorbereiding van deze herziening heeft de Stuurgroep NHI een ambitie voor het NHI geformuleerd (Box 1). Daarnaast is een verkenning uitgevoerd naar het resterende deel van de weg die, indachtig deze ambitie, leidt naar een NHI als een voor en door de achterban gedeeld modelinstrumentarium. In deze verkenning (Roadmap NHI¹) is inzichtelijk gemaakt wat in het kader van het NHI tot op heden is ontwikkeld, welke veranderingen in de relevante omgeving van het NHI aan de orde zijn, wat wensen zijn van gebruikers van het NHI, hoe deze zich verhouden tot de ambitie van de Stuurgroep en hoe kan worden gewaarborgd dat gebruikers het NHI daadwerkelijk gaan toepassen hun werkprocessen.

Uit de Roadmap kwam naar voren dat veel partners zich op dit moment geen 'eigenaar' voelen van het NHI; reden om in dit Programma van wensen uit te gaan van de wensen van NHI gebruikers. Partners zien nog wel meerwaarde in een NHI zoals geambieerd door de Stuurgroep, maar stellen veranderingen voor in de NHI organisatie.

Box 1 Ambitie²

NHI partijen hebben de ambitie om met het NHI:

- in 2018 de beschikking te hebben over één consistente, samenhangende, gemeenschappelijke hydrologische toolbox. De toolbox dient te bestaan uit instrumenten waarmee in combinatie, op elk gewenst schaalniveau, nationaal en regionaal, voor heel Nederland hydrologische modellen gemaakt kunnen worden afhankelijk van de gewenste toepassing;
- een dynamische koppeling tussen verschillende hydrologische deelgebieden, te weten grondwater, oppervlakte water en waterverdeling, te hebben;
- via een Open source omgeving verkenningen, beleidsvoorbereiding en operationeel beheer uit te voeren;
- de dynamische koppeling te verzorgen met een nationaal instrumentarium voor de oppervlakte waterkwaliteit en ecologie;
- te voorzien in gezamenlijk databeheer met consistente en afgestemde uitgangspunten ten behoeve van de hydrologische berekeningen;
- een gezamenlijke verantwoordelijkheid om de ontwikkeling en het beheer en onderhoud van het NHI vast te leggen.

2.2 Opdracht

Op basis van de bespreking van de Roadmap heeft de Stuurgroep aan het Programmaoverleg gevraagd om een globaal Programma van wensen NHI 2015-2018 op te stellen in samenwerking met de NHI gebruikers.

Het Programma van wensen dient tevens een advies te bevatten ten aanzien van de organisatie rondom het NHI, bijvoorbeeld over de wijze waarop gebruikersgroepen worden geraadpleegd.

2.3 Werkwijze, Status, Leeswijzer

Dit Programma van wensen is tot stand gekomen op basis van de Roadmap; drie bijeenkomsten met gebruikers van het NHI (op 27 augustus, 16 september en 5 november 2014); bilaterale gesprekken met de aanwezigen op deze bijeenkomsten en een

¹ Road map NHI juli 2014

² Concept nieuwe Samenwerkingsovereenkomst

bespreking in de Wetenschappelijke Klankbordgroep (14 oktober).
Concepten van het Programma van wensen zijn gedeeld met Deltares en Alterra met het verzoek om antwoorden op informatieve. Deze versie is door het strategieteam NHI goedgekeurd voor bredere verspreiding met daarbij de opmerking dat begin 2015 een NHI gebruikersdag georganiseerd waarin gebruikers nog de kans krijgen om input te leveren.

Het Programma van wensen geeft een beschrijving van het NHI op dit moment; hierbij wordt ook ingegaan op de kwaliteit van het NHI (hst 3). Het gewenste eindbeeld van het NHI in 2018 komt aan bod in hst 4.

Dit Programma van wensen is niet 'in beton gegoten'. Veel voorstellen zijn geformuleerd als een combinatie van inhoud en proces; waarbij tijdens het proces nog ruimte is voor bijsturing.

Het pakket als geheel lijkt wel redelijk compleet, in de zin dat de ambitie wordt gerealiseerd en gegeven het feit dat de meeste van de hier gepresenteerde voorstellen al in voorgaande werkplannen zijn opgenomen; de voorstellen zijn dus duurzaam.

Ontbreekt

De volgende onderdelen zijn nog niet uitgewerkt.

Het betreft:

- Toepassing van het NHI voor wateroverlast
- Wensen ten aanzien van de hardware en rekenfaciliteit
- Communicatieplan
- Selectie van te realiseren onderdelen en prioritering van deze onderdelen

3 Het NHI op dit moment

3.1 Wat is het NHI?

Het NHI is een verzameling van instrumenten voor het maken van hydrologische modellen. Modellen die gebruik maken van de instrumenten in het NHI worden gezien als toepassingen van het NHI en behoren strikt genomen niet tot het NHI.

Tot op heden is het toepassingsbereik van het NHI gericht op het ontwikkelen van hydrologische modellen voor zoetwater beschikbaarheid en verdeling en grondwaterdynamiek.

In een aantal regionale modellen³ worden onderdelen van het NHI gebruikt voor het modelleren van wateroverlast.

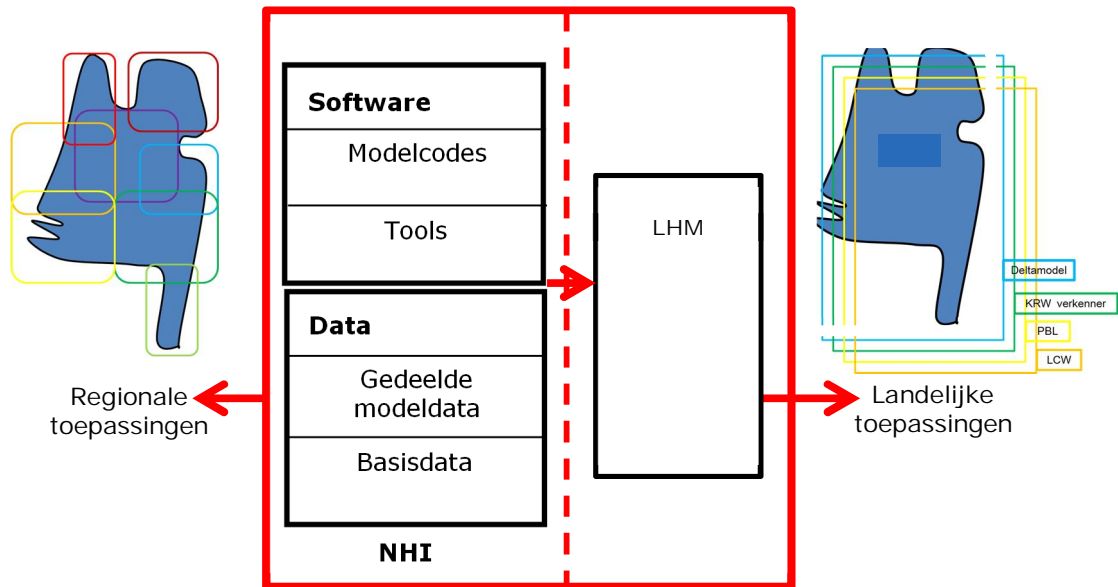
De ontwikkeling van het NHI is in de afgelopen jaren sterk gedomineerd door de ontwikkeling van één modeltoepassing: het Landelijk Hydrologisch Model (LHM). Dit model diende als basis voor het Deltamodel Zoetwater dat is ontwikkeld in het kader van het Deltaprogramma Zoetwater.

Tegen de bedoeling in, is het onderscheid tussen NHI ('gereedschapskist') en LHM ('modeltoepassing') in de afgelopen jaren vervaagd en werden NHI en LHM door betrokkenen steeds meer als identieke zaken opgevat.

In dit Programma van wensen wordt een conceptuele onderscheid tussen NHI en LHM ingevoerd, waarbij de door-ontwikkeling van het LHM wordt onderscheiden van die van het NHI (Figuur 1). Wel geven de NHI-partners de voorkeur om de ontwikkeling van LHM en NHI in dezelfde NHI organisatie te laten plaatsvinden. De reden hiervoor is dat het LHM sterk afhankelijk is van regionale data en kennis; daarnaast kan de toepassing van het LHM beleidsmatige en operationele consequenties hebben die alle NHI partners raken.

Op dit moment worden sommige NHI instrumenten gebruikt in regionale modellen zoals MIPWA, IBRAHYM, MORIA, AMIGO, HYDROMEDAH, AZURE. Deze modellen zijn met name gericht op grondwater en zijn veelal tot stand gekomen door samenwerking van waterschappen, drinkwaterbedrijven en provincies. Een gemeenschappelijk kenmerk van deze toepassingen is dat deze grotendeels gebaseerd zijn op dezelfde software en data en dat bij de ontwikkeling van de toepassingen gebruik is gemaakt van iMOD.

³ MIPWA, Azure



Figuur 1 NHI (gereedschapskist) en LHM (modeltoepassing) vallen beide onder de NHI organisatie

Modelcodes bevatten de rekenkernen voor de (numerieke) oplossing van de wiskundige beschrijvingen van de processen in de werkelijkheid.

Tools zijn allerhande stukjes software voor het voorbereiden en verbinden van het rekenwerk in de modelcodes, en het presenteren van de resultaten.

Basisdata zijn de waarnemingen in ruimte en tijd die van het te modelleren systeem beschikbaar zijn. (Voorbeelden zijn: boringen, grondwaterstandsmetingen, ligging van waterlopen, neerslag, verdamping).

Basisdata zijn het uitgangspunt van de (ruimtelijke) schematisaties en de (temporele) randvoorwaarden op basis waarvan de modelcodes rekenen.

Daarnaast worden de modellen aan de hand van basisdata gekalibreerd en gevalideerd.

Gedeelde modeldata is een verzamelterm voor verschillende soorten van de ten behoeve van modelcodes bewerkte invoerdata en de door modelcodes gegenereerde uitvoerdata, die relevant (kunnen) zijn voor andere NHI gebruikers.

Voorbeelden zijn: (ruimtelijke) schematisaties, randvoorwaarden, parameterwaarden, initiële waarden en modelresultaten.

3.2 Wat maakt onderdeel uit van het NHI? Stand 1 dec 2014

Een overzicht van de instrumenten die deel uitmaken van de huidige versie van het NHI (3.02) is te vinden in Tabel 1 tot en met Tabel 4⁴

Voor de modelcodes en tools is aangegeven welke partij het beheer en onderhoud uitvoert en welke partij dit B&O financiert.

De financiering van het B&O van een aantal modelcodes gaat buiten het NHI om. In sommige gevallen is dit B&O nog niet geregeld. In par 4.10 wordt hierop ingegaan.

De tools die onderdeel uitmaken van het NHI (Tabel 2) worden wat betreft B&O gefinancierd door NHI-partners.

De data die op dit moment onderdeel uitmaken van het NHI bestaan op dit moment (vrijwel) geheel uit de inputdata ten behoeve van het LHM (Tabel 4).

Het beheer van de gedeelde datasets van schematisaties, parameterwaarden en initiële waarden (zoet-zout) wordt gefinancierd door NHI-partners; de basisdata zijn in beheer buiten het NHI.

Landelijk Sobek Model

Het Landelijk Sobek Model (LSM) is ontwikkeld in het kader van het project Deltamodel met medewerking van regionale waterbeheerders⁵. In de kern is het LSM een SOBEK schematisatie (SOBEK-CF) van het hoofdwatersysteem en de belangrijkste regionale watergangen. Het kan worden gezien als een alternatief voor het Distributiemodel en (delen van) MOZART. In hoeverre het LSM nu onderdeel uitmaakt van het NHI, is niet helemaal duidelijk. In de publicaties wordt het LSM tot het NHI gerekend; het beheer en onderhoud is echter nog niet geregeld.

⁴ O.b.v.

- Deltares en Alterra jan 2014 – Plan Beheer en Onderhoud NHI vanaf 2014. Versie 1.0 tbv. Programmaoverleg
- RWS-WVL 2014: Kader Toepassing Netwerkmodellen Water. Versie 2014/1
- Mond. med. Timo Kroon Deltares

⁵ O.b.v.

- De Lange W. et al 2014 – An operational, multi-scale, multi-model system for consensus-based, integrated water management and policy analysis: The Netherlands Hydrological Instrument. *Environmental Modelling & Software* 59 (2014) 98 -108
- Deltares 2013 - Achtergronddocument LSM 1.04

Tabel 1 Modelcodes in NHI 3.02

MODELCODES	
B&O BUITEN NHI	
	Hydrologie van de verzadigde zone. Tbv de aansluiting met iMOD is door Deltares een aangepaste versie van MODFLOW gemaakt (iMODFLOW, open source).
MODFLOW	Intellectueel eigendom MODFLOW: US Geological Service Broncode is openbaar ('open source'). B&O door USGS. iMODFLOW is in 2014 opgenomen in NHI 3.02. B&O van iMODFLOW door Deltares vindt nog in opdracht van iMOD consortium plaats.
	Hydrologie van oppervlaktewater
SOBEK	Intellectueel eigendom Deltares. B&O door Deltares via contract met Rijkswaterstaat
B&O DEELS BINNEN NHI	
	Hydrologie van de onverzadigde zone; meta-model op basis van SWAP. Een versie van MetaSWAP ('componenten versie') is ontwikkeld tbv. NHI en het iMOD-consortium.
MetaSWAP	Intellectueel eigendom MetaSWAP: Alterra B&O door Alterra op ad-hoc basis (is niet formeel geregeld). Componenten versie van MetaSWAP is onderdeel van versie 3.02 van NHI. B&O door Alterra op ad-hoc basis (is niet formeel geregeld).
	Stoftransport in het topsysteem.
TRANSOL	Intellectueel eigendom Alterra B&O door Alterra op ad-hoc basis (is niet formeel geregeld). TRANSOL is in 2014 getest als zoutmodule in NHI, wordt in 2015 operationeel gemaakt voor (landelijke en regionale) toepassingen en zal worden opgenomen in NHI versie 3.1.
B&O BINNEN NHI	
	Hydrologie van regionaal oppervlaktewater
MOZART	Intellectueel eigendom van RWS overgedragen aan Deltares. B&O door Deltares in opdracht van NHI B&O zeer beperkt i.v.m. verwachte uitfasering.
	Hydrologie van oppervlaktewater in hoofdwatersysteem
DISTRIBUTIE MODEL (DM)	Intellectueel eigendom van RWS overgedragen aan Deltares. B&O door Deltares in opdracht van NHI B&O zeer beperkt i.v.m. verwachte uitfasering.
	Zoet-zout verdeling in verzadigde zone. Wordt gebruikt voor het model NHI Zoet-Zout, dat de initiële zoet-zout waarden berekent t.b.v. het LHM.
MOCDENSE	Intellectueel eigendom Deltares B&O door Deltares in opdracht van NHI B&O zeer beperkt i.v.m. verwachte uitfasering

Tabel 2 Tools in NHI 3.02

TOOLS	
B&O BINNEN NHI	
Ontwikkel	
TESTBANK	<p>Tool om modelcodes en tools afzonderlijk en in samenhang te testen (fouten) en toetsen (plausibiliteit en nauwkeurigheid van resultaten). De testbank is deels afgerond.</p> <p>Intellectueel eigendom: Deltares en Alterra B&O door Deltares en Alterra in opdracht van NHI</p>
Pre-processing	
SCHEMATISATIE	<p>Genereren van ruimtelijke schematisaties uit basisdata en het wegwerken van 'oneffenheden' in schematisaties. Deze tools zijn voor alle modelcodes beschikbaar en zijn specifiek per modelcode. Voor het genereren van een schematisatie zijn meer tools betrokken (3 - 10) die in volgorde worden doorlopen.</p> <p>Intellectueel eigendom: Deltares en Alterra B&O door Deltares en Alterra in opdracht van NHI</p>
RANDVOORWAARDEN	<p>Opwerken van (gemeten) tijdreeksen tot randvoorwaarden voor de modelcodes. Deze tools zijn voor alle modelcodes beschikbaar en zijn specifiek per modelcode.</p> <p>Intellectueel eigendom: Deltares en Alterra B&O door Deltares en Alterra in opdracht van NHI</p>
HYDROCONNECT - VERSIEBEHEER	<p>Houdt bij welke versies van basisdata, tools en modelcodes zijn gebruikt bij een modelsimulatie. Broncode is openbaar ('open source').</p> <p>Intellectueel eigendom: Deltares B&O door Deltares in opdracht van NHI</p>
Processing	
CONNECTOREN	<p>Verzorgen de uitwisseling van data tussen modelcodes tijdens simulaties. Beschikbare connectoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Connectoren tussen MODFLOW, MetaSWAP, MOZART en Distributiemodel; - Connector tussen MOZART-Distributiemodel en Sobek (LSM) <p>Intellectueel eigendom: Deltares en Alterra B&O door Deltares en Alterra in opdracht van NHI</p>
Post-processing	
SIMULATION ANALYSER	<p>Aggregeert resultaten van de variabelen in NHI modelcodes in ruimte en tijd tot waterbalansen inclusief presentaties. Deze vergemakkelijken de analyse NHI resultaten door de gebruikers. Versie 1.03 van de tool is in 2014 opgeleverd voor NHI</p> <p>Intellectueel eigendom: Alterra. B&O door Alterra, uitgebreid in opdracht van NHI</p>
UITVOER NAAR KRW-VERKENNER	<p>Koppeling van het LHM naar de KRW-Verkenner. De tool is in 2014 opgeleverd.</p> <p>Intellectueel eigendom: Deltares en Alterra B&O door Deltares en Alterra in opdracht van Deltamodel</p>

Tabel 3 Modelcodes en Tools in de omgeving van NHI maar (nog) geen onderdeel van NHI 3.02

MODELCODES	
SEAWAT/ SWI	Zoet-zout in verzadigde zone. Kandidaten voor vervanging van MOCDENISE. Intellectueel eigendom USGS
MT3DMS	Stoftransport en processen in de verzadigde zone ('waterkwaliteit'). Intellectueel eigendom:
SWAP	Hydrologie van de onverzadigde zone. Basis voor MetaSWAP. Intellectueel eigendom Alterra B&O door Alterra op ad-hoc basis (is niet formeel geregeld)
ANIMO	Stoftransport en processen van het topsysteem ('waterkwaliteit'). Maakt onderdeel uit van het modelinstrumentarium STONE Intellectueel eigendom Alterra B&O door Alterra op ad-hoc basis (tot 2015 in opdracht van LNV/EZ)
DELWAQ	Stoftransport en processen oppervlaktewater ('waterkwaliteit') Intellectueel eigendom: Deltares B&O door Deltares in opdracht van RWS
TOOLS	
Ontwikkel	
CALIBRATIE	Regelen de parameters af aan gemeten waarden. Veelgebruikte tool is PEST. Dit wordt toegepast door sommige regionale consortia en is opgenomen in iMOD
Pre-processing	
VERSCHALING	Genereren een lage-resolutie schematisatie (bv. 250 * 250 m) uit een hoge-resolutie schematisatie (bv 25 * 25 m) ('Opschalen') of omgekeerd ('Neerschalen'). Op dit moment worden binnen NHI niet systematisch tools voor verscaling gebruikt. Wel is incidenteel software toegepast voor opschaling of neerschaling, maar deze is niet onderhouden. De iMOD schil bevat een tool voor horizontale opschaling van MODFLOW schematisaties NHI heeft de mogelijkheid in te zoomen in deelgebieden, daardoor is neerschalen expliciet mogelijk. Opschalen kan m.b.v. de waterbalanstermen.
HYDROCONNECT - WORKFLOW	Tool (open source) voor het in volgorde aanroepen van de schematisatie tools (aanvulling op H-VERSIEBEHEER). Wordt toegepast in onder meer de regionale modellen AZURE en MIPWA. Broncode is openbaar ('open source'). Intellectueel eigendom: Deltares B&O door Deltares, uit eigen middelen
Schil	
FEWS	Software voor het managen van data en (model)software, oorspronkelijk toegepast als Flood Early Warning System. Intellectueel eigendom: Deltares B&O door Deltares, uit eigen middelen

iMOD schil	Gebruikersinterface voor grondwatermodellen gebaseerd op Modflow. Broncode openbaar ('open source'). B&O door Deltares in opdracht van het iMOD consortium
------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabel 4 Data in NHI 3.02

(NB: Tabel bevat de belangrijkste data maar is niet compleet. Het LSM is niet in de Tabel opgenomen)

	MODELINPUT – SCHEMATISATIES en PARAMETERWAARDEN (in beheer bij NHI)	BASISDATA (niet in beheer bij NHI)
Ondergrond (MODFLOW)		
Opbouw	Landsdekkend rooster van 250x250 m (m.u.v. Waddeneilanden) Indeling in 7 lagen (verticaal)	REGIS 2.1 en AHN5
Drainage/ infiltratie middelen	Indeling in hoofdwatersysteem, primaire, secundaire en tertiaire waterlopen en buisdrainage Kaart buisdrainage (Alterra)	Kaart hoofdwatersysteem RWS Top-10 vector Kaart Beheerregisters en peilgegevens van waterbeheerders
Onttrekkingen en wellen	Onttrekkingen van grondwater en wellen	BRO (DINO) Gegevens van provincies en waterleidingbedrijven.
Initiele zoet-zout dichtheidsverdeling	Landelijke interpolatie obv NHI 2.1 en NHI zoet-zout (dit is een versie van het LHM met een groter aantal lagen van de ondergrond) Diverse regionale zoet-zoutmodellen	Diverse metingen en inventarisaties (bv CI DINO, VES, EM-technieken)
Bodem, water en vegetatie/atmosfeer interacties (METASWAP)		
Opbouw	Landsdekkend rooster 250 * 250 m (m.u.v. Waddeneilanden). Indeling bodem en ondergrond (verticaal). 72 bodemfysische clusters uit BOFEK2012 (Wosten et al, 2012)	Bodem Informatie Systeem (BIS) Gewasfactoren – Landbouw: Feddes 1987, Van Walsum en Supit 2012 Bos: Dolman e.a. 2000 Droge natuur: NHI 2.0 Optie glastuinbouw met reservoir
Landgebruik	Per plot één van 14 typen landgebruik, met eigenschappen per type landgebruik (o.a. gewasfactoren en bewortelingsdiepte)	LGN + Top-10 vector Gewassenmerken o.b.v. bestanden van Alterra, en diverse onderzoeken
Berekening uit grond- en oppervlaktewater	Per plot van grondwater (MODFLOW) en oppervlaktewater (MOZART) is al of niet wel berekening mogelijk Kaart berekening (Alterra)	Inventarisaties door het LEI (o.a. o.b.v. enquêtes)

	MODEL INPUT – RANDVOORWAARDEN (in beheer bij NHI)	BASI SDATA (niet in beheer bij NHI)
Regionaal oppervlaktewater (MOZART)		
Opbouw	244 districten en 8513 LSW's (afwateringseenheden).	Gegevens van waterbeheerders
Berekening uit oppervlaktewater	Per LSW plot is al of niet berekening uit oppervlaktewater mogelijk	Inventarisaties door het LEI (o.a. o.b.v. landbouwtellingen en enquêtes)
Lozingen		Lozingsgegevens van RWZI's
Peilbeheer	Streefpeilen van regionale wateren, stuurregels van stuwen	Gegevens van waterbeheerders
Verdringingsreeks	Prioriteiten in wateronttrekking bij water tekort	Gegevens van waterbeheerders
Waterverdelingsnetwerk (DISTRIBUTIEMODEL)		
Opbouw	Landelijk waterverdelingsnetwerk bestaande uit 238 knopen en 329 takken	Gegevens van waterbeheerders
Lozingen		Lozingsgegevens van RWZI's
Peilbeheer	Streefpeilen hoofdwatersysteem, stuurregels stuwen	Gegevens van waterbeheerders
Verdringingsreeks	Prioriteiten in wateronttrekking bij water tekort	Gegevens van waterbeheerders
Landsgrenzen		
Grote rivieren		DONAR
Kleine rivieren		Gegevens van waterbeheerders of schattingen
Grondwater	Op basis van NHI 1.0, regionale kennis en het oude NAGROM model	
Bovenranden		
Meteorologie	Geïnterpoleerde neerslagkaarten KNMI	KNMI waarnemingen van neerslag en verdamping

3.3 De kwaliteit van het huidige NHI

Voor de toetsing van de kwaliteit van opeenvolgende versies van het NHI (dat in deze periode min of meer synoniem was met het LHM) zijn in 2010 door Rijkswaterstaat, in samenwerking met de andere NHI-partners criteria opgesteld voor de nauwkeurigheid van de uitkomsten van het LHM. Deze criteria waren gericht op de toepassing van het LHM in het Deltaprogramma Zoetwater.

De criteria gaven aan wat aanvaardbare verschillen zijn tussen gemodelleerde en gemeten waarden voor grondwaterstanden, verdamping, landelijke en regionale aan- en afvoer en landelijke en regionale chlorideconcentraties.

Criteria hadden de vorm: 'voor x % van de meetwaarden of meetpunten is het verschil tussen gemeten en berekende waarden maximaal y of y%'.

NHI 3.0 is op de criteria getoetst⁶ en deze toetsing is geëvalueerd door de Wetenschappelijke Klankbordgroep⁷. De belangrijkste conclusies van de WKG waren:

- De WKG vindt NHI 3.0 geschikt voor bepaalde toepassingen in het Deltaprogramma Zoetwater en dan met name voor de bepaling van huidige en toekomstige watervraag en waterverdeling op landelijke schaal, ervan uitgaande dat de uitspraken in die strategische beleidsstudie zullen gaan over gebieden ter grootte van tenminste zoetwaterregio's en over de daarmee samenhangende grootschalige Deltabeslissingen over waterverdeling.
- Bij de onderdelen grondwaterdynamiek en verdampingsreductie zijn de criteria (in sommige gebieden) dermate soepel gehanteerd dat dit door derden verkeerd kan worden uitgelegd en onvoldoende recht doet aan wat het NHI moet kunnen presteren.
- Aanbevolen wordt om bij het opstellen van toetscriteria de afnemers van NHI resultaten actiever te betrekken.
- De WKG ontraadt de toepassing van NHI 3.0 als directe input voor de bepaling van effecten op terrestrische natuur, gezien de hoge eisen die dit stelt aan de modelperformance inzake de simulatie van grondwaterstanden en kwelfluxen op specifieke ruimte- en tijdschalen.
- De regionale chloridegehalten voldoen niet aan de oorspronkelijk bedoelde criteria en de achtergronden daarvan. Hierbij wordt aangetekend dat chloride heel lastig is te modelleren. Het is aanbevelenswaardig ook de kennis die bij andere partijen (waterschappen, marktsector, kennisinstuten) over de zoet-zout problematiek aanwezig is nauw te betrekken bij de verdere verbetering van het NHI.
- De WKG acht de toepasbaarheid van het NHI voor waterkwaliteitsvraagstukken – ook op een hoog landelijk aggregatieniveau - nog niet bewezen. Hiervoor is nadere analyse en afstemming noodzakelijk.

Gezien de beperkte wijzigingen in de versies NHI 3.01 en 3.02 ten opzichte van 3.0, is deze evaluatie op hoofdlijnen nog actueel voor NHI 3.02.

In 2013 en 2014 zijn een aantal stappen gezet voor de verbetering van de NHI instrumenten en de LHM schematisatie.

De belangrijkste hiervan betreffen voorbereidende stappen voor de verbetering van de modellering van zout en verdamping; deze worden hieronder verder toegelicht.

Daarnaast zijn de volgende verbeteringen doorgevoerd:

- Onderdelen van de LHM MODFLOW schematisatie (met name Brabant en Veluwe-Randmeren) zijn verbeterd
- Ten behoeve van de toepasbaarheid van het NHI voor waterkwaliteitsvraagstukken is de LHM MOZART schematisatie aangepast zodat beter rekening wordt gehouden met de fysica van stoftransport. Daarnaast is een koppelingstool ontwikkeld die de output van het LHM omzet in input voor de KRW-verkenner.
- Er is een tool ontwikkeld die de output van variabelen in NHI modelcodes kan aggregeren naar waterbalansen voor vrij te kiezen gebieden en perioden. Deze tool (Simulation Analyser) biedt waterbeheerders de mogelijkheid om de uitkomsten van het LHM, maar ook die van de eigen regionale modellen te vergelijken met metingen voor het eigen gebied

⁶ Deltares 2013 – NHI 3.0 toetsing maart 2013

⁷ WKG advies 20 maart 2013

3.3.1 Verbetering van de modellering van zout

In 2013 zijn de zoutberekeningen van oppervlaktewater en grondwater van NHI 3.0 in West-Nederland nader geanalyseerd. Hieruit kwam naar voren dat TRANSOL - de module in het NHI voor zout transport in de onverzadigde zone - aan het NHI is toegevoegd zonder adequate verificatie en validatie. Zodoende werd de initiële waarde voor de zoutconcentratie in het bodemprofiel was te hoog gesteld, en dit werkte na 30 jaar nog door in een te hoge zoutbelasting door diffuse kwel. Daarnaast berekende het NHI een opmerkelijk lage bijdrage van wellen aan de totale zoutbelasting.

Op basis van deze bevindingen adviseerde de WKG⁸:

1. Correctie van de onjuiste initialisatie van de zoutmodellering en nadien verificatie van de (juistheid van de) werking van de zoutmodellering binnen NHI
2. In relevante deelgebieden dichtheidsverschillen⁹ mee te nemen in de NHI berekeningen en dit in enkele voorbeeldgebieden te gaan beproeven
3. De selectie van eventuele verder benodigde verbeteringen in zoutmodellering te koppelen aan het type vraagstelling aan het NHI

Punt 1 van het WKG advies is in 2014 door Deltares en Alterra in opdracht van NHI¹⁰ een stap verder gebracht, met als voornaamste conclusie dat het gekoppeld gebruik van TRANSOL – MetaSWAP in NHI geschikt wordt geacht voor het beschrijven van de zoutbelasting door diffuse kwel.

Voor het implementeren van deze functionaliteit in het NHI is een stappenplan opgesteld (zie Bijlage 1).

Het WKG beoordeelt dit gefaseerde stappenplan als nuttig, maar adviseert om deze stappen ook te bezien in nauwe samenhang met de overall visie voor de modellering van waterkwaliteit in bredere zin¹¹. (Opm: Dit hangt samen met de overweging dat de voor waterkwaliteit- modellering essentiële module ANIMO een goed alternatief zou kunnen zijn voor TRANSOL; beide maken immers gebruik van hetzelfde concept voor stoftransport.)

Een uitwerking van de benodigde stappen voor het meenemen van dichtheidsverschillen in het NHI (punt 2 hierboven), heeft nog niet plaatsgehad.

3.3.2 Verbetering van de modellering van verdamping

De kwaliteit van berekeningen van de verdamping voldoet aan de vooraf gestelde eisen gericht op grotere gebieden en tijdperioden, maar wordt op gedetailleerdere tijdschalen niet adequaat genoeg bevonden.

In droge zomermaanden, de perioden die beleidsmatig en operationeel het meest relevant zijn, lijkt het LHM de verdamping flink te onderschatten.^{12 13}

Het modelleren van verdamping is om een aantal redenen inherent moeilijk.

- De meest directe en dus meest nauwkeurige metingen van de actuele verdamping ('eddy correlatie') zijn schaars. De methode is tot op heden op 12 locaties in Nederland toegepast. Op de meeste locaties zijn de metingen beëindigd en beslaat de bruikbare tijdreeks maar 1 jaar. Op dit moment zijn nog drie meetstations actief (Cabauw, Loobos en Arnhem). Door financiële knelpunten staat ook het voortbestaan van deze locaties momenteel ter discussie.
- Remote sensing beelden kunnen landsdekkend een indicatie geven van het bodemvocht gehalte en de actuele verdamping maar deze metingen zijn minder direct en mogelijk minder nauwkeurig dan de 'eddy correlatie' metingen

⁸ Advies NHI WKG 3 maart 2014

⁹ De hogere dichtheid van zout grondwater ten opzichte van zoet grondwater leidt tot een hogere opwaartse kracht. Verwaarlozing van dit dichtheidsverschil leidt tot een onderschatting van de kwel en de bijdrage van wellen aan de zoutbelasting

¹⁰ Deltares 2014 – Integrale analyse Zout NHI 3.01 en aanbevelingen voor NHI 3.02 en verder.

¹¹ Kort verslag NHI WKG 14 oktober 2014

¹² Calje R., F.W. Schaars, J. Heijkers 2014 – Vergelijking van enkele schattingsmethoden voor de actuele verdamping; Artesia, Schoonhoven

¹³ Alterra februari 2014 – Systeemanalyse NHI: verdamping; Handout tbv WKG 14 oktober

- Verdamping is de resultante van bodem-fysische, bodem-hydrologische, gewas-fysiologische en meteorologische processen waarin veel parameters een rol spelen. Het gebiedsdekkend meten van deze parameters is niet realistisch.

Door Alterra¹⁴¹⁵ is een stappenplan opgesteld geformuleerd voor de verbetering van de modelberekening van verdamping in het NHI (in de modelcode MetaSWAP).

Voorgestelde acties voor het verbeteren van de verdamping zijn onder meer:

1. Niet toepassen van de hysterese factor voor de wortelzone¹⁶
2. Het concept van Jarvis voor gecompenseerde opname¹⁷ inbouwen (testen met een 'standaard-gewasweerstand' worden momenteel uitgevoerd in het project WaterWijzer Landbouw)
3. Verkennen van de mogelijkheden om bodemeigenschappen te kalibreren met de ruimtelijke en temporele patronen uit RS-beelden
4. Radarbeelden van neerslag benutten¹⁸
5. Regionaliseren van de worteldiepte door gebruik van de boorbeschrijvingen in het Bodem Informatie Systeem BIS¹⁹
6. Koppelen van WOFOST aan de modelcodes in het NHI²⁰
7. Zaai- en opkomstdatum / dynamische gewasontwikkeling (wachten op resultaten WaterWijzer)²¹
8. Betere verdeling van verdampingsfluxen²²
9. Verbeterde simulatie van de oppervlakkige afstroming²³
10. Betere parameters voor de verdichte laag²⁴
11. Hysterese (presentatie PvW voor WKB-NHI 2013)²⁵

Op basis van dit stappenplan adviseert het WKG²⁶ om de verbeteringen eerst te richten op de correctie van het toepassingsgebied van de hysterese factor (punt 1 hierboven). Binnen

¹⁴ Alterra oktober 2014 – Verbeteren verdampingsberekeningen NHI – Handout tbv. WKG 14 oktober

¹⁵ Alterra september 2014 – Wortelzone in NHI. Analyse ten behoeve van verbetering van de simulatie van verdamping in NHI

¹⁶ De hysterese factor heeft betrekking op de insluiting van lucht bij vernatting van het bodemprofiel. Hierdoor is niet het gehele porienvolume waterbergend. Dit is in het LHM gecorrigeerd door een factor 0.85 toe te passen op het porienvolume. Het gevolg is een grotere dynamiek in grondwaterstanden, hetgeen leidt tot een betere overeenkomst tussen gemeten en gemodelleerde grondwaterstanden. De keerzijde is een lagere beschikbaarheid van bodemvocht voor verdamping, hetgeen de onderschatting van de verdamping in droge zomermaanden kan verklaren. Door de hysterese-factor alleen toe te passen op de ondergrond en niet langer op de wortelzone kan de verdamping in droge zomermaanden toenemen, terwijl toch een hoge dynamiek in grondwaterstanden wordt behouden.

¹⁷ Jarvis gecompenseerde opname simuleert het verschijnsel dat planten in een opdrogend bodemprofiel overschakelen op een hogere opname vanuit diepere wortels. Zo blijft de opname en verdamping op peil terwijl het bodemprofiel opdroogt

¹⁸ De onnauwkeurigheid in neerslag randvoorwaarden vertaalt zich direct in de onnauwkeurigheid van verdampingsberekeningen

¹⁹ In het LHM wordt gewerkt met een standaard verloop van de dikte van de wortelzone die varieert met gewas. Alleen uit deze zone kan een plant water opnemen en verdampen. Regionale variatie in de dikte van de wortelzone lijkt mogelijk op basis van bodemkaarten

²⁰ WOFOST is een dynamisch gewasgroei model waarmee de interactie tussen vochtvoorraad, verdamping en plantengroei in beeld kan worden gebracht.

²¹ In het project Waterwijzer Landbouw wordt een dynamisch gewasgroei model WOFOST in combinatie met SWAP toegepast. Dit biedt inzicht in de meerwaarde van het gebruik van een dynamisch gewasgroei model voor voorspelling van de verdamping.

²² Aanpassingen in het onderscheiden van deze drie onderdelen van verdamping (interceptie, bodemverdamping, transpiratie)

²³ Neerslag die niet infiltrert maar afstroomt, leidt tot een lager bodem vochtgehalte en dus een lagere verdamping

²⁴ Door met regelmaat diep-ploegen ontstaat op enige diepte onder maaiveld een ondoorlatende laag die de vochtvoorraad en dus de verdamping beïnvloedt

²⁵ Dit is een verdere verbetering nl vervangen van de statische gekalibreerde hysterese factor door een concept dat hysterese dynamisch simuleert

²⁶ Advies NHI WKG 3 maart 2014

maximaal zes maanden komen relevante toetsingsresultaten beschikbaar van het project Waterwijzer Landbouw. Deze resultaten kunnen samen met het gebruik van remote sensing data en bestaande info over ruimtelijke differentiatie van wortelzonediktes worden benut voor verdere aanpassing van parameter settings en voor de afweging of aanvullende conceptuele aanpassingen nodig zijn.

4 Het NHI in 2018

4.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de gewenste uitbreidingen²⁷ van het NHI tot 2018.

De hier voorgestelde uitbreidingen zijn gebaseerd op:

- de wensen van gebruikers. Tijdens de interviews ten behoeve van de Roadmap is een begin gemaakt met het in beeld brengen van de wensen van gebruikers. Deze wensen zijn verder uitgewerkt tijdens de drie bijeenkomsten met de gebruikersgroep.
- De aanbevelingen van de Wetenschappelijke Klankbordgroep op basis van voorbereidend werk van Deltares en Alterra met betrekking tot de verbetering van de modellering van zout en verdamping.
- De wens van Deltares met betrekking tot de vervanging van de modelcodes Mozart en DM is overgenomen

Veel van de hier beschreven uitbreidingen zijn al in eerdere NHI Werkplannen geagendeerd maar konden niet gerealiseerd worden door gebrek aan financiering.

Als eerste wordt een koers voor de komende jaren uitgezet.

Vervolgens worden de wensen uitgewerkt tot voorstellen. De volgorde van de uitwerking komt ruwweg overeen met de prioriteiten van NHI gebruikers:

- Ontsluiting van NHI instrumenten
- Verbetering van de kwaliteitsborging
- Een gemeenschappelijke NHI Database
- Wensen ten aanzien van modelcodes
- Specifieke tools

De doorontwikkeling van het Landelijk Hydrologisch Model komt aan bod in par 4.8 en de wensen vanuit waterkwaliteitsmodellen in par 4.9. Tot slot wordt ingegaan op misschien wel het belangrijkste aspect van het NHI: het beheer en onderhoud.

Het hier voorgestelde pakket van uitbreidingen en verbeteringen is richtinggevend. In het proces van verwezenlijking van de uitbreidingen en verbeteringen spelen werkgroepen van gebruikers een belangrijke rol (zie Hst Organisatie). Deze werkgroepen zijn sturend in het vaststellen van de functionele eisen van de onderdelen van het pakket en dienen een optimum te vinden van wens, wetenschappelijke en technische haalbaarheid en financiering/ draagvlak. Dit proces kan leiden tot flinke wijzigingen in het hier voorgestelde pakket.

²⁷ In sommige gevallen gaat het om aanpassingen, zoals de vervanging van een modelcode.

4.2 Koers

Na de oplevering van NHI 3.0 ten behoeve van de landelijke beleidsvoorbereiding in het kader van het Deltaprogramma Zoetwater, ontwikkelt het NHI zich in de komende jaren tot het gezamenlijk instrumentarium voor het waterbeheer in Nederland. Voortaan is het NHI 'mede-eigendom' van alle partijen die betrokken zijn bij het waterbeheer in Nederland.

Het toepassingsbereik van het NHI wordt in verschillende richtingen uitgebreid die tegemoet komen aan de wensen van NHI partijen ('Zwitsers zakmes', zie Box 2 en 3). De ontwikkeling in toepassingsbereik dat in 2018 is gerealiseerd.

Box 2 Het NHI vanuit het perspectief van de NHI partners²⁸

Voor de waterschappen is het NHI een toolbox met aantrekkelijke en bruikbare instrumenten voor het ontwikkelen van (in eerste instantie) regionale hydrologische modellen en (in toenemende mate) regionale waterkwaliteitsmodellen. De hydrologische modellen worden ingezet voor beleidsvraagstukken m.b.t. zoetwatervoorziening, GGOR, grondwaterwinningen en wateroverlast.

I&M en Rijkswaterstaat zetten het LHM in als landelijk model voor de beleidsvragen op het gebied van zoetwatervoorziening die voortvloeien uit het Deltaprogramma Zoetwater en het voorzieningenniveau, en gebruiken het LHM voor operationeel waterbeheer tijdens droogte in het LCW kader. Het NHI is een toolbox voor het actueel houden en verder ontwikkelen van het LHM.

Voor het VEWIN is het NHI een toolbox voor het ontwikkelen van onderling consistente, regionale grondwatermodellen van Nederland. Centraal onderdeel van het NHI is een uniforme, landsdekkende, consistente en up-to-date database waaruit efficiënt grondwatermodellen kunnen worden ontwikkeld. Deze modellen zijn in staat om de effecten van waterwinningen op onder meer landbouw en natuur in beeld te brengen.

Het PBL gebruikt het LHM als hydrologische input voor waterkwaliteitsmodellen die worden ingezet voor de voorbereiding en –evaluatie van stroomgebied beheerplannen en het beleid op het gebied van meststoffen en bestrijdingsmiddelen. Het NHI is een toolbox voor het actueel houden en verder ontwikkelen van het LHM en het verbinden van het LHM met de waterkwaliteitsmodellen. Het NHI biedt de instrumenten voor het ontwikkelen van lokale modellen rond natuurgebieden die de grondwaterdynamiek in deze gebieden voldoende beschrijven.

Box 3 Toepassingsbereik van het NHI in 2014 en in 2018

2014

1. Zoetwater beschikbaarheid en waterverdeling

Voor beleidsstudies op nationale schaal en de operationele waterverdeling uit het hoofdwatersysteem is met behulp van het NHI het LHM ontwikkeld. Dit model heeft een temporele resolutie van 1 dag en een ruimtelijke resolutie van de ondergrond van 250*250 m. Het model is geschikt voor de bepaling van de watervraag en waterverdeling op een ruimtelijke schaal van de zoetwaterregio's²⁹ of groter. De resultaten voor verdamping zijn matig (zie par 3.3).

2. Grondwater.

Het LHM heeft een temporele resolutie van 1 dag en een ruimtelijke resolutie van 250*250 m. De resultaten van het LHM met betrekking tot de grondwaterdynamiek zijn matig (zie par 3.3). Mede op basis van modelcodes MODFLOW en METASWAP die onderdeel uitmaken van NHI, zijn regionale grondwatermodellen gemaakt met een hogere resolutie en een hogere nauwkeurigheid.

²⁸ Ontleend aan: Deltares en Alterra 2013 – Werkplan NHI 2013 – 2015, versie 16 april 2013

²⁹ In het Deltaprogramma Zoetwater zijn zeven zoetwaterregio's onderscheiden.

3. Zoutbelasting.

Het NHI is op dit moment niet geschikt voor het afleiden van modellen voor de interne of externe zoutbelasting

4. Waterkwaliteit en ecologie.

Het NHI is op dit moment nauwelijks geschikt voor het afleiden van hydrologische modellen die de input kunnen leveren voor waterkwaliteitsmodellen op nationale of regionale schaal.

5. Wateroverlast.

Het is in principe mogelijk om op basis van de modelcodes MODFLOW en METASWAP die onderdeel uitmaken van het NHI, modellen af te leiden voor de regionale wateroverlast. Dit is toegepast in HYDROMEDAH (WS Stichtse Rijnlanden) en IBRAHYM (WS Peel en Maas).

2018

1. Zoetwater beschikbaarheid en waterverdeling

Voor beleidsstudies op nationale schaal wordt het LHM verder ontwikkeld. Voor de operationele waterverdeling (onder meer ten behoeve van de LCW) kunnen uit het NHI modellen worden afgeleid die een scenario doorrekenen met een rekentijd van circa 1 dag. Regionale modellen op basis van het NHI kunnen rekenen met een temporele resolutie van circa 1 dag en een ruimtelijke resolutie van circa 100 * 100 m;

2. Grondwater.

De van het NHI afgeleide grondwatermodellen kunnen rekenen met een temporele resolutie van circa 1 dag en een ruimtelijke resolutie van circa 100 * 100 m.

3. Zoutbelasting.

Voor West Nederland is de zoutindringing via het grondwater en de verplaatsing van het zout via het oppervlaktewater belangrijk. Voor het NHI betekent dit dat deze processen voor zowel het grondwater als het oppervlaktewater afdoende gemodelleerd kunnen worden.

4. Waterkwaliteit en ecologie.

De met behulp van het NHI ontwikkelde hydrologische modellen leveren de vereiste hydrologische input voor de modellen voor waterkwaliteit op nationale en regionale schaal. De schematisatie van het LHM komt tegemoet aan de wensen van de nationale waterkwaliteitsmodellen.

5. Wateroverlast.

Dit is een nieuw type van modellen op basis van het NHI. Aanzetten zijn te vinden in de modellen Hydromedah en Ibrahim. De modellen stellen functionele eisen aan het NHI met betrekking tot een afdoende schematisering van snelle neerslag-afvoerprocessen, een temporele resolutie in de orde van 15 - 60 minuten en een ruimtelijke resolutie van circa 10x10 m voor de onverzadigde zone. Het diepe grondwater hoeft in deze studies niet meegemodelleerd te worden en dient in het NHI afkoppelbaar te zijn om rekentijden niet onnodig op te laten lopen.

4.3 Ontsluiting van NHI instrumenten

Het NHI moet voor NHI gebruikers toegankelijk zijn en door hen toegepast kunnen worden. Deze eis wordt algemeen gedragen.

Het is dan ook wenselijk om al in 2015 een eerste aantoonbaar succes te behalen. De gemeenschap van gebruikers moet na dit jaar daadwerkelijk aan de slag kunnen met het NHI.

Als eerste stap worden de data, tools en modelcodes ontsloten.

Als volgende stap wordt toegewerkt naar een gezamenlijk ontwikkel- en rekenplatform (Graphical User Interface of GUI).

Voorstel A Ontsluiten van data

- De NHI- Database wordt in 2015 ontwikkeld en gevuld met de reeds beschikbare data (zie ook par 4.5)
- De NHI-Database is voor alle NHI gebruikers toegankelijk via Internet. Hiervoor wordt een tool ontwikkeld.
- De interface van deze tool is overzichtelijk, gebruiksvriendelijk en robuust.
- Data kunnen worden gedownload en zijn goed gedocumenteerd
- Een Helpdesk voor vragen rond gebruik van de database is in werking

Voorstel B Ontsluiten van tools en modelcodes

- De tools en modelcodes die op dit moment tot het domein van NHI behoren (Tabel 2 en Tabel 1) worden via Internet ontsloten
- De tools zijn te downloaden als source code, inclusief up-to-date documentatie
- Van de modelcodes is in ieder geval de up-to-date documentatie te downloaden;
- De wenselijkheid, haalbaarheid en kosten van het beschikbaar stellen van modelcodes als executables of source codes wordt uitgewerkt
- Een Helpdesk voor vragen rond gebruik van de tools is in werking

Voorstel C Een gezamenlijke GUI

Hierbij kan gebruik worden gemaakt van reeds ontwikkelde GUI's zoals iMOD, Alterraqua en Trishell. Integratie van de thans binnen deze GUI's beschikbare functionaliteit voorziet waarschijnlijk in de wensen van NHI gebruikers. De gezamenlijke keuze van een GUI kan een verbindend element zijn in het NHI.

Voor- en nadelen van een gezamenlijk platform en de goede inschatting van de kosten zijn op dit moment nog niet helder. Na het eerste jaar, waarin de database en tools worden ontsloten, zal hier als volgende stap een keuze in gemaakt worden.

Voorstel D Wensen ten aanzien van hardware/ rekenfaciliteit

De op NHI gebaseerde modellen draaien nu op verschillende servers – de NMDC, de servers van van Deltares of een eigen server.

Het gezamenlijk 'inkopen' van server capaciteit kan voordelen bieden.

Dit dient nog te worden uitgewerkt.

4.4 Kwaliteitsborging

Kwaliteitsborging van het NHI wordt door veel gebruikers genoemd als prioriteit. Ook de Wetenschappelijke Klankbörgroep is dit een prioriteit.

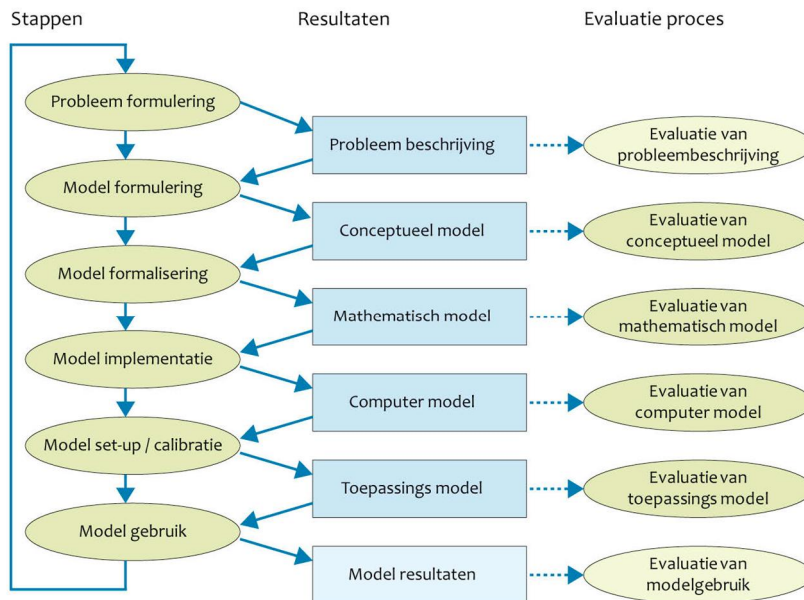
Doeltermen van kwaliteitsborging in relatie tot het NHI zijn: transparante software, traceerbare data, vrij van fouten, plausibel, nauwkeurig en fit for purpose. Hieronder worden deze doeltermen toegelicht en toegepast op het NHI.

- *Transparante software*: de (reken)stappen die binnen de tools en modelcodes worden gemaakt, moeten wetenschappelijk verantwoord en goed gedocumenteerd zijn
- *Traceerbare data*: de data die door de NHI tools en modelcodes worden geproduceerd moeten op elk punt van het proces terug te herleiden zijn tot de basisdata.
- *Vrij van fouten*: tussenproducten en het eindproduct (het uiteindelijke model) moeten vrij zijn van fouten.
- *Nauwkeurig*: het instrumentarium moet in staat zijn om waarnemingen nauwkeurig te reproduceren.
- *Fit for purpose*: het moet duidelijk zijn welke zaken wel en welke zaken niet door het instrumentarium kunnen worden berekend.

4.4.1 Transparante software

Een goede check op de wetenschappelijke onderbouwing en de kwaliteit van de documentatie is het doorlopen door de NHI ontwikkelaars van de vragenlijst uit het PBL normenkader voor modellen³⁰. Het kader bestaat uit een vragenlijst die model ontwikkelaars met een zekere regelmaat zouden moeten invullen. De vragenlijst bestaat uit 15 vragen en sluiten aan bij de verschillende fase van de modelleercyclus (Figuur 2). De antwoorden dienen voor de planning van modelverbetering.

Het kader van Alterra³¹ heeft veel overeenkomst met dat van het PBL, maar voegt hieraan een kwaliteitsstempel toe (Status A: minimum kwaliteitsniveau; Status AA: goede kwaliteitsniveau). Ook Rijkswaterstaat heeft een kader voor de borging van modellen ontwikkeld³².



Figuur 2 Fasen van de modelleercyclus³⁰
Toepassing op het NHI geeft naar verwachting inzicht in:

³⁰ PBL 2009/2010 – Het PBL-normenkader voor modellen. Vragenlijst, Toelichting en Lexicon.

³¹ Alterra 2007 – Checklist Status A en AA simulatiemodellen

³² Rijkswaterstaat WVL januari 2014 – Kader Toepassing Netwerkmodellen Water

- De wetenschappelijke verankering en validatiestatus van het instrumentarium
- De kwaliteit van de documentatie. Is deze op orde en begrijpelijk voor partijen die het NHI toepassen
- Wat zijn de problemen in de huidige versie van het instrumentarium
- Wat zijn de wensen van de model ontwikkelaars voor verdere ontwikkeling

Voorstel E Ontwikkelen en toepassen van een Kader Kwaliteitsborging NHI .

- De kennisinstituten PBL, Alterra en Deltares vergelijken 'hun' kaders voor kwaliteitszorg onderling en met die van RWS en komen tot een voorstel voor één kader voor kwaliteitszorg NHI.
- De huidige onderdelen van het NHI worden via zelfbeoordeling aan dit kader getoetst. Hierbij kan worden voortgebouwd op de reeds uitgevoerde toetsingen.
- Expliciete aandacht voor de kwaliteit van de documentatie, en zo nodig verbetering hierin. Een goede documentatie is van belang voor de ontsluiting van de NHI instrumenten (zie Voorstel A en Voorstel B).
- Aanvullend hierop kan worden overwogen om een externe audit uit te voeren.

4.4.2 *Traceerbare data*

In het NHI is op dit moment de tool HydroConnect-Versiebeheer opgenomen die bijhoudt welke versies van basisdata, tools en modelcodes worden gebruikt bij de ontwikkeling van een modeltoepassing.

Hydroconnect-Workflow is een verbeterde versie die automatisch een schematisatie kan reproduceren. H- Workflow is al geïmplementeerd in AZURE en MIPWA. De tool is beschikbaar, maar er zijn kosten gemoeid bij het de (eenmalige) instelling van H-Workflow voor een modeltoepassing

Voorstel F Opnemen van Hydroconnect - Workflow in het LHM

- Het LHM is voor veel gebruikers een essentieel model dat gebruik maakt van een groot aantal data. Dit vraagt extra aandacht met betrekking tot de traceerbaarheid van deze data.

4.4.3 *Vrij van fouten*

Bij een wijziging in de software - tools of modelcodes - van het NHI worden door Deltares een aantal standaard tests voorgesteld³³:

1. Testen van de gewijzigde software op codeerfouten.
2. Testen van de gewijzigde software - individueel en gekoppeld aan de overige software - met testdata en de hierbij te verwachten uitkomsten
3. Check op de waterbalansen. Eis dat de balans op ieder tijdsstap klopt (met te accepteren kleine afwijkingen).
4. Vergelijking van de modeluitkomsten met stationaire oplossingen van de analytische vergelijkingen
5. Vergelijken van de uitkomsten van het landelijk model (LHM) met en zonder de gewijzigde software
6. Opnieuw kalibreren van het landelijk model (LHM) met de gewijzigde software
7. Toetsen van de uitkomsten van het gekalibreerde LHM aan de kwaliteitscriteria (zie ook par 3.3)

Deze tests kunnen goed in een Testbank worden doorlopen.

Het is niet helemaal duidelijk wat de status is van de testbank bij Deltares. Door Alterra is op dit moment nog geen nog geen testbank voor de Alterra modelcodes ontwikkeld.

Voorstel G Ontwikkelen van de NHI Testbank

- Testbank ontwikkelen op basis van de huidige NHI modelcodes
- Inventariseren in hoeverre de Testbank ook als tool beschikbaar moet komen voor NHI gebruikers

³³ (Deltares Plan B&O NHI vanaf 2014; januari 2014)

4.4.4 Nauwkeurig

De standaard methode om de nauwkeurigheid van een model te bepalen, is om met een gekalibreerd model (waarbij de parameters zijn afgeregeld aan de hand van een eerste set waarnemingen) een validatie uit te voeren (prognose van een tweede set waarnemingen). Deze vorm van kwaliteitsborging is voor het LHM al uitgewerkt in de vorm van kwaliteitscriteria (zie par 3.3) en kan worden voortgezet bij de verdere ontwikkeling van het LHM, alsmede bij de ontwikkeling van andere van het NHI afgeleide modellen.

4.4.5 Fit for purpose

In het protocol bij oplevering van een NHI release wordt door Deltares en Alterra een passage opgenomen over de toepassingen waarvoor het instrumentarium kan worden ingezet, en binnen welke grenzen. Vervolgens wordt het WKG gevraagd naar hun mening over deze passage. Hierdoor krijgt de release een kwalificatie in de vorm: 'deze versie van het NHI is fit voor purpose A en niet voor purpose B'.

In deze invulling van 'fit for purpose' wordt uitgegaan van het model cq het NHI en wordt aangegeven wat hiervan de verantwoorde toepassingen zijn.

4.5 Data

Uit de Roadmap kwam unaniem de wens naar voren om in NHI kader een hydrologische database te ontwikkelen die data bevat van ondergrond, onverzadigde zone, topsysteem en oppervlaktewater; met meetgegevens voor kalibratie en validatie; en met waarden van kalibratieparameters.

Hieronder wordt deze wens geconcretiseerd en uitgewerkt in een voorstel voor het vervolg.

Daarnaast zijn er een aantal specifieke wensen ten aanzien van data

4.5.1 De NHI-Database

Bij de ontwikkeling van een modellen bestaat vaak een groot deel van het werk uit het stapsgewijs opwerken van basisdata tot de inputdata voor modelcodes.

De NHI Database (NHI-DB) is een 'tussenstation' in dit proces.

De 'procesplaat' in Figuur 3 toont de positie van het NHI-DB tussen de basisdata (links) en de input voor de modelcodes (rechts).

Data in verschillende stadia van opwerking zijn verbonden met pijlen. Elke dataset begint bij een basisdata-set en eindigt bij een inputfile voor één van de modelcodes die binnen het NHI operationeel zijn. Om tot een inputfile te komen, zijn veelal basisdata uit verschillende lijnen nodig.

Van basisdata tot inputfile 'passeert' de dataset diverse stadia. Tussen twee stadia ondergaat de dataset, al of niet in combinatie met andere datasets, een bewerking, uitgevoerd door één of meerdere conversietools.

In de ideale wereld worden alle voor NHI toepassingen benodigde datasets buiten het NHI opgebouwd, opgeslagen en beheerd, zodat uit deze data in één slag (met een tool uit groep C) de input voor de modelcodes kan worden gegenereerd.

In de ideale wereld zijn deze datasets bovendien landsdekkend en uniform:

- Landsdekkend, zodat voor alle regio's modellen kunnen worden afgeleid uit de NHI-DB
- Uniform, zodat risicovolle dataconversies (bijvoorbeeld door verschil in eenheden of verschil in betekenis) kunnen worden beperkt

Deze situatie is nu al het geval voor 'volwassen' datasets zoals de door KNMI beheerde landsdekkende interpolatie van neerslag en verdamping.

Op dit moment is echter voor veel van de door NHI modelcodes benodigde data-soorten een aantal, meer of minder tijdrovende 'slagen' nodig om de basisdata op te werken. Voorbeelden zijn de data van regionale oppervlaktewatersystemen, of van onttrekkingen uit oppervlaktewater en grondwater.

Het NHI-DB is bedoeld voor de opslag en uitwisseling van juist deze datasets.

In de procesplaat zijn data in vier stadia van opwerking onderscheiden:

1. Basisdata. Deze worden buiten het NHI verzameld, opgeslagen en beheerd en maken geen onderdeel uit van het NHI
2. Gecompileerde informatie die buiten het NHI worden opgebouwd, opgeslagen en beheerd (bijvoorbeeld REGIS); deze informatie maakt geen onderdeel uit van het NHI
3. De NHI-DB - databestanden die binnen het NHI worden opgebouwd, opgeslagen en beheerd.
4. Inputfiles voor modelcodes (schematisaties, parameters, randvoorwaarden);

De conversies tussen de stadia worden verzorgd door conversietools:

- a) Groep A zijn tools die buiten het NHI worden ontwikkeld en beheerd (bv. de tools die het KNMI gebruikt om uit meteo waarnemingen landsdekkende grids te genereren van neerslag en verdamping)
- b) Groep B tools zijn specifiek voor de 'vulling' van de NHI-DB; deze tools worden door NHI ontwikkeld en beheerd.
- c) Groep C tools genereren de input naar de modelcodes en zijn toegesneden op de structuur en de inhoud van de NHI-DB en de formats van de modelcodes die

onderdeel uitmaken van het NHI; ook deze tools worden door NHI ontwikkeld en beheerd.

De procesplaat is gegroepeerd naar vier 'datalijnen' die veel interne samenhang vertonen.

Indien de NHI-DB gerealiseerd is en de data in de NHI-DB van goede kwaliteit zijn, wordt het in feite mogelijk modellen 'on the fly' te generen. Afhankelijk van de probleemstelling en de omvang van het interessegebied kunnen in korte tijd (minder dan een dag) modellen aangemaakt worden

Schematisaties opnemen in de NHI-DB?

Er is nog geen overeenstemming bij NHI partners over de vraag in hoeverre schematisaties onderdeel dienen uit te maken van de NHI-DB. Hierin zijn twee meningen:

- a) Bij een goed gevulde en bijgehouden NHI-DB en de beschikbaarheid van adequate tools voor het afleiden van schematisaties en randvoorwaarden, met inbegrip van een tool die goed bijhoudt welke stappen hierbij zijn genomen (HYDROCONNECT-WORKFLOW) is het niet nodig om schematisaties op te slaan. Nieuwe schematisaties kunnen eenvoudig worden afgeleid, en bestaande schematisaties kunnen eenvoudig worden gerepliceerd
- b) Bestaande schematisaties bevatten waardevolle informatie en dienen daarom wel in de NHI-DB te worden opgenomen. Uit de hoge-resolutie regionale schematisaties kunnen met behulp van een verschalingsstool nieuwe schematisaties met een lagere resolutie (zoals het LHM) worden afgeleid

Hierin is met name van belang in hoeverre een eenvoudige en robuuste procedure kan worden gevonden voor het vastleggen van verbeteringen in de basisdata (bv. REGIS) of in de gecompileerde informatie (bv. LOGOM of de lagenmodellen). Dit moet nog worden uitgewerkt.

Indien wordt gekozen voor optie b) dan dient ook een tool te worden ontwikkeld voor het verscalen van schematisaties.

De schematisaties van het LHM en het LSM worden voor meer toepassingen ingezet en worden in ieder geval opgenomen in de NHI-Database.

Bijlage 2 gaat verder in op de gewenste inhoud van de NHI-database.

4.5.2 Specifieke wensen ten aanzien van data

Data van oppervlaktewatersystemen

In de afgelopen jaren is in het NHI relatief veel aandacht besteed aan de schematisatie van de ondergrond. In de komende jaren verdient de kwaliteit van de schematisatie van het oppervlaktewater meer aandacht. In dit verband heeft het NHI belang bij een goede ontsluiting van de data van oppervlaktewatersystemen, conform het door het Informatiehuis Water ontwikkelde Dataprotocol³⁴. De informatie over oppervlaktewatersystemen en peilgebieden, opgenomen in de beheerregisters van waterschappen, moet op een efficiënte manier kunnen worden aangesproken voor schematisaties tbv het NHI. Dit vereist implementatie van het IHW Dataprotocol Modelling Oppervlaktewaterkwantiteit. Het is echter onduidelijk of het NHI hierin een rol kan spelen.

Gedetailleerde bodemdata voor veenweidegebieden

In de veenweidegebieden spelen groten opgaven met betrekking tot waterbeheer en inklinking. Het ontwikkelen van modellen op basis van het NHI voor deze gebieden vereist een veel gedetailleerdere schematisatie van bodem en maaiveld oppervlak in deze gebieden. Basisdata en gecompileerde informatie hiervoor is beschikbaar door digital soil mapping technieken en in de vorm van bodemkaarten met een schaal van 1:10,000 en 1:25,000.

Meteobase als alternatief voor de KNMI meteorologische data

De Meteobase historische neerslag informatie (1990 – heden) is beter dan de KNMI neerslag informatie die nu in het NHI wordt gebruikt. Dit pleit voor overstappen naar de

³⁴ Informatiehuis Water, januari 2013 – GIS dataprotocol modellering oppervlaktewaterkwantiteit

Meteobase informatie. De consequenties voor het NHI zijn waarschijnlijk beperkt, maar bestaande modellen dienen opnieuw te worden gekalibreerd.

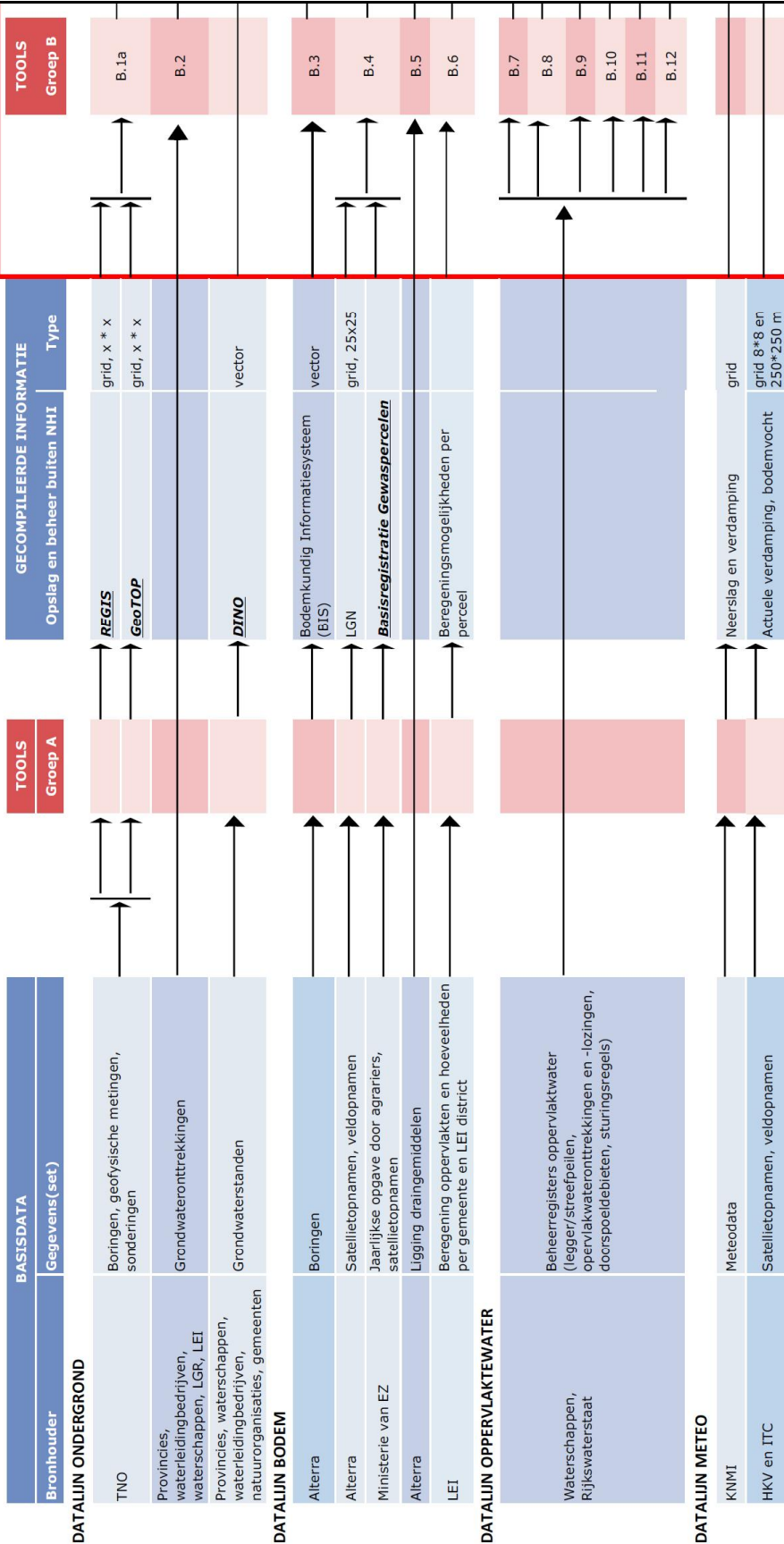
Voorstel H Ontwerpen en bouwen van de NHI Database

Ontwerpen

- Het ontwerpen van de NHI-Database, voortbouwend op Figuur 3 en Bijlage 2. Hierbij:
 - Voor zover mogelijk voortbouwen op de Grondwater Modellen Database (GMDB)
 - Zoveel mogelijk aansluiten bij het IHW Dataprotocol Oppervlaktewater³⁴
 - In de database een plek geven aan het LHM en het LSM
 - Onderzoeken van de mogelijkheden m.b.t. de wens tot gedetailleerdere data in veenweidegebieden en Meteobase als alternatief van KNMI data
- Een gemotiveerde keuze m.b.t. de vraag in hoeverre overige modelschematisaties (afgezien van LHM en LSM) onderdeel uitmaken van de database; hiermee samen hangt de vraag in hoeverre een tool voor het verschalen van schematisaties gewenst is
- Uitwerken van
 - de tools voor het 'vullen' van de database
 - de tools voor het genereren van de input voor NHI modelcodes op basis van de inhoud van de database. Deze tools bieden tevens de mogelijkheid van een 'open' format zodat ook modelcodes buiten NHI hierop kunnen aansluiten
 - (indien gewenst) een tool voor het verschalen.
- Als uitgangspunt dienen de al bestaande tools.
- Maken van een voorstel voor de 'governance' van de database: wie doet wat en wie is waarvoor verantwoordelijk? Hoe creëer je draagvlak zodat partijen de database vullen?
- Wensen en consequenties ten aanzien van de openbaarheid van de data in de NHI-DB in beeld brengen. Zijn de data alleen toegankelijk voor NHI partners (closed community) of voor iedereen (open data)?
- Voorstel voor de kwaliteitsborging van de data in de database. Ontwikkelen van een procedure/ werkwijzen voor het aanvullen van de database op basis van gebiedskennis, aanpassingen bij de kalibratie e.d. Hiervoor dient een procedure/ werkwijze te worden ontwikkeld.

Bouwen

- Het implementeren van de (lege) NHI-Database.
- Het vullen van de database met de reeds beschikbare gegevens bij kennisinstituten, waterbeheerders en waterleidingbedrijven. Hieronder vallen in ieder geval het LHM en het LSM
- Het verbeteren en (voor zover nodig) ontwikkelen van de tools voor het 'vullen' en up-to-date houden van de database; voor het genereren van modelinput en (indien gewenst) voor het verschalen
- Het centraal toegankelijk maken van de inhoud van het NHI via één portal/ tool (zie Voorstel A)
- Het compleet maken – landsdekkend en uniform - van de bestanden in de database;



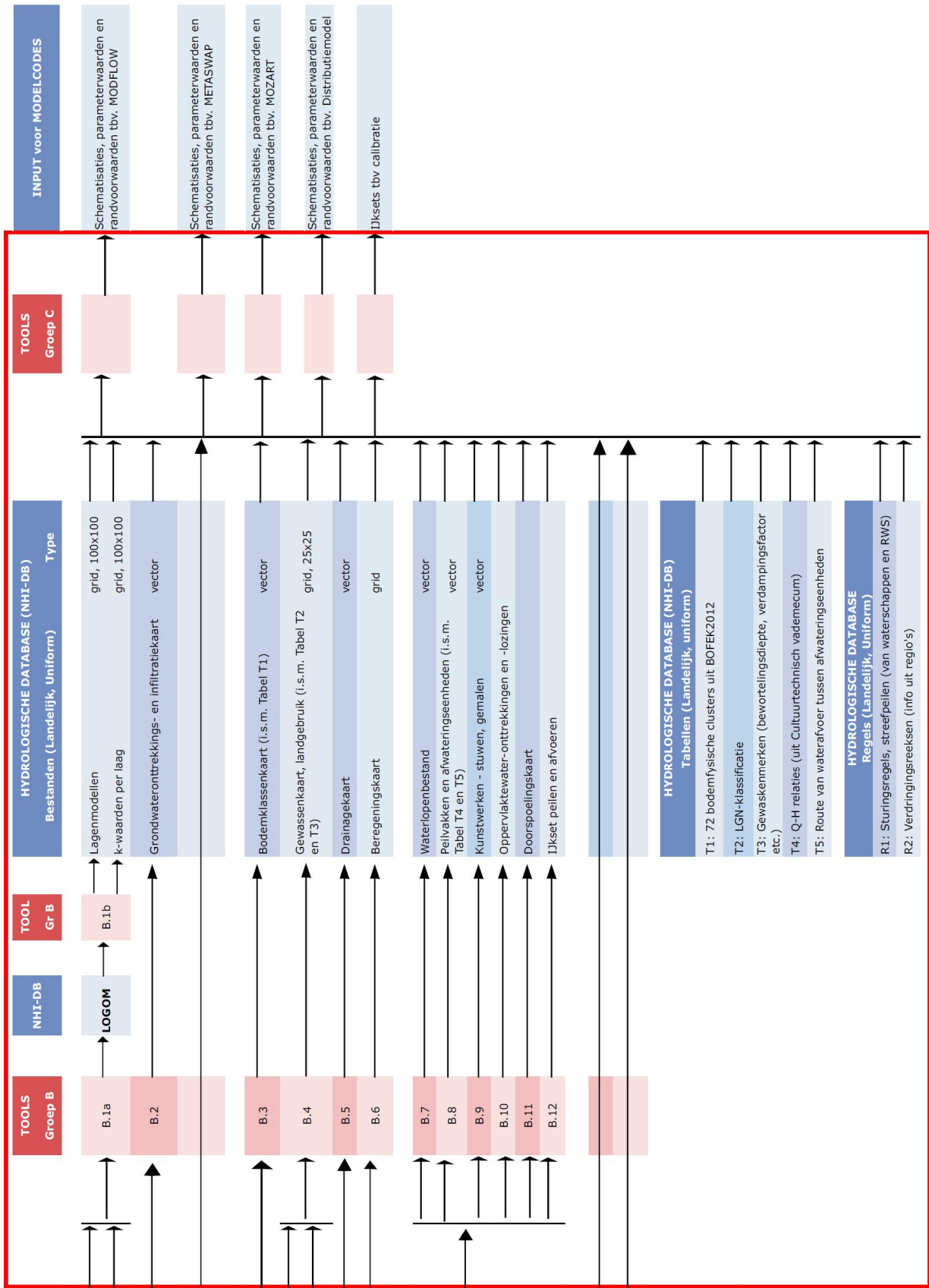
Toelichting:

Rood kader: Ontwikkeling en B&O door NHI

Vet, cursief, onderstreept: Basisregistratie

Indien een pijl door het vak 'Gecompileerde informatie' heen loopt, is er geen gecompileerde vorm buiten het NHI aanwezig. Het landelijke, gecompileerde product vormt dan onderdeel van de NHI-DB.

Indien een pijl door het vak van de 'Hydrologische Database' heen loopt, dan hoeft het bestand niet per se in de hydrologische database opgenomen te worden



Figuur 3: De NHI-Database

4.6 Modelcodes

Er leven een groot aantal wensen ten aanzien van de vervanging en verbetering van modelcodes in het NHI, met als gevolg dat het gewenste eindbeeld in 2018 flink verschilt van de huidige situatie (zie Tabel 5).

Vervanging van een modelcode heeft veel consequenties voor de tools:

- connectoren die de data-uitwisseling tussen modelcodes tijdens een simulatie run verzorgen, dienen te worden aangepast of opnieuw gebouwd
- tools voor het genereren van schematisaties en randvoorwaarden voor de modelcode uit de data(base) dienen te worden aangepast of opnieuw gebouwd
- de nieuwe modelcode dient te worden opgenomen in de testbank
- de tools voor post-processing dienen te worden aangepast

Tabel 5 Modelcodes in NHI – huidige situatie en eindbeeld 2018

		NHI 3.02	NHI 2018
Hydrologie			
	Verzadigde zone	MODFLOW	MODFLOW
	Onverzadigde zone	MetaSWAP	MetaSWAP Aanvullend: SIMGRO?
	Oppervlaktewater regionaal	MOZART	RTC of SOBEK of SIMRES
	Hoofdwatersysteem	Distributiemodel	SOBEK-CF of SOBEK 3
Zouttransport			
	Verzadigde zone	MOC DENSE	SEAWAT of SWI
	Onverzadigde zone	TRANSOL	TRANSOL of alternatief

4.6.1 *Vervanging MOZART en Distributiemodel*

Hoog op de agenda van Deltares staat de vervanging van MOZART en het Distributiemodel (DM). Deze modelcodes zijn niet goed te onderhouden. Deze codes worden alleen in het LHM gebruikt en de kennis van de codes is nog maar bij enkele personen aanwezig. De mogelijkheden van MOZART en DM zijn inmiddels tot hun maximum 'opgerekt'. Kandidaten voor de opvolging van zijn RTC of SOBEK. SIMRES (dat onderdeel uitmaakt van het Alterra pakket SIMGRO) is mogelijk ook een goed alternatief. De overstap gaat gepaard met het maken van een nieuwe LHM schematisatie.

Voorstel I Vervangen van MOZART en DM

- Aan Deltares wordt gevraagd om een voorstel te maken; waarbij de voor- en nadelen en consequenties van de verschillende opties naast elkaar worden gezet.
- Aangeven in hoeverre het maken van een nieuwe schematisatie kan worden gecombineerd met de doorontwikkeling van het LHM en de wensen van waterkwaliteit mbt de LHM schematisaties

4.6.2 *SIMGRO opnemen in NHI?*

In regionale modellen wordt veel gebruik gemaakt van de modelcodes SIMGRO en SIMRES die zijn ontwikkeld door Alterra. SIMGRO is verwant aan MetaSWAP; SIMRES is gericht op de hydrologie van oppervlaktewater en is verwant aan SOBEK.

Opname van deze modelcodes in het NHI kan het belang van het NHI voor regionale modellen versterken.

Voorstel J Verkennen van opname van SIMGRO in NHI

- In beeld brengen van het huidige gebruik van SIMGRO en SIMRES door NHI partners, en de wensen met betrekking tot opname in het NHI.
- In beeld brengen van voor- en nadelen en consequenties van de opname in het NHI

4.6.3 *Rekentijden*

Rekentijden zijn een belangrijke overweging bij de keuze van het detailniveau van landelijke en regionale modellen. Zo bedraagt de rekestijd van het LHM voor het doorrekenen van 1 jaar op de NMDC computer op dit moment circa 16 uur.

De wens naar hoge-resolutie modellen wordt dus in belangrijke mate beperkt door de rekestijd.

De versnelling van computers en processoren zal naar verwachting in de planperiode doorgaan als een autonome ontwikkeling waarop het NHI weinig invloed heeft.

Modulair draaien is wel een concrete en op de korte termijn te realiseren mogelijkheid voor het verkorten van de rekestijd van NHI toepassingen.

Daarnaast kan actief worden ingespeeld op ontwikkelingen zoals 3Di en Flexible mesh.

Modulair draaien

Op dit moment wordt een belangrijk deel van de rekestijd veroorzaakt door de modelcodes voor de verzadigde en onverzadigde zone³⁵.

Om de rekestijd te beperken kunnen de NHI modelcodes MODFLOW en MetaSWAP worden aangepast zodat ze deels kunnen worden 'uit' gezet (bv. de onderste lagen van MODFLOW)

Voorstel K Modulair draaien

- Aan Kennisinstituten vragen om hiervoor een voorstel te maken

3Di en Flexible mesh

3Di, Unstructured grids, Flexible mesh en Next Generation Hydro Software (NGHS) zijn onderling vergelijkbare ontwikkelingen gericht op flexibele schematisaties³⁶. Hierbij worden homogene zones of zones met langzame processen met een lagere resolutie geschematiseerd dan overgangszones of zones met snelle processen.

Voorstel L Verkennen van opties voor versnelling

- Binnen de NHI organisatie een werkgroep Versnelling instellen. Deze werkgroep volgt ontwikkelingen ten aanzien van snellere rekestijden en bespreekt of deze ontwikkelingen een toegevoegde waarde kunnen hebben voor het NHI.

4.6.4 *Zout*

De meerwaarde van een goede zoutmodellering in het NHI is groot, met name in West Nederland. Het regionale waterbeheer in dit gebied is in belangrijke mate afgestemd op het tegengaan van verzilting; in tijden van droogte heeft de regio een hoge prioriteit bij de verdeling van in het hoofdwatersysteem beschikbaar zoetwater.

³⁵ Circa 60% van de rekestijd van een LHM som wordt ingenomen door berekeningen van MODFLOW (met 7 bodemlagen) en circa 30% van de rekestijd door berekeningen van MetaSWAP (met 2 bodemlagen) (mond. med. Timo Kroon Deltares)

³⁶ 3Di is een ontwikkeling waarbij de TU Delft een leidende rol speelt, maar is op dit moment met name gericht op overstromingen in stedelijk gebied. 'Unstructured grids' is een ontwikkeling van MODFLOW. NGHS is een ontwikkeling van Deltares

De huidige wijze van modelleren van de interne verzilting in het NHI is ontoereikend (zie par 3.3.1).

Er is een gedetailleerd stappenplan opgesteld voor de verbetering van de modellering van de bijdrage van diffuse kwel (zie Bijlage 1).

Dit stappenplan is echter lang en oogt kostbaar en risicovol. Voor de verbetering van de modellering van de bijdrage van wellen is nog geen stappenplan opgesteld; het modelleren van dit aspect is evenmin eenvoudig als gevolg van de noodzaak om dichtheden als een modelvariabele op te nemen.

Internationaal lijken weinig voorbeelden van geslaagde modellering van interne verzilting voorhanden. Gezien de internationale relevantie van verziltingsvraagstukken, kan dit ook worden gezien als een kans.

Al met al is hier sprake een voor Nederland zeer relevant en internationaal baanbrekend, maar ook risico-vol en mogelijk kostbaar traject. Voorstel is om gezien het belang en ondanks de risico's toch op een significant niveau te investeren in de verbetering van de zoutmodellering in het NHI. Gezien het innovatieve karakter, lijkt verdere uitwerking bij uitstek een opgave voor de Kennisinstituten.

Voorstel M Verder ontwikkelen van zout in NHI

- Aan de Kennisinstituten wordt gevraagd om een werkgroep op te zetten van relevante deskundigen (universitair en adviesbureaus) en belanghebbenden bij waterbeheerders. De werkgroep wordt gevraagd om consensus te bereiken over een realistische verwachting ten aanzien van zoutmodellering en een plan van aanpak op te stellen. Dit plan van aanpak kan voortbouwen op het stappenplan in Bijlage 1. Het plan van aanpak dient ook in te gaan op de zoutbelasting door wellen en het zouttransport in regionale oppervlaktewatersystemen. Met betrekking tot de wellen is de keuze van de vervanging van MOCDENSE relevant. Hierbij dienen de voor en nadelen van SEAWAT en Sea Water Intrusion (SWI) te worden vergeleken.
- Aan de Kennisinstituten wordt gevraagd om een globale begroting te maken van het gehele plan van aanpak.
- Bij de uitvoering van het plan van aanpak wordt een stapsgewijze aanpak voorgestaan, conform het advies van de WKG

4.6.5 Verdamping

De huidige versie van het NHI levert onvoldoende nauwkeurige uitkomsten voor verdamping. Omdat verdamping na neerslag de grootste post is in de waterbalans, kan dit leiden tot flinke onnauwkeurigheid in de overige posten. Met name de slechte voorspelling van de verdamping in droge zomermaanden heeft consequenties voor de relevantie van de op NHI gebaseerde modellen.

Het WKG adviseert een stapsgewijze aanpak waarbij wordt begonnen met de minder ingrijpende en minder kostbare stappen.

Het gebruik van remote sensing beelden in combinatie met de gemeten dynamiek in grondwaterstanden lijkt kansrijk bij het beter kalibreren van de verdamping in het LHM en de regionale modellen.

Om dit verder uit te werken, is er behoefte aan een kalibratiestrategie die door NHI gebruikers op 'hun' modellen kan worden toegepast.

Voorstel N Kalibratiestrategie voor verdamping en grondwater

- Aan de WKG vragen om een kalibratiestrategie uit (laten) te werken die door NHI gebruikers op 'hun' modellen kan worden toegepast.
- Mogelijk is in dit verband de ontwikkeling van een specifieke tool gewenst die de kalibratie volgens de strategie ondersteunt.

4.6.6 Wateroverlast

Dit is een nieuw type van modellen op basis van het NHI. Aanzetten zijn te vinden in de modellen Hydromedah en Ibrahim. De modellen stellen functionele eisen aan het NHI met betrekking tot een afdoende schematisering van snelle neerslag-afvoerprocessen, een temporele resolutie in de orde van 15 - 60 minuten en een ruimtelijke resolutie van circa 10x10 m voor de onverzadigde zone. Het diepe grondwater hoeft in deze studies niet meegemodelleerd te worden en dient in het NHI afkoppelbaar te zijn om rekestijden niet onnodig op te laten lopen.

Verdere uitwerking heeft nog niet plaatsgehad.

Voorstel O Toepassen van het NHI voor wateroverlast

- PM

4.7 Tools

In het voorgaande zijn al een aantal wensen ten aanzien van nieuwe tools voorgesteld:

Ontwikkel tools

- De NHI Testbank (Voorstel G)
- Een tool voor de kalibratie van verdamping op basis van remote sensing beelden en grondwaterdynamiek (Voorstel N)

Pre-processing

- Tools voor het 'vullen' van de NHI-DB en het omzetten van de data in de NHI-DB naar schematisaties en randvoorwaarden voor de modelcodes en het verscalen van schematisaties (Voorstel G)
- Opnemen van Hydroconnect-Workflow in het LHM (Voorstel E)

Processing

- Aanpassen of ontwikkelen van de Connectoren die samenhangen met de voorstellen m.b.t. modelcodes in par 4.3

Post-processing

- Tool voor het via Internet inzien en downloaden van de inhoud van de NHI-Database (Voorstel A)
- Graphical User Interface (Voorstel C)

Daarnaast zijn er de volgende wensen ten aanzien van tools voor post-processing:

- *Neerschalen van berekende grondwaterstanden*

Karakteristieken van de grondwaterdynamiek (GVG, GLG, GG en GHG) worden op een 250x250m schaal veelal niet herkend, omdat deze schaal niet aansluit bij de veldsituatie. Weergave op een 25x25m schaal is meer gangbaar en wordt beter herkend. Het is vaak ook de schaal waarop met regionale modellen wordt gerekend, hoewel dit zeker voor ecohydrologische toepassingen vaak nog te grof is; daarvoor is vaak 5x5m noodzakelijk. Omdat het niet in de lijn der verwachting ligt dat er op deze schalen gerekend gaat worden de komende jaren met het NHI, dient er derhalve een post-processing tool te worden ontwikkeld voor het neerschalen van de NHI-uitkomsten in termen van GxG. Het neerschalen, b.v. met behulp van het AHN als hulpinformatie, is een gangbaar en betaalbaar alternatief voor rekenen op de 5x5m en 25x25m schaal. Voor deze neerschaling zijn diverse methoden beschikbaar³⁷, Binnen bijvoorbeeld de GUI AltterraAqua is standaard functionaliteit beschikbaar om deze neerschaling met hulpinformatie uit te voeren

- *Koppeling naar STOWA Waterwijzer modules*

Tool die de output van NHI omzet in input voor de STOWA Waterwijzer modules Natuur en Landbouw. Het gaat om GHG, GVG, GLG en kwel, op een grid van 25*25 m.

Voorstel P Tool voor het neerschalen van berekende grondwaterstanden

- Aan Kennisinstituten of marktpartij vragen om een ontwerp voor een dergelijke tool

Voorstel Q Tool voor koppeling naar modules van STOWA Waterwijzer

- Aan Kennisinstituten of marktpartij vragen om een ontwerp voor een dergelijke tool

³⁷ zie b.v.: Upscaling and Downscaling Methods for Environmental Research. Marc F. P. Bierkens, Peter A. Finke, and Peter de Willigen. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 2000, ISBN 0-7923-6339-6.

4.8 Doorontwikkeling van het Landelijk Hydrologisch Model

Het LHM wordt op landelijk niveau ingezet voor beleidsverkenningen en –evaluaties (Deltaprogramma Zoetwater, Voorzieningenniveau) en operationele toepassingen (LCW, operationeel peilbeheer IJsselmeergebied). Het levert de hydrologische randvoorwaarden voor de waterkwaliteitsmodellen op nationale schaal die worden ingezet voor beleidsevaluaties met betrekking tot meststoffen, bestrijdingsmiddelen en de KRW. Ook voor een drinkwaterbedrijf als Vitens is het LHM interessant aangezien een aantal winningsgebieden een grote invloedssfeer hebben.

Het aantrekkelijke van een goed LHM is dat de watersystemen in heel Nederland op basis van dezelfde modelconcepten worden doorgerekend zodat de uitkomsten consistent zijn, hetgeen bij beleidsdossiers en het landelijk operationeel management tijdens droogte gewenst is. Een goed LHM is dan ook van belang voor zowel de landelijke overheid als voor de regionale waterbeheerders, aangezien de beleidsverkenningen en de (operationele) toepassing bij droogte gevolgen hebben voor zowel rijk als regio. Daarnaast is een praktisch voordeel van een goed LHM dat dit randvoorwaarden kan leveren voor regionale modellen.

De LHM input data (schematisaties, initiële waarden, randvoorwaarden e.d.) en output data zijn beschikbaar voor alle NHI partijen en worden opgenomen in de NHI-DB.

Door de WKG is de kwaliteit van het huidige LHM (die in feite overeenkomt met NHI 3.0) beoordeeld (zie par 3.3). Hierbij zijn een aantal kritische opmerkingen geplaatst. Tegemoet komen aan deze kritiek vereist een verbetering van de LHM schematisatie in overleg met regionale waterbeheerders, gevolgd door een nieuwe kalibratie van het LHM.

Voorstel R Verbeteren van het LHM

- Instellen van een gebruikersgroep voor de doorontwikkeling van het LHM; met hierin vertegenwoordigd de (potentiele) gebruikers van het LHM (RWS, regionale waterbeheerders, PBL, KI's)
 - Heldere afbakening door de gebruikersgroep van het gewenste toepassingsbereik van het LHM:
 - Welke vragen willen partijen met het LHM beantwoorden. Gewenste nauwkeurigheid vastleggen in kwaliteitscriteria.
 - Wat zijn de wensen van waterkwaliteitsmodellen aan het LHM (zie par 4.9)
 - In hoeverre is dit met het LHM haalbaar; welke resolutie van de schematisatie en welke rekentijden horen hier bij; welke rekentijden?
 - Opstellen van een kalibratiestrategie, op basis van een advies van de Wetenschappelijke Klankbordgroep.
 - Uitwerken hoe de verbetering van de LHM schematisatie samenhangt met de uitfasering van MOZART en DM (dat ook vraagt om een nieuwe schematisatie)
 - Verbetering van de schematisatie van het LHM op basis van bovenstaande wensen, met de inbreng van gebiedskennis van waterbeheerders en drinkwaterbedrijven.
 - Kalibratie van het nieuwe LHM
 - Toets van het nieuwe LHM door een onafhankelijke partij
- In dit voorstel is tevens opgenomen: Dit omvat gedurende de planperiode
- twee maal gedurende de planperiode een major release van het LHM, inclusief veranderingsrapportage
 - twee maal gedurende de planperiode een minor release van het LHM, inclusief veranderingsrapportage
 - B&O dat specifiek is voor het LHM

Voorstel F Opnemen van Hydroconnect-Workflow

(Zie par 4.4.2)

4.9 NHI als hydrologische basis voor waterkwaliteitsmodellen

4.9.1 Inleiding

Zowel op landelijk niveau als op regionaal niveau wordt het NHI gebruikt als hydrologische 'basis' voor waterkwaliteitsmodellen. Op landelijk niveau gebeurt dit met name door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) en Rijkswaterstaat. Relevante beleidsdossiers zijn onder andere KRW, het mestbeleid, het gewasbeschermingsbeleid (Nota Gezonde Groei, Duurzame Oogst).

Regionale studies worden onder andere gedaan door waterschappen. Zo ontwikkelt Waterschap Peel en Maas op dit moment een waterkwaliteitsmodel voor het beheergebied van het Waterschap dat is gebaseerd op het hydrologische model IBRAHYM. Dit model dient ter onderbouwing van het regionale beleid en de voorbereiding van de nieuwe stroomgebiedbeheerplannen (2018).

Waterkwaliteitsmodellen stellen specifieke eisen aan de hydrologische resultaten. Het gewenste eindbeeld is dat alle hydrologische input die nodig is voor de landelijke en regionale waterkwaliteitsmodellen geleverd kan worden door van het NHI af te leiden hydrologische modellen.

4.9.2 Uitwerking

In de waterkwaliteitsmodellen vormen de modelcodes voor stoftransport de schakel met de hydrologische modellen. In Tabel 6 worden de belangrijkste modelcodes voor stoftransport van nutriënten (stikstof en fosfor) en gewasbeschermingsmiddelen in de verschillende deelsystemen genoemd, met tussen haakjes de hiermee corresponderende hydrologische modelcodes.

Bij voorkeur is er een 1:1 relatie tussen de schematisatie in het hydrologische model (het LHM of een regionaal hydrologisch model) en het waterkwaliteitsmodel³⁸.

De tabel maakt twee zaken duidelijk: (i) een integrale analyse over de verschillende deelsystemen (verzadigde zone, onverzadigde zone en oppervlaktewater) is noodzakelijk en (ii) de teams die werken aan de modellen voor waterkwaliteit en hydrologie dienen nauw samen te werken om ervoor te zorgen dat de waterkwaliteitsmodellen goed kunnen aansluiten op de hydrologische modellen.

Tabel 6 Modelcodes voor stoftransport in de verschillende deelsystemen. Tussen haakjes staan de bijbehorende hydrologische modelcodes.

Deelsysteem	Nutriëntenmodellen	Gewasbeschermingsmodellen
Onverzadigde zone	ANIMO (MetaSWAP of SWAP*)	PEARL (SWAP*)
Verzadigde zone	MT3DMS (MODFLOW)	MT3DMS (MODFLOW)
Oppervlaktewater	KRW-Verkenner (SOBEK en MOZART**)	CASCADE (SOBEK en MOZART**)

*) SWAP vergt meer rekentijd dan MetaSWAP en leent zich daarom niet voor een 1:1 koppeling. Toepassingen met SWAP vergen daarom een andere schematisatie (zie Voorstel V)

***) MOZART in de eindsituatie te vervangen door een nieuw model (zie Voorstel I).

³⁸ Met 1:1 relatie wordt bedoeld dat voor ieder grid van het hydrologisch model ook een waterkwaliteitsberekening wordt gedaan. Dit betekent niet dat de modellen ook online gekoppeld moeten worden. Aangezien het beheer technisch eenvoudiger is om de modellen offline te koppelen, wordt aan dit model vooralsnog de voorkeur gegeven.

Onderstaande voorstellen voorzien erin dat alle hydrologische input die nodig is voor de landelijke en regionale waterkwaliteitsmodellen geleverd kan worden door van het NHI af te leiden hydrologische modellen.

De voorstellen richten zich op het NHI; de noodzakelijke werkzaamheden aan de waterkwaliteitsmodellen dienen parallel en in nauwe samenspraak te worden uitgevoerd. Voorstel S en Voorstel T dienen plaats te vinden voordat met de daadwerkelijke koppeling met waterkwaliteitsmodellen begonnen kan worden.

Voorstel S Integrale analyse en verbetering van het NHI met het oog op de wensen van waterkwaliteitsmodellen

Waterkwaliteitsmodellen stellen hoge eisen aan de hydrologische resultaten. Het NHI voldoet nog niet aan deze eisen. Dit vraagt om:

- Een integrale analyse van de resultaten van het huidige LHM gericht op verbetering van aspecten die voor waterkwaliteitsberekeningen van belang zijn. Het gaat hier met name om grondwaterstanden, vochtgehalten, de spreiding in verblijftijden en een integrale analyse van alle waterfluxen zoals de verschillende verdampingstermen en de verdeling van waterfluxen over verschillende drainagemiddelen.
- Ontwikkelen van een tool voor:
 - het wegschrijven van alle tussenuitvoer die nodig is voor de waterkwaliteitsmodellen. Urgent is onder andere het wegschrijven van fluxen naar de individuele drainagemiddelen.
 - Het kwantificeren van de verblijftijdsspreiding in de verschillende deelsystemen.
 - Het kwantificeren van de diepte van het doorstroomde profiel om een betere onderbouwing te krijgen van de diepte van het topsysteem.
- Aanbrengen van verbetering van de modellering van het topsysteem in het NHI met aandacht voor de modellering van run-off en greppelafvoer, uitsplitsing van de verdampingstermen (interceptie, bodemverdamping, transpiratie) en bodemfysische eigenschappen. Wat betreft de modellering van run-off en greppelafvoer zijn de mogelijkheden recent verbeterd door het beschikbaar komen van landelijke kaarten op basis van remote-sensing technieken.

Voorstel T Aanpassen van de schematisatie van het LHM aan de wensen van waterkwaliteit

De huidige schematisatie van het LHM sluit niet aan op de gebiedsindelingen die in waterkwaliteitsdossiers gehanteerd worden (zoals mestregio's en KRW-waterlichamen). Dit vraagt om een aanpassing van de LHM schematisatie, met de volgende aandachtspunten:

- Bij de indeling van districten en LSW's rekening houden met gebiedsindelingen die in waterkwaliteitsdossiers gebruikt worden (met name KRW-waterlichamen en hun beïnvloedingsgebieden/stroomgebieden). Met name het laatste punt dient in nauwe samenwerking met waterbeheerders te worden uitgevoerd.
- Verbetering van het detailniveau van de routing en oppervlaktewaterindeling samen met de waterbeheerders met aandacht voor buitenlandse aanvoer.
- Bij de schematisatie van de bodem ook rekening houden met eisen die gesteld worden vanuit stoftransport (bijvoorbeeld organische stof profielen, bouwvoor, enz.)
- Het aantal gewastypen afstemmen en uitbreiden om aan te sluiten bij de indeling voor waterkwaliteitsberekeningen.

Dit voorstel heeft een nauwe samenhang met Voorstel R

Voorstel U Realiseren van een consistente koppeling van het NHI met de KRW-Verkenner.

- Bij de vervanging van MOZART en DM (zie Voorstel I) wordt tevens gezorgd voor een consistente koppeling van deze vervangende modelcodes met de KRW-Verkenner. Hierdoor kan de eigen hydrologische module in de KRW-Verkenner komen te vervallen. Als voorwaarde aan de vervangende modelcodes geldt dat deze het oppervlaktewatersysteem dynamisch simuleren omdat anders waterbalansfouten ontstaan over het systeem bodem-oppervlaktewater.

Voorstel V Koppelen van ANIMO en PEARL met MetaSWAP en/of SWAP
SWAP maakt op dit moment geen deel uit van het NHI, maar voor sommige waterkwaliteitsberekeningen is dit model wel nodig. SWAP is het referentiemodel voor MetaSWAP. Dit betekent dat aanpassingen eerst in SWAP worden doorgerekend en daarna in MetaSWAP worden opgenomen. Sommige relaties kunnen alleen met SWAP worden doorgerekend; zo bevat MetaSWAP geen relaties voor scheurtransport en is de verticale resolutie onvoldoende voor berekeningen voor gewasbeschermingsmiddelen. Vervanging van MetaSWAP door SWAP in het LHM is echter vooralsnog niet haalbaar en wenselijk vanwege de lange rekentijden.

Werkzaamheden zijn onder andere:

- Duurzaam borgen dat MetaSWAP en SWAP dezelfde resultaten leveren
- Het ontwikkelen van een schematisatietool of een selectietool waarmee uit het LHM representatieve grids geselecteerd kunnen worden die met SWAP kunnen worden doorgerekend.
- Bij een frequent gebruik van SWAP ten behoeve van waterkwaliteit ligt opname in het NHI voor de hand, aangezien het hier een hydrologische modelcode betreft. Hierbij dient wel de hiermee samenhangende B&O van SWAP in beeld te worden gebracht.

Voorstel W Toevoegen of aanpassen van NHI modelcodes voor de beschrijving van de temperatuur in bodem- en oppervlaktewater

Het gedrag van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen in bodem – en oppervlaktewater is temperatuurafhankelijk. Tot dusverre bevat het NHI geen module om de temperatuur te simuleren. Naar het zich laat aanzien, is het eenvoudiger om deze functionaliteit toe te voegen aan het NHI, dan om dit buiten het NHI om te berekenen.

- SWAP bevat al een module voor warmtetransport in de bodem. Op basis hiervan kan een module worden afgeleid die kan worden toegevoegd aan MetaSWAP.
- Voor oppervlaktewater is het voorstel om het landelijk temperatuurmodel (LTM) toe te voegen. Het LTM is gebaseerd op SOBEK zodat deze functionaliteit waarschijnlijk eenvoudig aan het NHI is toe te voegen. een splitsing van de berekening van hydrologie en temperatuur onpraktisch kan zijn.

4.10 Beheer en onderhoud

Beheer en Onderhoud is een belangrijk onderdeel van de werkzaamheden aan het NHI, en vormt een grote post op de NHI begroting. In 2013 en 2014 is in de orde van 250 K Euro per jaar besteed, maar dit wordt beschouwd als een minimale vorm van B&O. Een voldoende niveau wordt door Deltares geschat op 450 – 500 K per jaar³⁹.

Een vuistregel komt uit op 20% per jaar van de bij ontwikkeling gemoeide kosten⁴⁰; bij een 4-jarige planperiode zijn de ontwikkel-kosten en beheerkosten dan van vergelijkbare omvang.

Moeilijk af te bakenen

Het is tot op heden de praktijk dat posten bij B&O worden opgenomen die eerder als overhead zijn aan te merken, zoals interne en externe communicatie en coördinatie, (Tabel 7).

Het debuggen van tools en modelcodes zou strikt genomen niet moeten worden toegerekend aan B&O maar aan Ontwikkeling. Daar staat tegenover dat een grondige test (zoals voor commerciële programmatuur gangbaar is), voor het NHI niet doelmatig lijkt. De consequentie is dan dat nieuwe NHI software veelal nog fouten bevat die in het kader van B&O moeten worden opgelost.

Daarnaast hebben kennisinstituten de wens om kleine verbeteringen aan het instrumentarium te scharen onder B&O; dit biedt hen bewegingsvrijheid om snel te kunnen reageren op kleine wensen van gebruikers; daarnaast om naar eigen inzicht kleine verbeteringen door te voeren.

Service Level Agreement⁴¹

Bij de oprichting van Deltares hebben I&M (destijds V&W) en Deltares een Service Level Agreement (SLA) afgesproken voor beheer en onderhoud van modellen en software. Van de kant van de Kennisinstituten bestaat de wens om ook voor het NHI een Service Level Agreement af te sluiten.

Zo'n SLA wordt voor een aantal jaren (in de praktijk 4 jaar) afgesloten, dat jaarlijks kan worden geconcretiseerd in een uitvoeringsprogramma.

Binnen de SLA van Deltares met I&M vallen:

- Beheer en onderhoud
- Relatief kleine ontwikkelingen
- Ondersteuning van gebruikers.

In de SLA kan worden afgesproken dat een zeker percentage van het budget wordt besteed aan de inschakeling van bedrijfsleven en adviesbureaus (30% is gangbaar). Dit kan worden geformaliseerd in een convenant tussen kennisinstellingen en het bedrijfsleven via NL Ingenieurs.

Voorstel X Uitwerken hoe te sturen op B&O

Gegeven de bedragen die met B&O zijn gemoeid, is een 'stuur' op B&O activiteiten gewenst zijn. Mogelijkheden, die in in dialoog met de Kennisinstituten kunnen worden uitgewerkt:

- Overzicht maken van 'achterstallig onderhoud' en 'kleine wensen'.
- Vooraf overeenstemming bereiken over op te lossen 'issues'
- Achteraf rapporteren van opgeloste issues
- Zelf-evaluatie op de eigen efficiëntie van B&O.
- Uitwisseling van ervaringen met/ audit door externe partij
- Vastleggen van afspraken in een meerjarig Service Level Agreement

Heldere afbakening van de financiering van het B&O van NHI instrumenten

De financiering van het B&O van belangrijke modelcodes in het NHI (MODFLOW, METASWAP en SOBEK) gebeurt buiten NHI om.

Modelcodes die nu geheel op kosten van NHI worden onderhouden – MOZART en DM – staan op de rol om te worden vervangen; bij vervanging van deze modelcodes door bijvoorbeeld SOBEK komt dit B&O buiten de NHI begroting te liggen.

³⁹ Deltares 14 jan 2014 - Plan B&O NHI vanaf 2014

⁴⁰ Mond. Med. Timo Kroon Deltares

⁴¹ Segeren en Blom september 2012 – Discussie memo B&O van modellen en informatie systemen voor het Nederlandse waterbeheer

Een punt van aandacht is het gegeven dat het B&O van de modelcodes van Alterra (SWAP, MetaSWAP en TRANSOL) op dit moment niet binnen het NHI valt, en ook buiten het NHI geen kader aanwezig is waarin dit is geregeld. Alterra geeft aan dat het B&O dat nu plaatsvindt, ontoereikend is. NHI is 'grootverbruiker' van MetaSWAP. Ook het B&O van de schematisatie van het Landelijk SOBEK Model LSM is nog niet geregeld.

Voorstel Y B&O van MetaSWAP, TRANSOL en het LSM opnemen in het NHI

Helder proces voor het opnemen van nieuwe instrumenten in het NHI

De beslissing om een modelcode of tool op te nemen in het NHI kan grote consequenties hebben voor het B&O. Niet alleen het instrument zelf maar ook de noodzakelijke data voor en koppelingen met dit instrument moeten worden beheerd. Het is dus niet vanzelfsprekend dat ieder nieuwe instrument in het NHI wordt opgenomen. In dit verband is ook de vraag relevant of en hoe een instrument uit het NHI kan worden verwijderd. Dit om te voorkómen dat instrumenten die weinig worden gebruikt tegen kosten in de lucht moeten worden gehouden

Tabel 7 Minimale B&O in 2014 ⁴²

	K Euro per jaar
B&O NHI	40
DATA (tijdreeksen aanvullen)	
TOOLS (voor Workflow en schematisaties)	
MODELCODES	
DE-BUGGEN TOOLS EN MODELCODES	40
B&O specifiek LHM	40
DATA (fouten uit schematisaties)	
MODELCODES (nieuwe release, koppelingen, documentatie)	
HARDWARE/ SERVER	25
t.b.v. ontwikkelen en testen	
HELPDESK	25
verschillende helpdesks, beschikbaar stellen invoer data	
COMMUNICATIE INTERN NAAR NHI ORGANISATIE	20
Wetenschappelijke Klankbordgroep, gebruikersgroep, stuurgroep	
COMMUNICATIE EXTERN	25
gebruikersbijeenkomst, workshops, website, Nieuwsbrief	
COORDINATIE	40
projectplan, overleg opdrachtnemers, vastlegging contracten, uitvoering en verantwoording	
TOTAAL	255

⁴² De posten zijn gebaseerd op de door Deltares voorgesteld begroting voor B&O in 2014 (Deltares 14 jan 2014 - Plan B&O NHI vanaf 2014). In de tabel is de oorspronkelijke indeling aangepast. Uiteindelijk is in 2014 minder aan B&O besteed dan dit bedrag.

5 Bijlage 1 Voorstel vervolgstappen modellering zout

Bron: zie voetnoot 10.

Voor de korte termijn wordt geadviseerd:

0. In orde maken van de gesimuleerde zoutbelasting van het oppervlaktewater. De initialisatie van het zoutprofiel moet worden aangepast aan de specifieke eigenschappen van de verschillende modellagen. Daarnaast dient de inbedding van TRANSOL in het NHI te worden vervolmaakt (met name de doorgifte van naar klassen uitgesplitste dagelijkse drainagefluxen vanuit MODFLOW) zonder aanpassen van data en schematisering. Het betreft het doorgeven van oppervlaktewaterpeilen uit MOZART, het doorgeven van de naar klassen opgesplitste drainagefluxen van MODFLOW, en het gebruiken van drainagefluxen op dag basis om de zoutbelasting op decade-basis te berekenen. Deze acties kunnen met beperkte inspanning worden gerealiseerd.

Geadviseerd wordt om aan het einde van deze stap het effect van deze aanpassing op de berekende chlorideconcentraties opnieuw te analyseren, om vast te stellen dat de verwachte veranderingen zijn opgetreden. Aanvullende validatie aan veldmetingen is daarbij zeer gewenst.

Na deze stap kunnen de volgende stappen worden doorlopen voor verdere verbetering van de zoutmodellering:

1. Verificatie van het opschalingsconcept van een puntmodel naar een gridcel-model met behulp van een 2D numeriek model. TRANSOL gebruikt een concept voor opschalen van een puntmodel naar een gridcel door de drainagefluxen over de compartimenten van het kolom-model te verdelen. Deze rekenwijze is bepalend voor de uitkomsten en moet worden getoetst aan de hand van een 2D numeriek model.. Dit kan gebeuren door vergelijken van de resultaten van simulaties met Seawat/MT3D en TRANSOL voor enkele voorbeeldsituaties.
2. Een gevoeligheidsanalyse voor zowel TRANSOL als Seawat/MT3D om te verkennen hoe veranderingen in bijvoorbeeld kwelflux, neerslagoverschot, geologische opbouw / doorlatendheid en drainagekarakteristieken doorwerken op het zoutprofiel en de zoutvrachten. De gevoeligheid moet consistent zijn voor de verschillende modellen.
3. Toetsing van MetaSWAP-TRANSOL door voor 2 beschikbare veldcases (De Louw et al. 2013) de rekenresultaten te vergelijken met de veldmetingen. Pas wanneer de absolute zoutbelasting en de dynamiek binnen redelijke foutenmarges kunnen worden voorspeld, heeft het zin de data aan te passen (stap 4) en een analyse van het zout voor het NHI uit te voeren (stap 6).
4. Aanpassen van de schematisering en databestanden in het NHI:
 - Verbeteren en verfijnen van schematisering en bodemfysische data in holoceen Nederland met klei ; de bestaande schematisering geeft vanaf 1.20 m-mv een homogeen profiel aan en houdt geen rekening met bijv. een overgang van gerijpte naar ongerijpte klei.
 - De initialisatie van het zoutprofiel optimaliseren door in een cyclus berekeningen voor een reeks jaren te herhalen, waarbij de eindconcentratie wordt gebruikt als beginconcentratie van de volgende cyclus totdat de eindconcentratie niet meer verandert.
 - Aanbevelingen voortkomend uit de integrale zoutanalyse verwerken. Hierbij kan worden gedacht aan aanpassingen aan LSW's., inlaat- en beregeningsregels, locaties van inlaten en poldergemalen, etc.
 - Verbetering van de 3D-verdeling van het zoutgehalte van het grondwater op basis van nieuwe metingen en regionale zoet-zout modellen.
5. In B&O brengen, inclusief testbanken.
6. Toepassen in NHI en analyseren van de resultaten.
 - a. Dit omvat een analyse van het gehele zoutsysteem waarbij de resultaten zullen worden vergeleken met metingen van de waterschappen.

- b. Daarnaast wordt voorgesteld in samenwerking met 2 of 3 waterschappen een analyse uit te voeren waarbij een geheel boezemsysteem onder de loep wordt genomen.
 - c. Na deze uitgebreide analyse en validatie zullen er nog enkele aanpassingen moeten plaatsvinden. Na deze aanpassingen kan NHI worden ingezet om zoetwatervraagstukken op te lossen waarbij zoutconcentraties van het oppervlaktewater een rol spelen.
7. Als de dynamiek van de zoutbelasting naar het oppervlaktewater juist wordt gesimuleerd kan de NHI-zoutmoduleversie 1.0 worden opgeleverd.

6 Bijlage 2 Inhoud van de NHI -DB

6.1 Inleiding

Criteria voor opname van bestanden in het NHI-DB zijn:

- de bestanden zijn nodig als input voor de NHI modelcodes en
- de bestanden kunnen niet eenvoudig worden afgeleid uit buiten NHI beheerde bestanden.

De bestanden in het NHI-DB zijn te onderscheiden naar doel en naar datalijn.

Naar doel:

- bestanden voor het afleiden van schematisaties (inclusief parameterwaarden)
- bestanden voor het afleiden van randvoorwaarden
- bestanden die dienen voor de kalibratie van toepassingen (ijksets)
- bestanden met initiele waarden voor variabelen zoals zout en grondwaterstanden op basis waarvan de inspeeltijd van modellen kan worden beperkt
- bestanden met de output van referentiesommen van bv. het LHM waaruit randvoorwaarden voor regionale modellen kunnen worden afgeleid.

Naar datalijn:

- ondergrond
- bodem
- oppervlaktewater
- meteo

Hieronder zijn deze criteria toegepast op de vier datalijnen.

Daarbij wordt ook kort ingegaan op de benodigde functionaliteit van tools in Groep B.

Het betreft nadrukkelijk een eerste, voorlopige invulling van de Database

6.2 Datalijn Ondergrond

De basisdata waaruit informatie over de ondergrond wordt afgeleid bestaan uit boringen, al of niet met boorgatmetingen, sonderingen en geofysische metingen (met name geoelectriek, elektromagnetisme, soms ook seismische metingen of georadar). Wat betreft deze gegevens kunnen globaal twee 'dieptedomeinen' onderscheiden worden:

1. 0 tot circa 500 m-mv, de 'ondiepe' ondergrond;
2. > 500 m-mv, de 'diepe' ondergrond.

Bij het NHI is eigenlijk alleen het dieptedomein (1) aan de orde. (2) is meer het domein van de olie- en aardgaswinning.

Regis, GeoTOP, LOGOM en lagenmodellen

Door TNO worden de gegevens over de ondiepe ondergrond geïnterpoleerd tot een ruimtelijke geologisch/stratigrafisch lagenmodel, een ruimtelijk geohydrologisch lagenmodel (REgionaal Geohydrologisch InformatieSysteem, REGIS) en een gedetailleerd ruimtelijk model van de bovenste 50 meter van de ondergrond (GEOTOP). Deze landelijke schematisaties zijn opgenomen in de BasisRegistratie Ondergrond (BRO).

REGIS en GEOTOP vormen als onderdeel van de BRO een aparte entiteit en maken geen onderdeel uit van de NHI-DB.

REGIS is niet zonder meer geschikt om lagenmodellen tbv NHI uit af te leiden. Er zijn diverse karteringen die los van REGIS zijn uitgevoerd (b.v. de keileemkaart en de veendiktekaart). Ten behoeve van het NHI wordt daarom uit REGIS een landelijk detail lagenmodel afgeleid (*tool B.1a*), ofwel LOGOM, LOKaal Geohydrologisch Ondergrond Model (LOGOM), dat ruimte biedt aan extra informatie die relevant is voor het NHI zoals detailinformatie in de winvelden van waterwinningen, kennis in de hoofden van 'regionale' hydrologen en kennis die voortkomt uit de kalibratie en het gebruik van de (deel)modellen.

Op basis van LOGOM worden vervolgens lagenmodellen afgeleid die voldoen aan de schematisatie-eisen van de modelcodes (*tool B.1b*). Het aantal lagen dat in deze lagenmodellen wordt onderscheiden, hangt af van de probleemstelling het te modelleren gebied. Zo is er voor het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) een landelijk lagenmodel, en

zijn er voor de Regionale Hydrologische Modellen (RHM's) regionale lagenmodellen. Het afleiden van de schematisaties uit de lagenmodellen gebeurt door een of enkele van de tools in groep C.

LOGOM en de lagenmodellen zijn specifiek afgeleid voor het bouwen van hydrologische modellen en vallen derhalve wel binnen het domein van de NHI-DB⁴³.

Het LOGOM of de lagenmodellen (hierin dient nog een keuze te worden gemaakt) zijn de plek waar de aanpassingen op basis van gebiedskennis en de kalibratie van de modellen dienen te worden vastgelegd. Daarom zijn goede afspraken nodig over het aandragen en doorvoeren van deze aanpassingen. Het aandragen van aanpassingen kan gelegd worden bij regionale groepen of de voor modeltoepassingen verantwoordelijke projectorganisaties. Het doorvoeren van de wijzigingen en het beheren van het LOGOM en de lagenmodellen kan beter bij één centrale partij worden gelegd.

Grondwateronttrekkingen

In vergelijking met de gegevens in REGIS en GeoTOP kennen de grondwateronttrekkinggegevens (nog) een hoge mate van 'onvolwassenheid'. Het ontbreekt aan een basisregistratie en daarmee aan een landsdekkend uniform databestand.

Grondwateronttrekkingen worden van oorsprong bijgehouden in registers van de provinciale overheden, maar sinds kort is dit min of meer overgeheveld naar het Landelijk Grondwateronttrekkingen Register (LGR). De kwaliteit en betrouwbaarheid van dit register laat echter te wensen over, zodat vaak toch nog teruggegrepen moet worden op de registers van de provincies⁴⁴. Waterleidingbedrijven zijn bronhouders van de onttrekkingen t.b.v. de drinkwatervoorziening, maar ook hier ontbreekt het aan uniformiteit. Met 10 waterleidingbedrijven en 13 provincies heeft het NHI te maken met zo'n 23 verschillende bronhouders.

Naast grondwateronttrekkingen voor industrie en drinkwater wordt er ook grondwater onttrokken door de landbouw t.b.v. beregening. De gegevens hierover komen van het Landbouw Economisch Instituut (LEI).

Het NHI moet kunnen beschikken over een landsdekkend uniform databestand voor onttrekkingen. Deze bestanden maken onderdeel uit van de NHI-DB. Hiertoe moeten de data van de individuele bronhouders worden geüniformeerd en omgezet in het databestand in de NHI-DB (*tool B.2 en B.7*).

Grondwaterstanden

De rekenresultaten van de grondwatermodellen worden getoetst aan de hand van gemeten grondwaterstanden (kalibratie, validatie). Er bestaat een groot aantal bronhouders van grondwaterstandsmetingen, zoals provincies, waterschappen, waterbedrijven, natuurbeheer organisaties, gemeenten, etc. Al deze gegevens komen bijeen in de basisregistratie DINO (Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond, waaronder overigens ook REGIS ressorteert), dat is ondergebracht bij TNO en geen onderdeel uitmaakt van de NHI-DB⁴⁵.

Het NHI dient te beschikken over programmatuur om op basis selectiecriteria ijkssets uit DINO te genereren ten behoeve van de kalibratie van modellen (*tool in groep C*).

6.3 Datalijn Bodem

Alterra heeft in het verleden een groot aantal ondiepe boringen (tot circa 2 m-mv) uitgevoerd en op basis daarvan het Bodem Informatie Systeem (BIS) afgeleid. T.b.v. het bouwen van hydrologische modellen is het BIS geaggregeerd tot een bodemklassenkaart met 72 bodemklassen (*tool B.3*) met per klasse een set van bodemparameters die in

⁴³ In principe is het mogelijk om REGIS om te bouwen tot LOGOM en de wijzigingen door te voeren in REGIS. Dat vraagt dan wel een aanpassing in de werkwijze van TNO.

⁴⁴ In feite heeft het LGR tot een achteruitgang van de situatie m.b.t. gegevens van grondwateronttrekkingen geleid, aangezien de provincies denken dat de zorg hiervoor nu niet meer bij hen ligt maar bij het LGR, en het LGR deze zorg onvoldoende invult.

⁴⁵ Recent is twijfel gerezen over de mate waarin de basisregistratie DINO nog up-to-date is. Dat kan ertoe leiden dat het opnemen en up-to-date houden van een schaduwbestand grondwaterstanden in de NHI-DB gewenst is.

MetaSWAP worden gebruikt om de stroming door de onverzadigde zone te berekenen. (*tabel T1*).

Het BIS vormt een aparte entiteit die geen onderdeel vormt van de NHI Database (NHI-DB), de bodemklassenkaart valt daarentegen wel binnen het domein van de NHI-DB.

Landsdekkende kaarten van landgebruiksklassen en gewassen worden ten behoeve van het NHI afgeleid uit het LGN en de Basisregistratie Gewaspercelen (BRGP). De BRGP is een landelijke registratie van Dienst Regelingen van het Ministerie van Economische Zaken. Het bestand bevat de begrenzing en het gewas van landbouwpercelen, op basis van de jaarlijkse opgave door gebruikers van de percelen.

De kaarten van landgebruiksklassen en gewassen worden niet buiten het NHI onderhouden en vallen dus binnen het domein van de NHI-DB. De hydrologische eigenschappen van de kaarteenheden zijn opgenomen in de *tabellen T2 en T3*. De kaarten en tabellen worden gegenereerd met *tool B.4*

Speciaal voor het NHI stelt Alterra drainagekaarten en beregeningskaarten op (*tool B.5 en B.6*). Ook deze kaarten vallen binnen het domein van de NHI-DB.

6.4 Datalijn oppervlaktewater

De basisdata voor de oppervlaktewatersystemen bevinden zich in de beheerregisters van de waterschappen en Rijkswaterstaat. De voor de modellering benodigde data zijn de ligging en profielen van de waterlopen; locatie en oppervlak van waterlichamen; locatie en karakteristieken van kunstwerken; ligging, oppervlak en Q-h relaties van peilvakken en afwateringseenheden; sturingsregels van kunstwerken; streefpeilen; prioriteiten bij watertekort (verdringingsreeksen) en actueel verloop van peilen en afvoeren (tbv. modelkalibratie).

Oppervlaktewatergegevens kennen (nog) een hoge mate van 'onvolwassenheid'. Het ontbreekt aan een basisregistratie en daarmee aan een landdekkend uniform databestand. Met 23 waterschappen en één Rijkswaterstaat heeft het NHI te maken met zo'n 24 verschillende bronhouders, die eigenaar zijn van gelijksoortige datasets, welke echter qua opslag en compleetheid per partij sterk kunnen verschillen. Er is een weliswaar een uniform datamodel gedefinieerd voor de opslag van basisdata van het oppervlaktewatersysteem met het oog op hydrologische modellering⁴⁶, maar tot op heden is het niet gelukt dit voorstel bij de waterschappen te implementeren.

Het NHI moet kunnen beschikken over een landsdekkend uniform databestand van het oppervlaktewatersysteem. Aangezien een basisregistratie ontbreekt, worden de gegevens nu ontleend aan de individuele bronhouders en vervolgens in een tijdrovend proces gecorrigeerd en geuniformeerd (*tools B.7 – B.12*). Aangezien er op dit moment geen andere instantie is die dit doet, maken deze bestanden onderdeel uit van de NHI-DB. Ook wijzigingen moeten binnen het kader van het NHI bijgehouden worden.

6.5 Datalijn meteo

De basisdata voor neerslag en verdamping komen van de meteo-stations en radarbeelden van het KNMI, die deze gegevens ook beheert en onderhoudt. Sinds kort verwerkt het KNMI deze gegevens tot ruimtelijk geïnterpoleerde rasters van neerslag en verdamping, die via een webportal zijn te downloaden. Deze rasters zijn direct om te zetten tot inputfiles van randvoorwaarden voor de verschillende modelcodes (*tool groep C*). Het is dan ook niet nodig om meteo data op te nemen in NHI-DB.

6.6 Overige bestanden in de NHI-DB

Naast de hierboven gedefinieerde bestanden, zijn twee (typen van) bestanden relevant voor het NHI-DB:

- Initiële waarden voor modeltoepassingen. Wanneer de initiële waarden van een model sterk afwijken van de waarden die voortvloeien de randvoorwaarden, kan het inspelen

⁴⁶ Dataprotocol modellering oppervlaktewaterkwantiteit, rapport D02, Hydrologic, Januari 2013

van het model een (zeer) langdurig proces zijn. Goede initiële waarden zorgen er dus voor dat de rekentijd van een model afneemt. Dit speelt met name bij de initiële waarden van chloride in de ondergrond. Voor het berekenen hiervan heeft Deltares een apart NHI model ontwikkeld (*NHI zoet-zout*), gebaseerd op de landelijke schematisatie; echter met een groter aantal lagen. De uitkomsten van dit model maken onderdeel uit van het NHI-DB

- Output van een aantal referentiesommen van het LHM. Uit deze output kunnen de randvoorwaarden worden afgeleid voor de grondwater- en oppervlaktewater componenten van regionale modeltoepassingen.