



Validatie en ontwikkelingen van het Landelijk Hydrologisch Model (LHM)

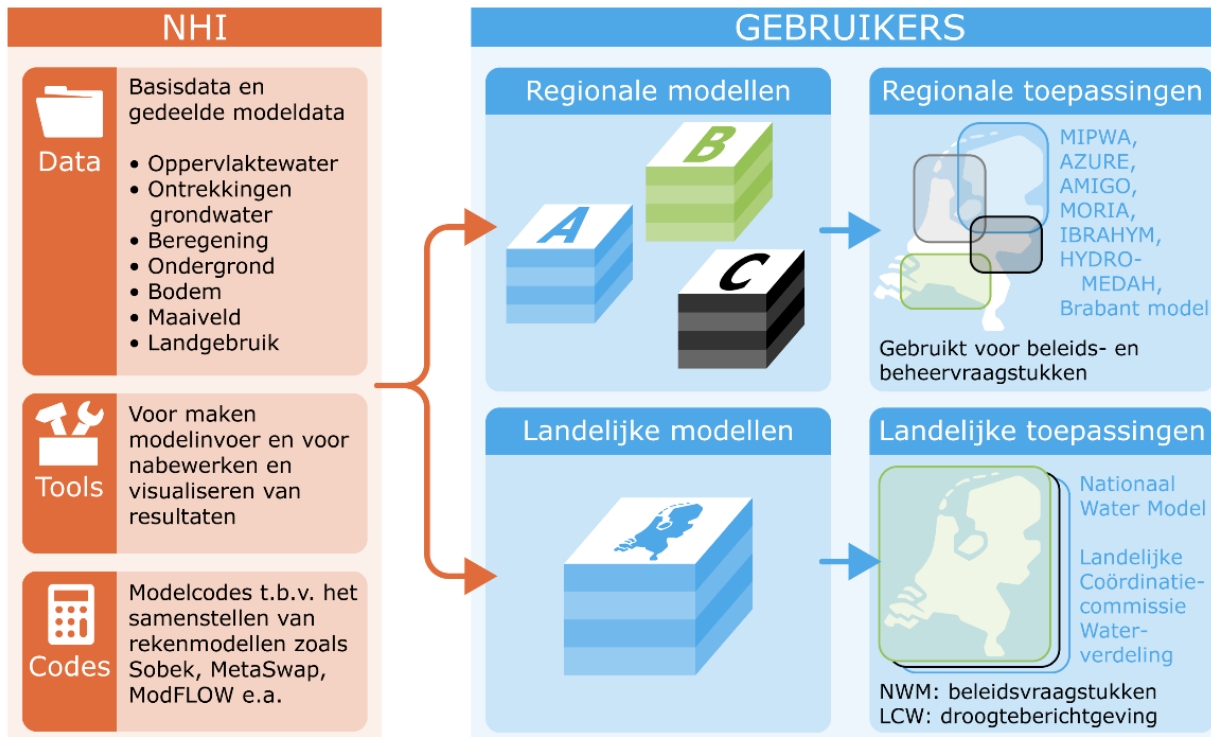
Jeroen Ligtenberg (Rijkswaterstaat)

Waarom een validatie van LHM?



- Vergelijking van berekenings resultaten met meetgegevens die niet gebruikt zijn voor de kalibratie, om:
 - de nauwkeurigheid van het model te onderzoeken
 - risico's op eventuele fouten te helpen verminderen
 - aanknopingspunten te genereren voor verbetering LHM en NHI
- De laatste validatie van LHM was in 2013; tijd voor een update (2021)

Belang voor NHI



Landelijke en regionale modellen gebruiken dezelfde basisdata en softwaretools

Wie waren betrokken ?



- Uitvoering (in 2021)
 - HKV, Acacia Water en Wilbert Berendrecht
- Begeleiding
 - RWS & begeleidingscommissie NHI
 - Waterbeheerders (bij start en afronding)
- Aanleveren modellen & aanvullende informatie
 - Deltares i.s.m. VanWater (Paul van Walsum)

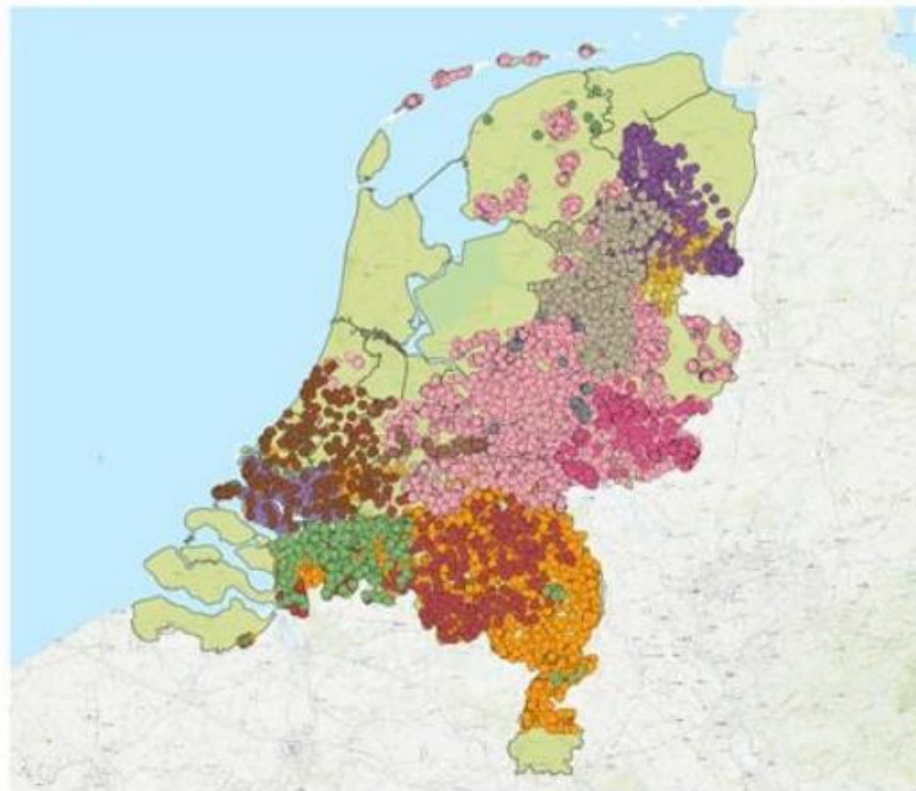
- Waterbeheerders hebben zeer waardevolle data aangeleverd!

- Validatieset bruikbaar voor de hydrologische community:
 - grondwater
 - onverzadigde zone
 - oppervlaktewater

- Ontsluiting datasets en tools/scripts via het NHI-dataportaal

Data grondwater

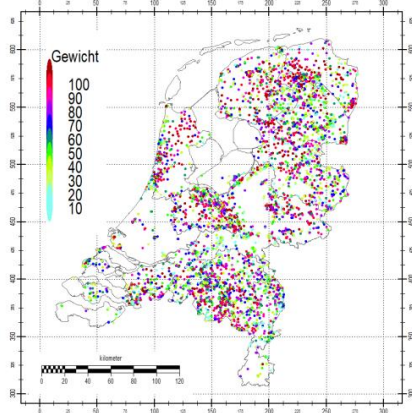
*Figuur 72
Overzicht peilbuizen
waarvan gegevens
zijn aangeleverd
door de water-
beheerders*



Waterbeheerders

- Aa en Maas
- Brabant Water
- Evides
- HHDelfland freatisch
- HHDelfland WVP1
- HDSR
- HHR
- Provincie Drenthe
- Provincie Zuid Holland
- Vitens
- Vechtstromen
- Vallei en Veluwe
- WDOD
- Wetterskip Fryslan
- WL
- WRD
- WSBD
- WSHD
- WSRL

Aanvullend op DINO



Grondwaterdataset – uitgebreide analyse/selectie:

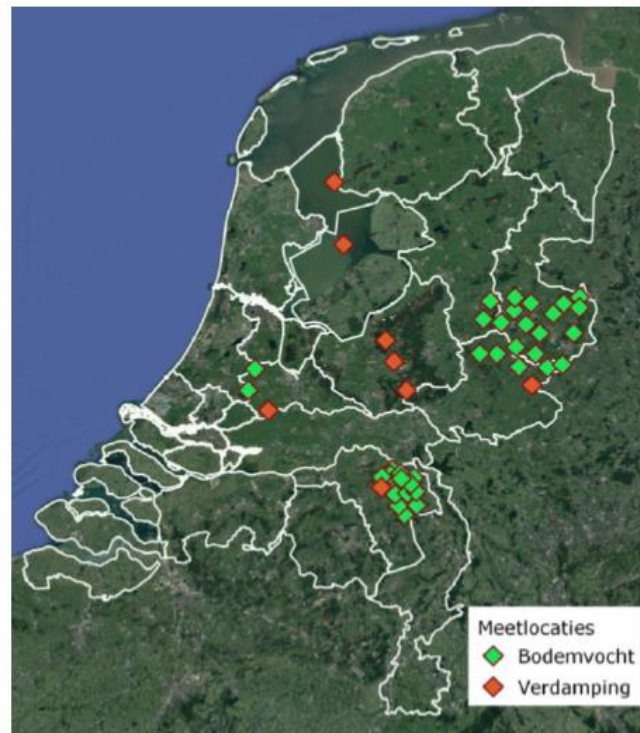


- Onbetrouwbare reeksen zijn verwijderd (reeksen met sterke trends, uitbijters, momentante verschuivingen, onlogische reacties op neerslag, etc).
- Buizen waarvan waarneembaar is dat metingen beïnvloed worden door droogval zijn eveneens verwijderd uit de dataset.
- Reeksen waarvan beheerders aangeven dat de betrouwbaarheid niet vaststaat zijn eveneens verwijderd. Dit geldt voor de DINO-buizen van provincie Zuid-Nederland.

Overzicht aangeleverde data onverzadigde zone

- Verdamping en bodemvocht (grondwaarneming en satellietgegevens)
- Gewasgroei
- Berekening

*Figuur 5:
Meetlocaties
bodemvocht en
verdamping.*



Data oppervlaktewater

- Aan- en afvoeren (debiëten en waterbalansen)

Figuur 3:
Overzicht
debietmeetlocaties
gebruikt in de
toetsing van LHM
4.1.



- Verzilting: diepe polders, kuststrook, Schouwen-Duiveland



Overzicht locaties diepe polders West-Nederland met literatuurwaarden voor de zoutvrachten.



Locaties geofysica metingen en verziltingsrisicokaart van Acacia Water.

4. Hoe is deze info (data & scripts) beschikbaar?

Dataportaal NHI:



Info

Bekijk

Download

LHM4.1 Validatie

Functies

Tools

Forum



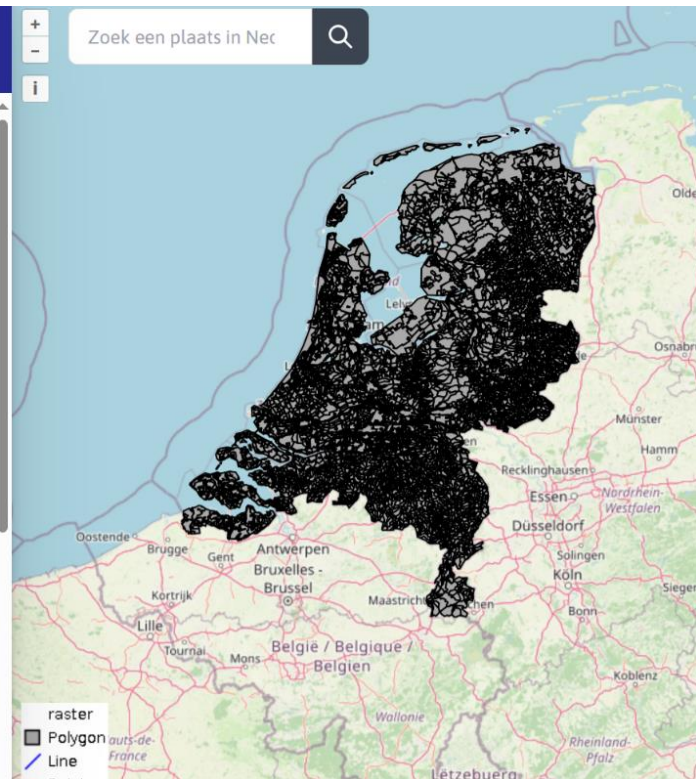
LHM4.1 Validatie data

Ten behoeve van LHM4.1 validatie zijn veel gegevens gebruikt. Het vrij te geven deel van de gegevens zijn beschikbaar via de volgende functies:

- LHM4.1 Validatiedata downloaden geeft de mogelijkheid om LAI gegevens te downloaden.
- Grondwaterstanden voor validatie LHM4.1 (deze geeft een tijdreeks op een van de locaties die gebruikt zijn).

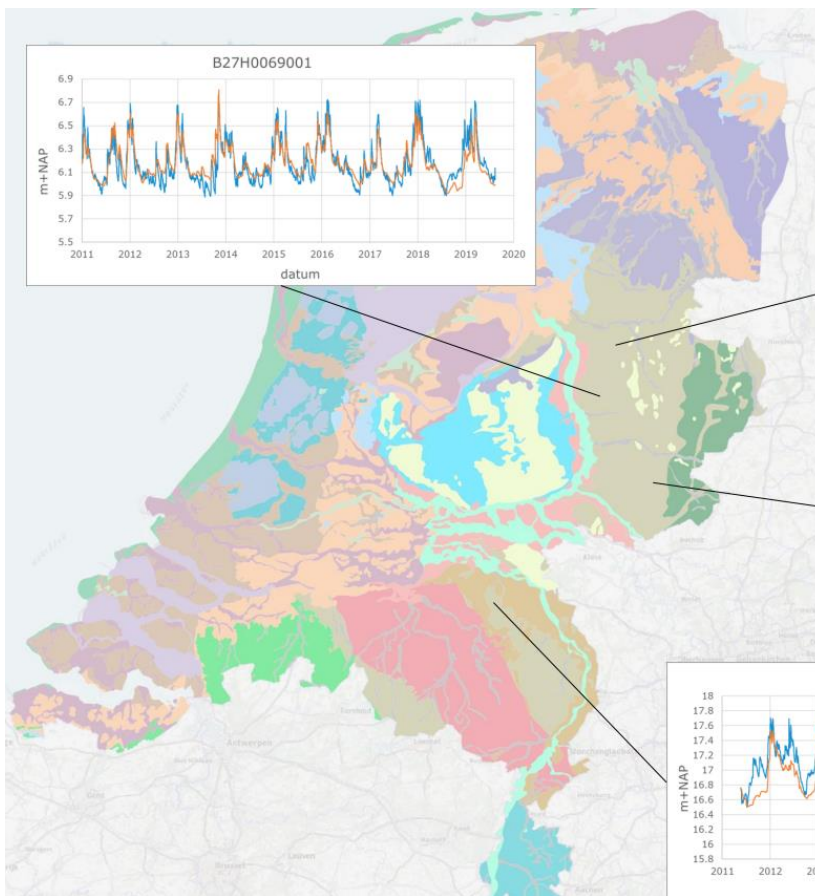
Hieronder is het mogelijk om de complete sets te downloaden. Een deel van de gegevens is niet beschikbaar gesteld door het NHI consortium of de dataeigenaren. Het gaat om:

- De bodemvocht data (satelliet gegevens)
- De volledige set aan regionale en DINO data.
- Onvolledige of zeer kleine datasets zoals fragmentarische zoutvrachten bij sluizen.

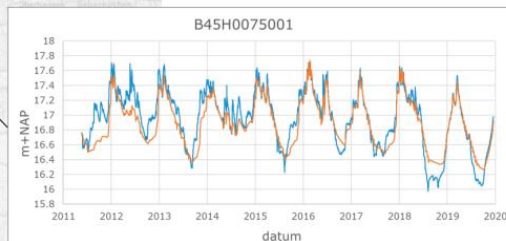
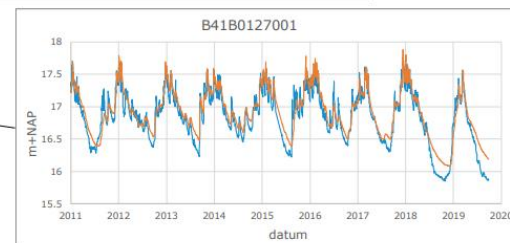
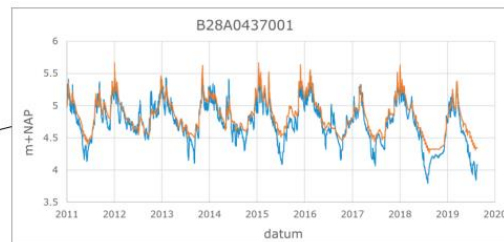


NB, wanneer de links op de website niet werken → mail helpdesk NHI

Indrukken resultaten validatie (2021) grondwater pleistoceen

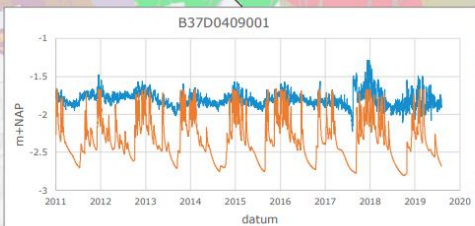
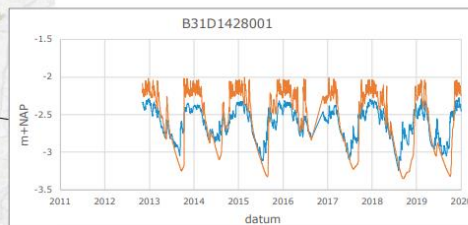
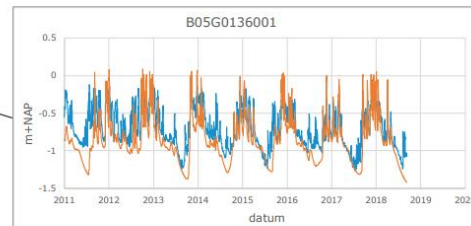


Voorbeeld reeksen Dekzand profielen



Indrukken resultaten validatie (2021) grondwater holoceen

Voorbeeld reeksen Holoceen Nederland



Belangrijkste conclusies validatie LHM 4.1 (2021)



- Afwijkende **grondwaterstanden**
 - Pleistoceen:
 - dynamiek aan geringe kant; hellend gebied te lage grondwaterstanden
 - recessieverloop tijdens droogte: gemiddeld te traag in zandgebieden
 - neiging om daarbij korte termijn dynamiek af te vlakken
 - Holoceen: te grote dynamiek en te lage GHG
- Werkelijke **verdamping**: in een droog jaar onderschat
 - Verbetering verdamping nodig in bosgebieden, infiltratiegebieden, hellende gebieden
 - Aanpassing van parameters nodig in kleigronden
 - Beweid gras beter parametriseren
- **Beregenings- en drainagegegevens** sterk verouderd
- Duidelijke aanwijzingen dat **oppervlaktewaterschematisatie moet worden verbeterd**
 - sterk verouderd (groot deel nog uit 2004-2008), actualisatie echt noodzakelijk !!

-> zie de validatierapporten op de NHI-website.

Overzicht oppakken aanbevelingen in LHM (2021-2024)

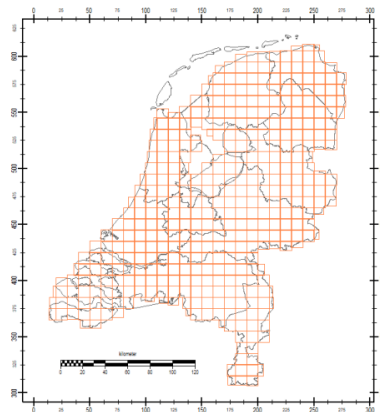


- LHM 4.2 (2021)
 - eerste aanzet verwerken aanbevelingen validatie (m.u.v. oppervlakte water)
bijv: analyse recessieverloop, niet-stationaire onttrekkingen, aanpassing verdamping bossen
- LHM 4.3 (2023)
 - gebruik meest actuele (NHI)-datasets (bijv. grondwater onttrekkingen, berekening)
 - verwerking grote hoeveelheid feedback regionale sessies DPZW
 - [verbeterde methode kalibratie grondwater \(niet-stationair\)](#)
 - [nieuwe database MetaSWAP](#)
 - [optimalisatie \(geresette\) droogte- en natschade landbouw \(MetaSWAP\)](#)
 - aanvullende validatie: vergelijking uitvoer MetaSWAP met satellietdata (Deltares & Planet)
 - externe review grondwatermodel (Tauw, 2023)
- LHM 5 (eind 2024, in prep.): vernieuwing oppervlaktewater
 - vernieuwde modelcodes (zie eerdere presentatie Ribasim, Huite Bootsma)
 - [vernieuwde schematisatie/ parametrisatie](#) (in nauwe interactie met waterbeheerders)

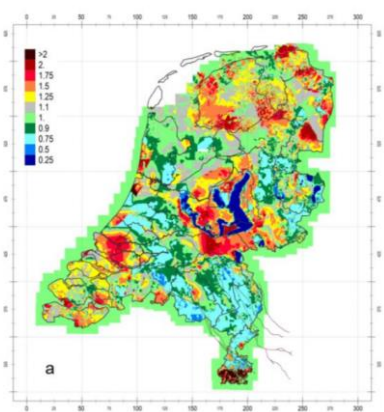
voorbeeld 1. verbeteren dynamiek grondwater LHM 4.3 door niet-stationaire kalibratie grondwater



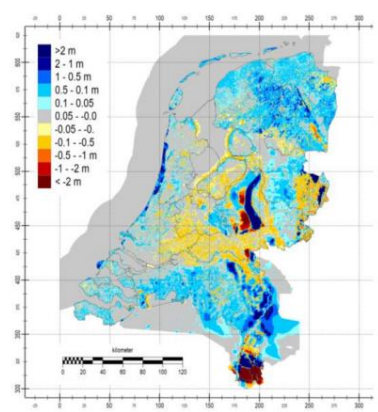
- Gebruik van parallel iPEST (in iMOD, Vermeulen et al, 2022)
- Doelfuncties
 - freatisch grondwater: Model Grondwaterspiegeldiepte (WDM) uit de BRO informatie standaard deviaties in WDM gebruikt als gewogen info per locatie (300 realisaties GxG)
 - diep grondwater: DINO + deel data regionale metingen LHM (i.v.m. onvoldoende data in DINO deel NL)
- Verder over toegepaste methode
 - zonerings: indeling in Geotop gebieden en verfijning in hoofdeenheden bodems (PAWN)
 - Indeling in 416 submodellen, voor parallele optimalisatie in PEST
 - Parameters begrensd binnen realistisch geachte ranges (gespecificeerd per parameter)
- Voor meer informatie: zie [rapportage LHM 4.3 \(NHI-website\)](#)



Indeling in 416 submodellen



Voorbeeld effect aanpassing kD laag 2

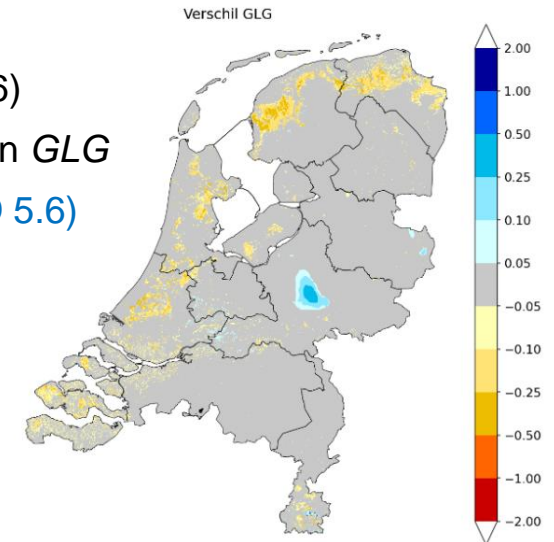
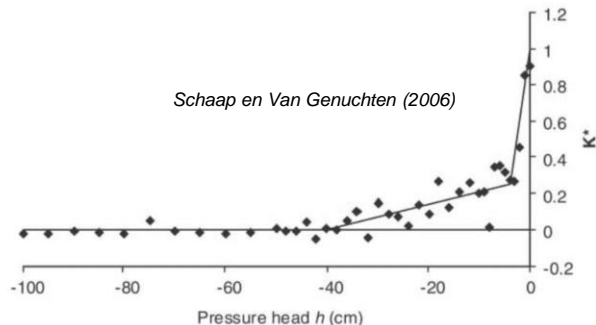


Voorbeeld effect kalibratie op GHG

Voorbeeld 2: nieuwe database MetaSWAP toegepast in LHM 4.3



- Binnen AZURE is geconstateerd dat MetaSWAP niet goed omging met **stroming in storende lagen**:
 - grenzen van database werden bereikt en in berekening werd (onterecht) overdruk gecreëerd
 - in opdracht van NHI is de modelcode MetaSWAP hiervoor gewijzigd
- Nieuwe code samen met oude database bleek extreem veel run-off te geven
 - Daarom nieuwe database met gebruik van aangepaste k-relaties zware gronden
 - oorspronkelijk: originele Van Genuchten (Heinen, 2018)
 - aanpassing: op basis van Schaap en Van Genuchten (2006)
 - vooral in klei- en veen gebieden effect verdamping, natschade en GLG
- Voor iedereen beschikbaar in iMOD 5.6 (zie info in releasenotes iMOD 5.6)

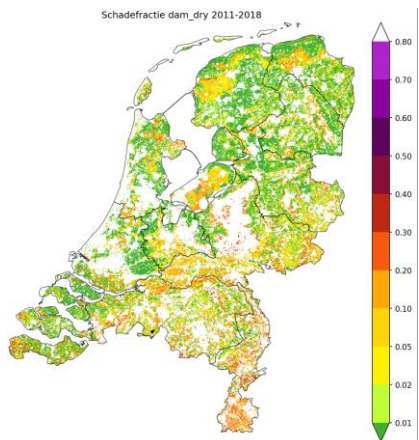


NB .effect Veluwe door artefact modelinstellingen

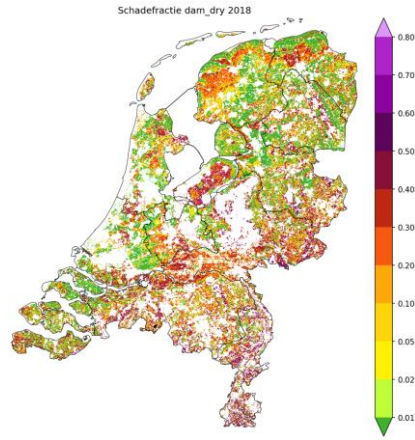
Voorbeeld 3: verbetering instellingen parameters MetaSWAP ten behoeve van berekeningen schade landbouw



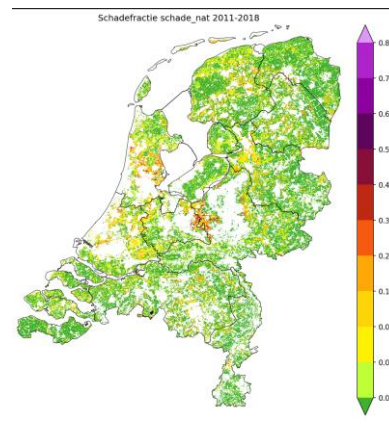
- Parameterinstellingen MetaSWAP geheel herzien voor verbeterde berekening droogte- en natschade
 - gebruik maken van lessen van validatie LHM 4.1 (HKV et al, 2021)
 - ook verwerking van lessen uit vergelijking uitvoer LHM 4.2 (Planet, Deltares, 2022)
 - in nauwe samenwerking met MetaSWAP- ontwikkelaar (Paul van Walsum)
- Aanbevolen parametersinstellingen MetaSWAP (LHM 4.3) opvraagbaar bij helpdesk NHI
 - Voor meer achtergrondinfo zie: [rapportage LHM 4.3 \(NHI-website\)](#)
- Vergelijking LHM 4.3 uitvoer met satellietbeelden (van Planet) en toetsing bij experts in uitvoering



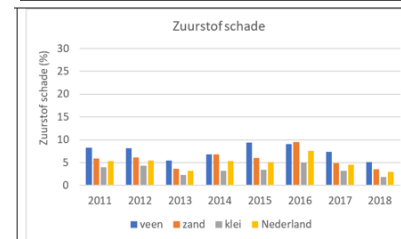
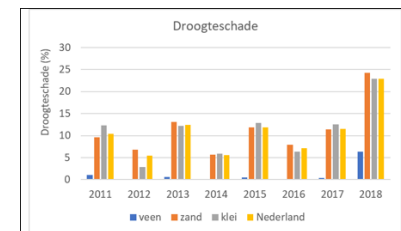
Berekende droogteschade LHM 4.3 (langjarig)



Berekende droogteschade LHM 4.3 (2018)

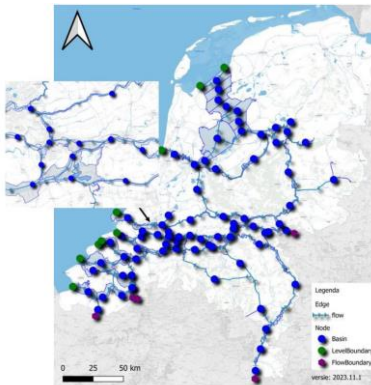


Berekende natschade LHM 4.3 (langjarig)

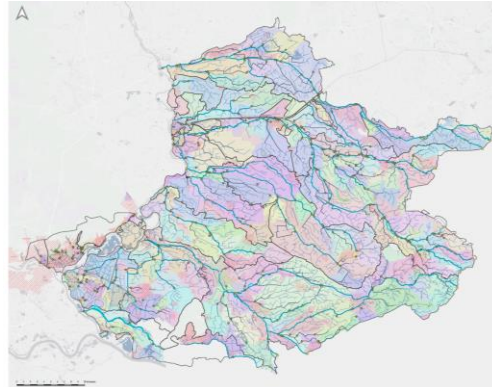


Voorbeeld 4: vernieuwing modules oppervlaktewater in LHM

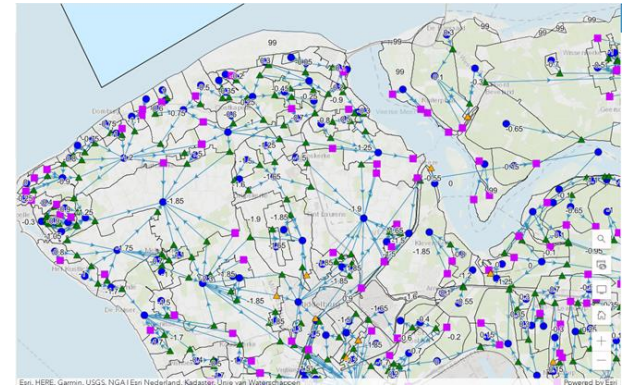
- Validatie LHM 4.1 (HKV et al, 2021) wees nogmaals op noodzaak vernieuwen MOZART + DM
- In 2022 proces gestart:
 - Vervanging modelcode MOZART en DM door Ribasim ([zie presentatie Huite Bootsma](#))
 - Verzameling info regionaal oppervlaktewater bij waterschappen (HKV, eind 2022 – zomer 2023)
- Zomer 2023 – eind 2024 bouw nieuwe schematisatie Ribasim
 - uitvoering door consortium van adviesbureaus o.l.v. Deltares
 - in nauwe interactie met alle waterschappen (o.a. maatwerkafspraken, inloophbijeenkomsten)



*Tussenresultaat hoofdwatersysteem
(bron: D2Hydro, 2023)*



*Tussenresultaat vrij afwaterend voorbeeld Rijn & IJssel
(bron: SWECO, 2023)*



*Tussenresultaat peilbeheerst gebied voorbeeld Scheldestromen
(bron: HKV, 2023)*

Lessen en nabeschuwing m.b.t. ontwikkeling LHM



1. **Validatie levert belangrijke aanwijzingen** voor betrouwbaarheid en benodigde verbetering modellen
 - Hiervoor is cruciaal om metingen en data van het watersysteem op orde te hebben
 - Goede gevalideerde meetsets blijven te schaars, er is altijd behoefte aan meer ...
2. Ook **externe toetsing van concepten en modelbouw** blijft belangrijk
 - recente toetsing LHM 4.3 door Tauw levert aanwijzingen hoe model verder te verbeteren voor toepassing voor waterkwaliteitsvraagstukken
 - toetsing uitkomsten onverzadigde zone berekeningen landbouw voorzien (voorjaar 2024)
 - overleg met Geus (Dk) over wederzijdse toetsing nationale modellen in prep.
3. **LHM is volop in beweging:**
 - Tools en ervaring voor niet-stationaire kalibratie grondwater in grote modeltoepassingen
 - Verbeterde instellingen onverzadigde zone (MetaSWAP) bruikbaar voor regio's
 - Landelijke model kan leren van kennis en ervaring regionale grondwatermodellen
 - Vernieuwing van modelcodes oppervlaktewater (Ribasim) en regionale oppervlaktewaterdata brengt LHM en de gereedschapskist NHI naar een hoger niveau!
4. **LHM 5 (eind 2024 gereed): nieuwe validatie voorzien in 2025**