

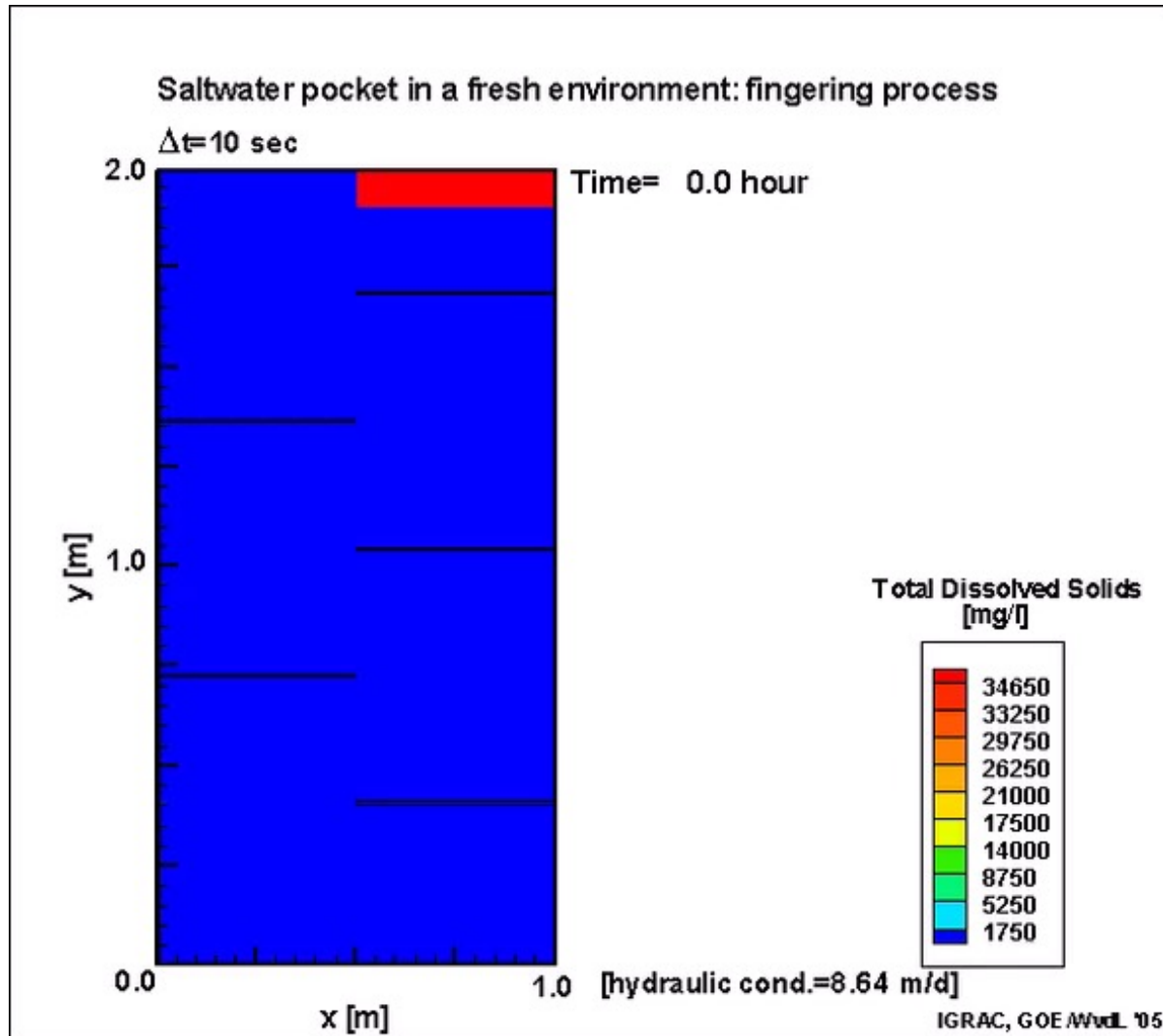
Deltares

Zoet-zout grondwatermodellering en FreshEM

Gijs Janssen

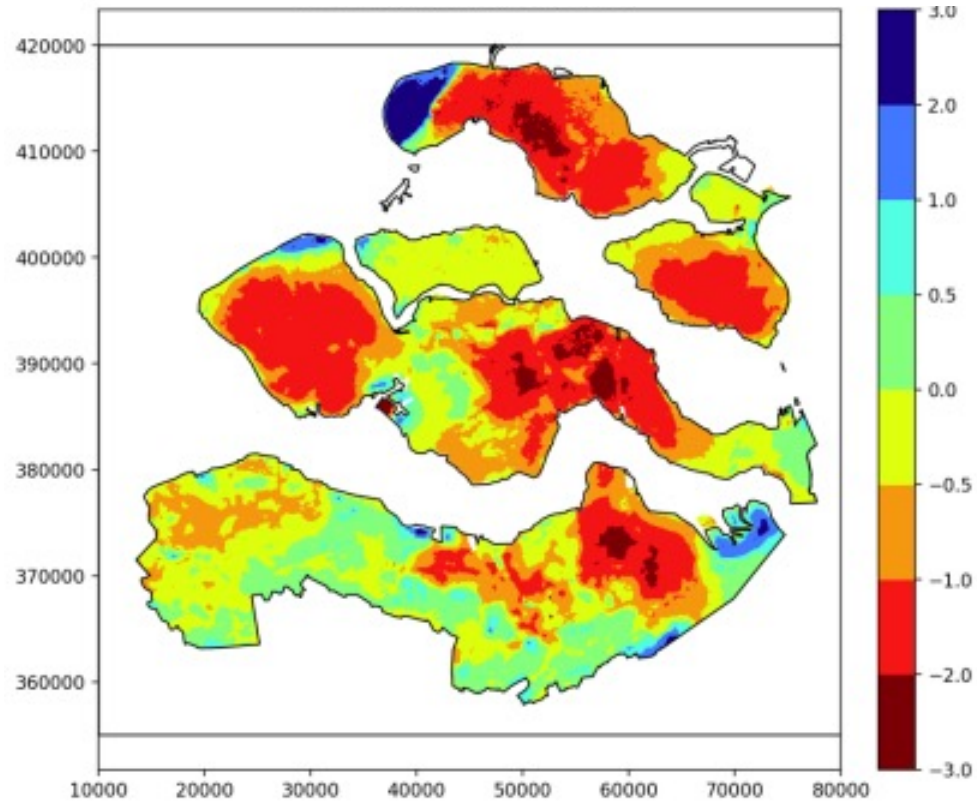
25 mei 2023

Wat is een grondwatermodel?

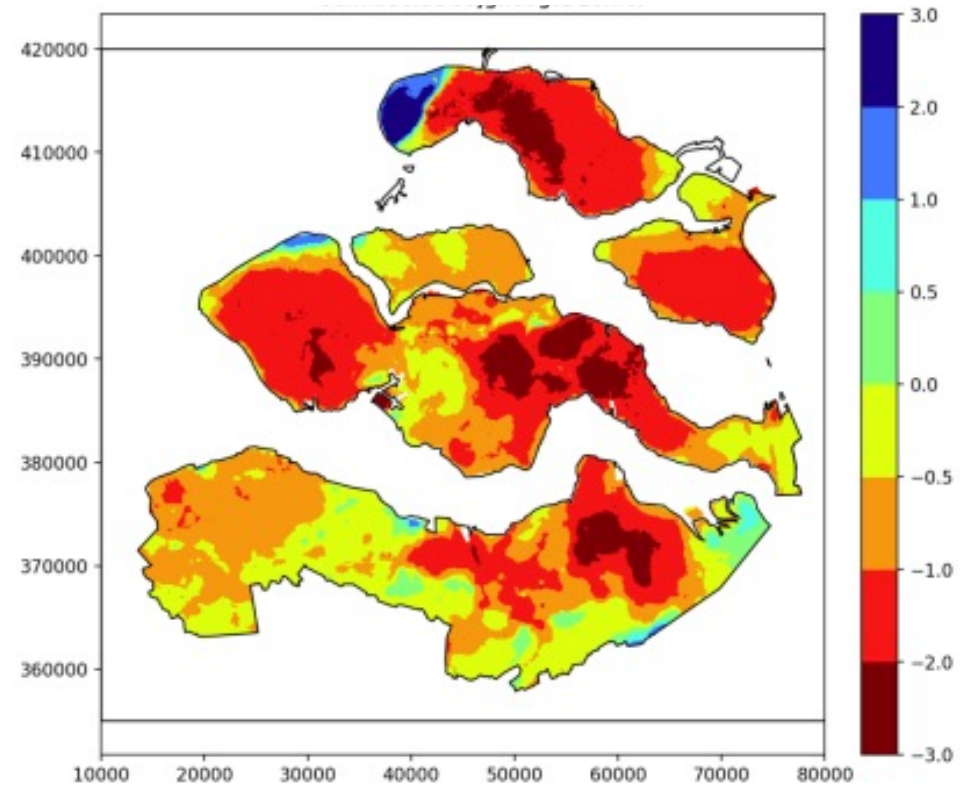


Zeelandmodel (zoet-zout)

Stijghoogte WVP1 Winter (mNAP)



Stijghoogte WVP1 Zomer (mNAP)



Landelijk Hydrologisch Model (zoet en zoet-zout)

Droogteradar -
grondwaterprognoses

ACHTERGRONDINFORMATIE

ACTUELE GRONDWATERSTANDEN

MAANDELIJKE GRONDWATERSTANDEN

TIJDREEKSEN GRONDWATERSTANDEN

ZOMERGRONDWATERSTANDEN

GRONDWATER

FUNCTIES & LANDGEBRUIK

2023-05-21

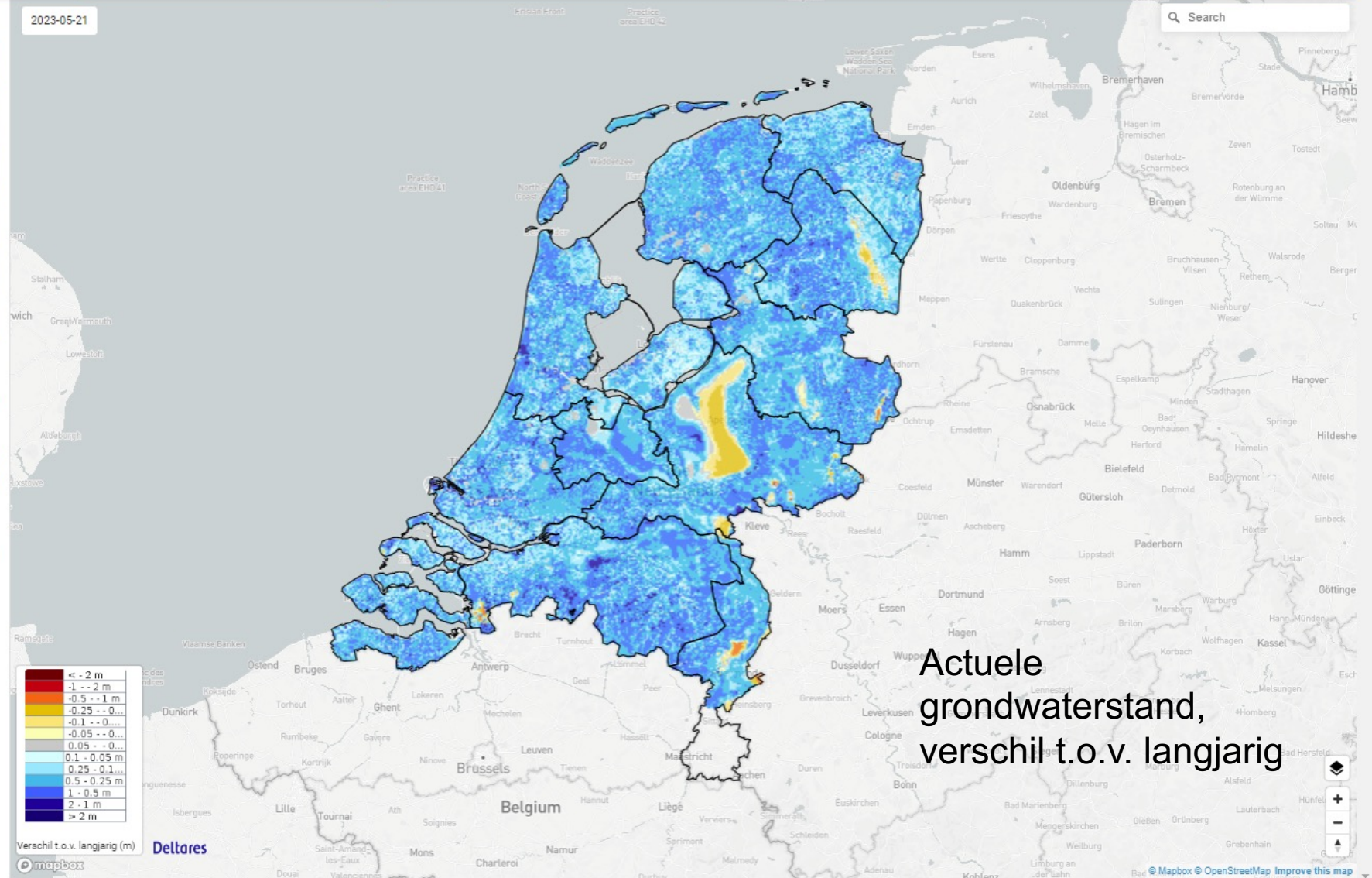


Kaart actuele grondwaterstand

Deze kaart toont de afwijking van de actuele grondwaterstand ten opzichte van de langjarig gemiddelde grondwaterstand voor deze week.

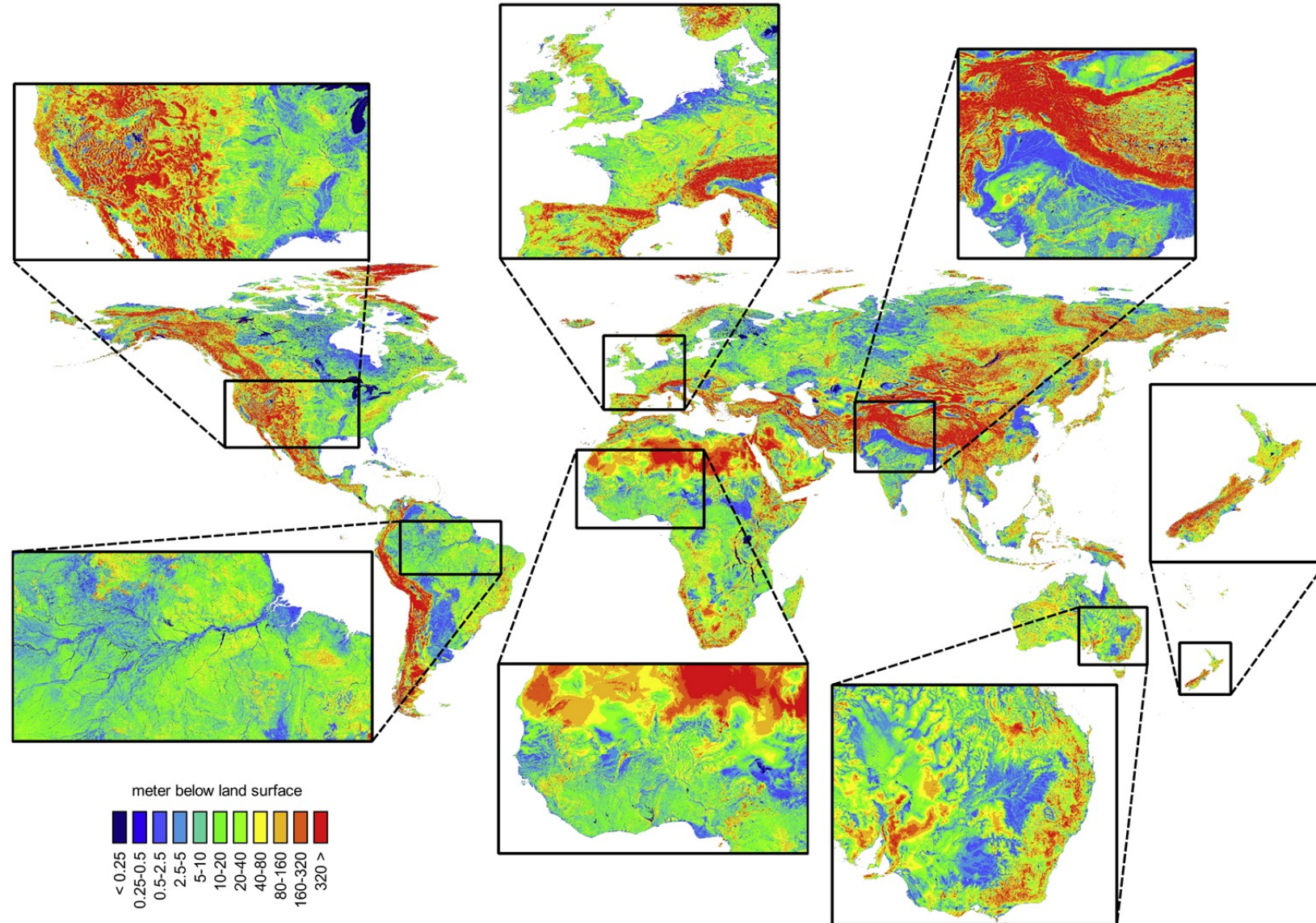
Op basis van actuele metingen van neerslag en verdamping (bron: KNMI) en rivierafvoer (bron: RWS) wordt met het Landelijk Hydrologisch Model wekelijks de actuele grondwatertoestanden berekend met een ruimtelijk resolutie van 250 bij 250 meter.

De datum waarop de laatste actualisatie is uitgevoerd staat linksboven de kaart vermeld.



Wereldschaalmodellen

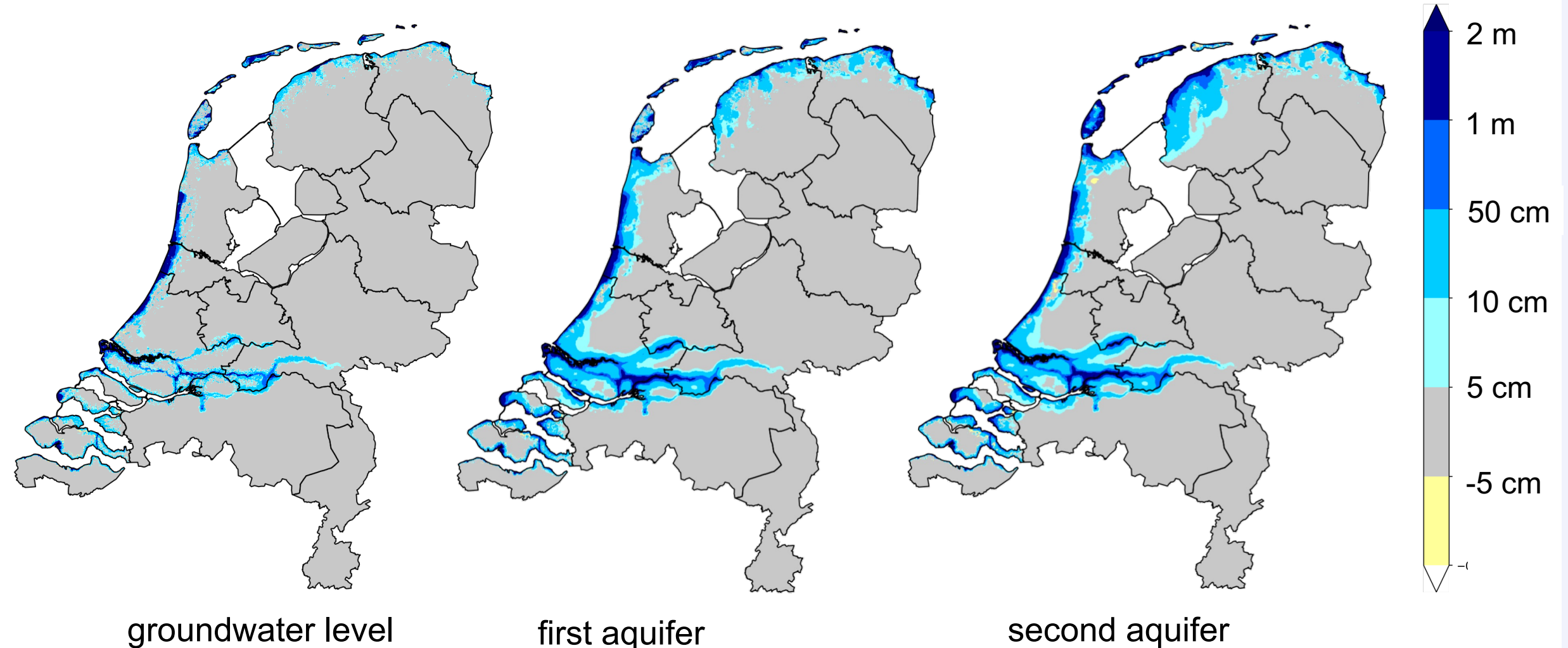
Verkaik, J., Sutanudjaja, E.H., Oude Essink, G.H.P., Lin, H.X., Bierkens, M.F.P., 2022. GLOBGM v1.0: a parallel implementation of a 30 arcsec PCR-GLOBWB-MODFLOW global-scale groundwater model. *Geosci. Model Development*, submitted



Toepassing grondwatermodellen in verziltingscontext

- ✓ Vergroten systeemkennis
- ✓ Inschatten autonome verzilting
- ✓ Ondersteuning beleid omtrent duurzaam onttrekken / inschatten duurzame onttrekkingsregimes / -regels
- ✓ Inschatting kansrijkheid en ontwerp van systemen t.b.v. vergroten zoetwatervoorraad in de ondergrond (bv. ASR / Kreekruginfiltratiesystemen)
- ✓ Berekenen zoutvrachten naar oppervlaktewatersysteem (zoetwatervraag / doorspoelbehoefte)
- ✓ Randvoorwaarden voor zoutvrachtberekeningen naar wortelzone
- ✓ Effecten zeespiegelstijging / klimaatverandering

Voorbeeld: effect zeespiegelstijging op (1) stijghoogten

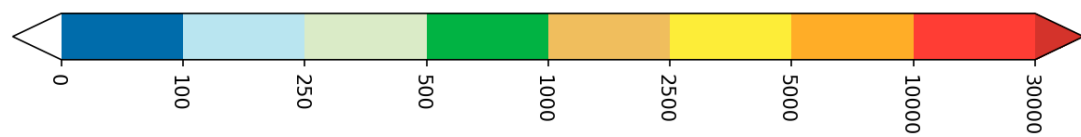
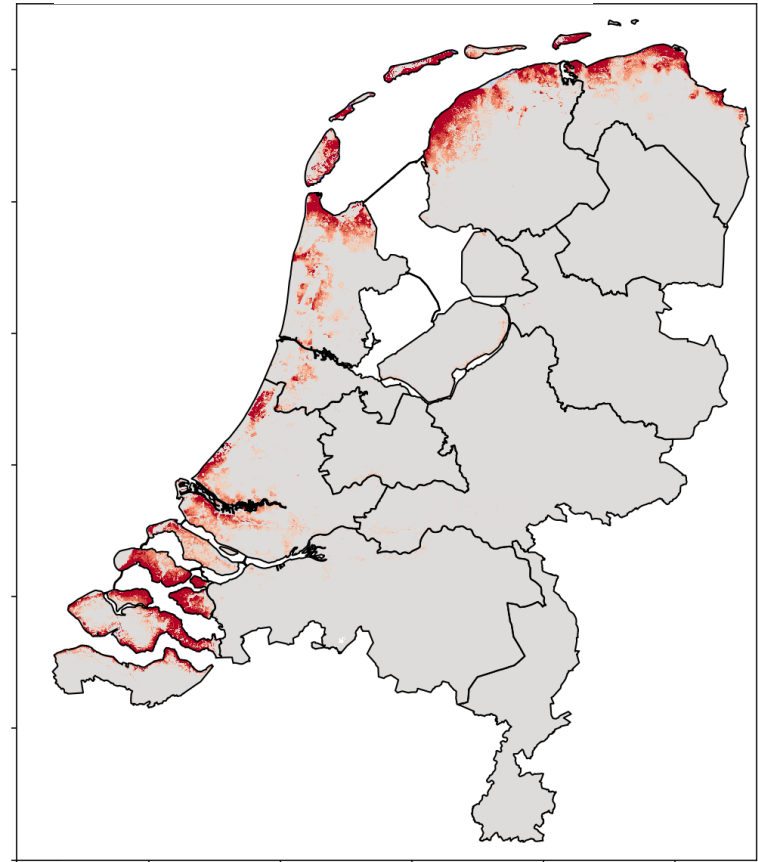
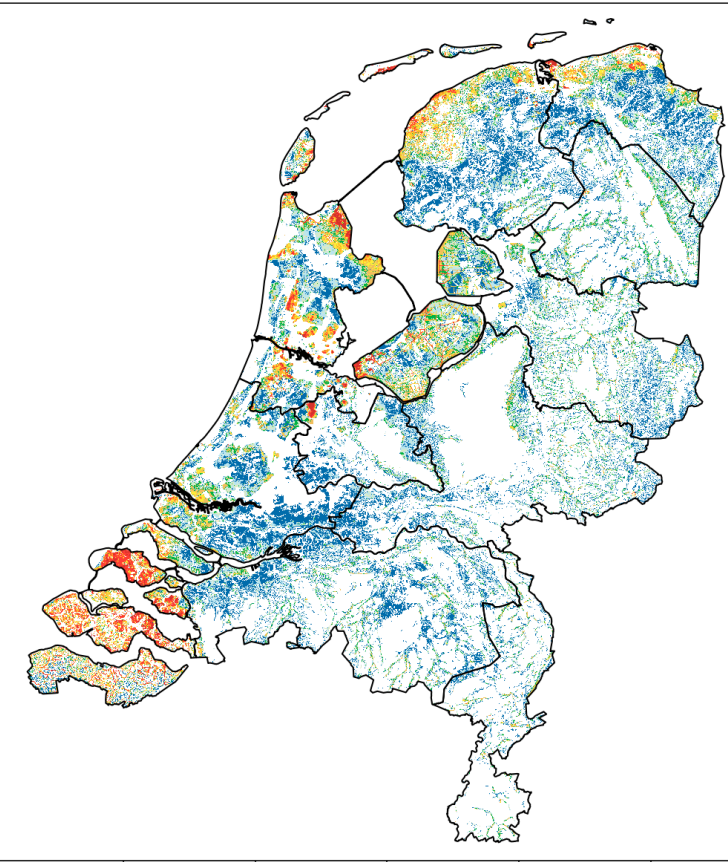


.... en (2) zoutvrachten naar het oppervlaktewater

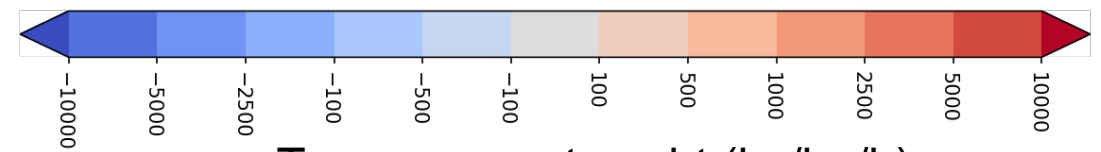
Zoutvracht huidig

Toename bij 1m ZSS

Toename bij 3m ZSS



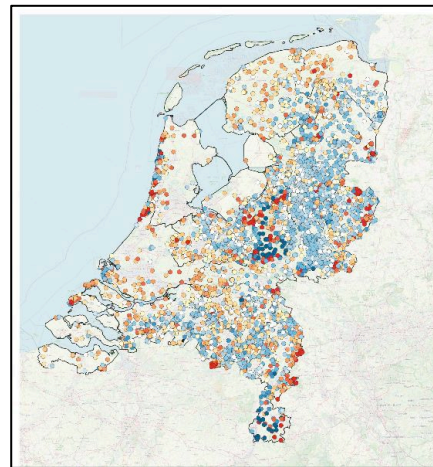
Zoutvracht (kg/ha/jr)



Toename zoutvracht (kg/ha/jr)

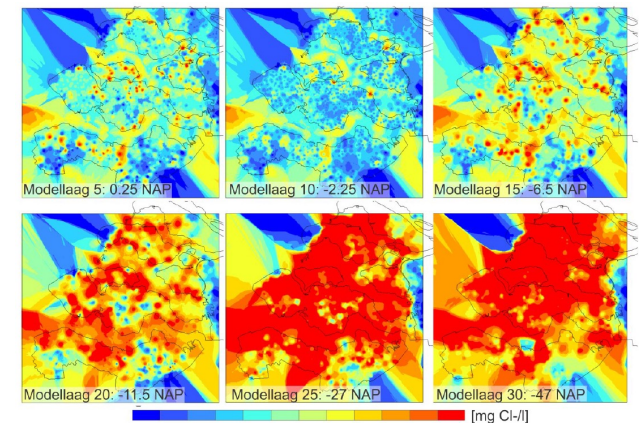
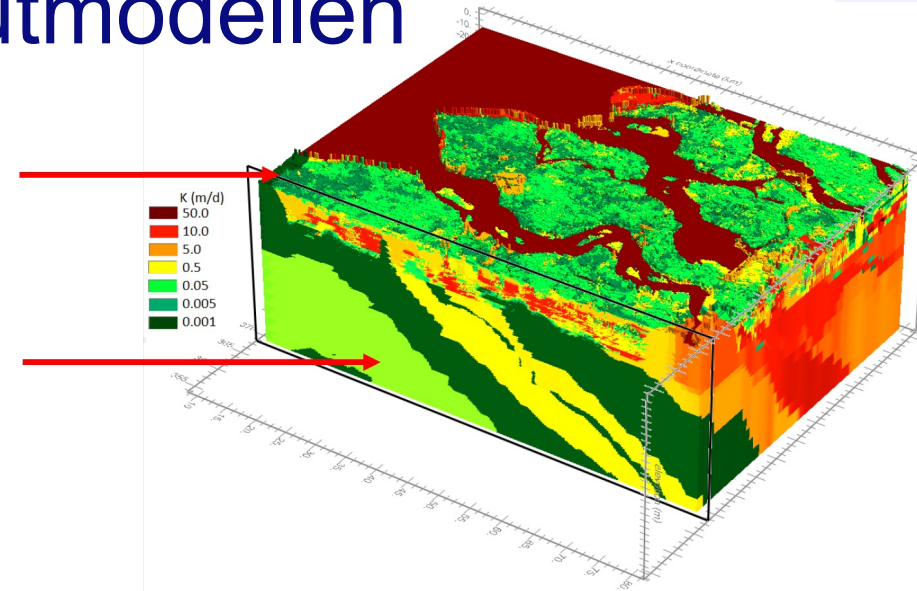
Typen ondergronddata voor zoet-zoutmodellen

- 1. Geologische / geohydrologische ondergrondmodellen, m.n.:
 - REGISII
 - GeoTOP
- 2. Stijghoogtes/grondwaterstanden
 - voor randvoorwaarden en kalibratie/validatie
- 3. Directe en indirecte metingen van het chloridegehalte grondwater
 - Voor initiële condities en kalibratie/validatie

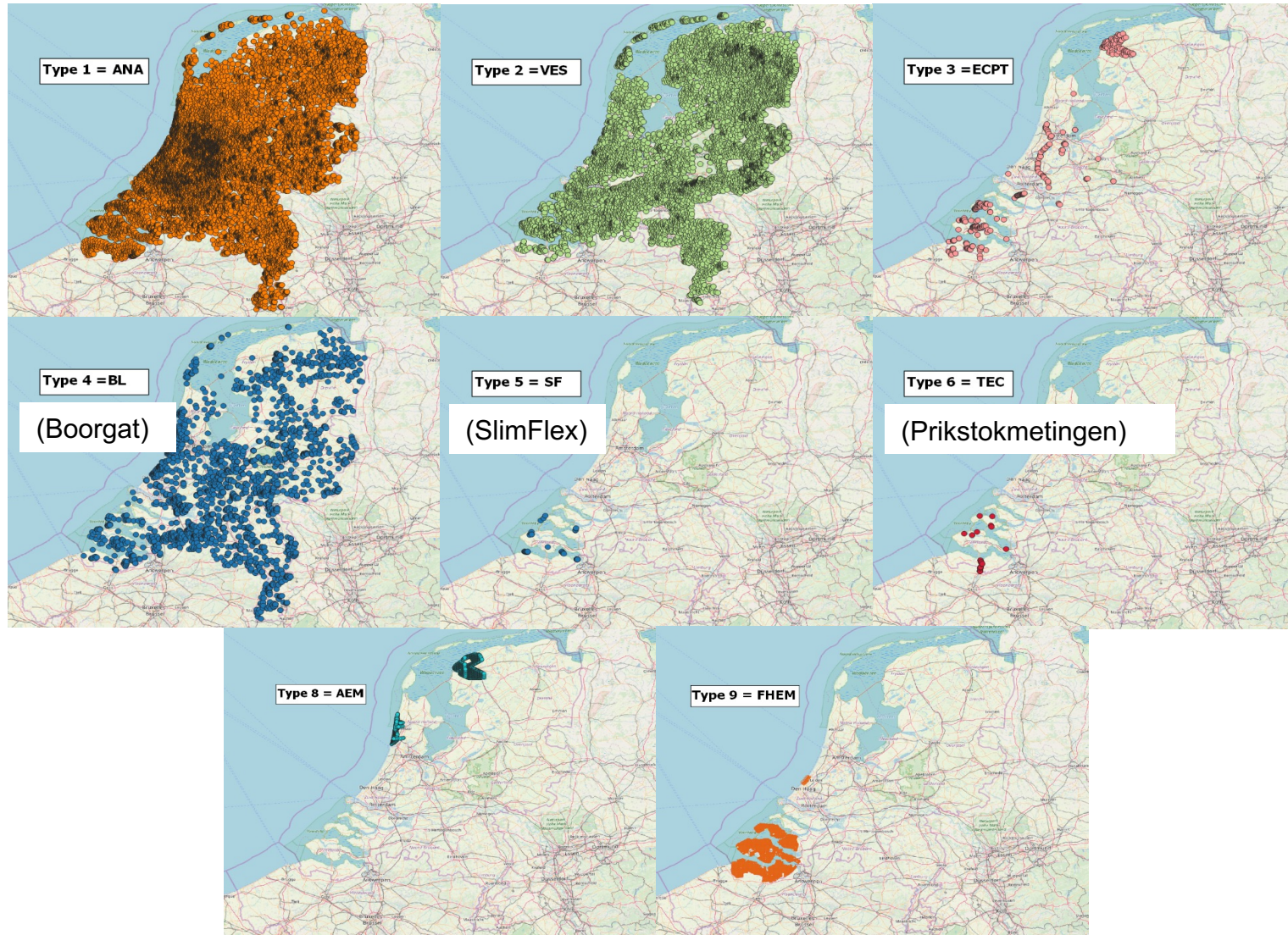


Bovenste 40 meter:
GeoTOP

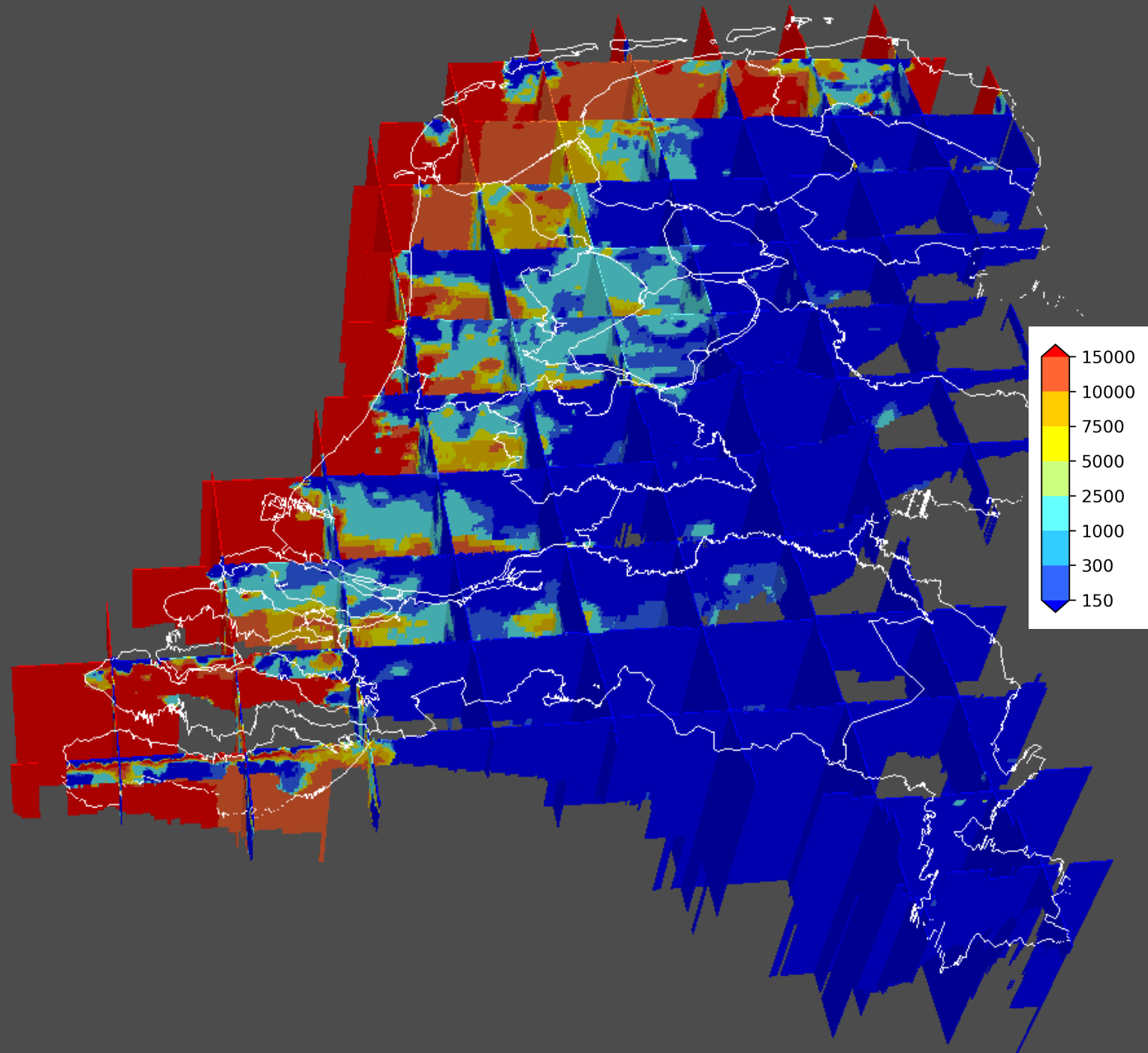
Daaronder:
REGIS 2.2



Data voor chlorideverdeling grondwater (voorbeeld LHM)



Resultaat:
Cl concentratie
grondwater (mg/l)
p50

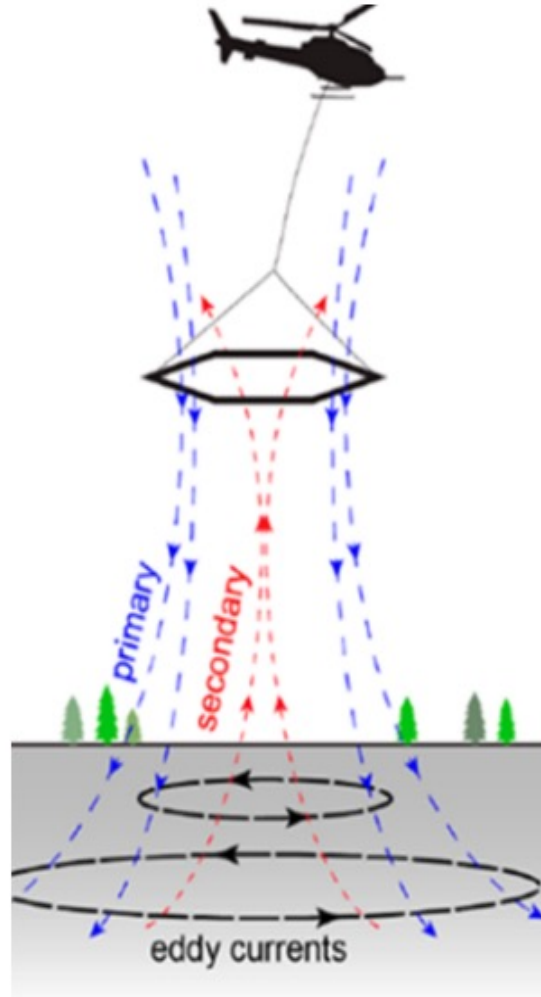


Techniek FRESHEM

FREsh Salt groundwater distribution by Helicopter Electro-Magnetic survey



Deltares



- Vlieghoogte hoepel: 30 meter boven maaiveld
- Vliegsnelheid: 60 - 80 km/uur
- Afmetingen hoepel: ca. 30 m x 11m

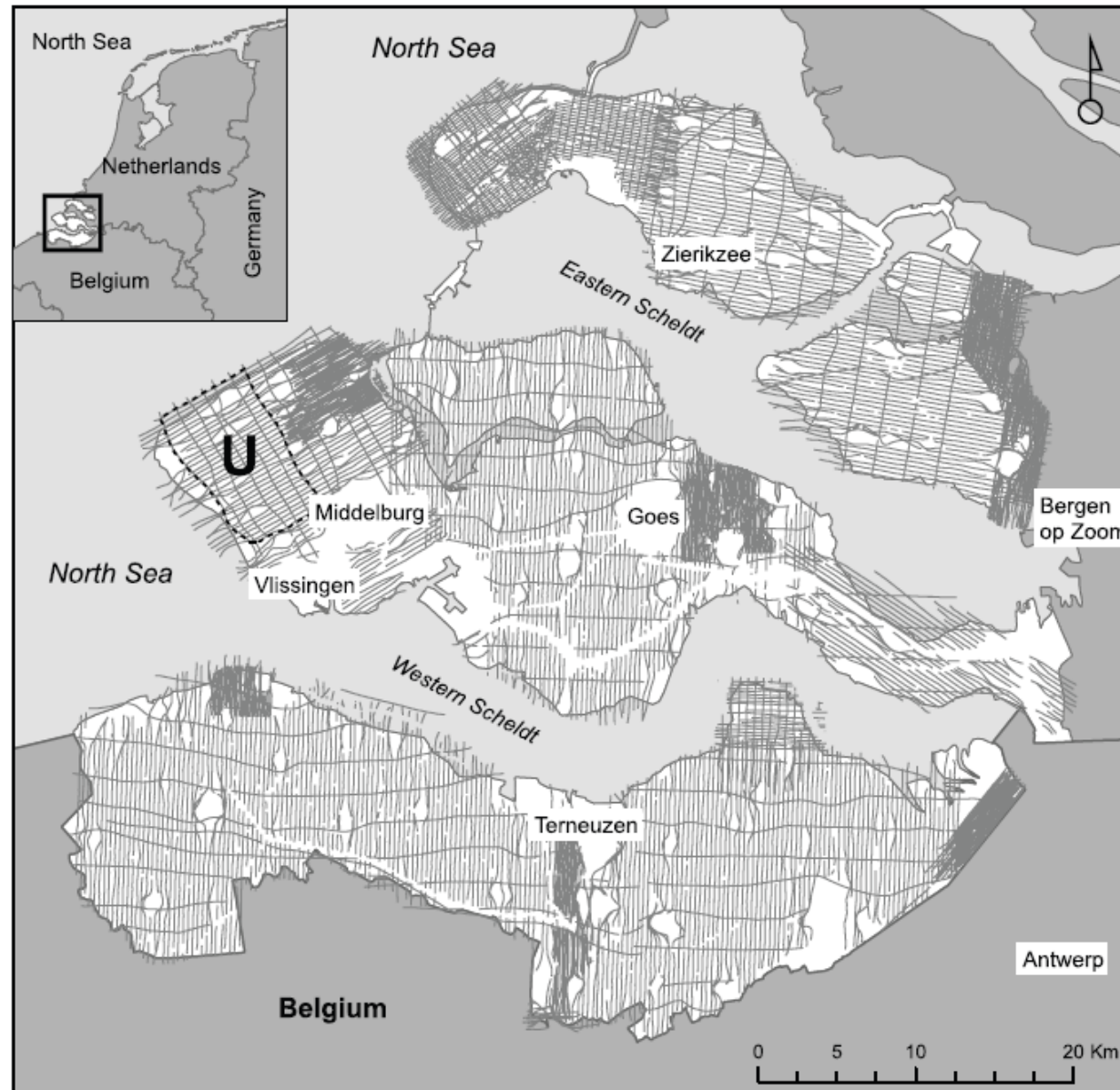
Afstand tussen vlieglijnen: 100 / 200 / 300 m

Afstand 'meetpunten' op vlieglijn
Elke 10-15 meter een datapunt


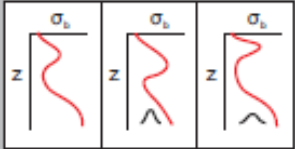
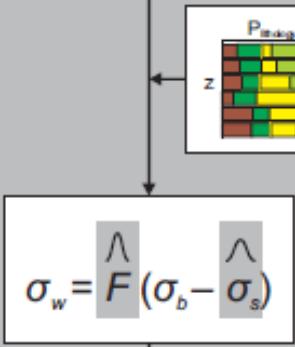
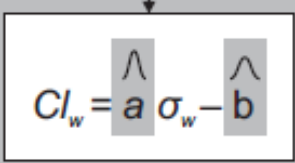
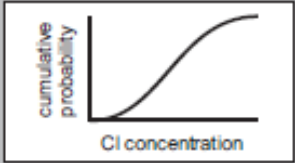
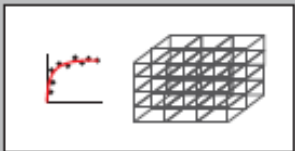
Verticale resolutie

Bovenste 30 m: orde van enkele meters
Onnauwkeurigheid neemt toe met de diepte
Betrouwbaarheid metingen goed tot ~50 - 150m

Vluchtlijnen Zeeland

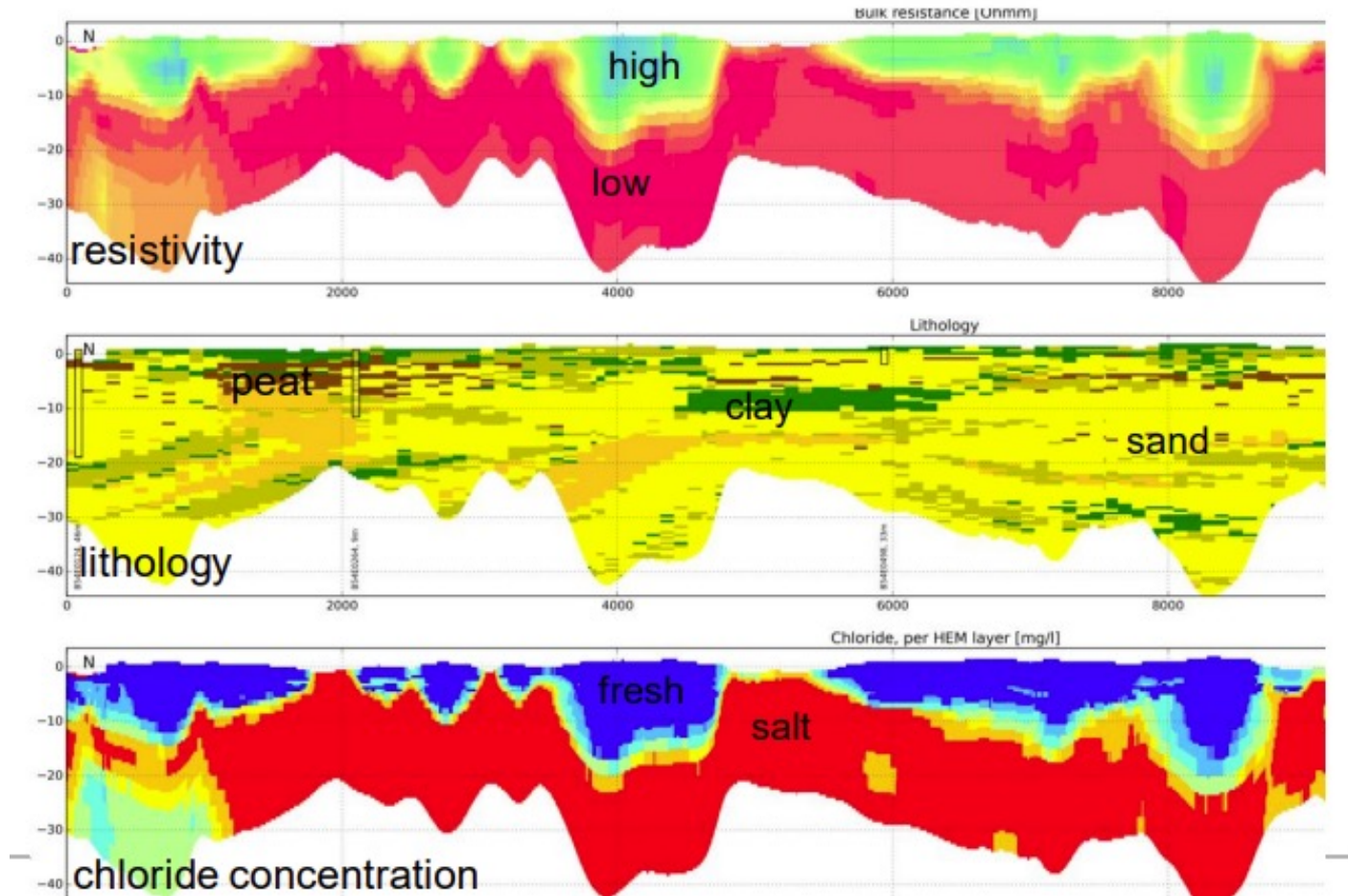


Dataverwerking FreshEM

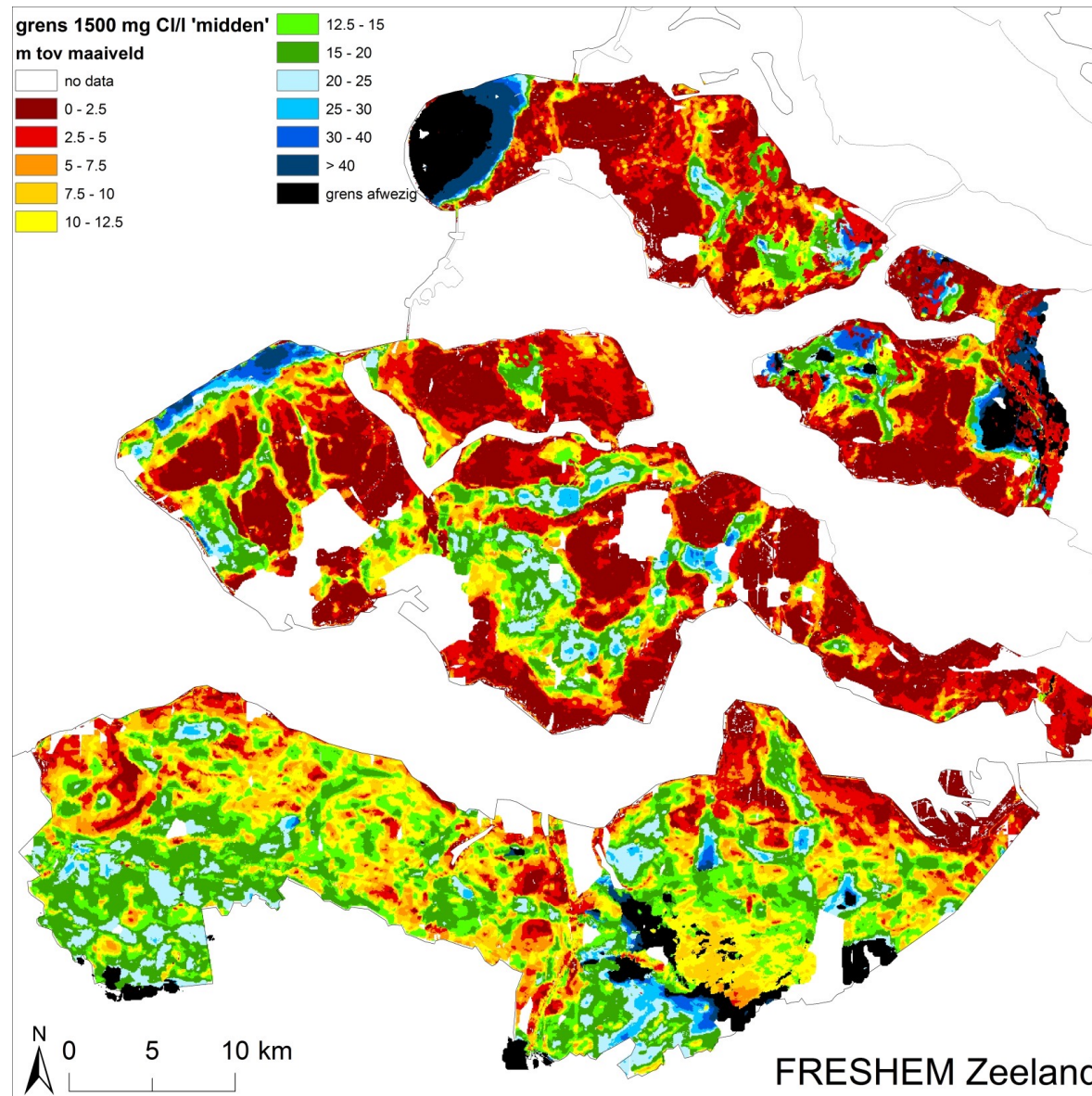
<p>1. Airborne EM survey data processing</p>		<p>RESOLVE system 9640 flight line kilometers 1800 km²</p>
<p>2. Inversion of airborne EM data to bulk conductivity</p>		<p>3 equally likely inversion results Single Site Inversion, Laterally Constrained Inversion (LCI) - smooth, LCI - sharp</p>
<p>3. Derivation of groundwater conductivity</p>	 <p>$\sigma_w = F(\sigma_b - \sigma_s)$</p>	<p>probability of lithological class (GeoTOP)</p> <p>formation factor, surface conductivity for lithological class, normally distributed</p>
<p>4. Transformation to Cl⁻ concentration</p>	 <p>$Cl_w = a \sigma_w - b$</p>	<p>regression parameters conductivity - chloride concentration, normally distributed</p>
		<p>intermediate result: probability density function (pdf) for each point and layer on flight lines</p>
<p>5. Interpolation to 3D model</p>		<p>50 x 50 x 0.5 m voxel model indicator kriging with locally varying anisotropy field pdf of chloride concentration for every voxel</p>

Monte Carlo random sampling scheme

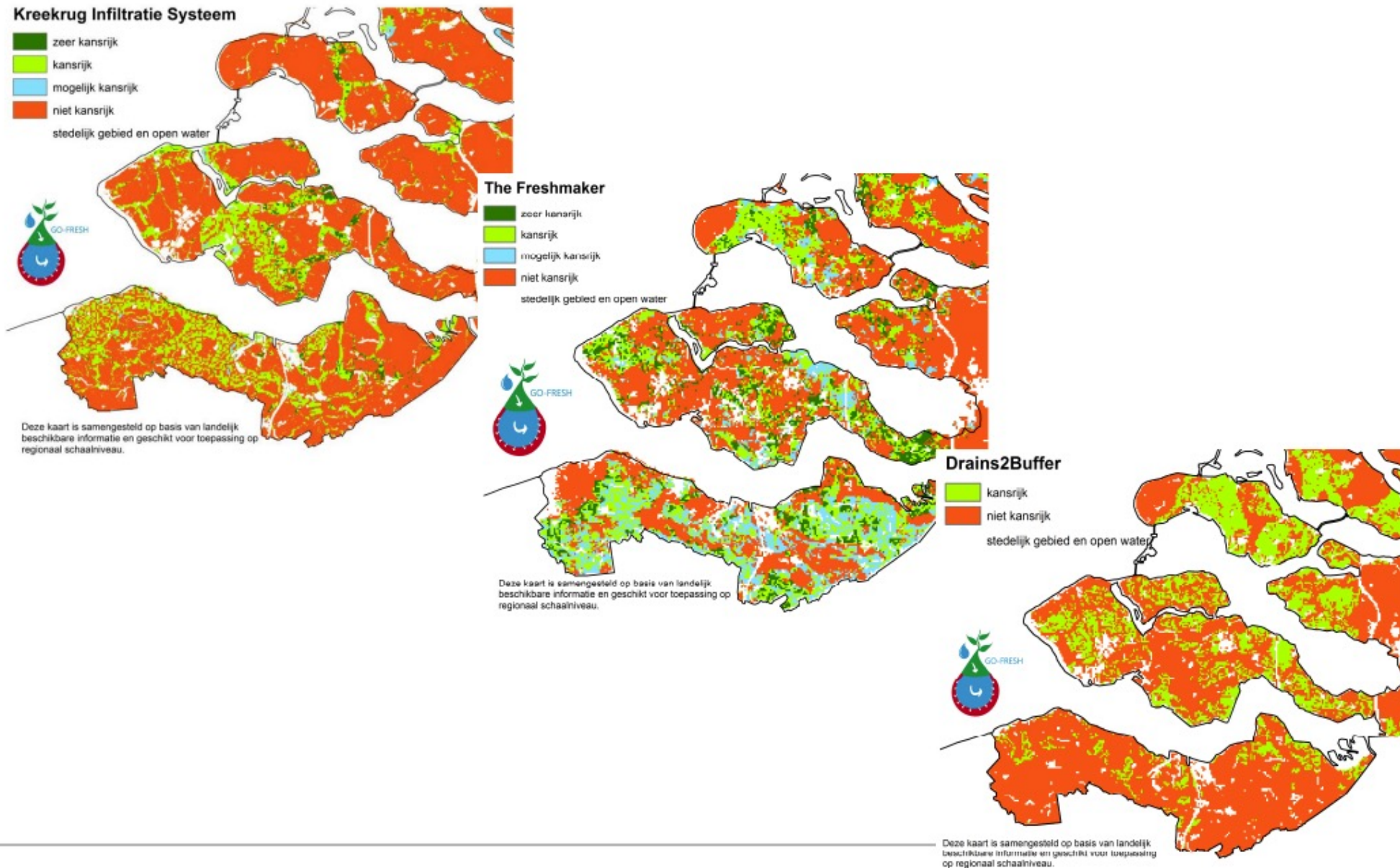
Dataverwerking FreshEM



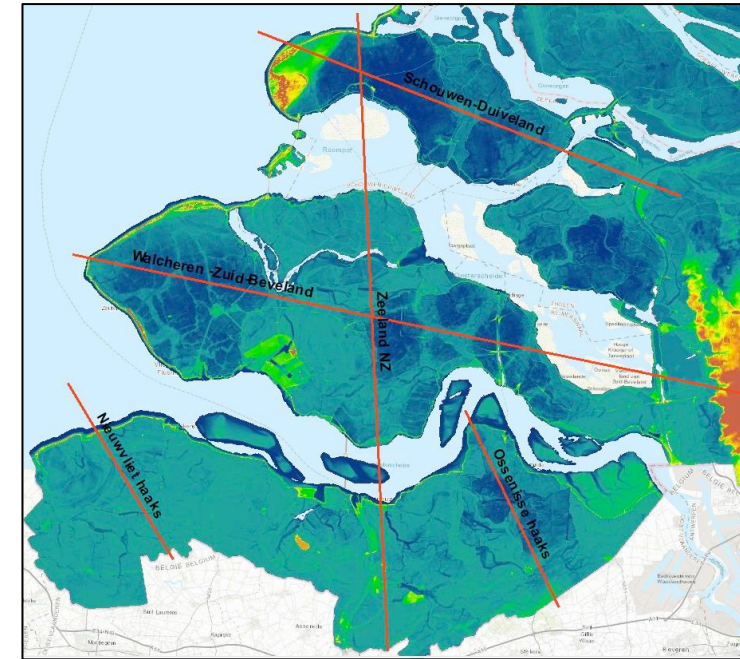
FRESHEM Zeeland



Toepassing 1: kansrijke kaarten zoetwatermaatregelen

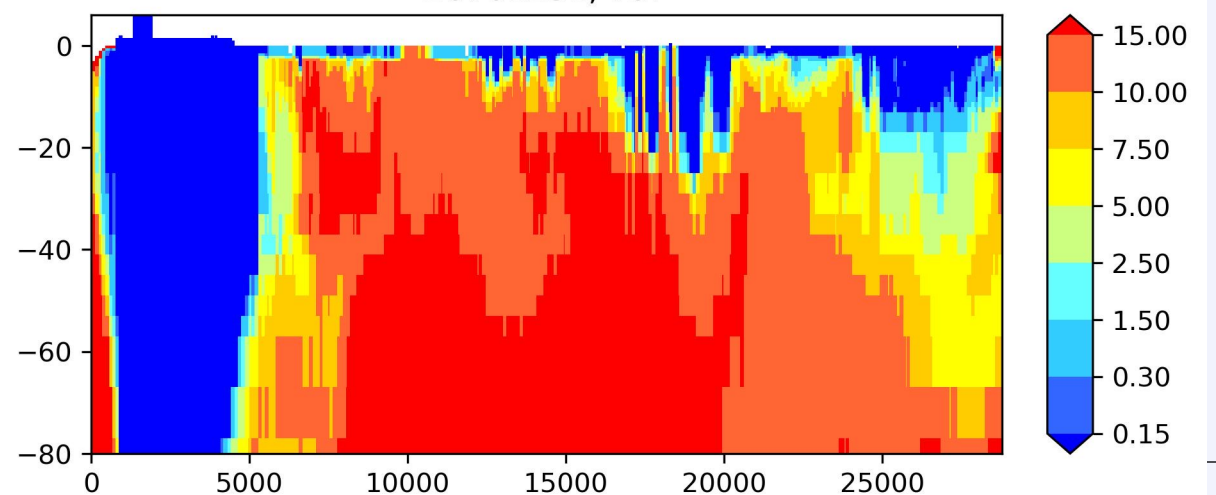
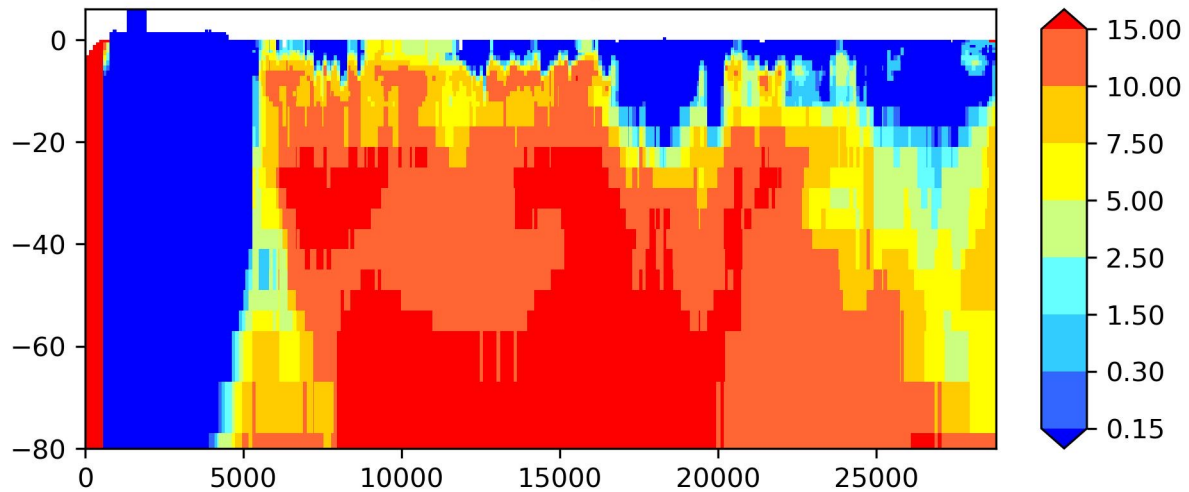


Toepassing 2: modelvalidatie



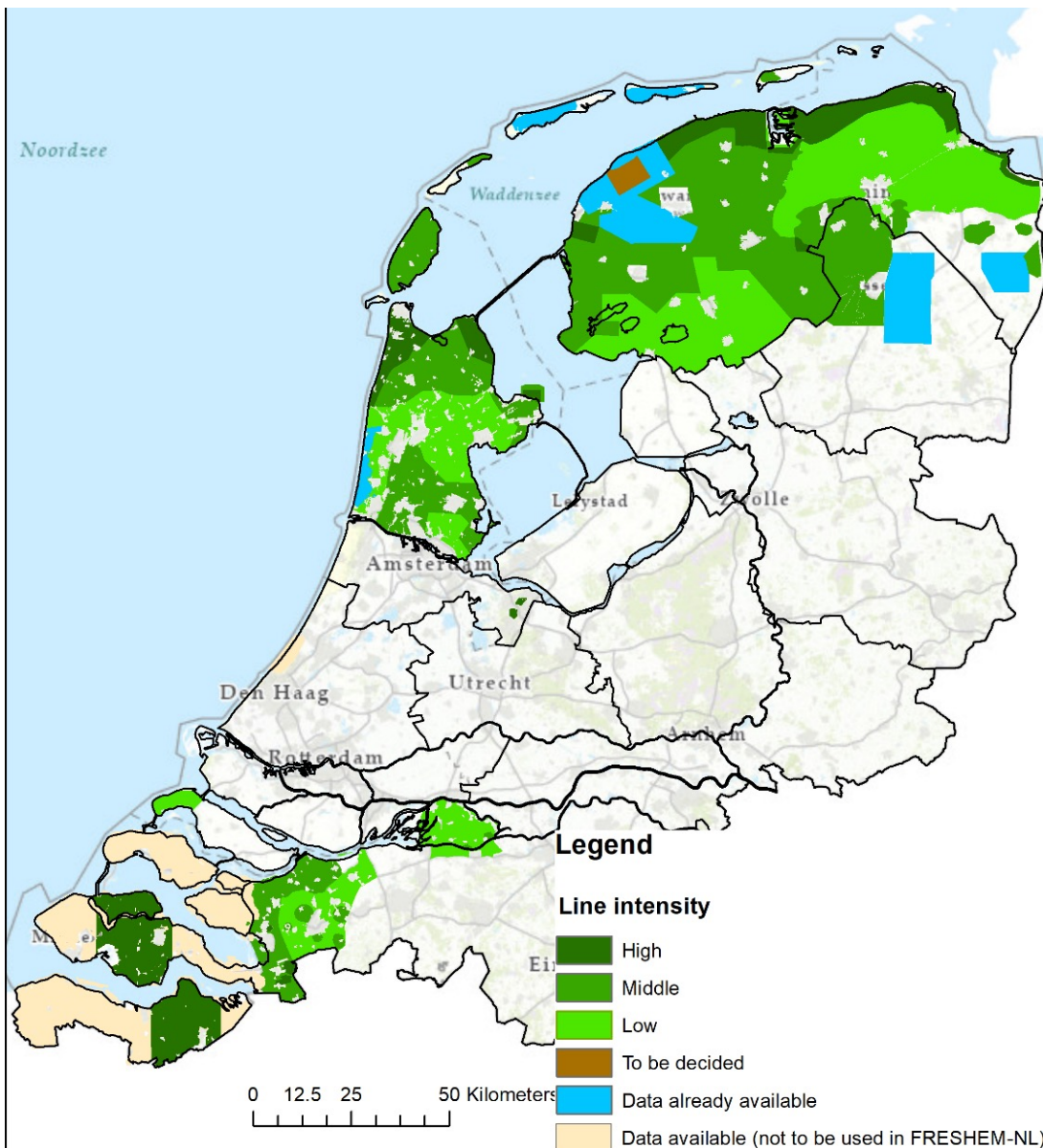
20701231, v67

20090101, v1



Deltares

Partners en Te karteren gebieden



Provincies

- Drenthe
- Fryslân
- Groningen
- Noord-Brabant
- Noord-Holland
- Zeeland
- Zuid-Holland

Waterschappen

- Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
- Waterschap Brabantse Delta
- Waterschap Hollandse Delta
- Waterschap Hunze en Aa's
- Waterschap Noorderzijlvest
- Waterschap Scheldestromen
- Wetterskip Fryslân

Drinkwaterbedrijven

- Brabant Water N.V.
- Evides N.V.
- PWN
- Vitens
- N.V. Waterbedrijf Groningen

Kennisinstututen

- Deltares
- TNO

Rijksoverheid

- Deltafonds (50% financiering)

Onderzoeksc componenten

Kartering chloridegehalte grondwater

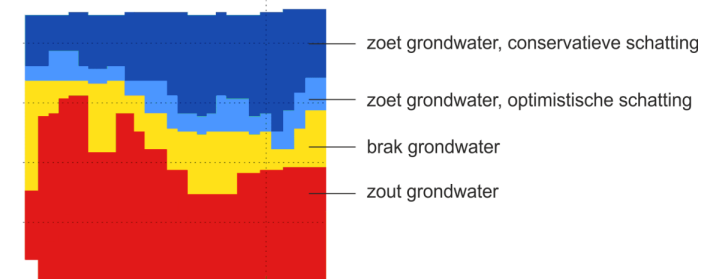
- Bepalen 'Formatie Factor' van relevante Geologische eenheden (nodig voor afleiden chloride-gehalte grondwater uit meetdata)
- Verbeteren onderscheidend vermogen in brakke zones (grotere brakke zones / meer geleidelijke overgangszones dan in Zeeland en Vlaanderen)
- Vaststellen van veranderingen in de gebieden in Zeeland waar al eerder gevlogen is.

Kartering kleilagen

- Methodiekontwikkeling om kleilagen met verschillende opbouw en samenstelling te kunnen onderscheiden

Algemeen

- Bepalen meest geschikte manier van validatie van resultaten
- Verbeteren methodiek voor interpolatie resultaten tussen vlieglijnen
- Inzet geofysische grondmetingen om 'gaten' te vullen (tTEM)
- Benutten 'Induced Polarization' signaal om klei en zandlagen ook in zoute gebieden te karteren



Meer weten ? →

<https://publicwiki.deltares.nl/display/ZOETZOUT/gijs.janssen@deltares.nl>

Dank voor uw aandacht