








Effecten van klimaatverandering op het kustnabije grondwatersysteem van Noord-Fryslân

Marta Faneca, Jan Gunnink, Gualbert Oude Essink, Perry de Louw, Esther van Baaren

InterregIVb project Cliwat 

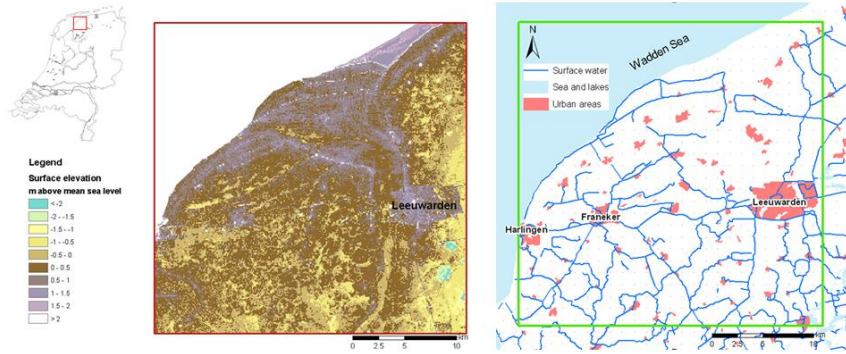
  

Determining the effects of climate change on groundwater systems



Deltares

Noord Fryslân



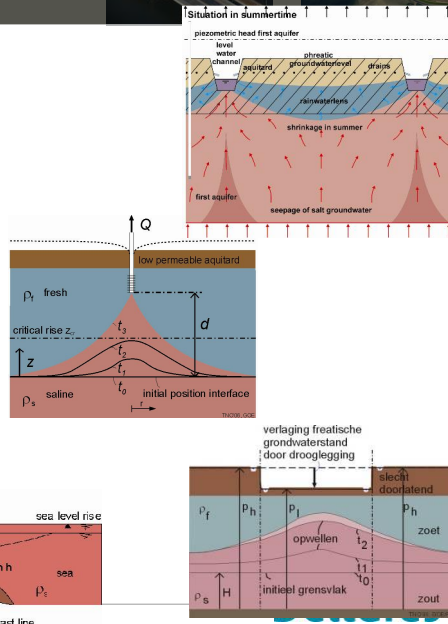
Legend
Surface elevation
m above mean sea level

<-2
2 ~ -1.5
-1.5 ~ -1
-1 ~ -0.5
-0.5 ~ 0
0 ~ 0.5
0.5 ~ 1
1 ~ 1.5
1.5 ~ 2
>2

31 oktober 2012

Verziltig processen

- Zoutwaterintrusie
- Upconing
- Decrease outflow
- Klimaatverandering:
 - Zeespiegelstijging
 - Minder grondwateraanvulling



Doel en Methoden

Doel:

- Karakterisatie van het regionale systeem
- Identificatie van zoetwater (kwantiteit en kwaliteit)
- Voorspellen van veranderingen in het systeem als gevolg van klimaatverandering

Methode:

- Airborne Electromagnetic + dichtheidsafhankelijk grondwatermodel
- Bestaande modellen: Regis, MIPWA

31 oktober 2012

Deltares

Airborne Electromagnetische Survey (AEM) om geologie en zoetzout distributie te karteren



Airborne EM:

- Frequency-domain
- Time-domain



31 oktober 2012

Deltares

Airborne Electromagnetic Survey (AEM)

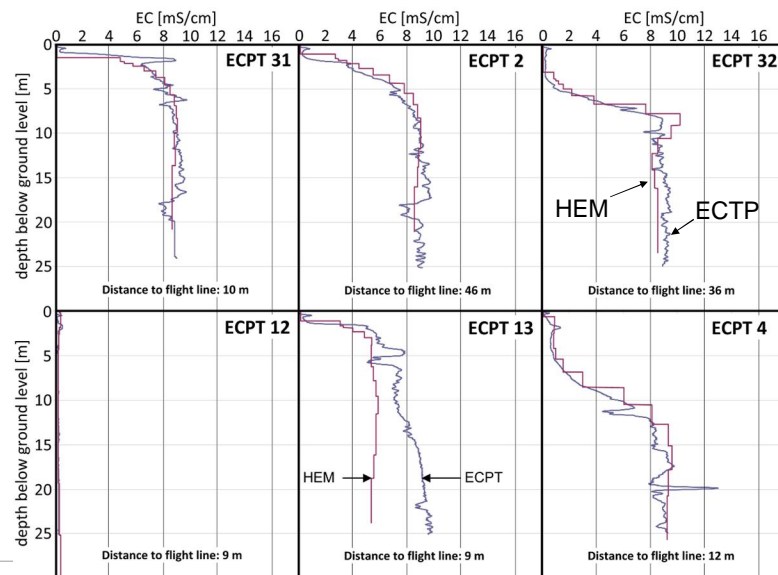
Voordelen:

- Snelle inzameling van data (< 1 yr chlorideconcentratieveld)-> interessant voor data-poor landen
- 3D resultaat (standard methoden zijn 0D, 1D or 2D)
- Monitoring zoet-zout verdeling
- Karteren / modelleren geologie

31 oktober 2012

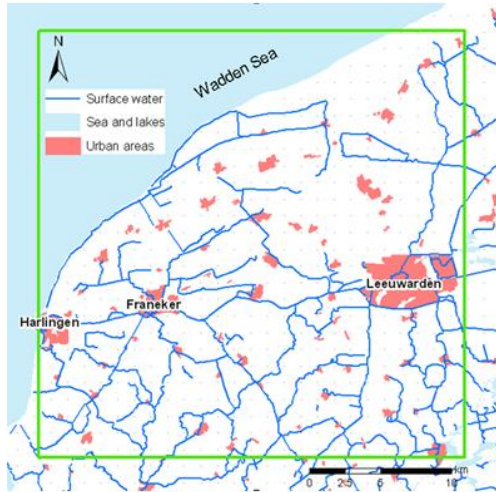
Deltares

Onderzoek Perry de Louw: Comparing HEM - ECPT



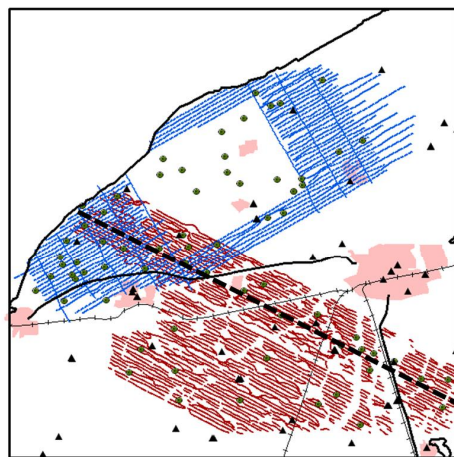
tares

Noord Fryslân



31 oktober 2012

AEM in Fryslân



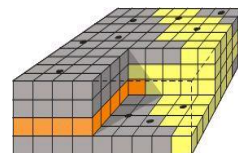
Legend

- ECPT
- ▲ CI measurements
- HEM
- skyTEM
- Geological cross-section

German Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR)

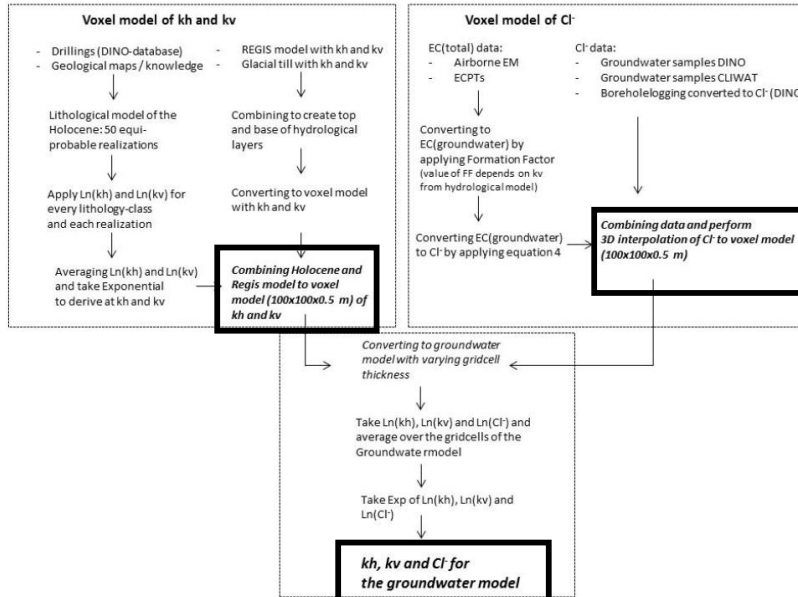
University of Aarhus, Denmark

TNO



31 oktober 2012

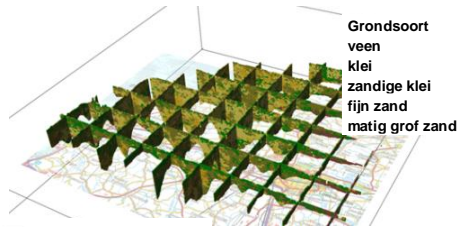
Workflow



Workflow input data

Holoceen voxel-model
(grondsoort -> kh/kv)

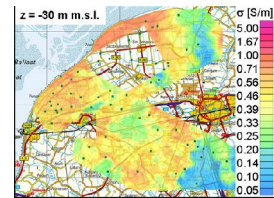
+
Regis



- peat
- clay
- sandy clay
- fine sand
- medium-coarse sand

Grondsoort	kv (m/d)
veen	3.6E-04
klei	1.4E-05
zandige klei	6.4E-05
fijn zand	1.6E+00
matig grof zand	6.2E+00

EC from AEM
(EC grondwater->Cf-)
+
Cf-measurements



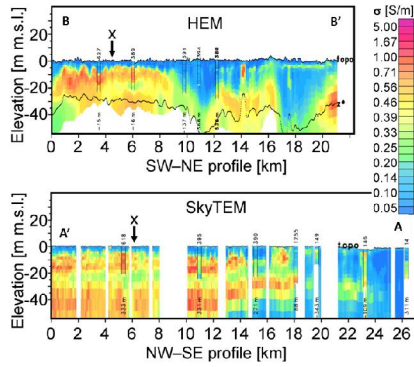
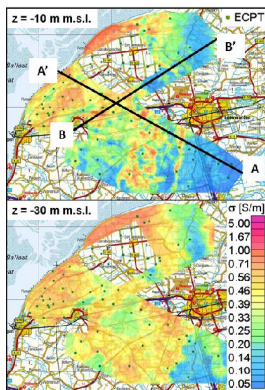
Voxel-model:
➢ Kh/Kv
➢ Cf

Mapping EC with AEM



3-D model van EC-totaal (combinatie van elektrische geleidbaarheid sediment & grondwater);

Welk aandeel is van sediment en welke van grondwater kwaliteit

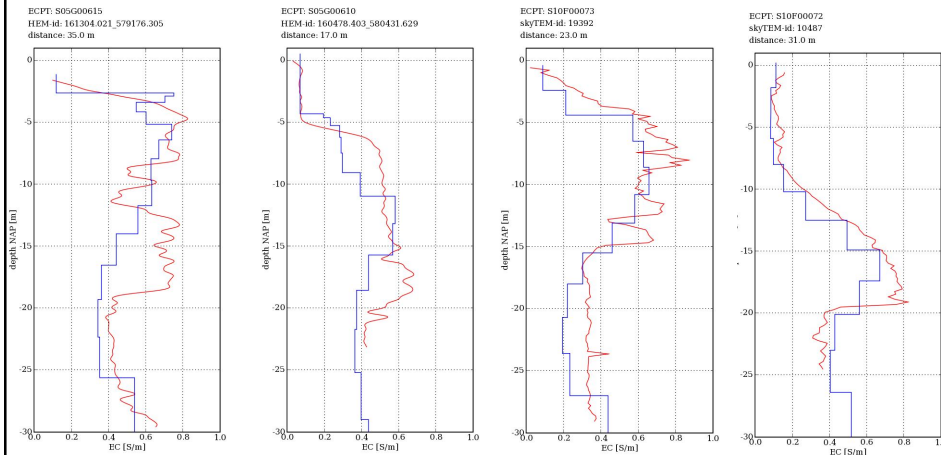


Gunnink et al. (2012)



31 oktober 2012

Vergelijken van airborne EM met ECPT

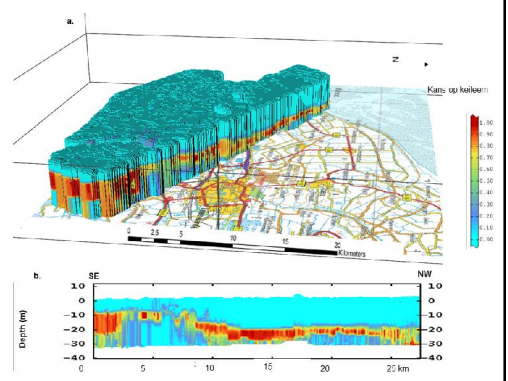
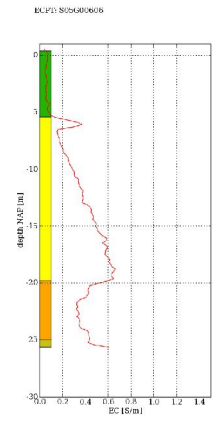


— EC from ECPT
— EC from inversion



31 oktober 2012

Geleidbaarheids-sonderingen -> keileem



- Holocene
- Post-Saalian
- Glacial till
- Pre-Saalian
- EC from ECPT

31 oktober 2012

From a 3D EC field to a 3D chloride field

FormatieFactor (FF) geeft aandeel van grondsoort aan de EC(totaal)

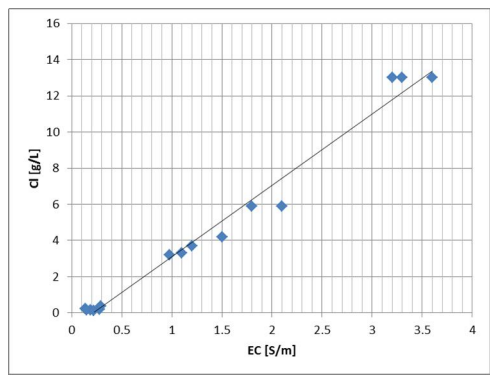
FF=5.2 voor zandige sedimenten en ~ 3 voor kleiige sedimenten (uit lithologisch model)

Toegepast op EC(totaal) model geeft EC-grondwater per voxel

Relatie tussen EC(grondwater) en CL- concentratie:

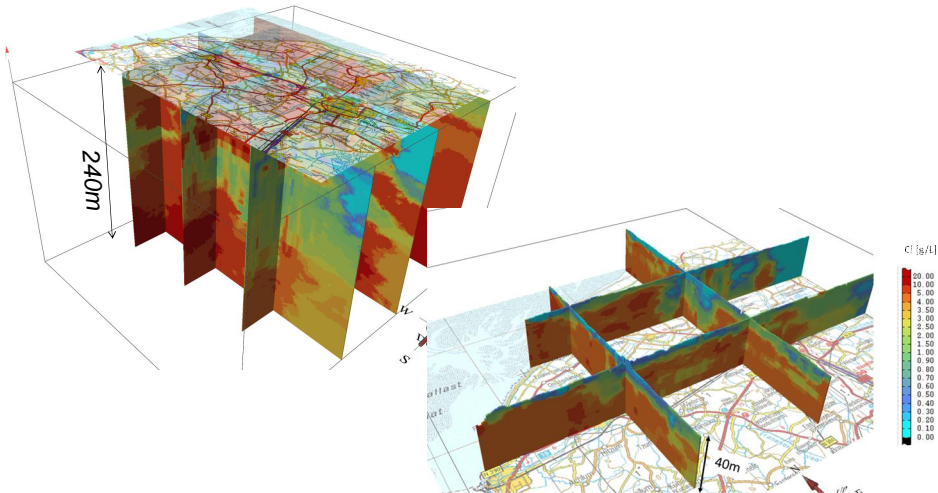
EC(grondwater) →

CL-



31 oktober 2012

From a 3D EC field to a 3D chloride field



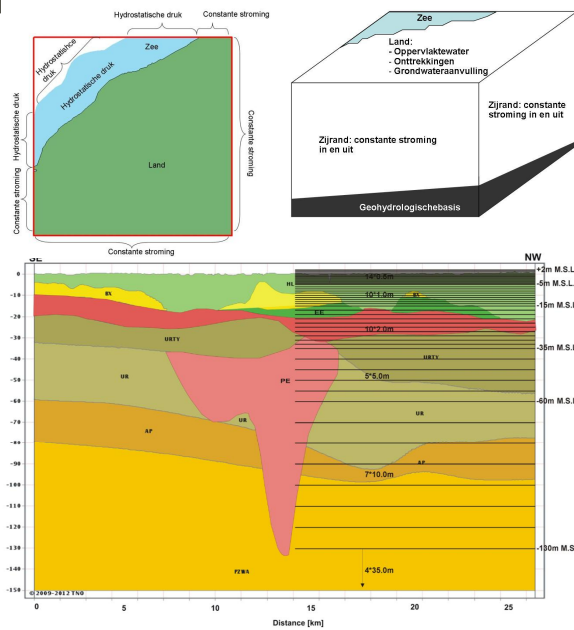
Gunnink et al. (2012)

Dichtheidsafhankelijk grondwatermodel

MOCDENS3D
 300 columns
 300 rows
 100x100m cells
 50 model layers

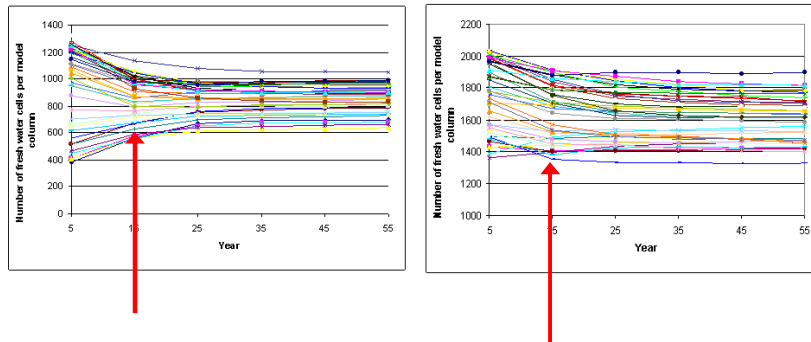
100 jaar
 Zomer en winter
 Niet stationaire

MIPWA → Fryslân



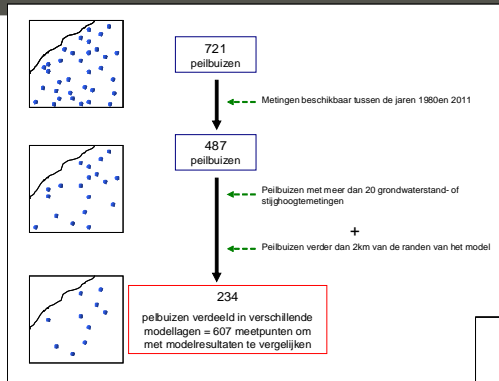
Keuze 3D chlorideveld

Verandering in aantal zoetwatercellen in het model

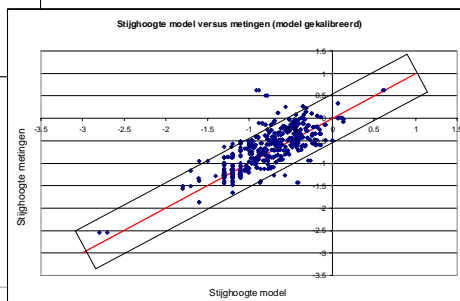


Na 15 jaar initiele errors weg

Kalibratie



90% absolute afwijking minder dan 46 cm



Scenario's

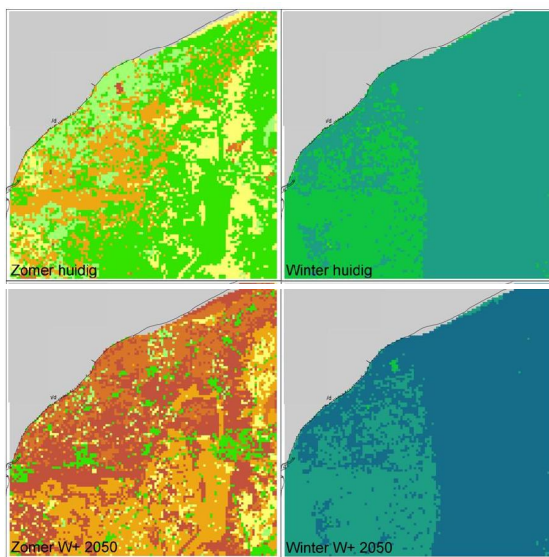
Autonoom scenario

Klimaat Scenario W+ voor 2100

Zeespiegelstijging Scenario voor 2100
(0.85m)

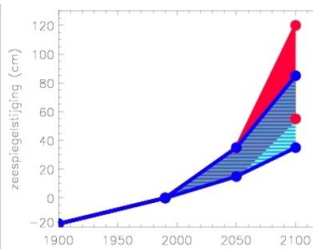
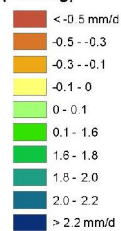
Klimaat Scenario W+ en zeespiegelstijging voor 2100

Scenario's



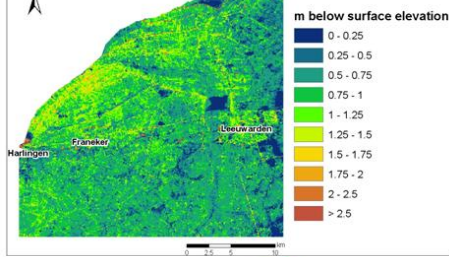
Grondwateraanvulling

(mm/dag)

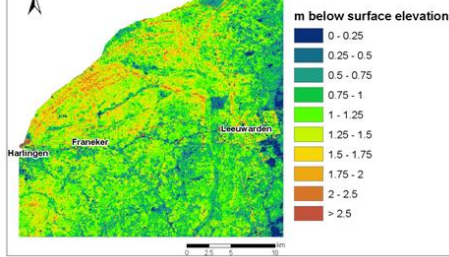


Resultaten autonoom scenario

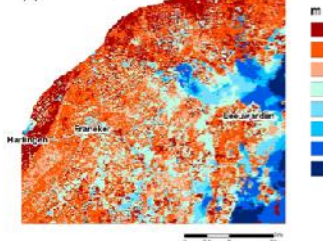
Grondwaterstand winter 2010



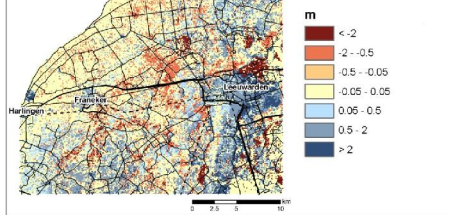
Grondwaterstand zomer 2010



Dikte regenwaterlensen 2010



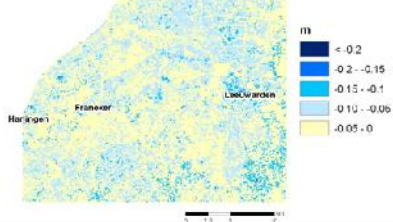
Verandering dikte regenwaterlensen autonoom 2100



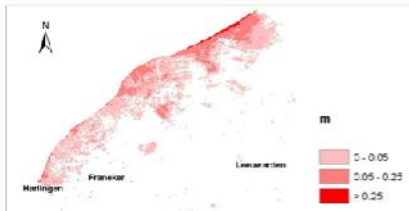
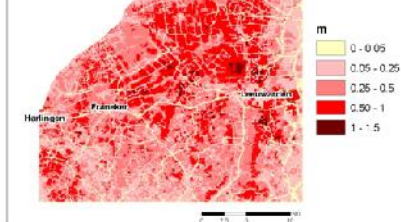
Resultaten klimaat scenario's

TNO innovation for life

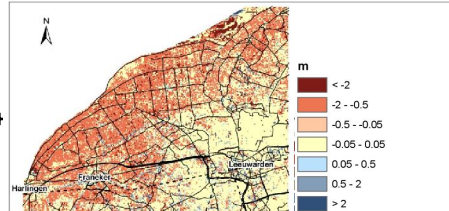
Toename grondwaterstand winter scenario W+ 2100



Afname grondwaterstand zomer scenario W+ 2100



Toename stijghoogtes zomer in zeespiegelstijging scenario



Verandering dikte zoetwaterlensen zomer W+ zss scenario

Conclusies:

- AEM is efficient om Cl- in grondwater te karteren
- De 3D velden kunnen gebruikt worden in numerieke modellen

Verder...

- Meer onderzoek nodig naar conversie EC naar chloride concentratie
- Meer onderzoek nodig naar de onzekerheden in EC veld generatie

