



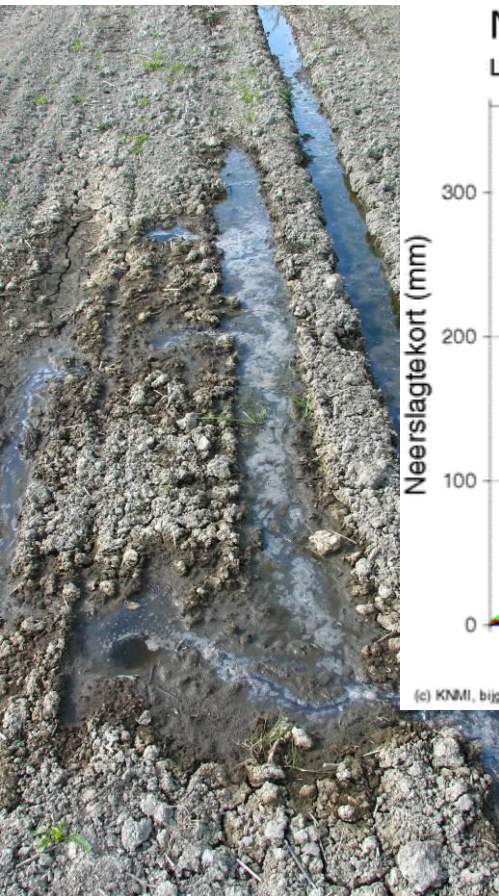
# “Adapting to drought and salinisation in the coupled groundwater – surface water system”

Joost Delsman

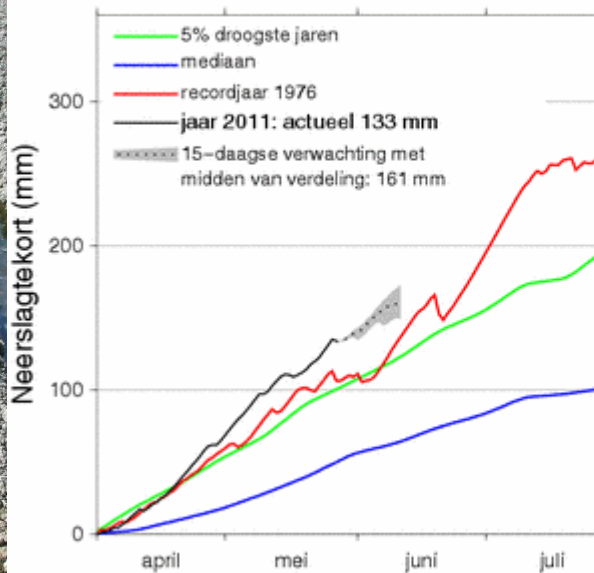
7 mei 2012



# Onderzoek naar zoetwatervoorziening?



## Neerslagtekort in Nederland in Landelijk gemiddelde over 13 stations



(c) KNMI, bijgewerkt 2011-05-27, 12:02 uur lokale tijd

## DROOGTE HERSTELWERK AAN SCHEUREN IN DIJK



Herstelwerk aan een veendijk in de Duifpolder in Midden-Delfland. Door de droogte vertoont de dijk over een lengte van 350 meter scheuren. Die worden opengemaakt, opgevuld en besproeid met water zodat de aarde zich goed kan hechten. Zie ook pagina 5. Foto Raymond Rutting / de Volkskrant

[Home](#) > [Actueel](#) > [Droogte in Rijnland](#) > [Nieuwsberichten](#) > Extra aanvoer zoet water naar het westen door gemaal De Aanvoerder

## Extra aanvoer zoet water naar het westen door gemaal De Aanvoerder

19 mei 2011

Ondanks de plaatselijke buien van de afgelopen dagen blijft de droogte in Nederland aanhouden en komt er onvoldoende rivierwater ons land binnen. Daarom nemen de hoogheemraadschappen van Rijnland en De Stichtse Rijnlanden maatregelen om verzilting tegen te gaan: de Kleinschalige Water Aanvoervoorzieningen Midden-Holland (KWA).

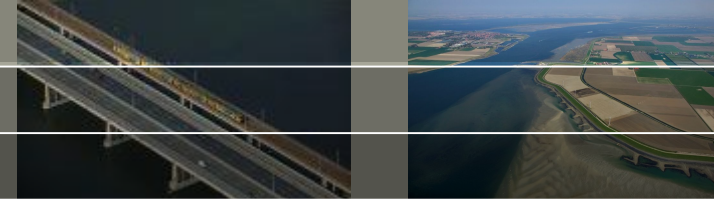
Watermanagementcentrum Nederland

Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling (LCW)

## Droogtebericht

23 mei 2011 | Nummer 2011-07

**Deltares**



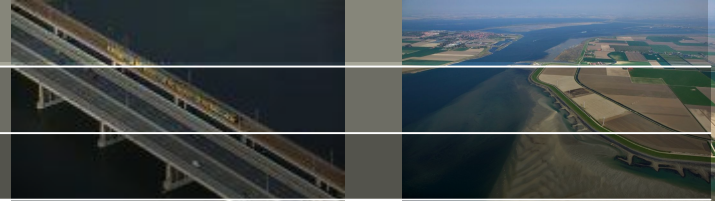
## “Adaptating to drought and salinisation in the coupled groundwater – surface water system”

Mijn onderzoek:

- Adaptatiemaatregelen droogte en verzilting in grondwater-oppervlaktewatersysteem (waterbeheer)
- Effecten maatregelen droogte / verzilting kunnen evalueren
- Ontbrekende kennis over hydrologie in (extreem) droge zomers
  
- Focus op west Nederland
- Studiegebieden Haarlemmermeer en Schermer
- Werk mee aan KvK casegebieden Groene Ruggengraat en ZWD

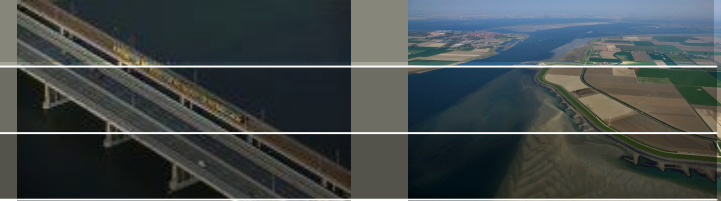


# Onderzoeksvragen



- Welke maatregelen (*in het waterbeheer*) zijn het meest optimaal om droogte en verzilting tegen te gaan in de toekomst?
  - Hoe werkt het hydrologisch systeem in huidige (extreem) droge zomers?
  - Wat veroorzaakt de ruimtelijke en temporele variatie in zoutbelasting?
  - Hoe verandert dit systeem door klimaatverandering? Wat is de toekomstige watervraag?
  - Hoe is het systeem goed kwantitatief te beschrijven?

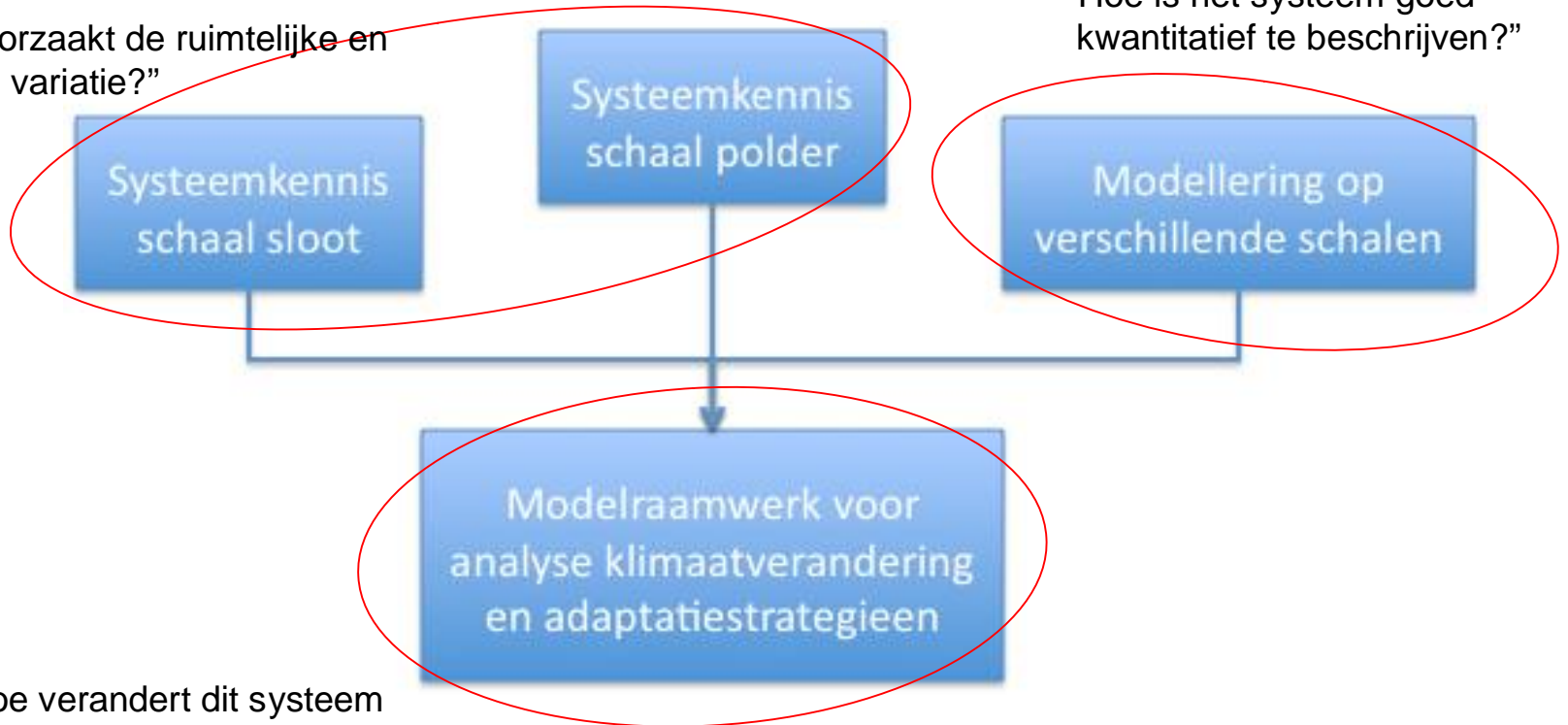
# Opzet onderzoek



“Hoe werkt het hydrologisch systeem in huidige droge zomers?”

“Hoe is het systeem goed kwantitatief te beschrijven?”

“Wat veroorzaakt de ruimtelijke en temporele variatie?”



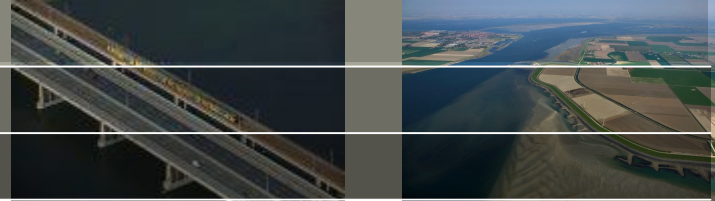
“Hoe verandert dit systeem door klimaatverandering?”

“Welke maatregelen zijn het meest optimaal om droogte en verzilting tegen te gaan in de toekomst?”



# ‘Systeemkennis schaal polder’: Peilvak 9, Haarlemmermeer





Inzicht nodig in water- en stofstromen binnen polder tijdens zomer en de drijvende krachten hier achter

- Ruimtelijke variatie in verloop waterbalansposten binnen polder
  - Drainage / infiltratie, verdamping, inlaatwater
- Hoe stroomt het water in de zomer? Waar komt inlaatwater?
- Hoe varieert de verblijftijd ruimtelijk?
- Bepalende factoren voor verloop waterbalansposten
- Invloed verloop waterbalansposten op waterkwaliteit

Combinatie van meten (**tracers**) in peilvak Haarlemmermeer, met modellering (gw + ow) voor begrip processen



# In de praktijk...

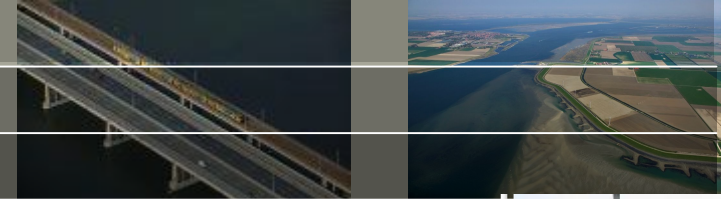
Sampling oppervlaktewater:  
maandelijks, vanaf 4 april (voor overgang naar zomerpeil)

(Freatische) peilbuizen:  
installatie 17 juni (op veld inmiddels eruit)  
grondwaterstand + chemie

Continue meting EC:  
installatie 17 juni

Continue meting chemie (autosampler):  
installatie 11 oktober

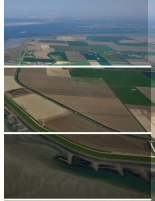
EC-routing eenmalig (tot nu toe)



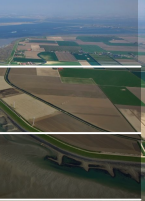




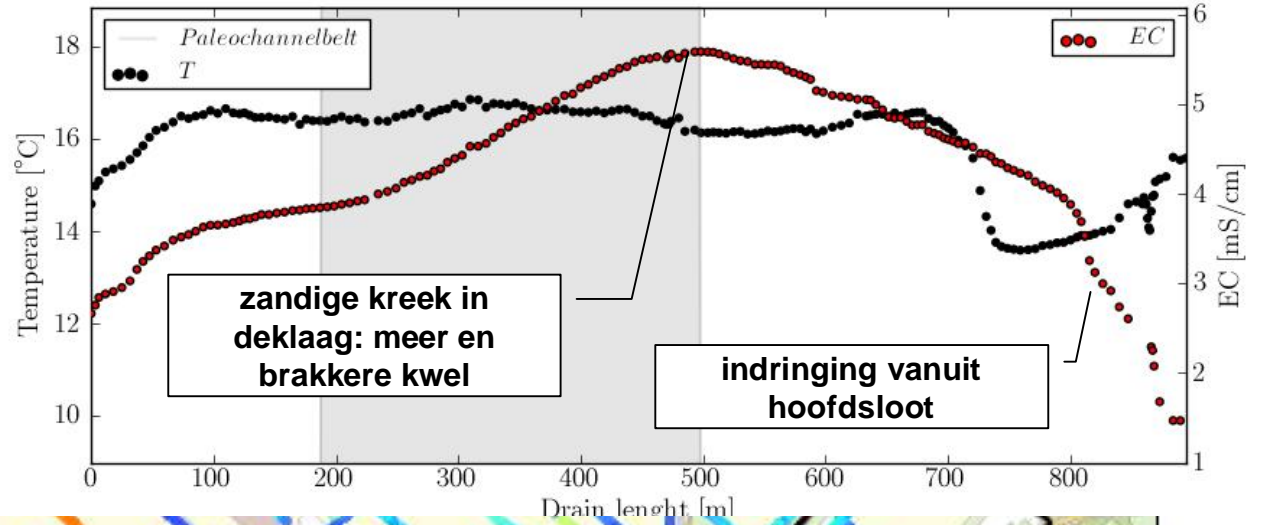






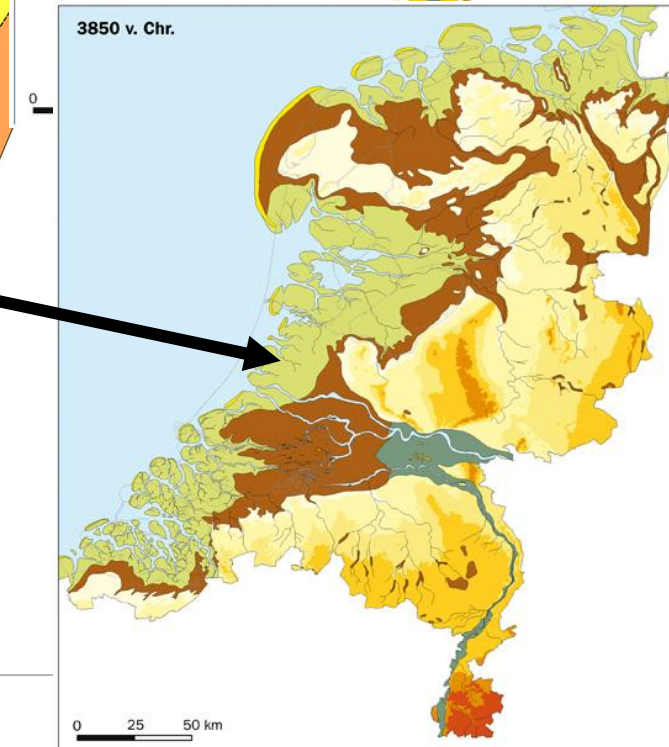
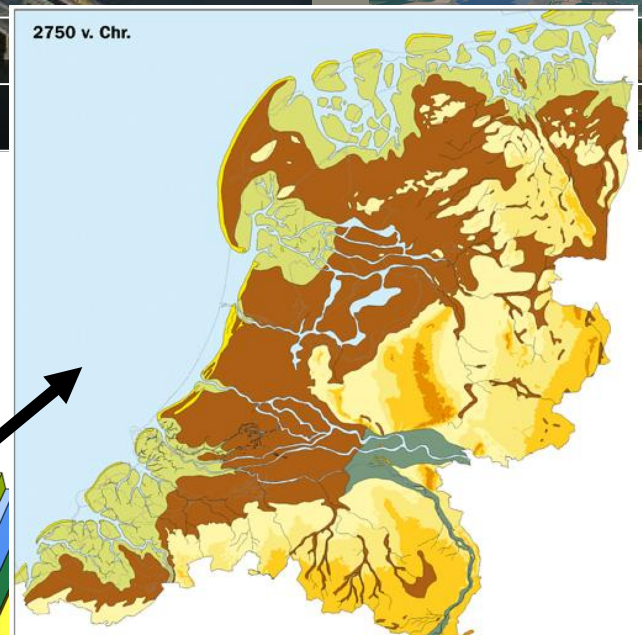
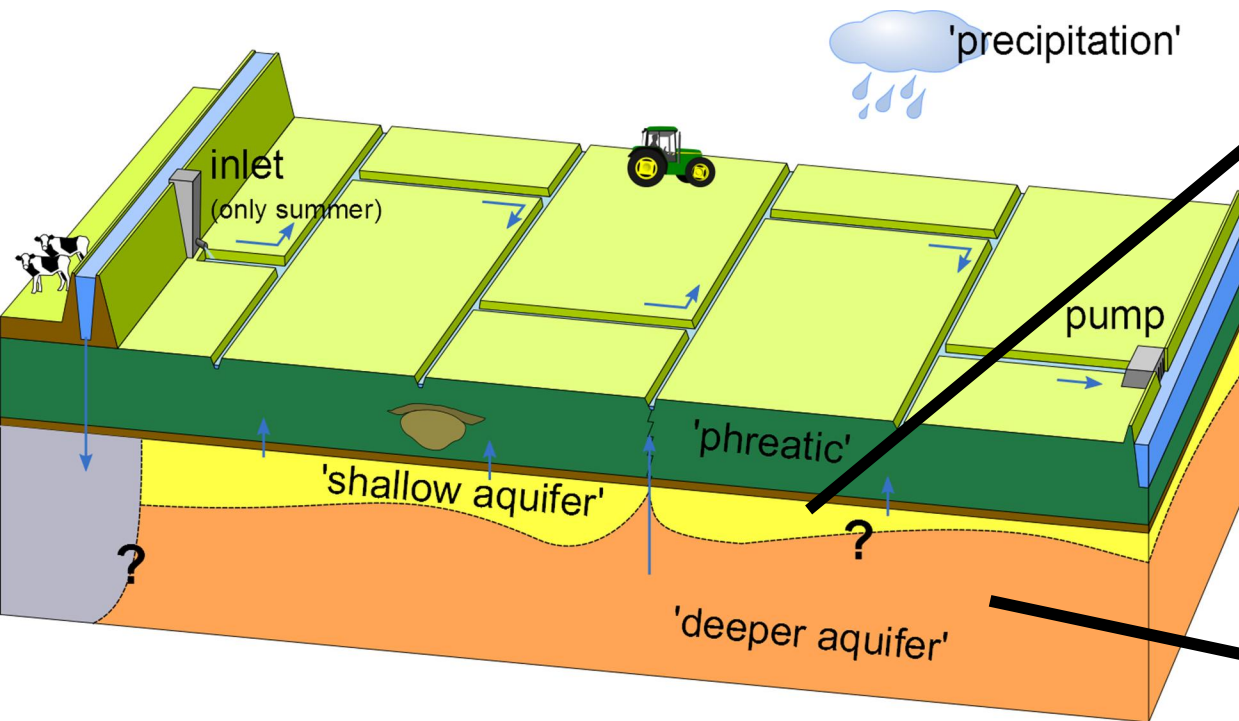


Drain 6.0

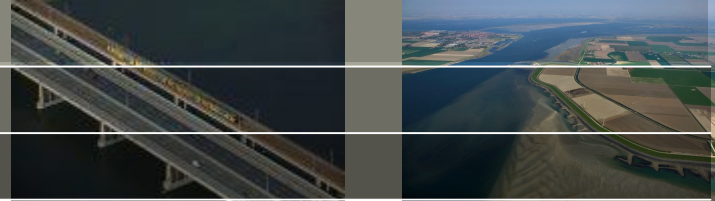




# Hydrologie / geochemie



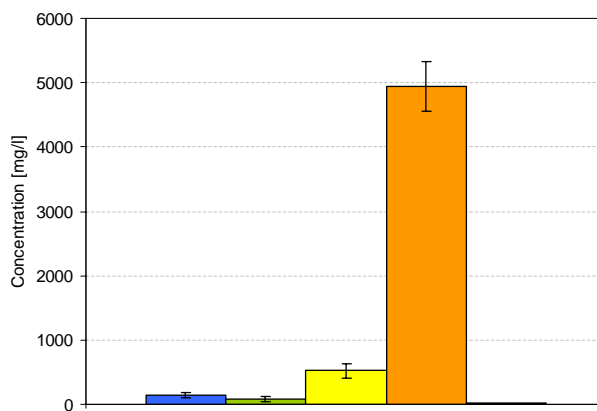
# Chemische karakterisatie



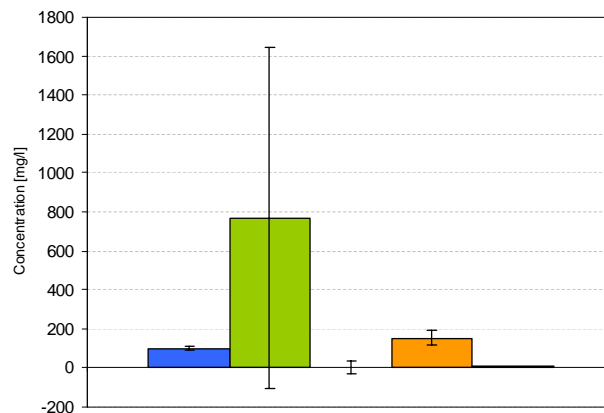
Endmembers:

- inlaat
- freatisch grondwater
- neerslag
- ondiep grondwater (500 mg/l)  $\leftrightarrow$  diffuse kwel
- diep grondwater (4000 mg/l)  $\leftrightarrow$  wellen
- (verdamping)

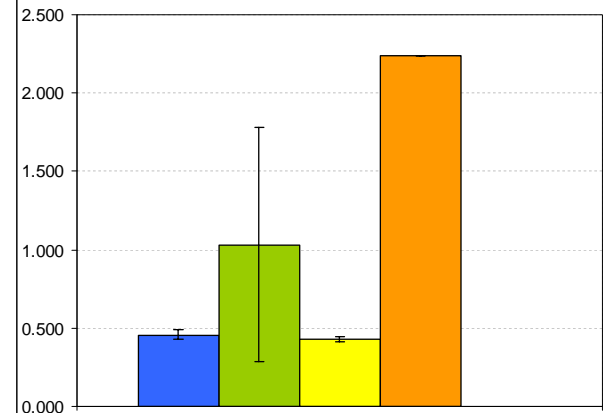
Chloride



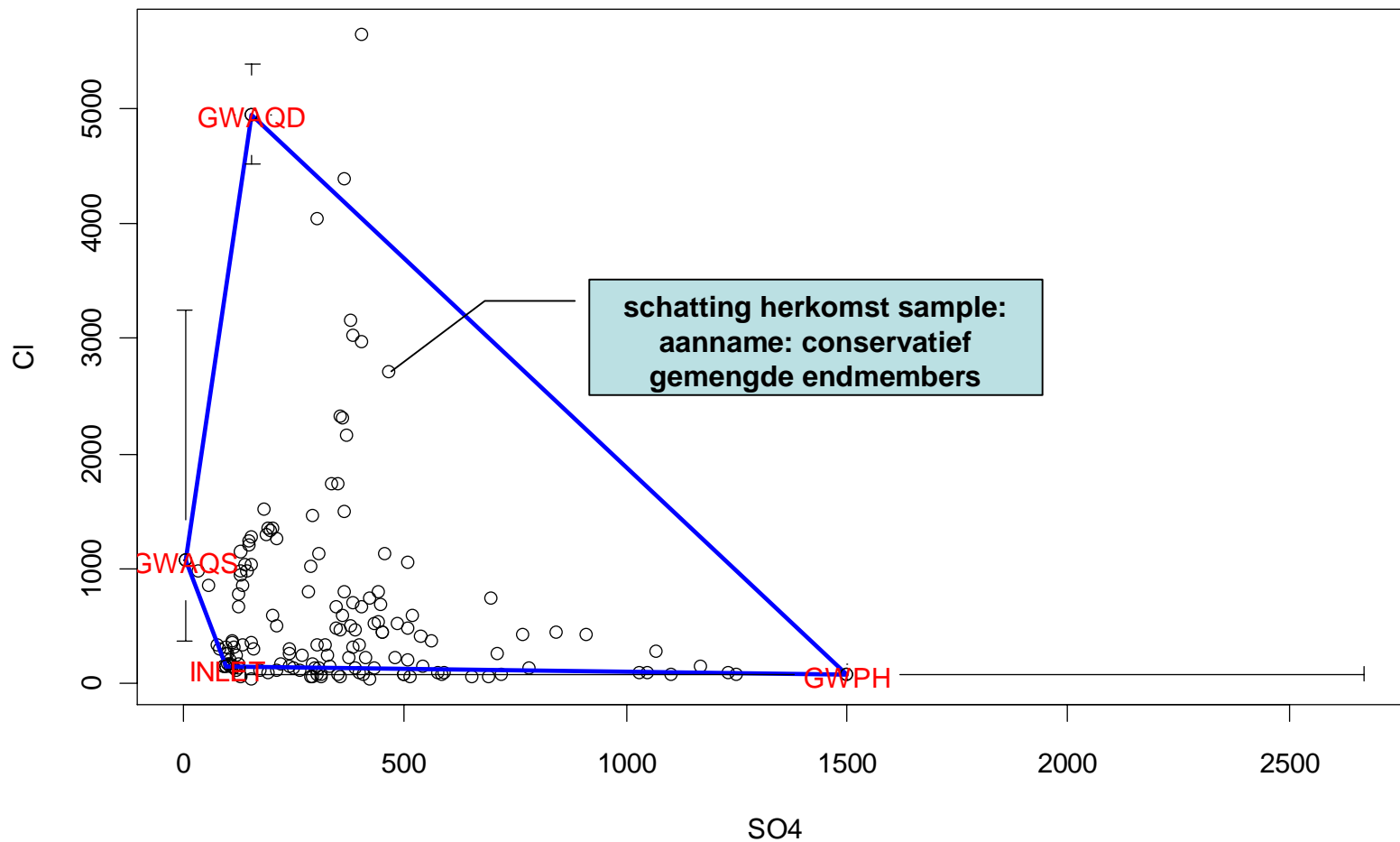
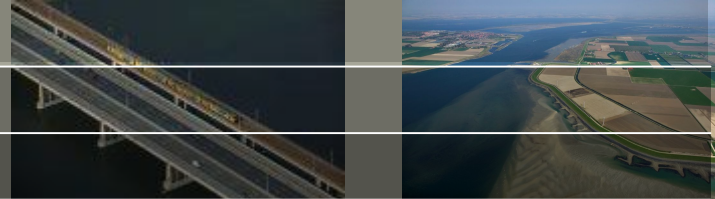
Sulphate



Strontium

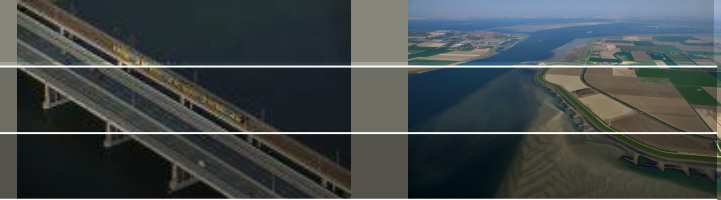


# Endmembers

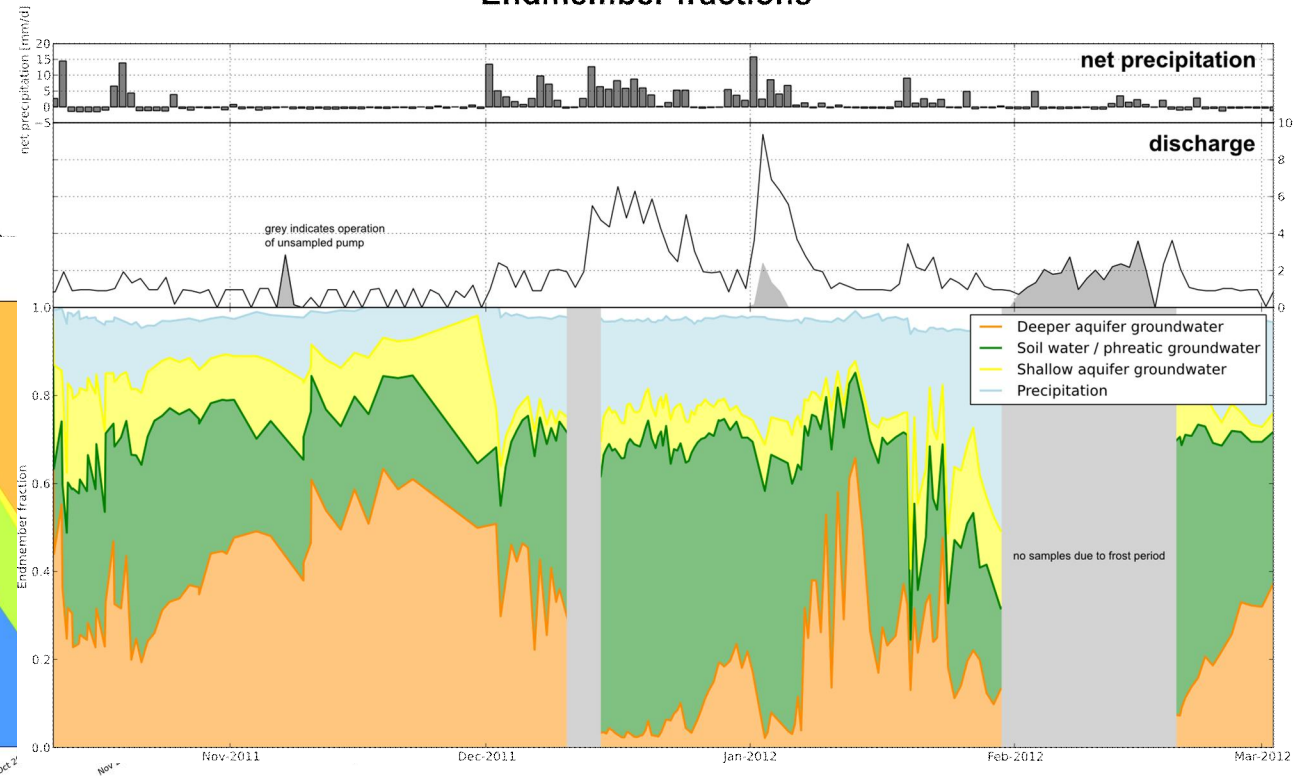




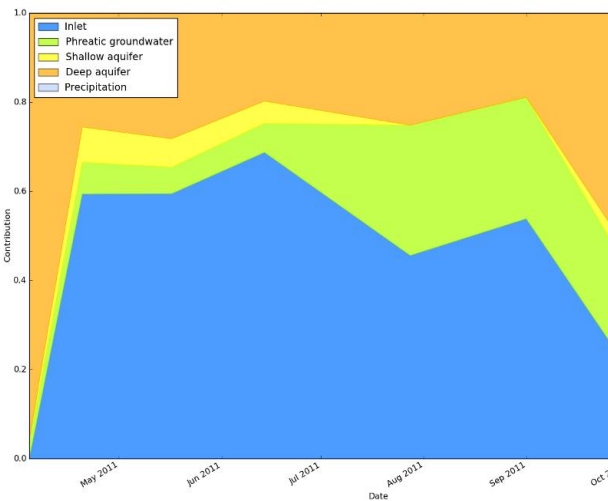
# Verloop waterbalans



## Endmember fractions



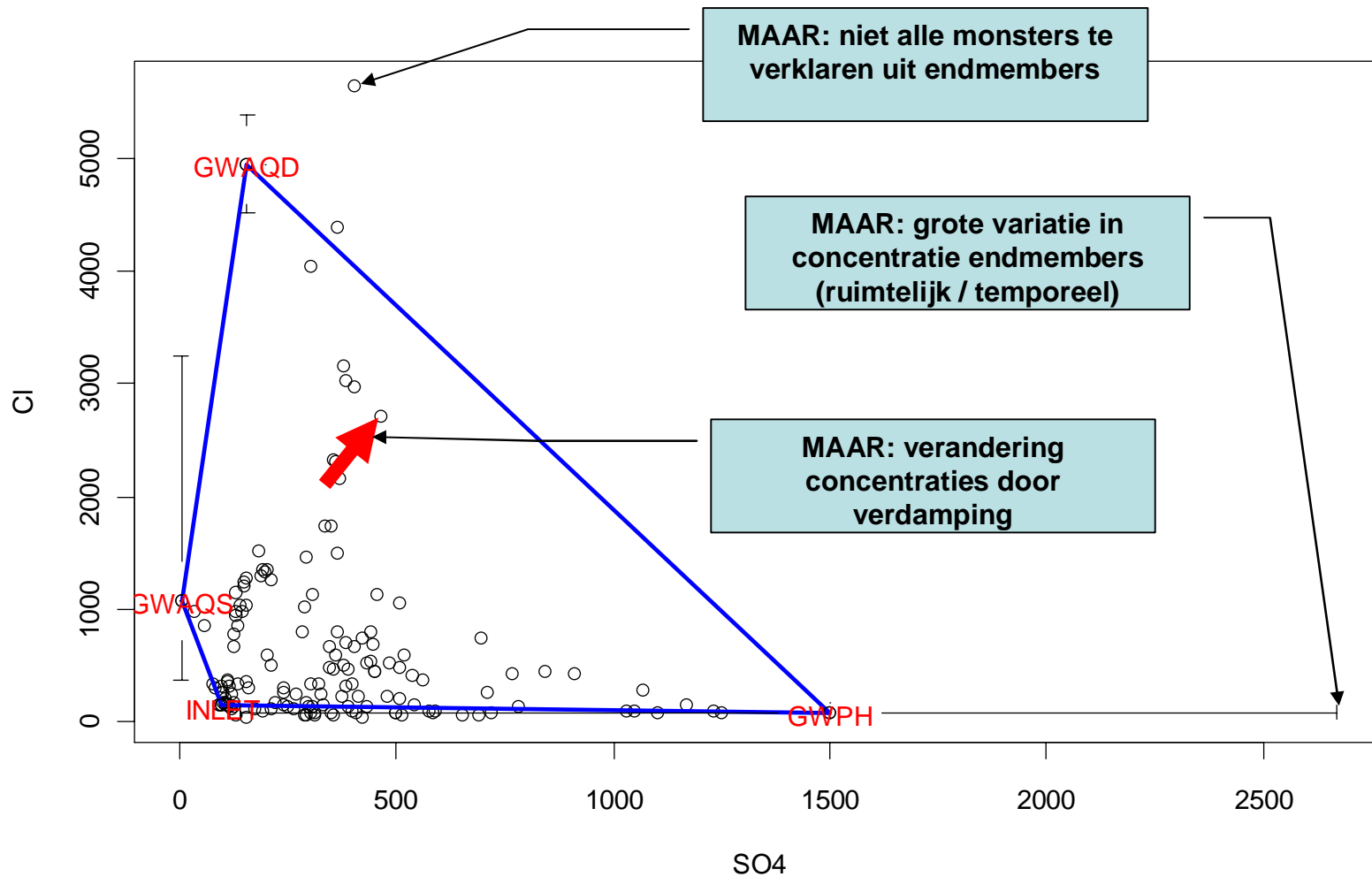
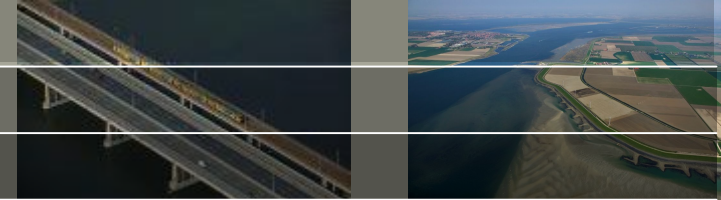
Pump Heye



maandelijkse samples

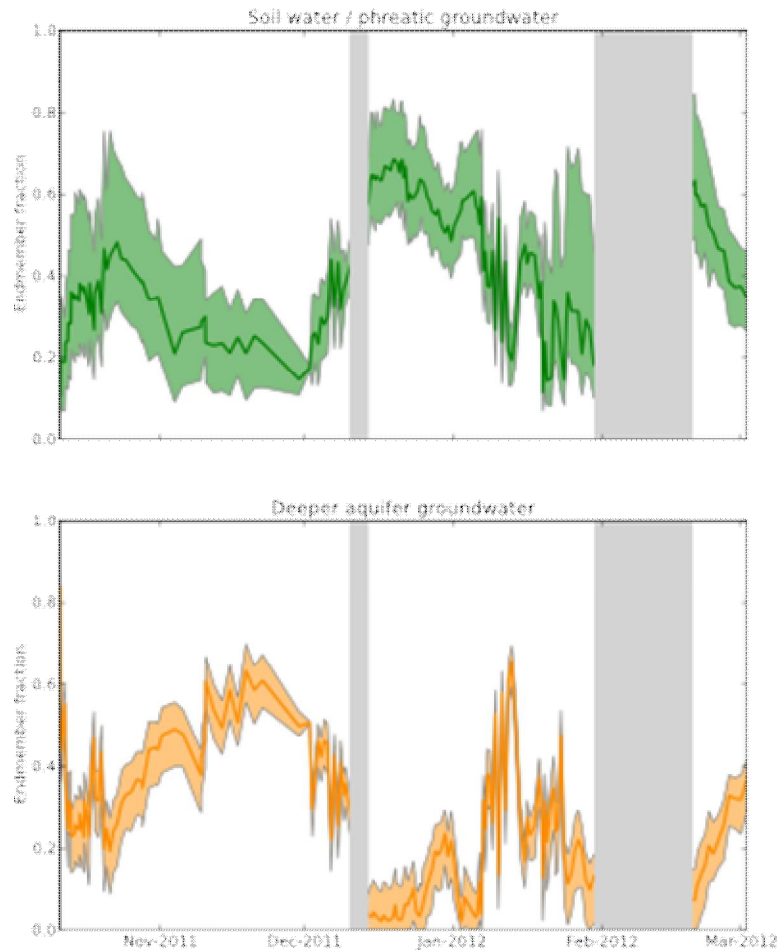
automatische samples (per gemaalgang)

# Endmembers zijn onzeker!



# Onzekerheid in mixing modellen: Monte Carlo

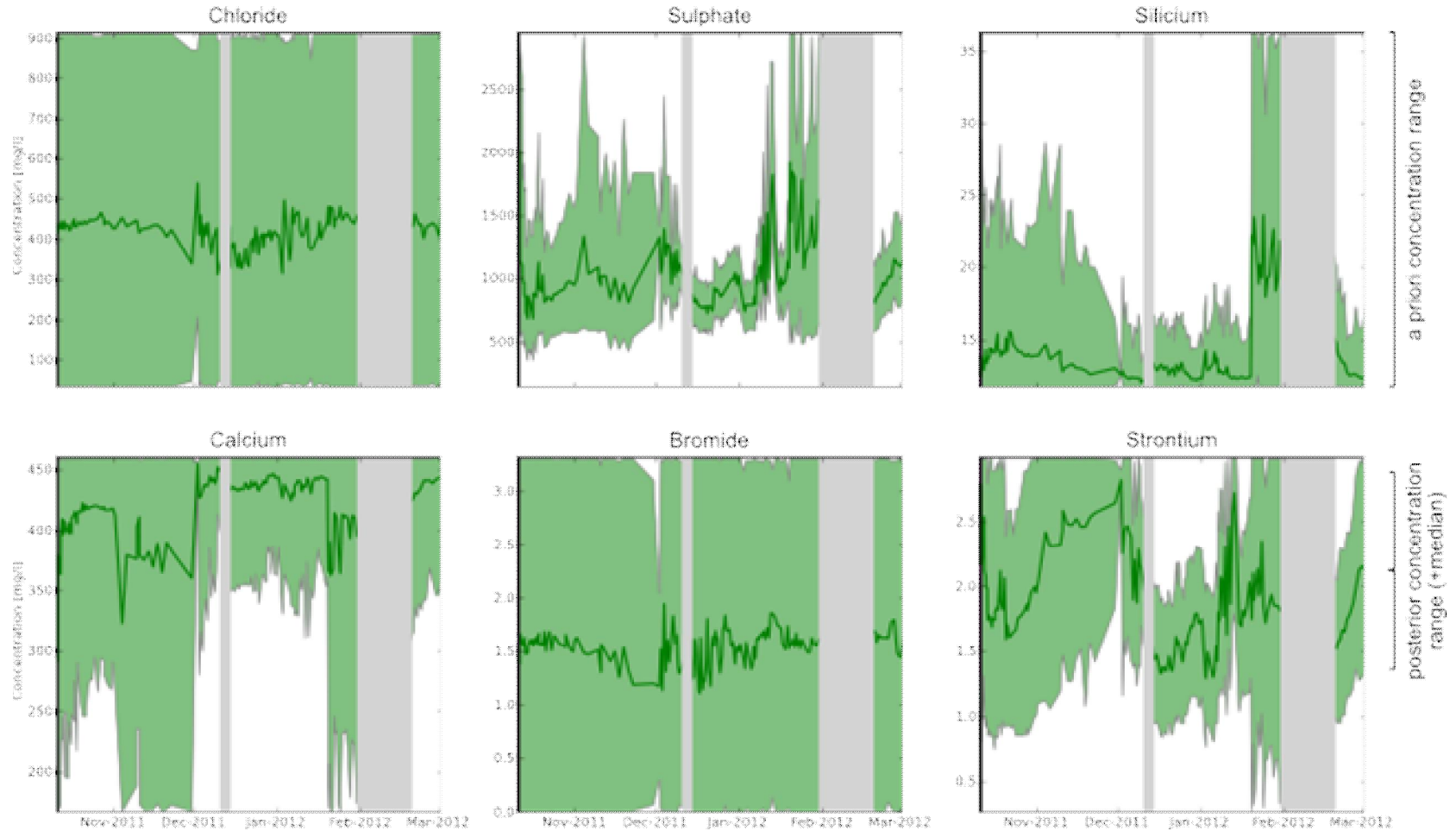
## End-member fractions (min-max) (min-max)



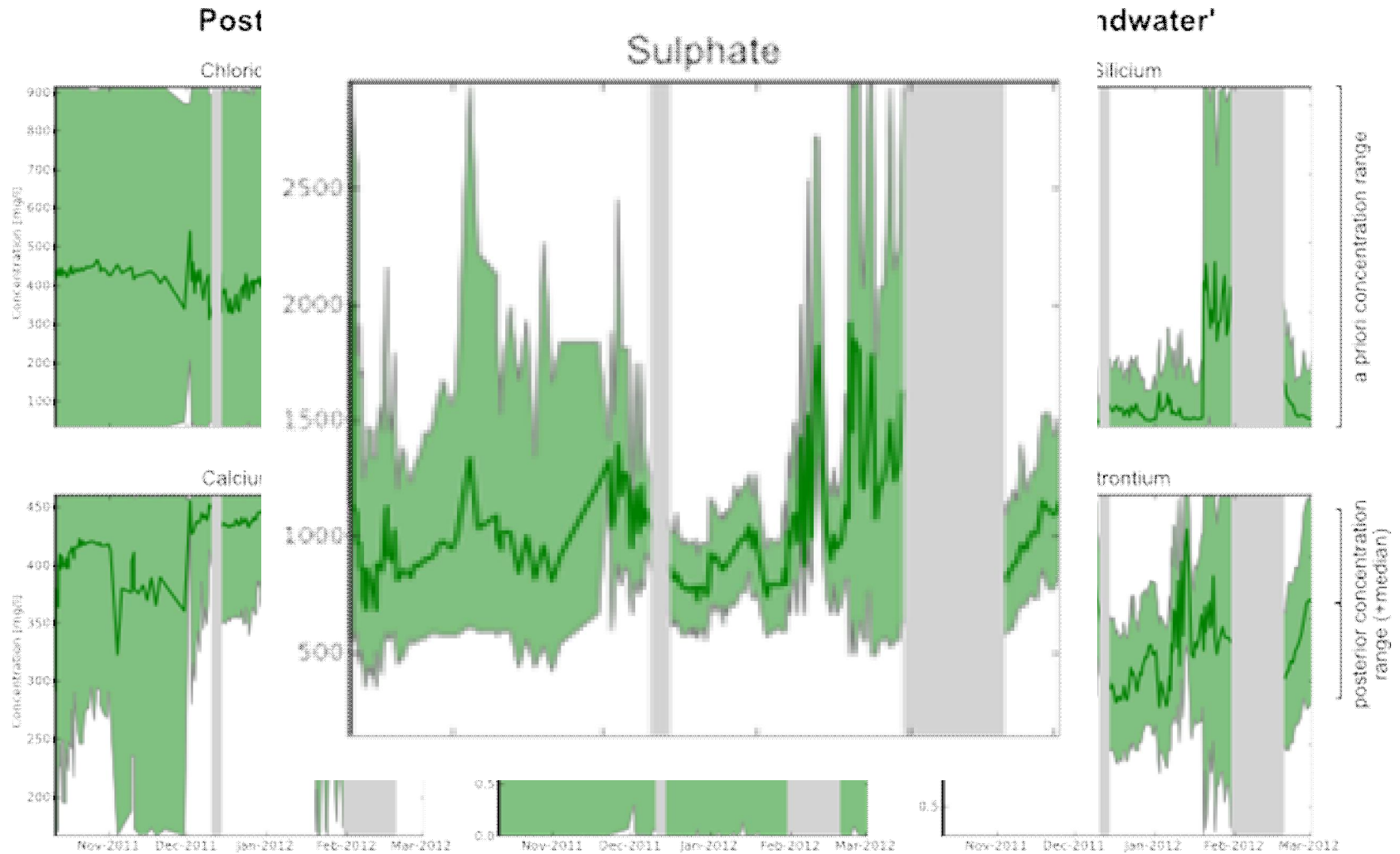


# Onzekerheid in mixing modellen: Monte Carlo

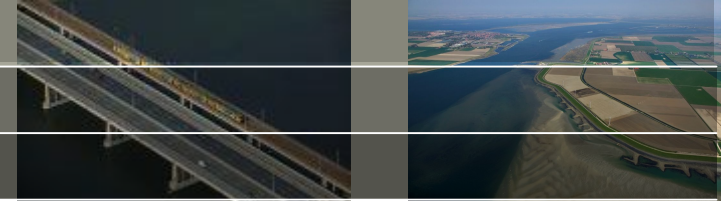
## Posterior concentrations solutes end-member 'Phreatic groundwater'



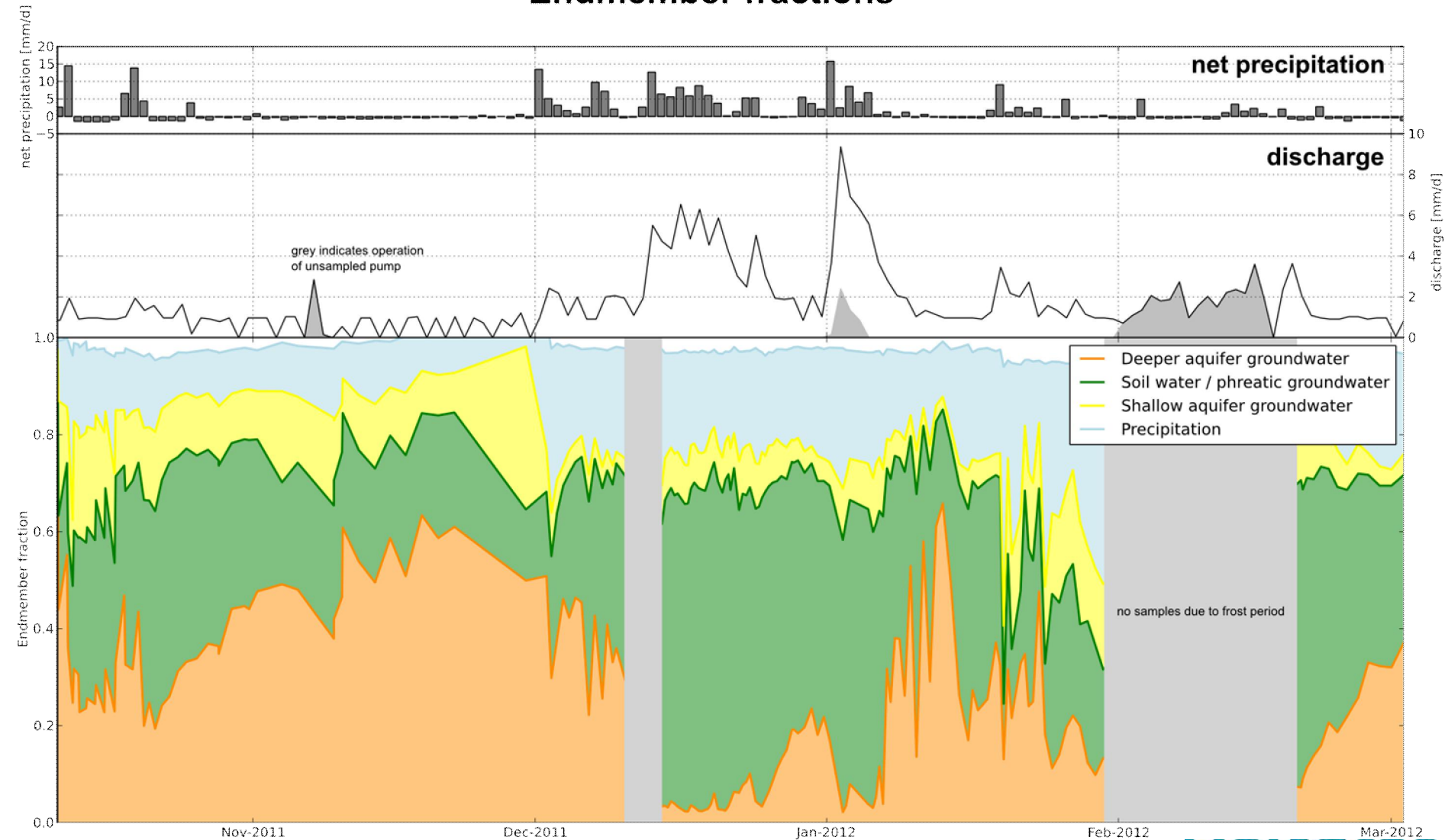
# Onzekerheid in mixing modellen: Monte Carlo



# Verloop waterbalans

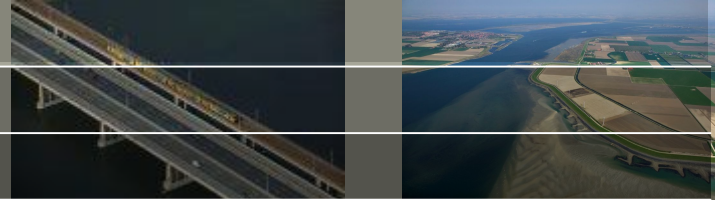


## Endmember fractions

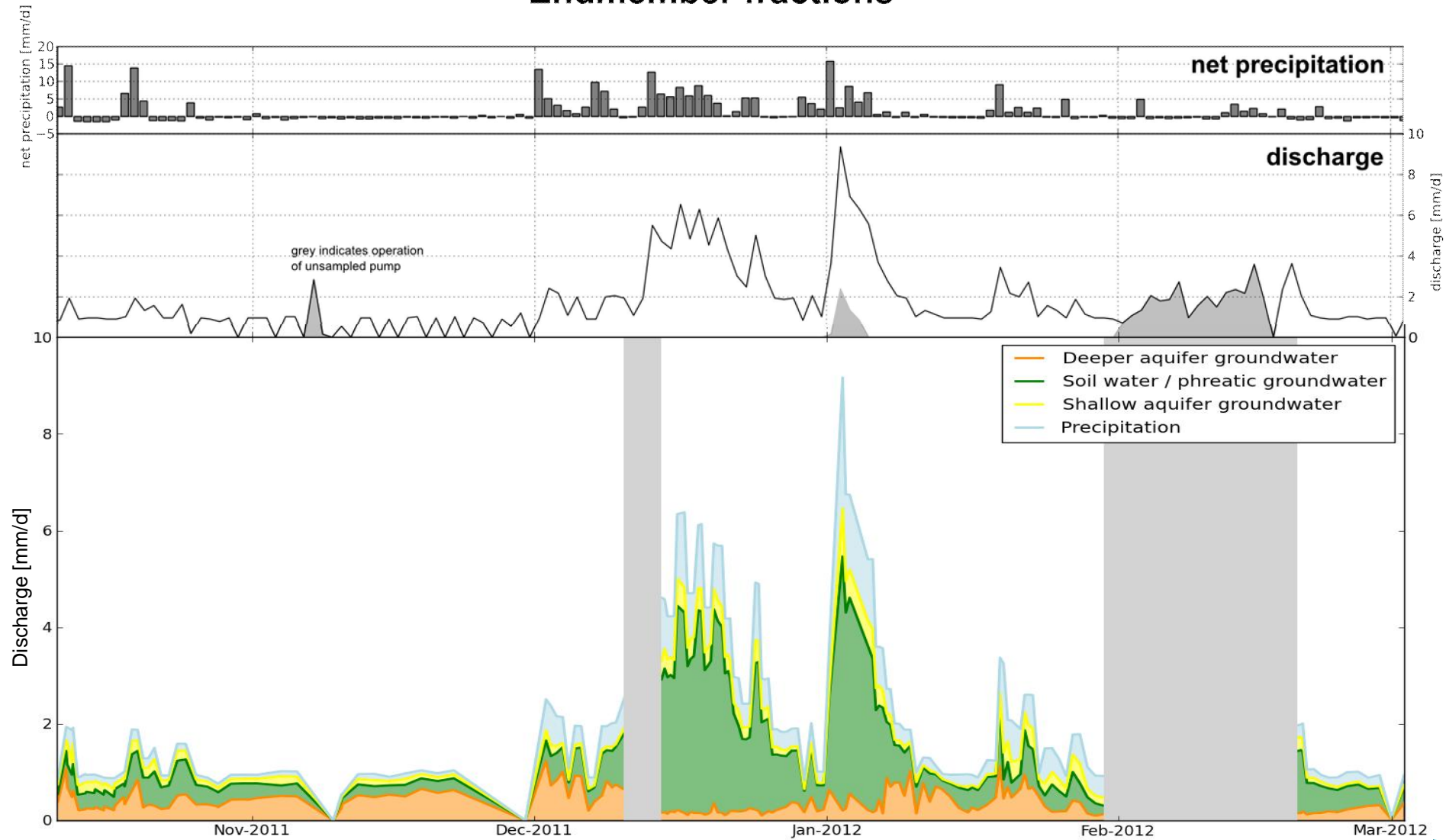




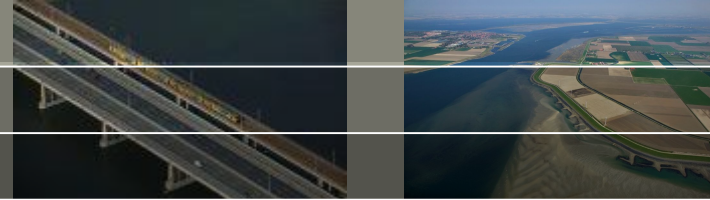
# Verloop waterbalans



## Endmember fractions



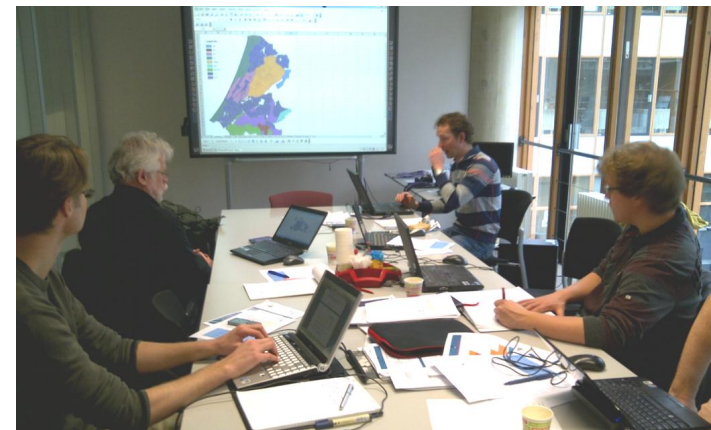
# Conclusies tot nog toe



- EC sloten sterk verschillend, op korte afstand
  - Wellen duidelijk zichtbaar, ook zandbanen
  - Ook locaties met nog 'zoete' (~500 mg/l) kwel
- Effect inlaatwater lijkt beperkt tot doorspoelsloten + ~ 100m slootinwaarts (maar weten boeren)
- Sterk gestuurd door gemaalbeheer
- Verloop herkomst in te schatten aan hand chemie
  - onzekerheid te kwantificeren, en zelfs nuttig
- Kwel domineert droge, freatisch grondwater natte perioden
- In zomer is inlaat tussen 40 en 50% waterbalans peilvak
- Verdamping in te schatten met isotopen en chemie (niet gepresenteerd)
  - tot 5% waterbalans peilvak, lokaal 20%

# Spinoff in Deltaprogramma Zoetwater

- Verbeteringen zoutvrachtberekening NHI (wellen)
- ‘Handelingsruimte Zoetwater’:
  - “Is er ‘handelingsruimte’ in het anders omgaan met waterbeheer rond verzilting?”
  - Kennis gewasschade zout (Alterra) en waterbeheer / verzilting (Deltares) bij elkaar gebracht
  - Rijnland als case
  - → instrument om maatregelen te verkennen(RAM)





# In Excel...

Microsoft Excel - handelingsruimte\_rijnland\_refinischadeennatuur.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Arial 10 B I U ... 102%

H42

Alles in miljoen m3			
Totale schade (ME):	23.8	-5%	
Referentie:	25.0		
Schade per m3 inlaat:	541.34	E/m3	

Inlaat Gouda			
Q	CI		
INLAAT	114	200	gesolved
(ref.)	114	0%	

Noordplas / Middelburgtempel			
600	Q	CI	
IN	0	200	
UIT	7	600	
Schade (kE):	2358		
Natuur:	Goed		

Zuidelijke veenpolders			
2000	Q	CI	
IN	21	222	
UIT	0	300	
Schade (kE):	3148		
Natuur:	Slecht		

Duingebied			
5000	Q	CI	
IN	0	308	
UIT	0	412	
Schade (kE):	2		
Natuur:	Slecht		

Bollenstreek			
300	Q	CI	
IN	17	310	
UIT	13	360	
Schade (kE):	4757		
Natuur:	Slecht		

Haarlemmermeer			
700	Q	CI	
IN	24	308	
UIT	42	700	
Schade (kE):	1528		
Natuur:	Goed		

Knoop 1			
Q	CI		
IN	114	200	
UIT	0	200	
AFVOER	114	200	

Knoop 2			
Q	CI		
IN	121	222	
UIT	84	222	
AFVOER	36	222	

Knoop 3			
Q	CI		
IN	74	308	
UIT	55	308	
AFVOER	19	308	
	0.0		

Knoop 4&5			
Q	CI		
IN	19	310	
UIT	19	310	
AFVOER	0	310	

Knoop 6			
Q	CI		
IN	55	622	
UIT	0	622	
AFVOER	55	622	

Boskoop			
230	Q	CI	
IN	25	222	
UIT	21	230	
Schade (kE):	5172		
Natuur:	Goed		

Nieuwkoopse plassen			
250	Q	CI	
IN	7	222	
UIT	0	154	
Schade (kE):	0		
Natuur:	Goed		

Solve  automatisch

Landbouwschade (kE)

Location	Referentie (kE)	Scenario (kE)
AM	~100	~100
BK	~6500	~5200
BS	~4800	~4800
DG	~100	~100
HMM	~1500	~1500
NKP	~100	~100
NPMT	~2500	~2500
OV	~6800	~6800
ZVP	~3200	~3200

- Hoeveel zout schade treedt er op bij andere normen?
- Hoeveel water 'kost' doorspoelen?
- Kan de inlaat worden beperkt zonder schadetoename?
- ...

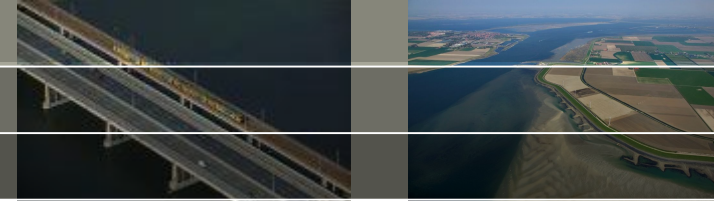


# Systemkennis schaal sloot: Schermer





# Systemkennis sloot



Meer inzicht nodig in de werking van hydrologie en verzilting in droge zomers op het schaalniveau van de sloot

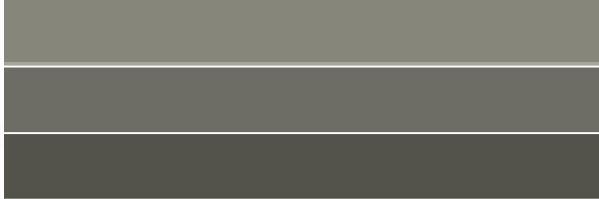
- Hoe verloopt de waterbalans over de zomer?
- Hoe verloopt de uitwisseling grondwater – oppervlaktewater?
- Hoe groot is de open water verdamping nu echt?
- Wat zijn de bepalende factoren voor de variatie in fluxen?
- Welke invloed heeft de variatie in fluxen op de waterkwaliteit?

Combinatie van meten op een proeflocatie in Schermer, met conceptuele modellering voor begrip processen

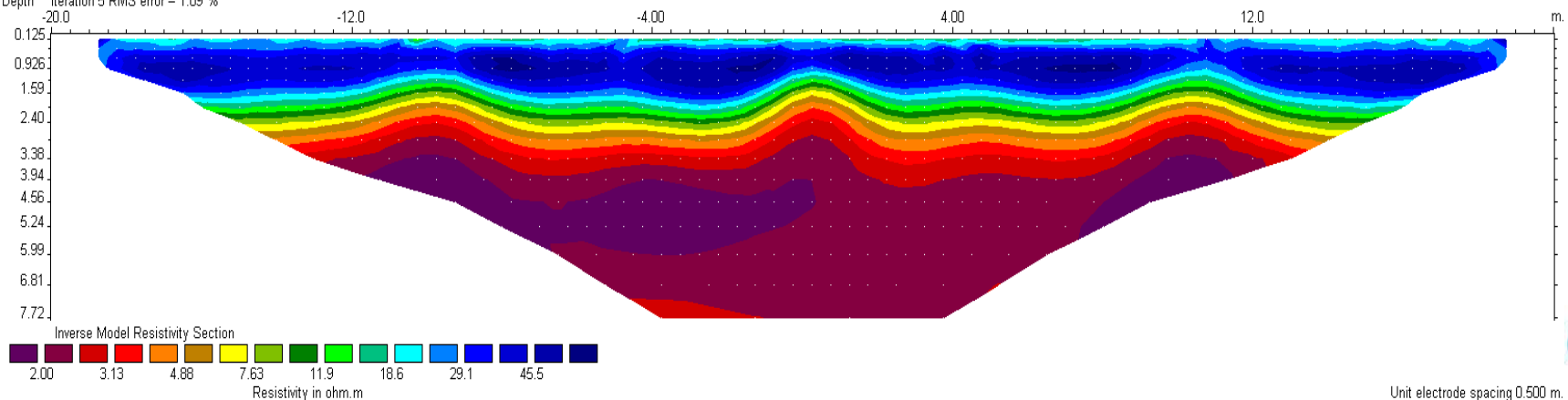
**Slootproef i.c.m. SKB project Acacia Water / VU / HHNK**

***“Alternatieve vormen van duurzaam bodemgebruik en waterbeheer door en voor agrariërs”***





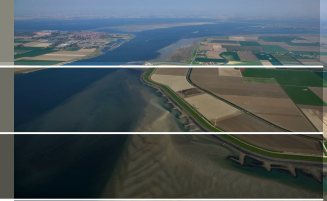
Depth Iteration 5 RMS error = 1.09 %  
-20.0



ares

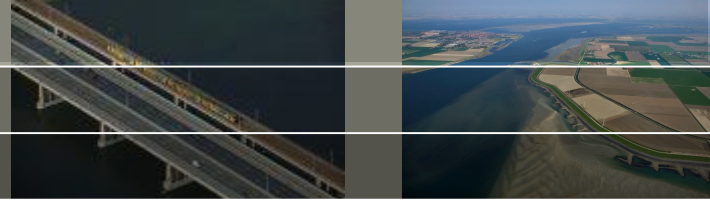
Unit electrode spacing 0.500 m.

# Impressie...





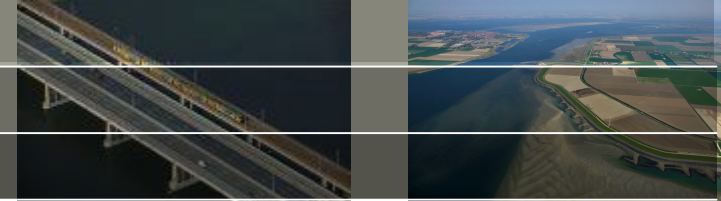
# Vragen -> metingen



- Hoe verloopt de waterbalans over de zomer?
  - meten van alle fluxen in 'kliko's'
- Hoe verloopt de uitwisseling grondwater – oppervlaktewater?
  - meten kwel + profiel temperatuur + cves
  - modellering
- Hoe groot is de open water verdamping nu echt?
  - meten open water verdamping in 2 verschillende sloten
  - vergelijking met makkink-verdamping + andere formules
- Wat zijn de bepalende factoren voor de variatie in fluxen?
  - meten grondwaterstandsdynamiek
- Welke invloed heeft de variatie in fluxen op de waterkwaliteit?
  - meten EC + nutriënten
- **Deze zomer!**



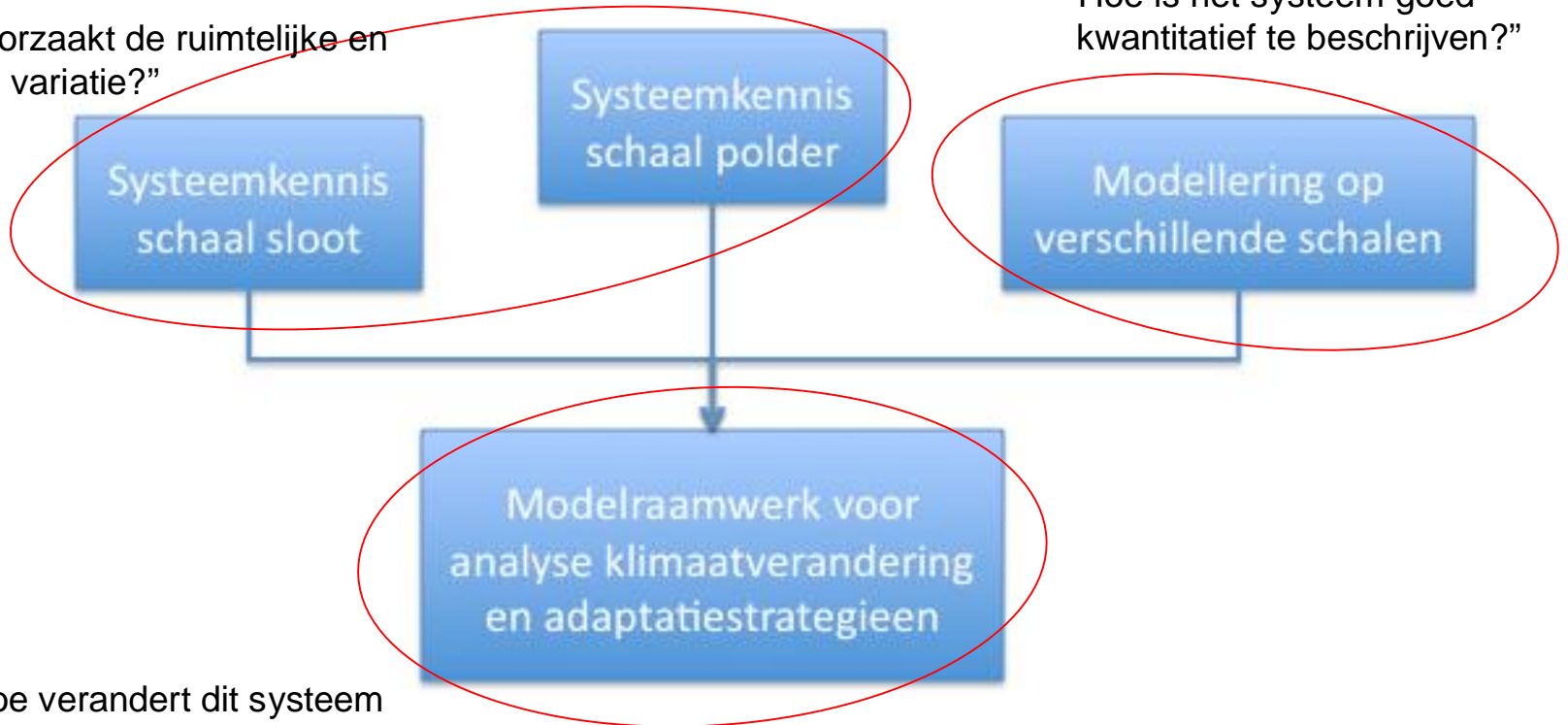
# Opzet onderzoek



“Hoe werkt het hydrologisch systeem in huidige droge zomers?”

“Hoe is het systeem goed kwantitatief te beschrijven?”

“Wat veroorzaakt de ruimtelijke en temporele variatie?”



“Hoe verandert dit systeem door klimaatverandering?”

“Welke maatregelen zijn het meest optimaal om droogte en verzilting tegen te gaan in de toekomst?”

# Zoutlast naar oppervlaktewater in modellen

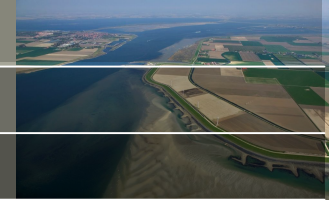


Detailprocessen op grensvlak gw-ow niet goed in huidige modellen, inzicht nodig in de modellering van grondwater – oppervlaktewatersysteem op verschillende modelresoluties

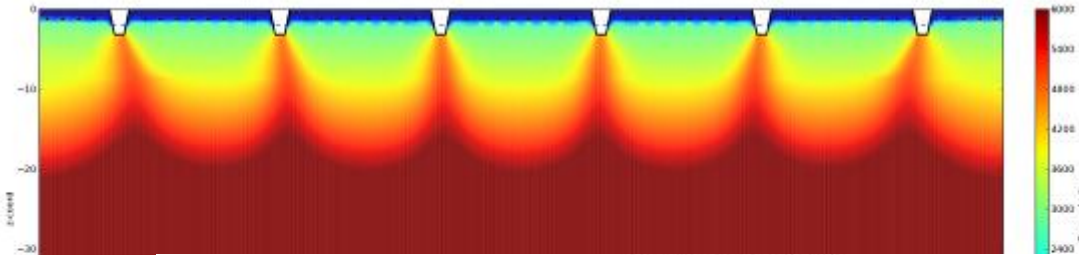
- Wat is oorzaak van misrepresentatie detailprocessen?
  - Bij welke resolutie treden problemen op?
  - Hoe kunnen detailprocessen beter worden meegenomen?
  - Wat zijn hierin verschillen tussen water en stof?
- Zie bijvoorbeeld zoutberekeningen NHI voor Landelijke Knelpuntenanalyse Zoetwater

Aanpak: detailmodellering sloot Schermer obv gedane metingen

# Modelmatig opschalen

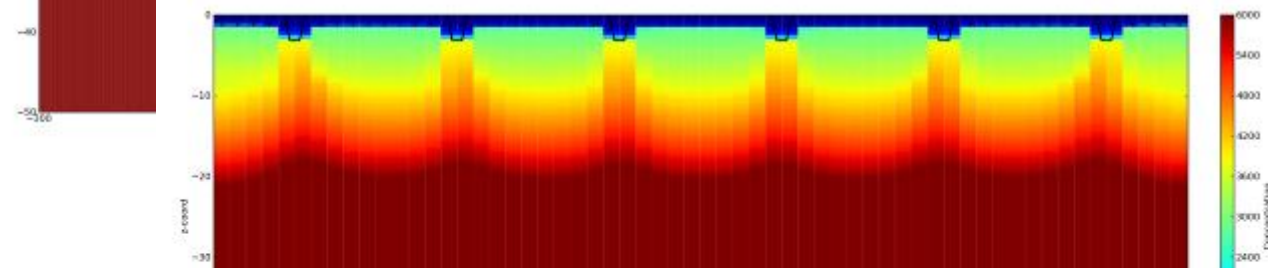


Concentration, time = 1000.0 d



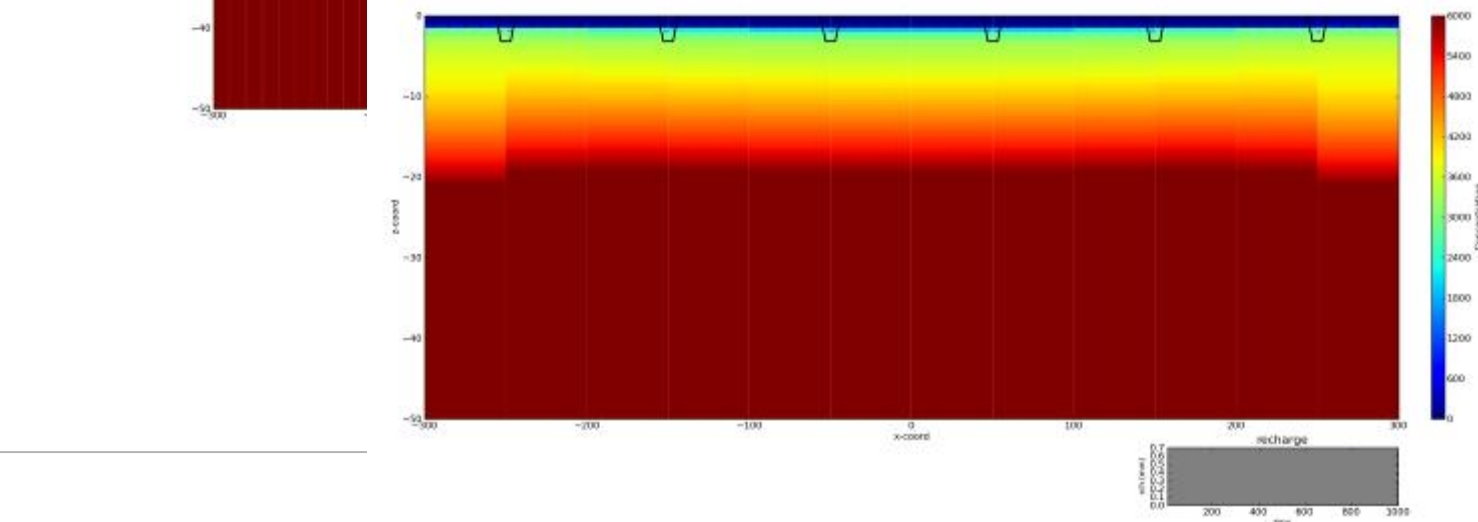
Celgrootte: 0,5m  
Zoutvracht: 3000 kg/d

Concentration, time = 1000.0 d



Celgrootte: 10m  
Zoutvracht: 1750 kg/d

Concentration, time = 1000.0 d



Celgrootte: 50m  
Zoutvracht: 2000 kg/d



# Samenbrengen in kwantitatief model

- Voor evaluatie effecten klimaatverandering en effecten maatregelen kwantitatief model nodig
- Integratie voorgaande drie onderzoeken in model
- Onderzoek (lokale) effecten klimaatverandering
  - Invloed extremen in lange tijdserie
  - Duurzaamheid huidig systeem
- Onderzoek effecten maatregelen
  - Optimalisatie doorspoeling
  - Optimalisatie peilbeheer
  - Optimalisatie inrichting watersysteem

# Vragen?

