Kennis voor Klimaat

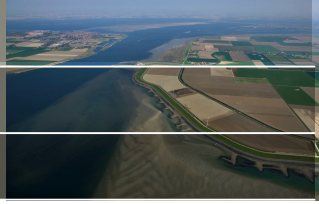
Deltares
Enabling Delta Life

Een klein jaar onderzoek…

Joost Delsman

24 november 2011

Opbouw



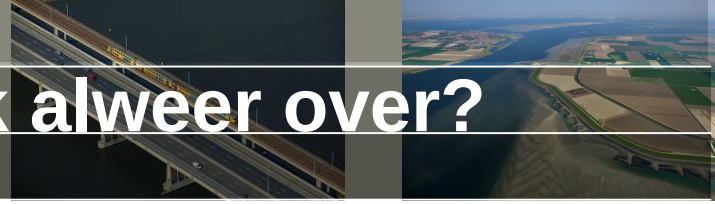
Even terug: waar ging het ook alweer over?

Wat heb ik allemaal gedaan?

Wat komt er uit?

Hoe verder?

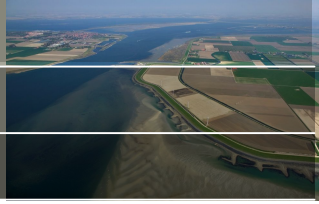
Even terug: waar ging het ook alweer over?



- Welke maatregelen 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?
  - Hoe verandert dit systeem door klimaatverandering?
  - Hoe is het systeem goed kwantitatief te beschrijven?

Deltares

Systeemkennis polder

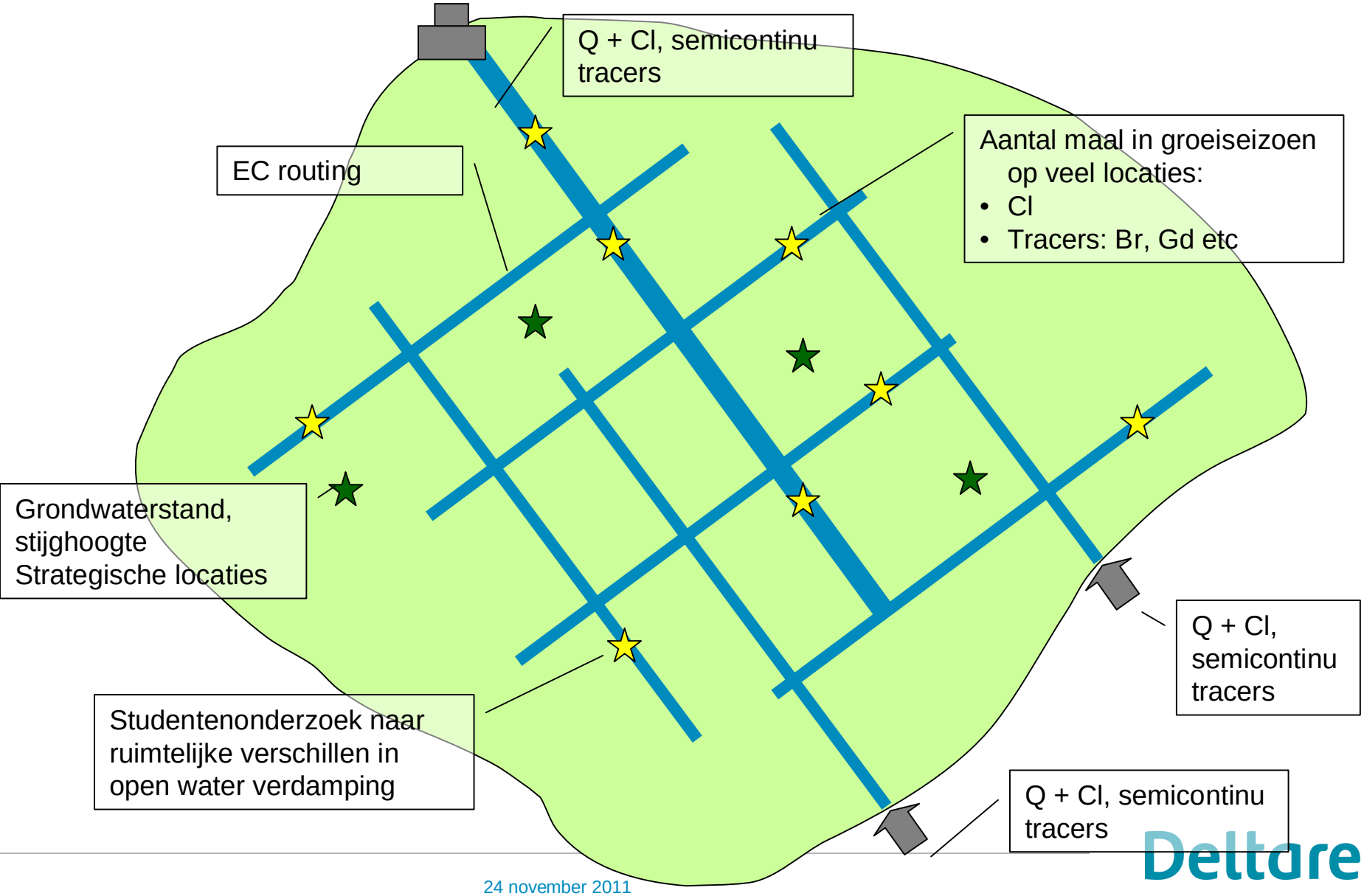


Inzicht nodig in water- en stofstromen binnen polder tijdens zomer en de drijvende krachten hier achter

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

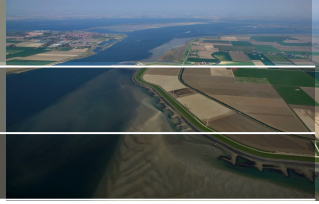
Combinatie van meten in peilvak, met conceptuele modellering (gw + ow) voor begrip processen

Meetplan peilvak



Deltares

Meetplan peilvak



- Zoveel mogelijk fluxen direct meten:
  - Semi-continu afvoer en stoffen bij uitlaat en waar mogelijk bij inlaten
  - (Onderzoek ruimtelijke verschillen open water verdamping)
  - (Onderzoek ruimtelijke verschillen kwel/infiltratie)

- Tracer-onderzoek
  - Bepalen combinatie welke tracers (^{2}H, ^{18}O, Gd-anomalie)
  - Onderscheiden ‘end-members’ inlaatwater / diep grondwater / ondiep grondwater / neerslag (+ verdamping?)
  - Bepalen op representatieve locaties voor end-members + interessante locaties in watersysteem

Deltares

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

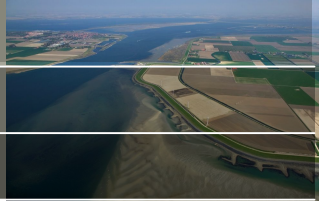
Continue meting chemie (autosampler):
installatie 11 oktober


EC-routing eenmalig (tot nu toe)

Deltares


Sampled monthly
CTD diver
Autosampler
Sampled irregularly
Surface water
Groundwater
25
kf3s
kf4g
kf1s
kf2g
gh
01
05
06
02
04
03
sp1s
sp1g
ro2s
ro2g
ro1s
ro1g
15
p113f1
14
13
24
16
07
12
11
20
10
sw3g
sw4g
sw3s
sw2
sw1s
23
21
sw1g
17
kn3g
kn4g
kn3s
18
kn1g
kn2g
kn1s
08
09

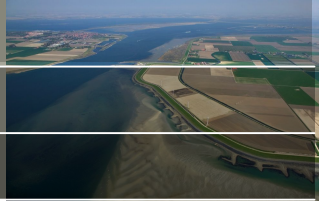
Resultaten

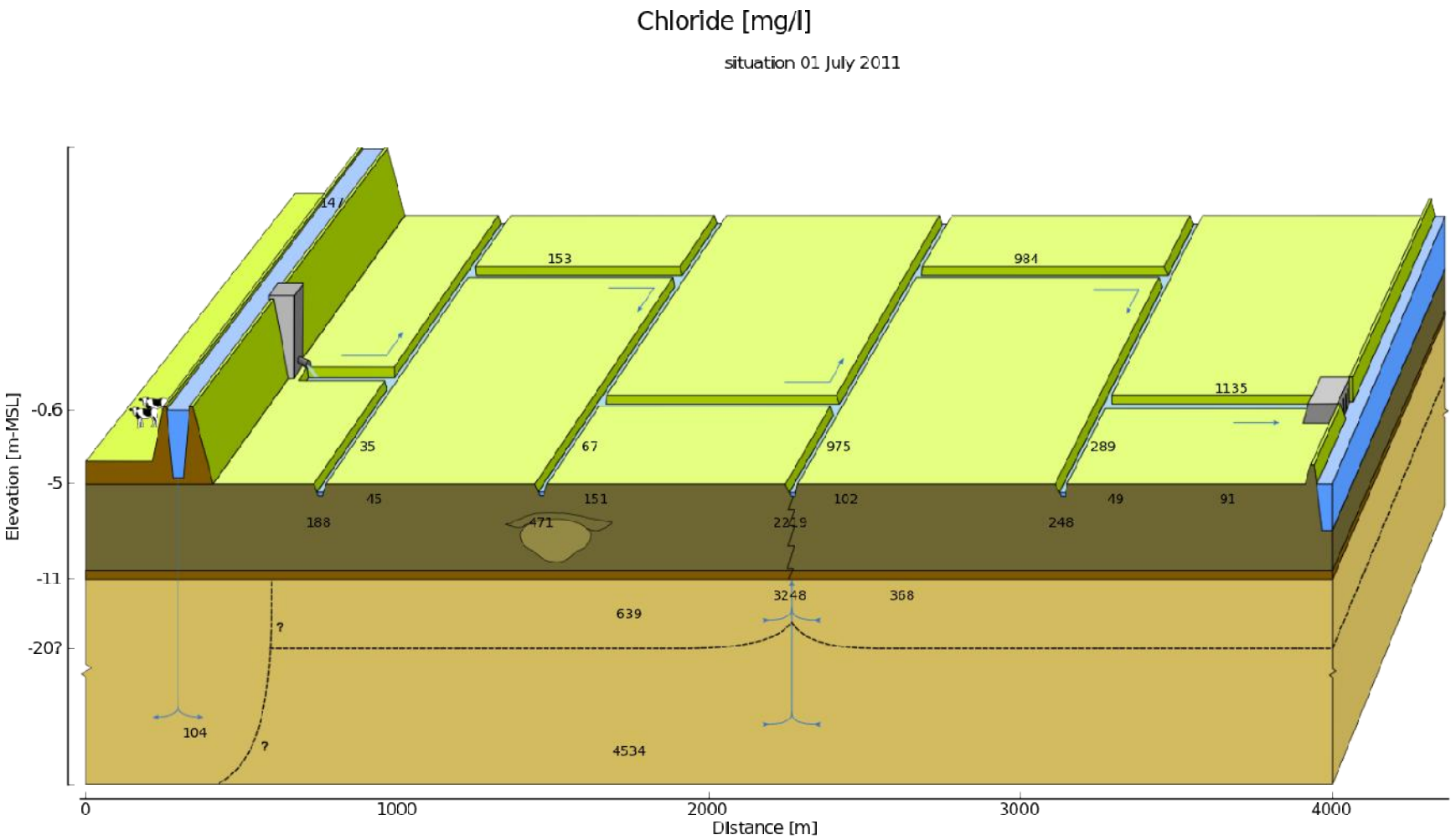


- EC routing mei 2011
- Chemische monitoring
- Analyse ‘endmembers’
- Continue EC meting
- Grondwaterstanden

Deltares

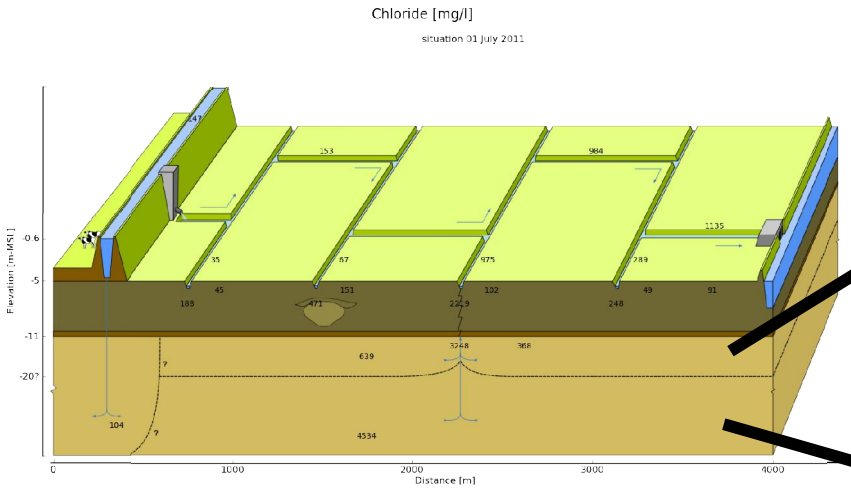
Hydrologie / geochemie

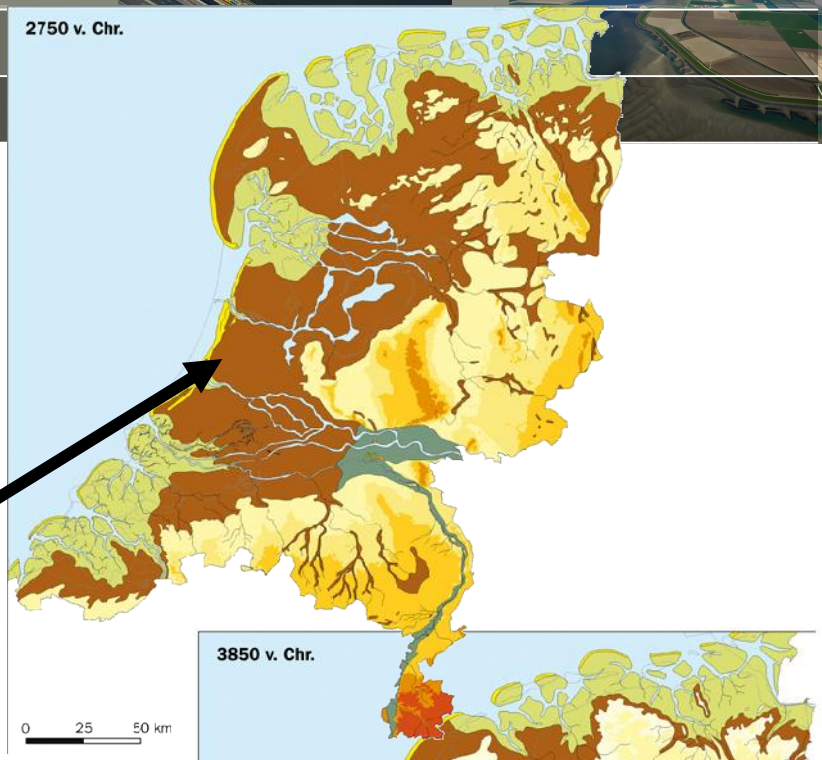


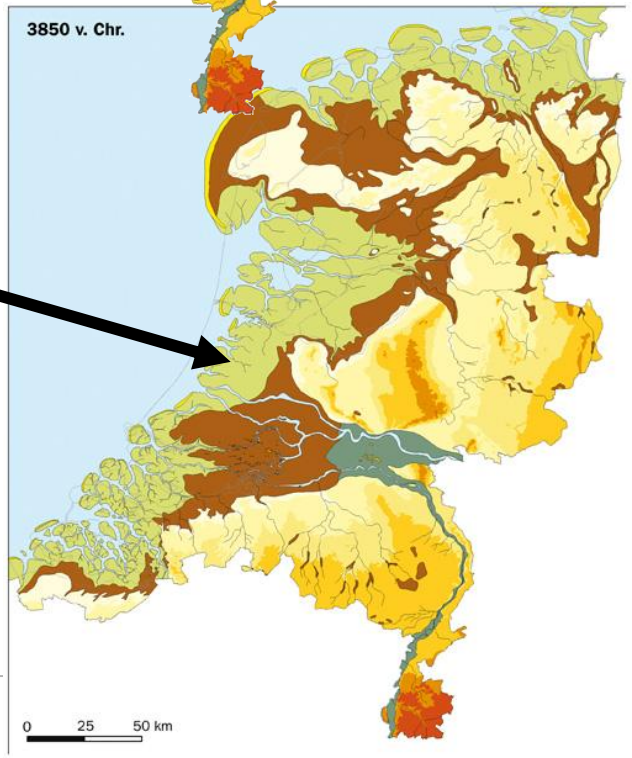


Deltares

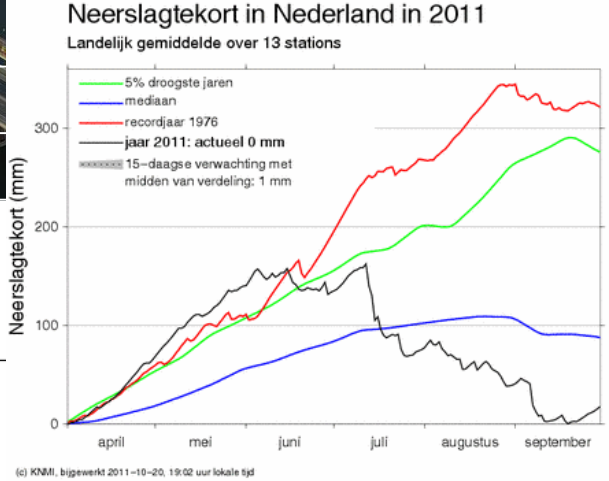
Hydrologie / geochemie

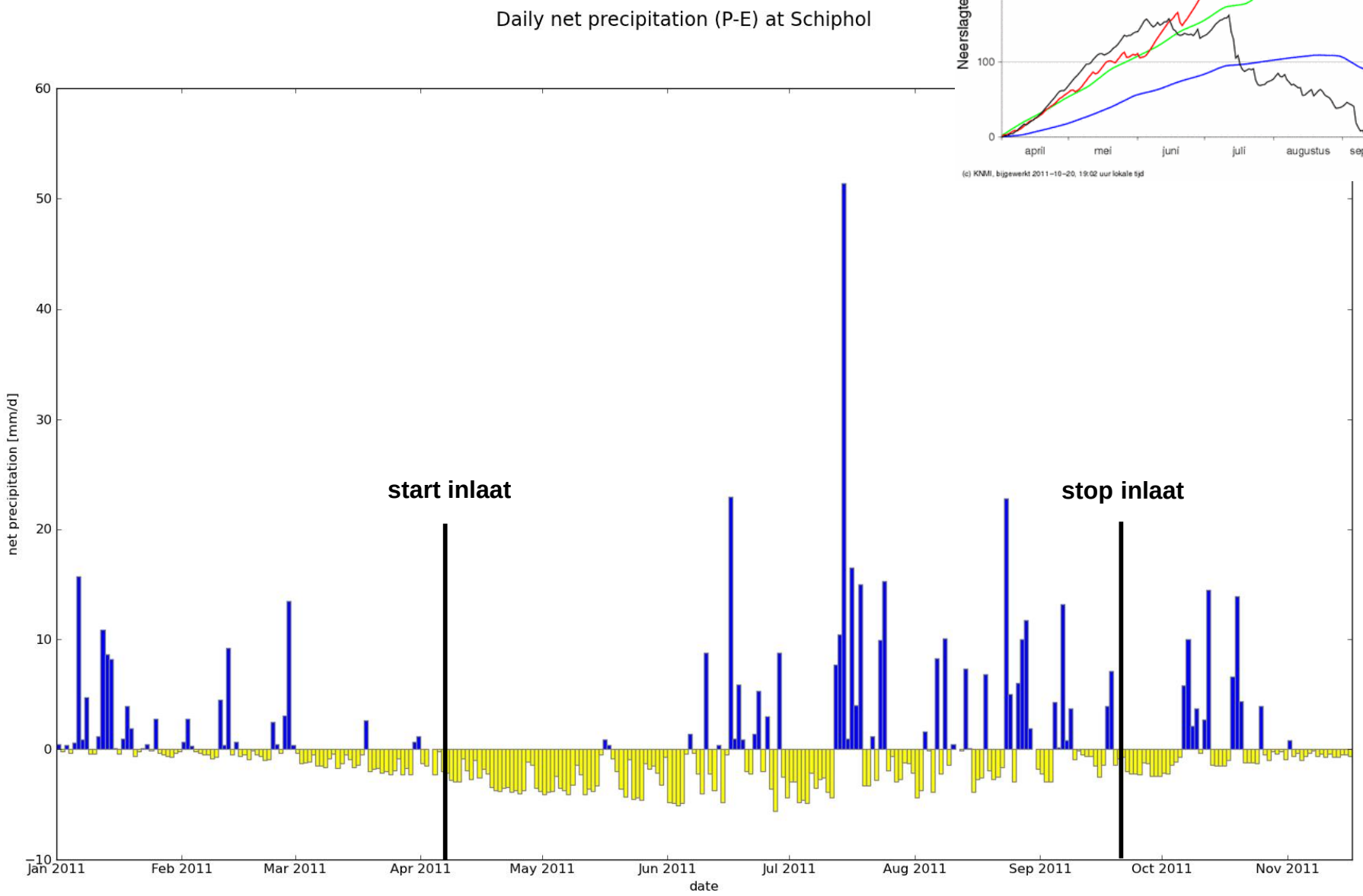






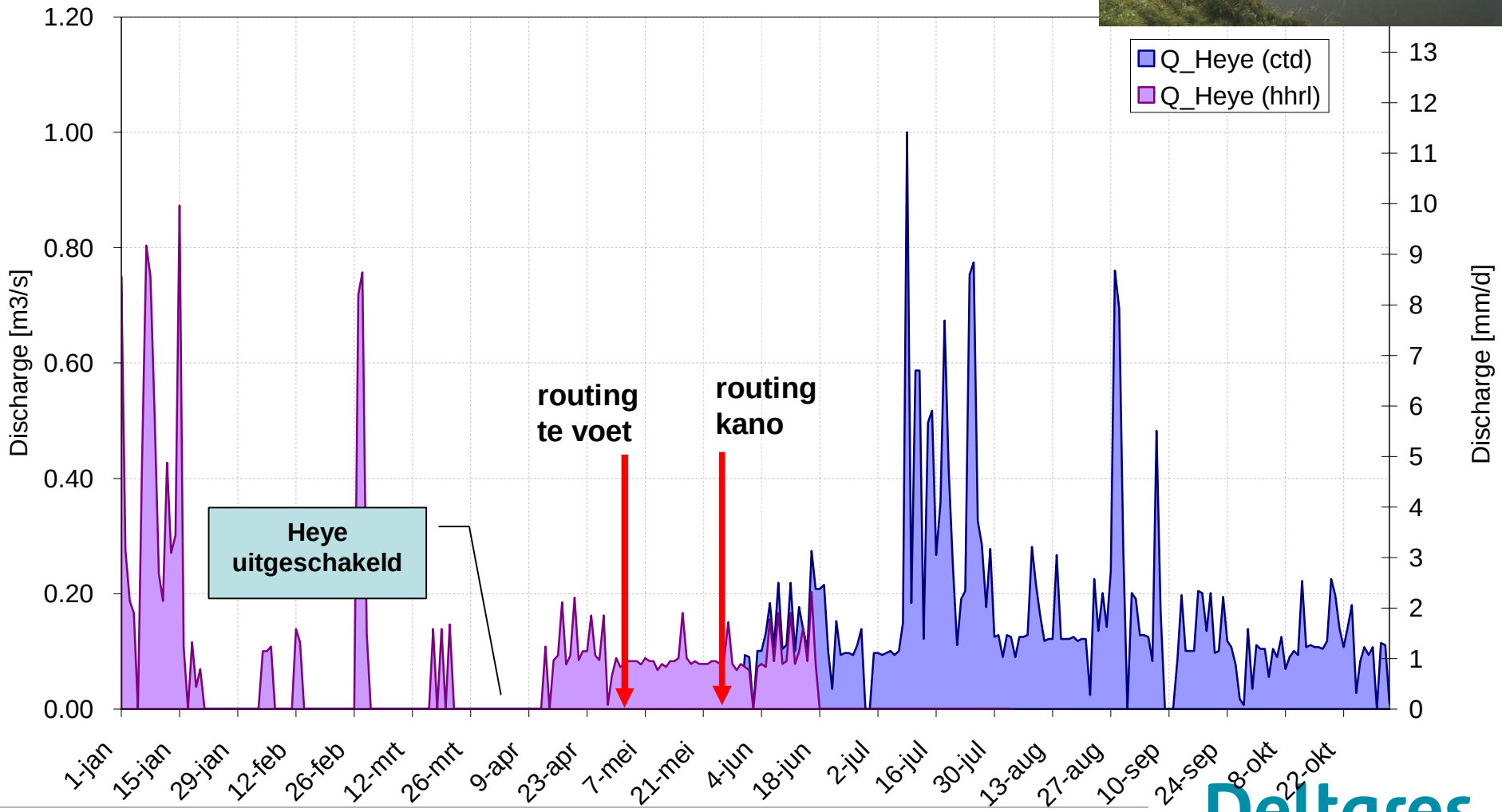
Het weer afgelopen jaar…





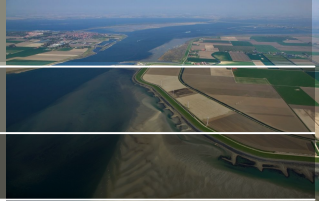
Afvoer Heye

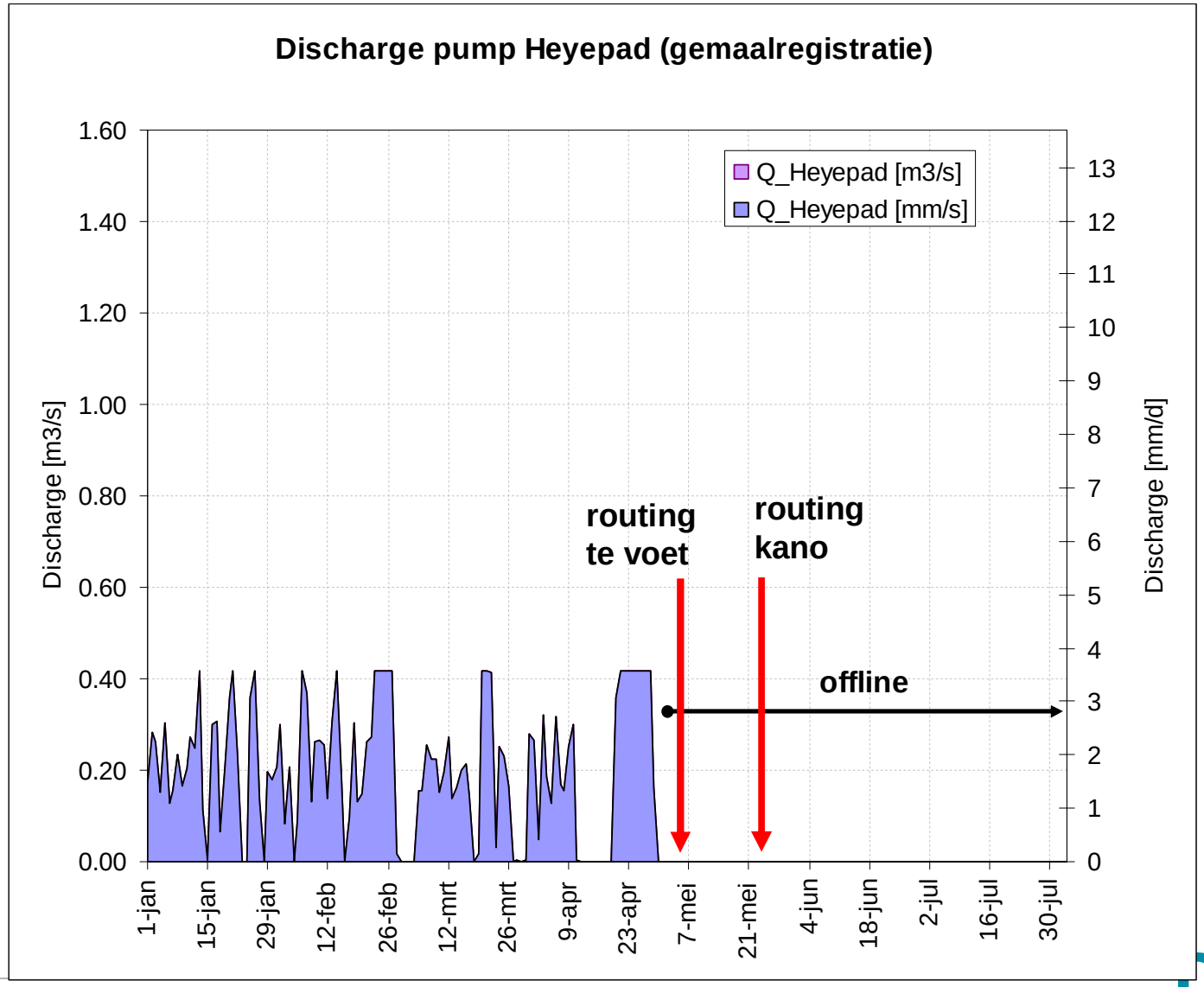
Discharge pump Heye



Deltares

Afvoer Heyepad

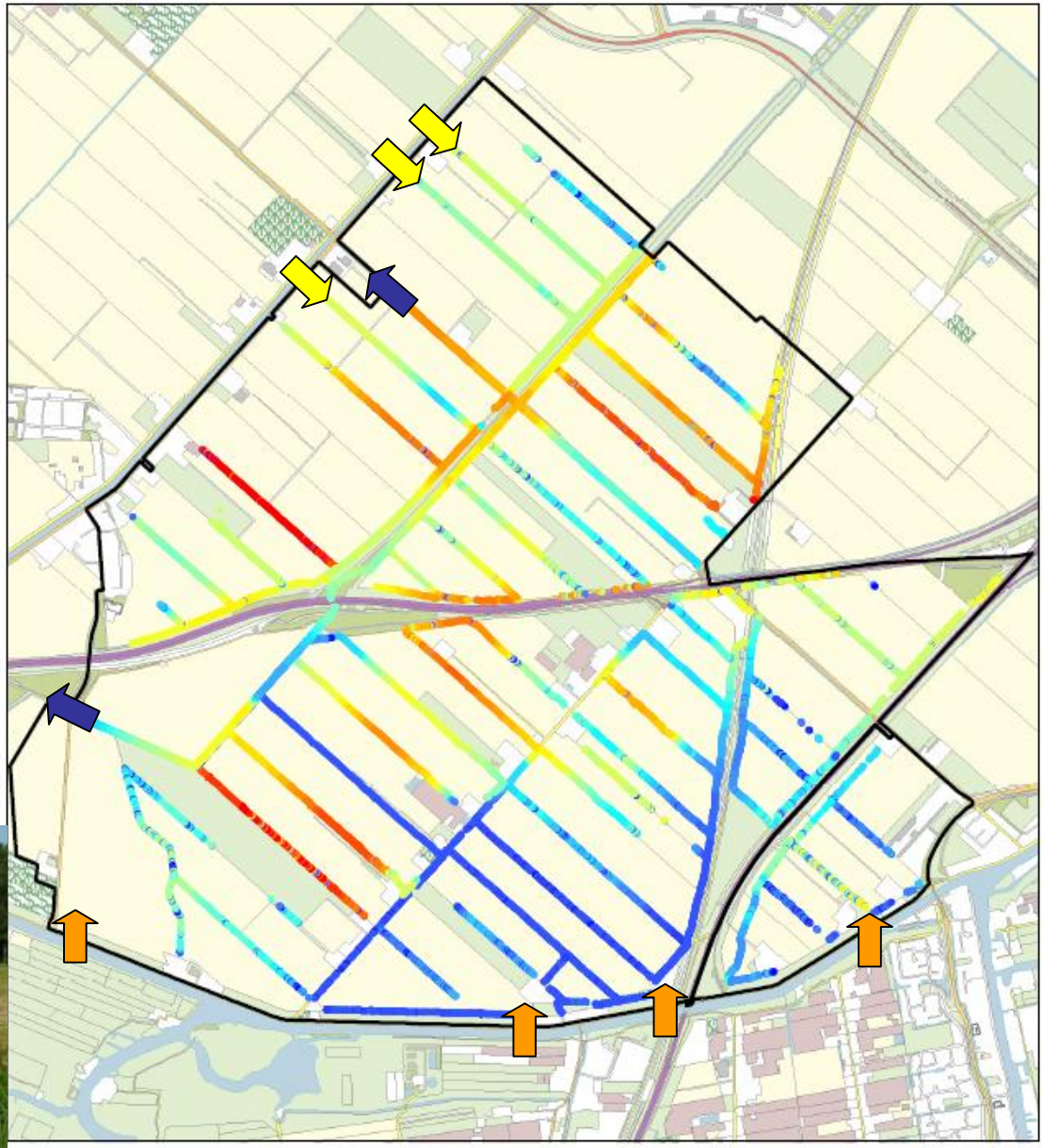




Deltares

EC-routing

- Hengel met EC diver aan drijver
- Wandelend langs sloten: 4/5 mei
- Kano grotere tochten: 24 mei
- > 50 km ☺



Legenda

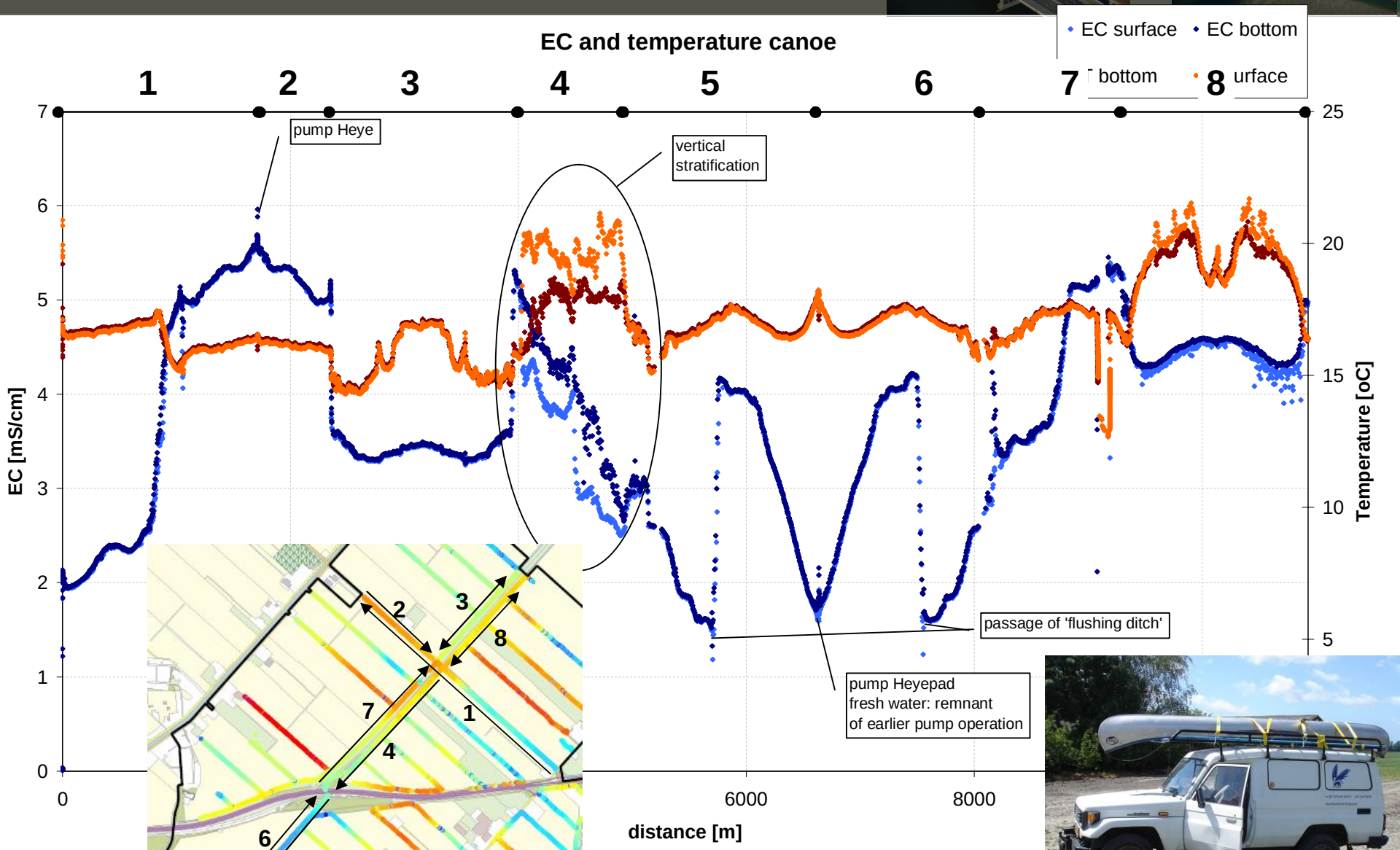
ec_31052011_rd

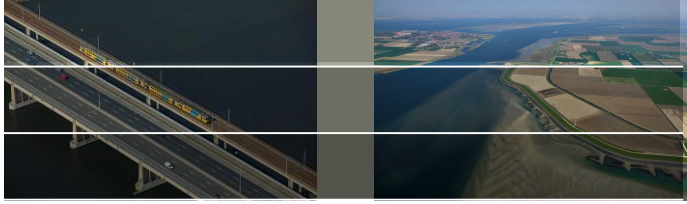
Spec_Condu

0.30 - 0.51	0.93 - 1.10	1.75 - 1.91	2.54 - 2.74	3.52 - 3.73	4.59 - 4.84	6.18 - 6.64
0.52 - 0.73	1.11 - 1.30	1.92 - 2.07	2.75 - 2.95	3.74 - 3.94	4.85 - 5.07	6.65 - 7.17
0.74 - 0.92	1.31 - 1.48	2.08 - 2.21	2.96 - 3.16	3.95 - 4.13	5.08 - 5.31	7.18 - 8.20
	1.49 - 1.60	2.22 - 2.36	3.17 - 3.34	4.14 - 4.34	5.32 - 5.69	8.21 - 16.00
	1.61 - 1.74	2.37 - 2.53	3.35 - 3.51	4.35 - 4.58	5.70 - 6.17	

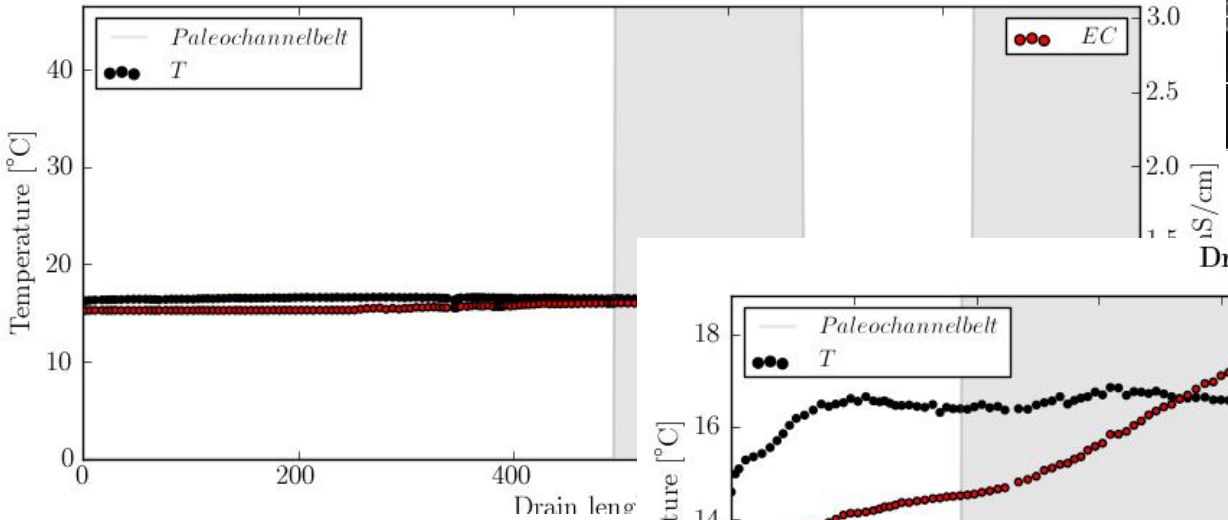
Deltares

EC / T profiel routing per kano

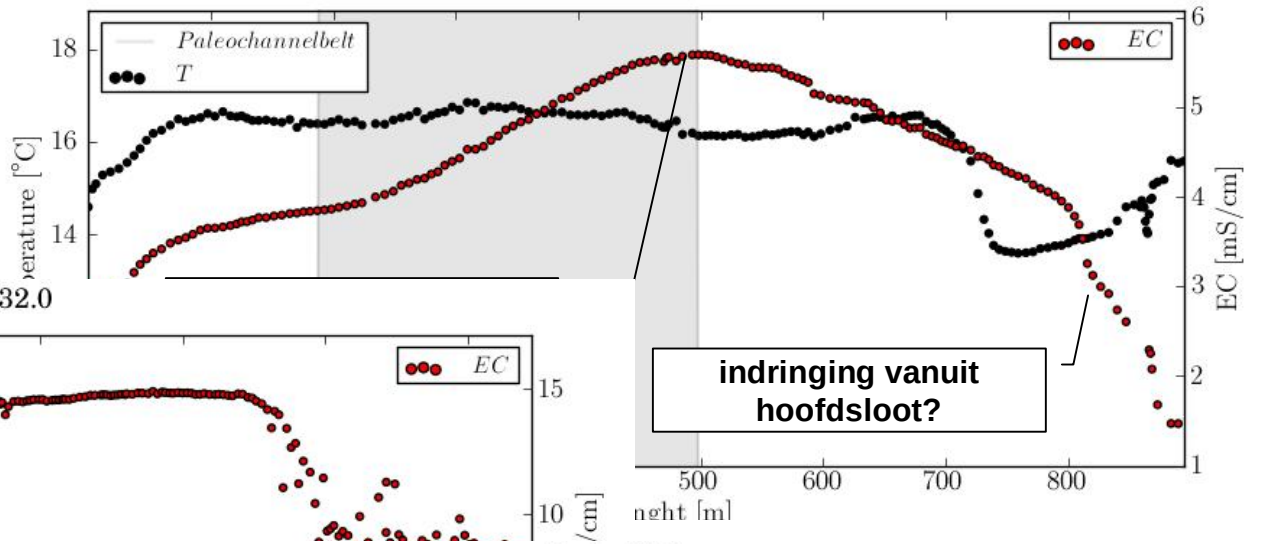




Drain 5.0

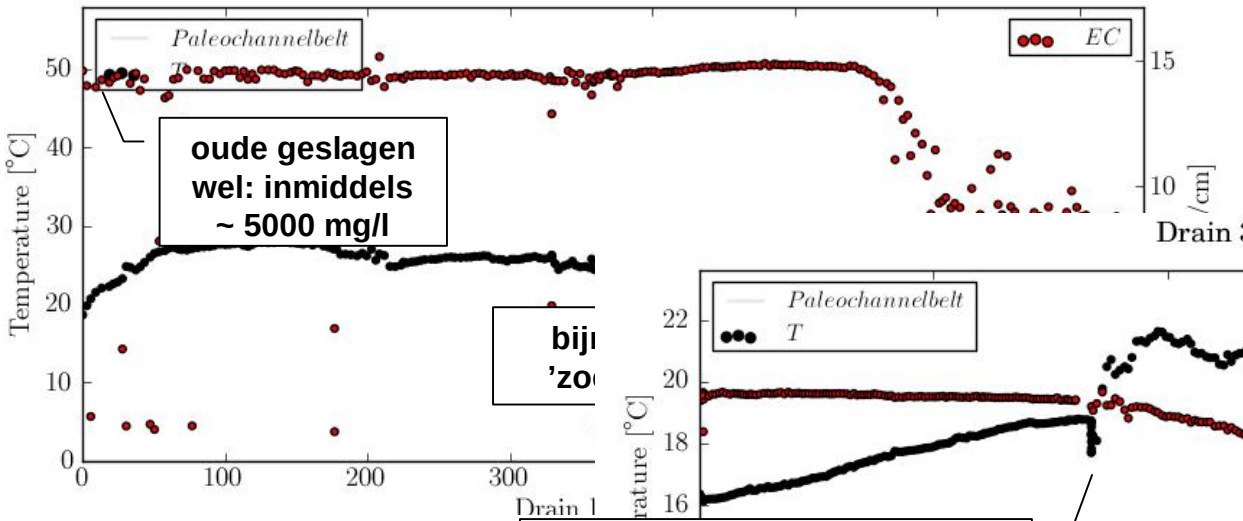


Drain 6.0



indringing vanuit hoofdsloot?

Drain 32.0

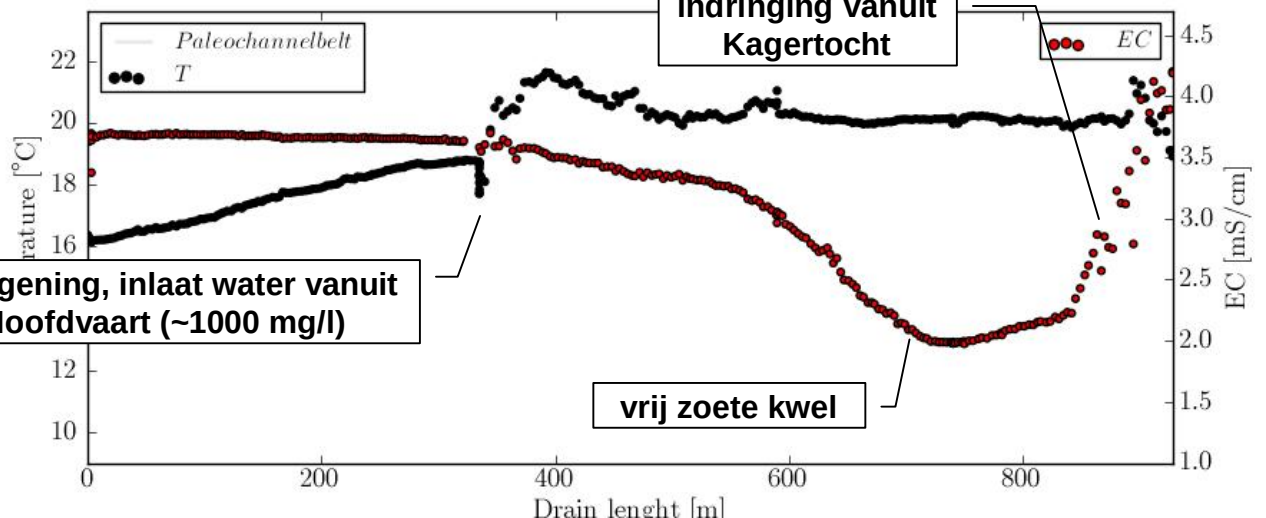


oude geslagen wel: inmiddels ~ 5000 mg/l

bij
'zo

Drain 36.0

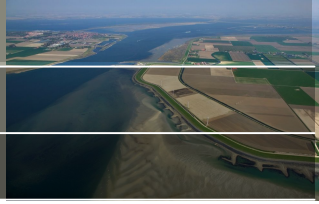
indringing vanuit Kagertocht



beregening, inlaat water vanuit Hoofdvaart (~1000 mg/l)

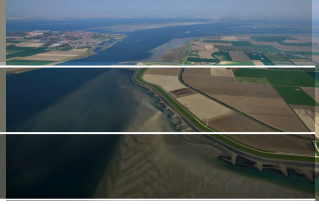
vrij zoete kwel

Conclusies EC-routing



- EC sloten sterk verschillend, op korte afstand
- Effect inlaatwater lijkt beperkt tot doorspoelsloten + ~ 100m slootinwaarts
- Sterk gestuurd door gemaalbeheer
- Veelal verticaal gemengd, niet altijd
- Wellen duidelijk zichtbaar, ook zandbanen
- Ook locaties met nog ‘zoete’ (~500 mg/l) kwel

Chemische monitoring

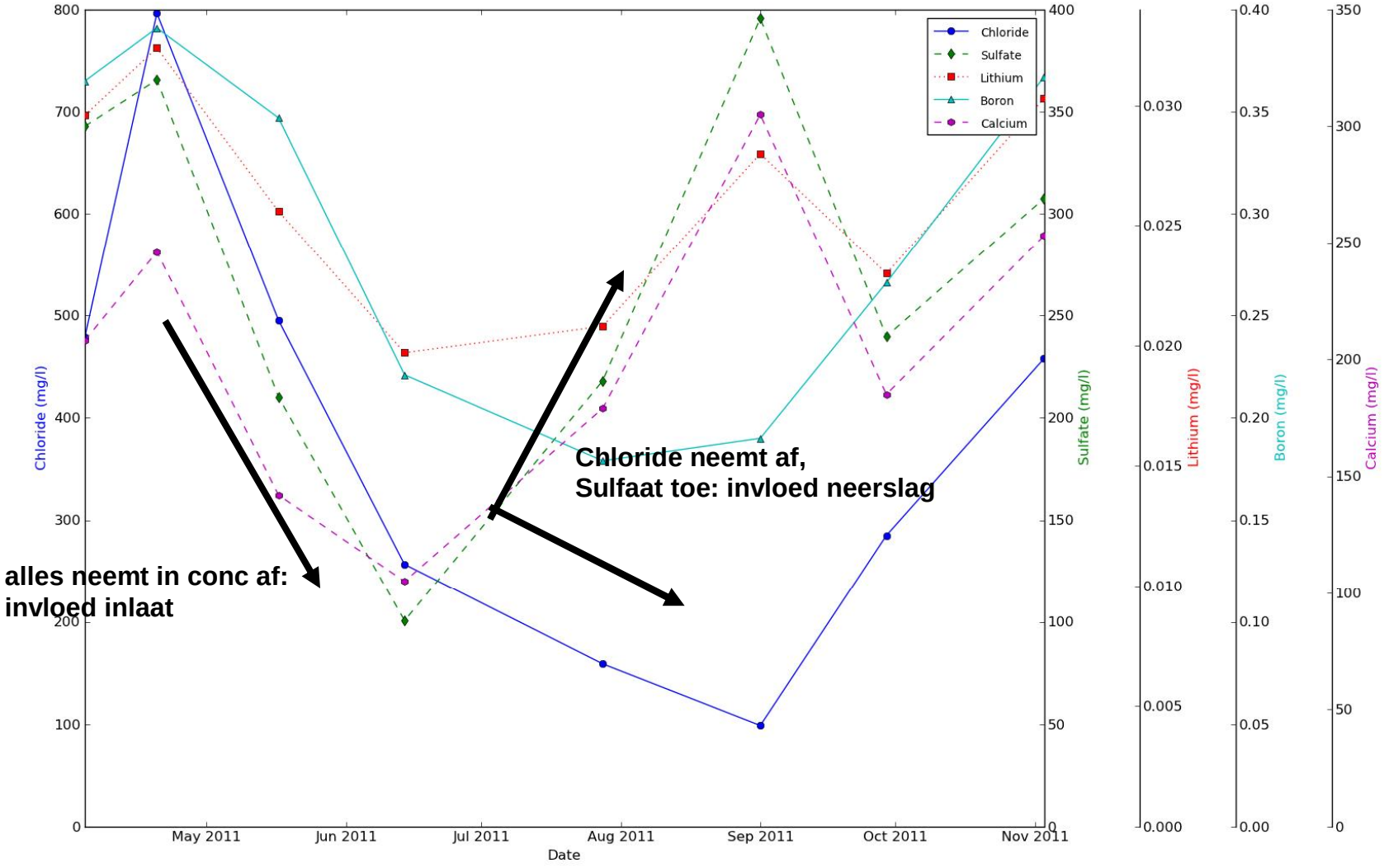


- Analyse op: belangrijkste anionen, kationen, spore-elementen, waterisotopen, pH, alkaliniteit, EC
- Paar monsters: zeldzame aarden (Gadolinium-anomalie)

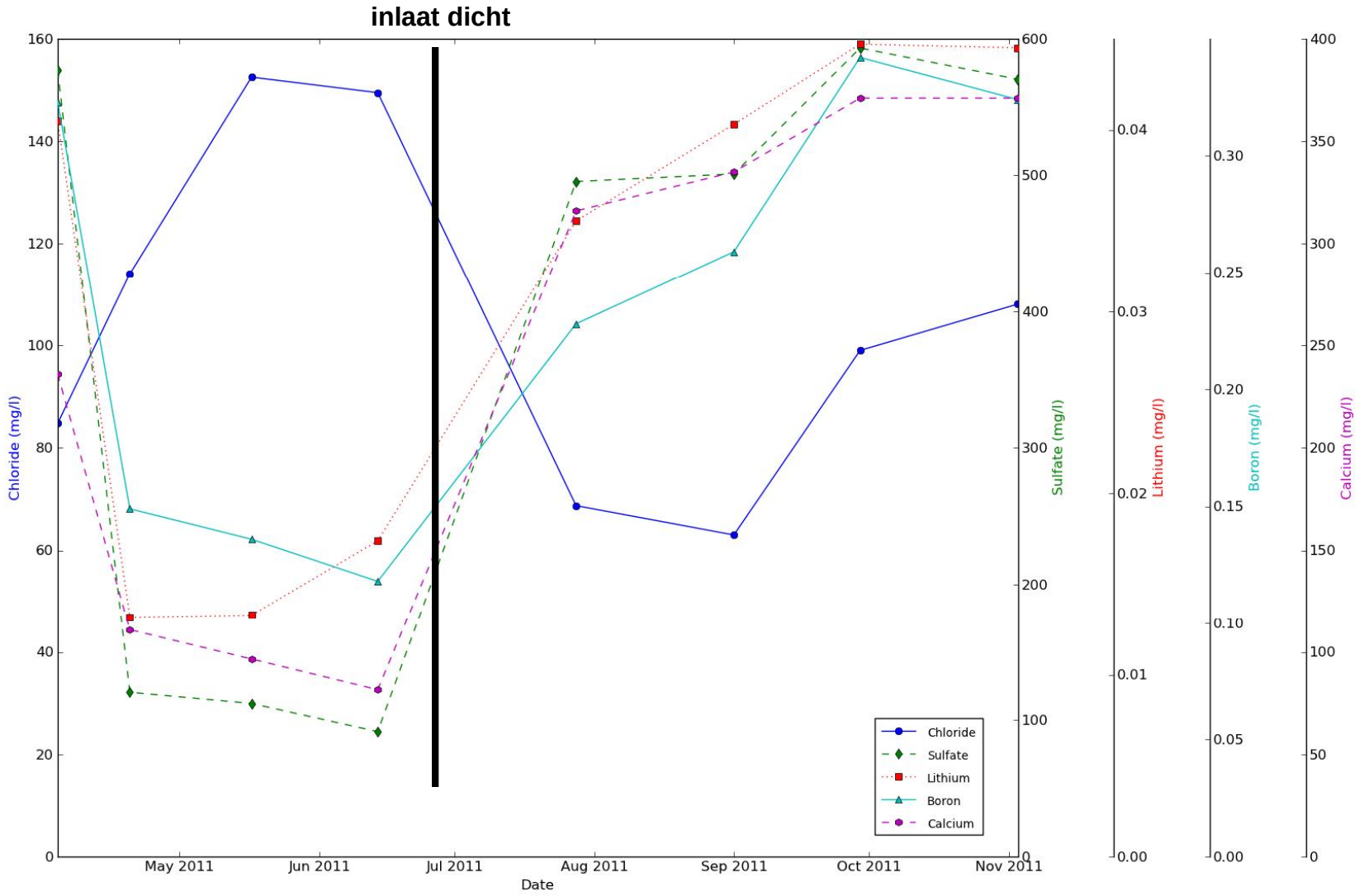
- Chemische karakterisatie van ‘endmembers’
  - Inlaatwater
  - Freatisch grondwater
  - Grondwater watervoerend pakket
    > ondiep (net onder deklaag, ~500 mg/l)
    > diep (beneden zoet/zout grens (~20m), ~5000 mg/l)
  - Neerslag obv gegevens De Bilt (want kleine post)

Deltares

Chemische monitoring



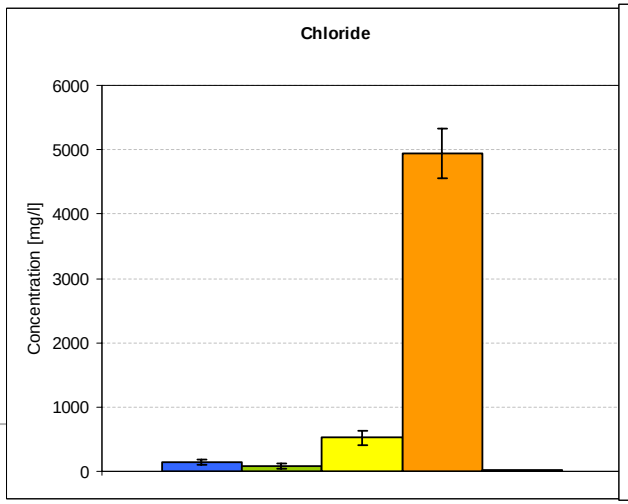
Chemische monitoring

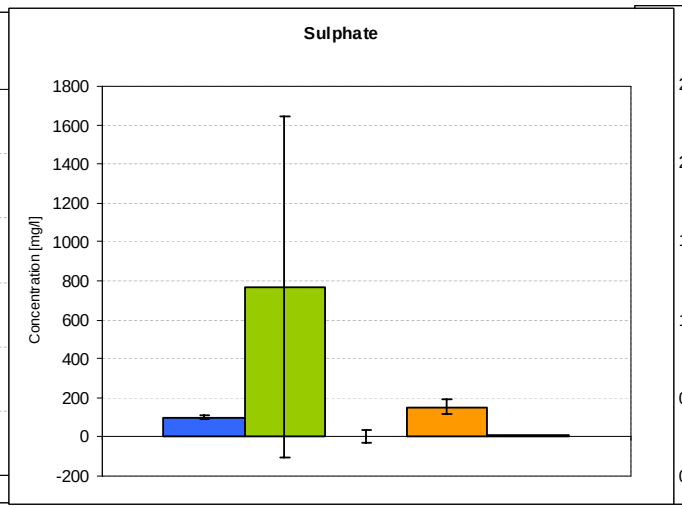


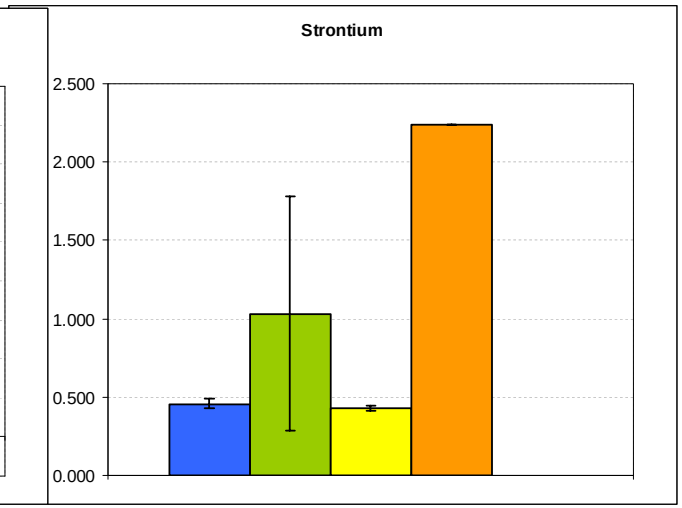
Chemische karakterisatie

Endmembers:

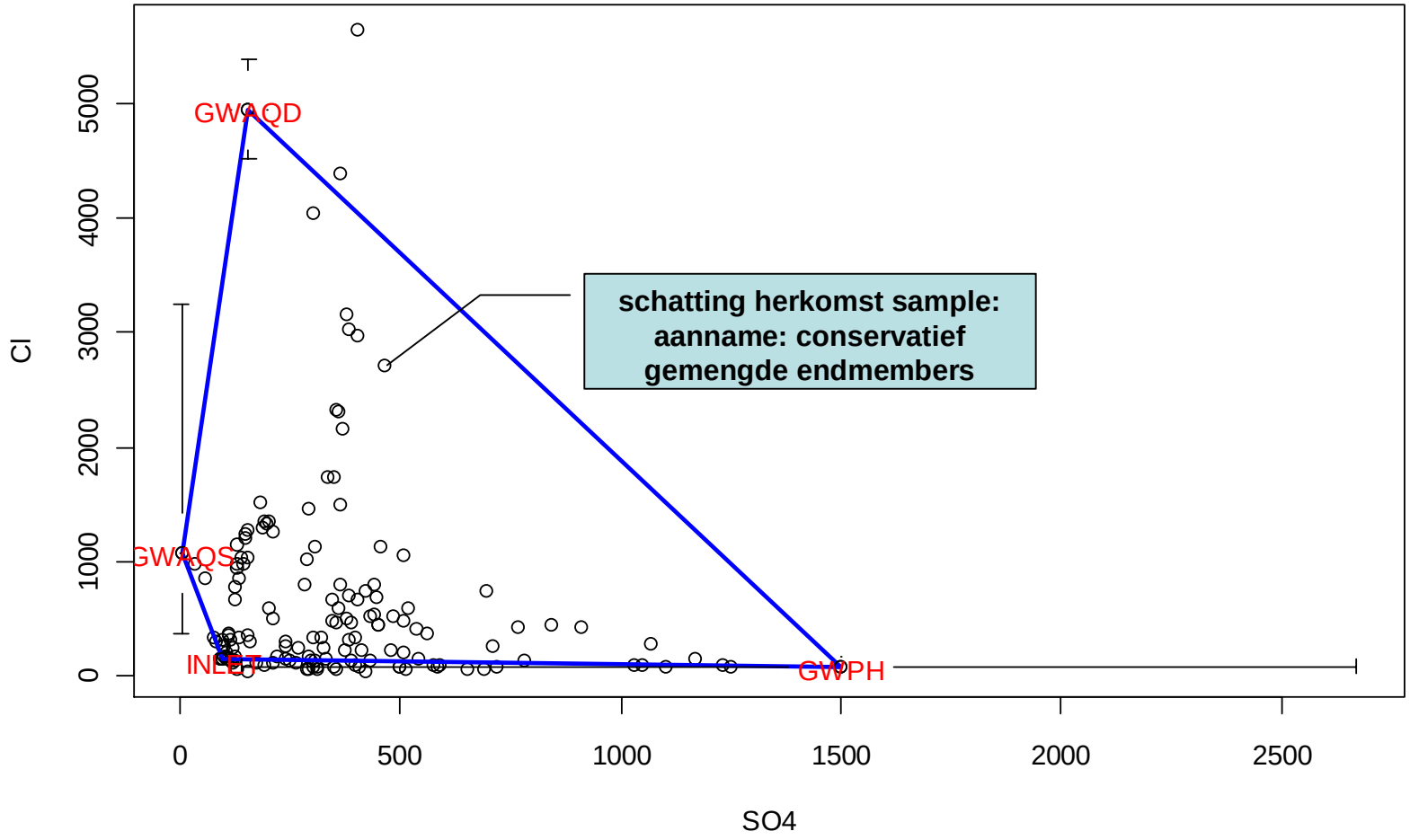
- inlaat
- freatisch grondwater
- ondiep grondwater (500 mg/l) ←→ diffuse kwel
- diep grondwater (4000 mg/l) ←→ wellen
- (verdamping)





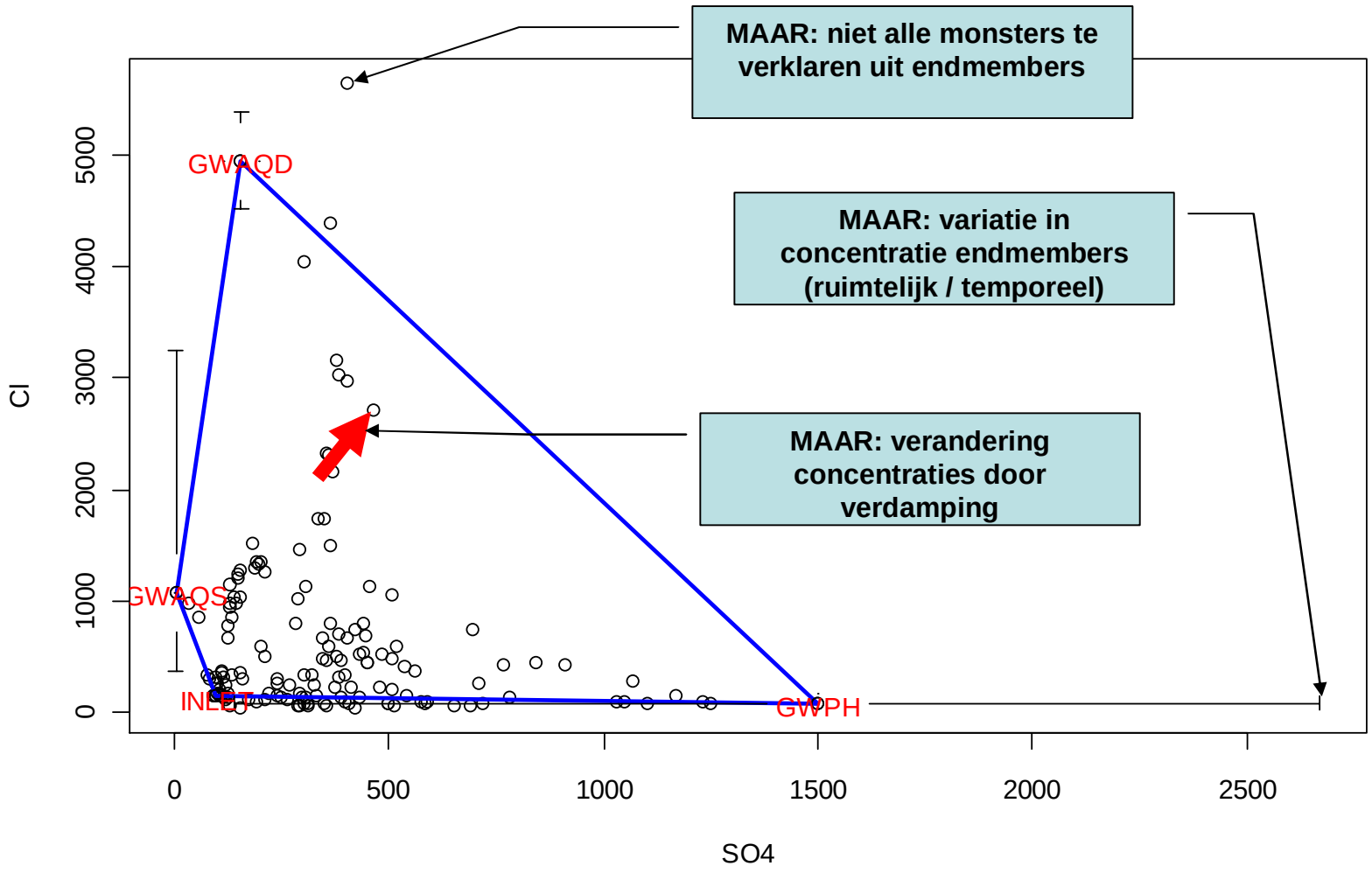


Endmembers



Deltares

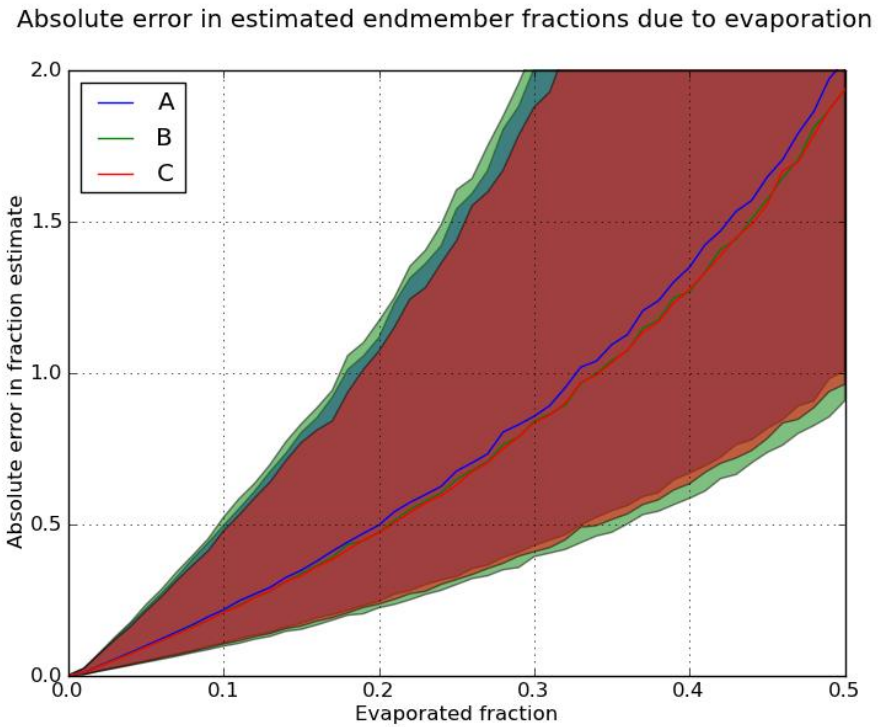
Endmembers



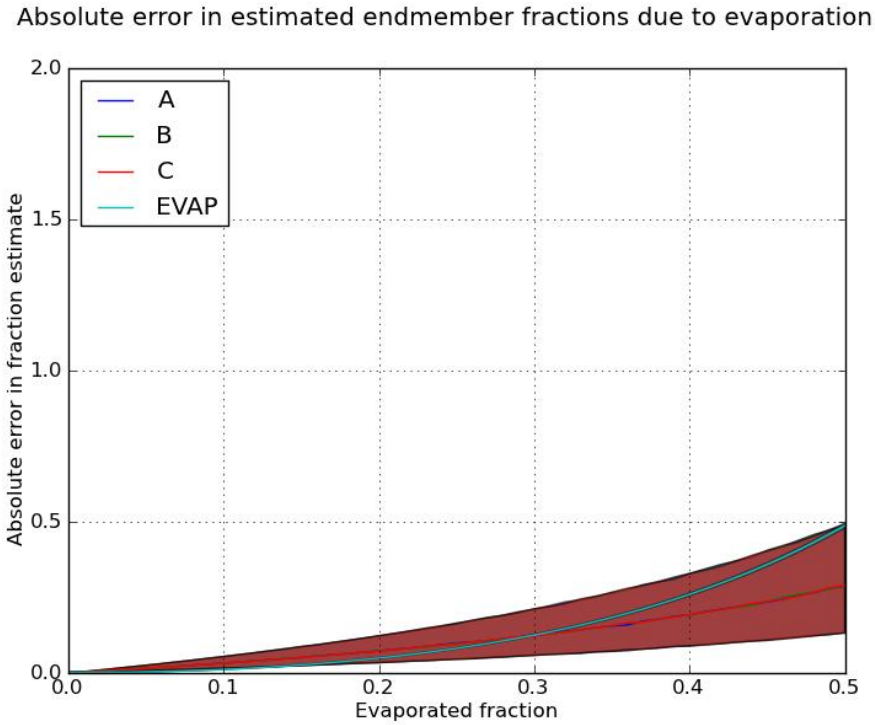
Deltares

Endmembers en verdamping

Verdamping ‘vergeten’:



Verdamping ‘geschat’ ahv chemie:



Waterisotopen, hoe werkt dat?

- Isotopen: elementen met verschillende aantallen neutronen

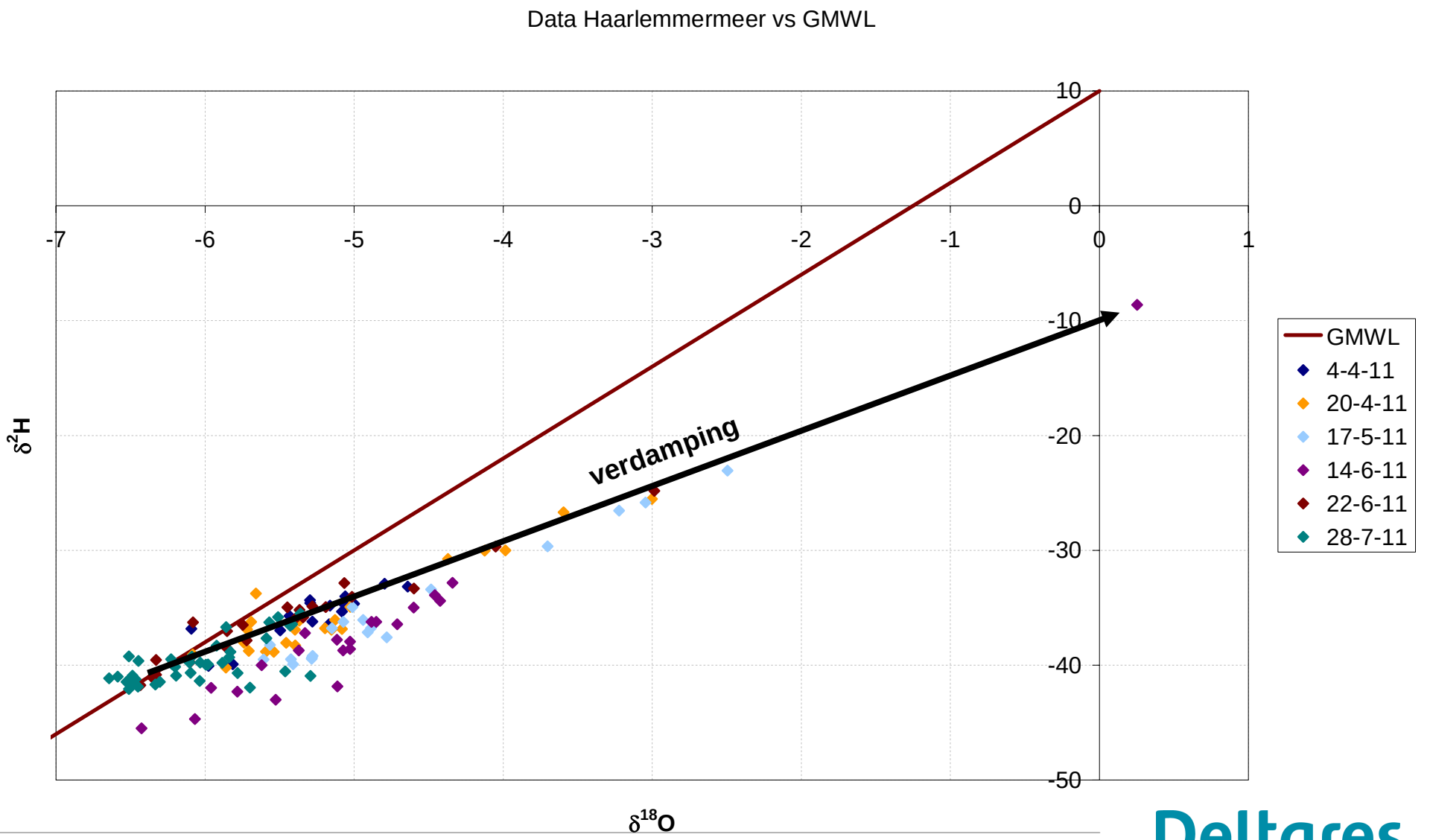
- Verhoudingen watermolecuul-isotopen (in oceaanwater):
  - $^{1}H_2{}^{16}O$: 1000000 (99,77 %)
  - $^{1}H^{2}H^{16}O$: 320 (0,03 %)
  - $^{1}H_2{}^{18}O$: 2000 (0,20 %)

- Door neerslag (‘de zwaarste regenen het eerst uit’) en verdamping (‘de lichtste verdampen het eerst’) verschillen

- Tracer voor herkomst (H_2O Rijn ≠ H_2O regen ≠ H_2O grondwater), maar ook voor **verdamping**

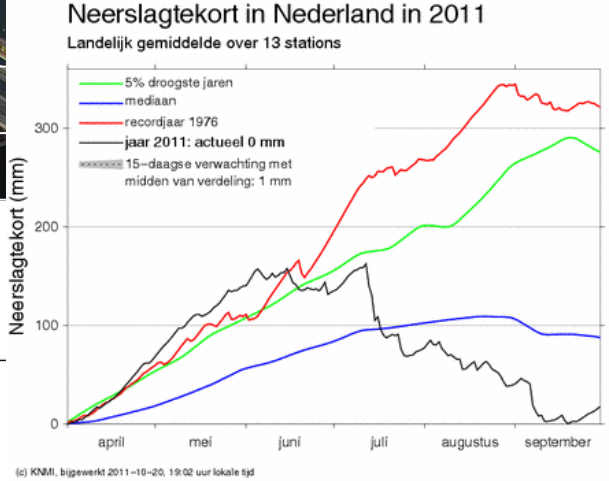
Deltares

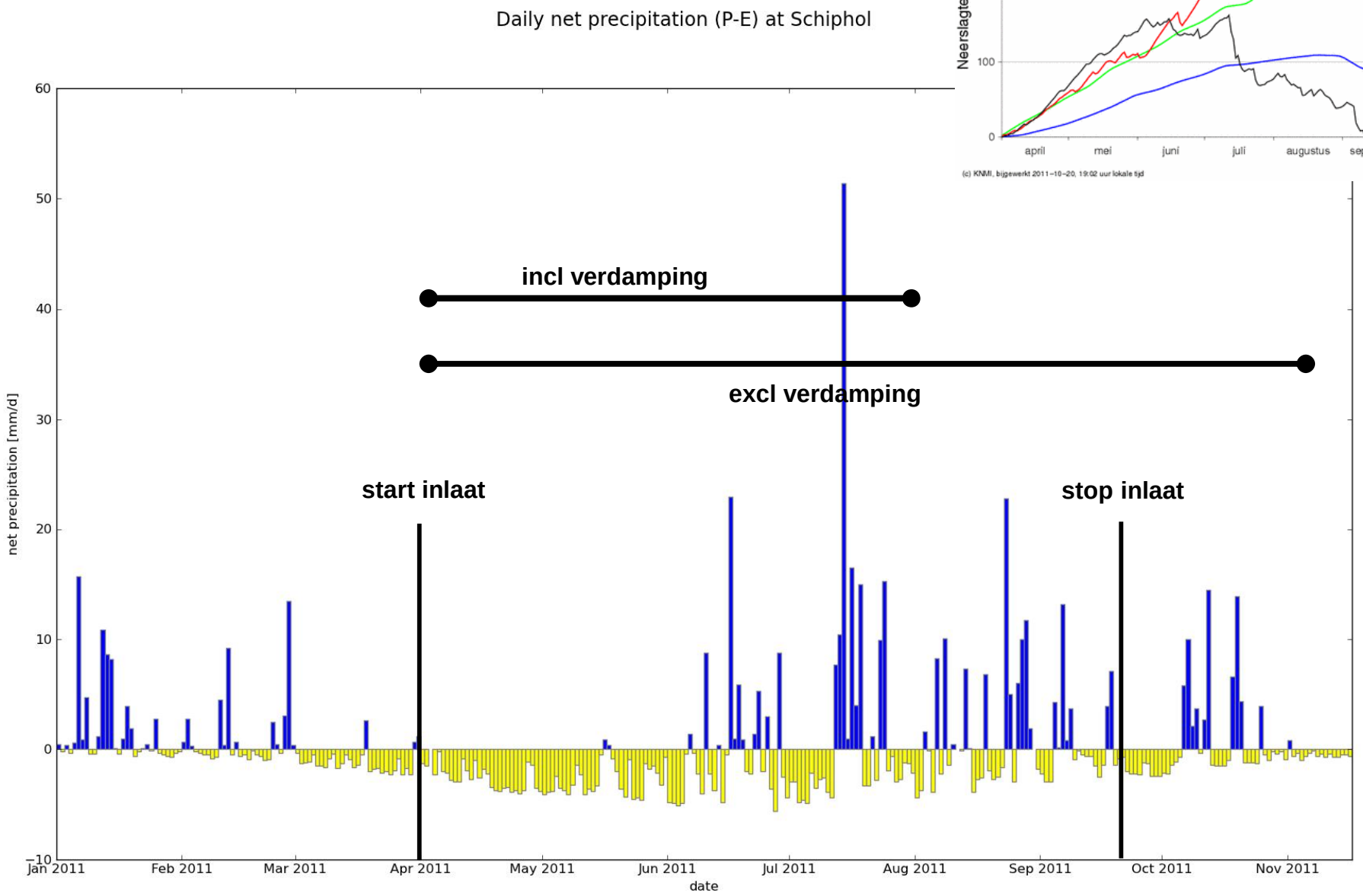
Resultaten isotopen: verdamping



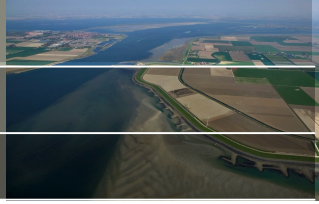
Deltares

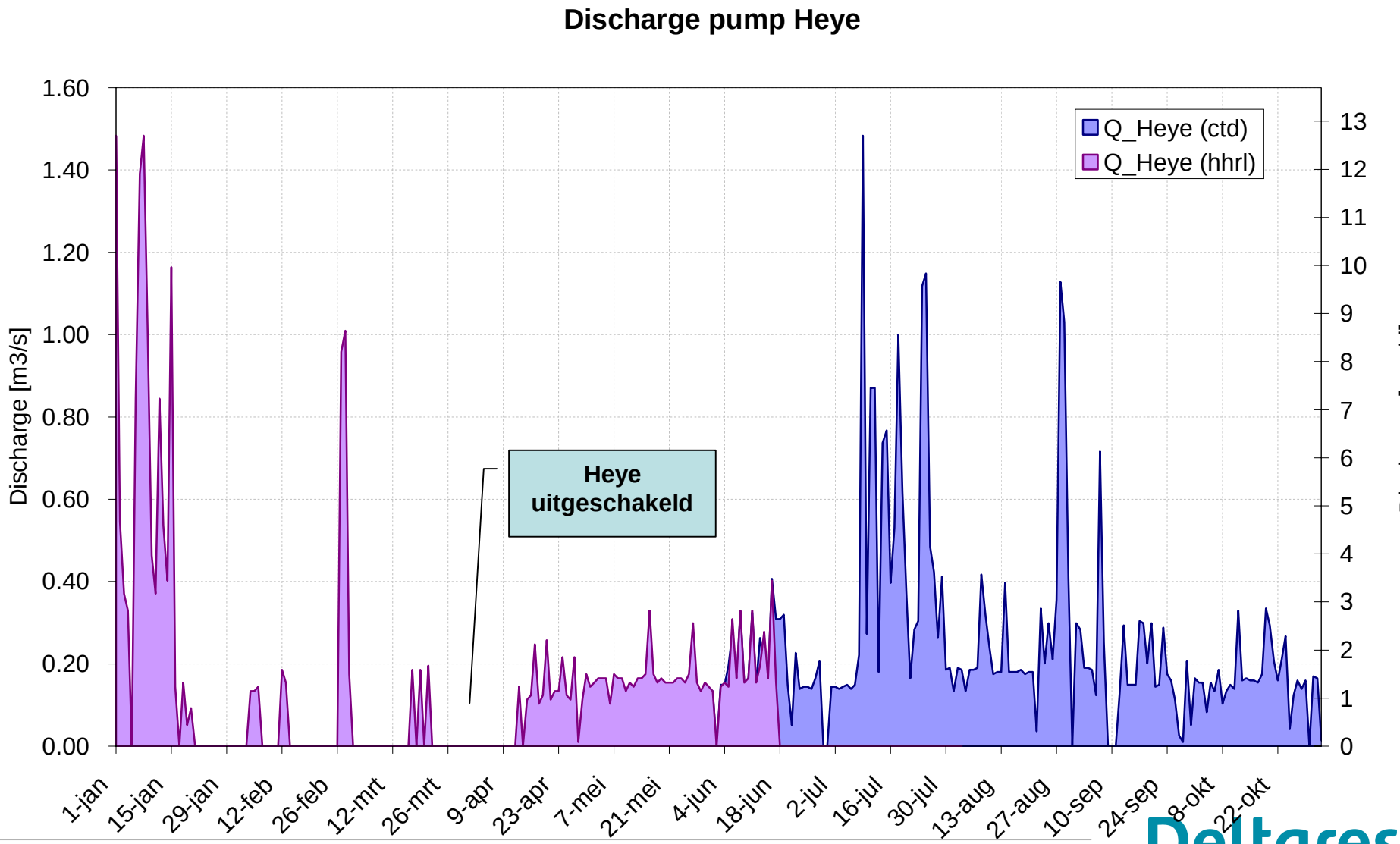
Even weer terug naar het weer





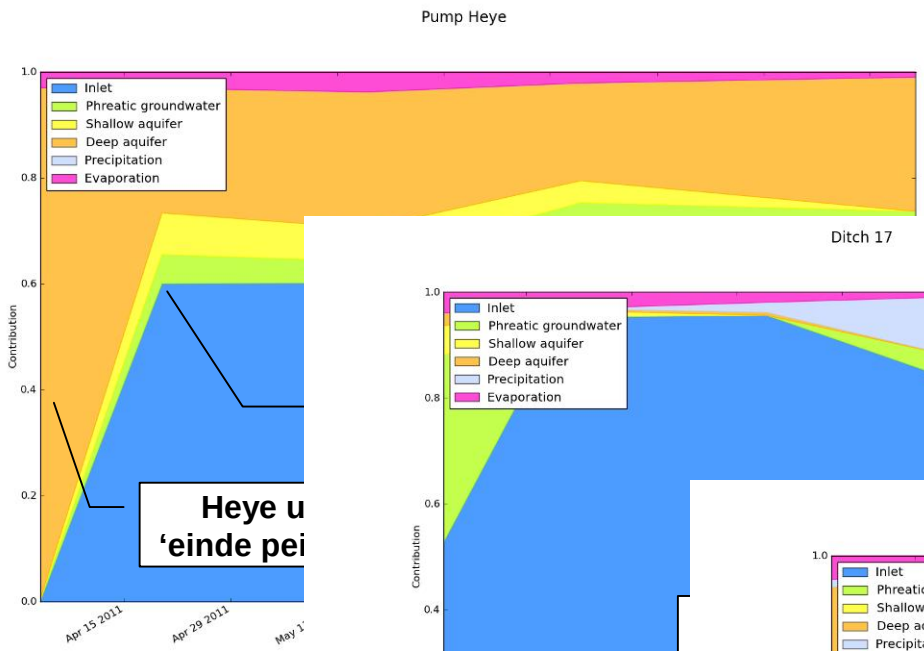
Afvoer (Heye)

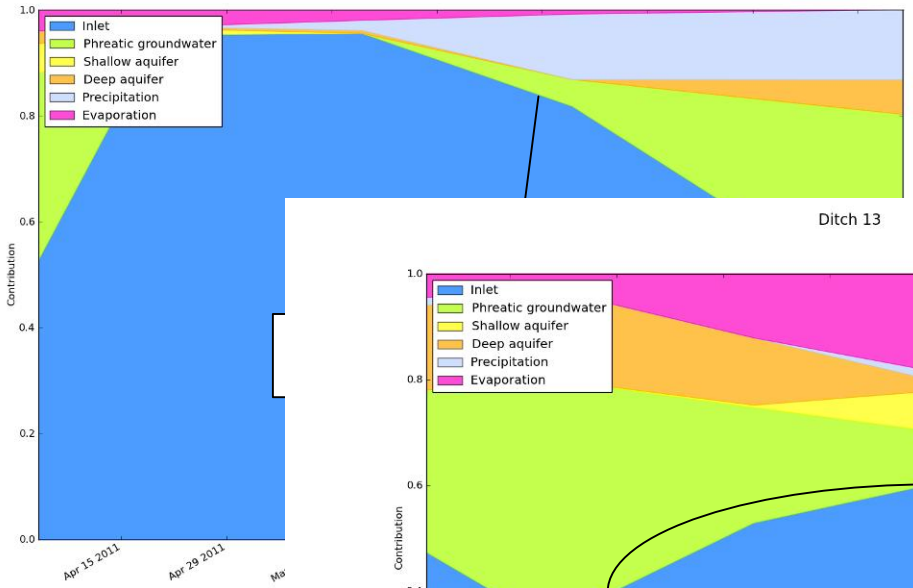


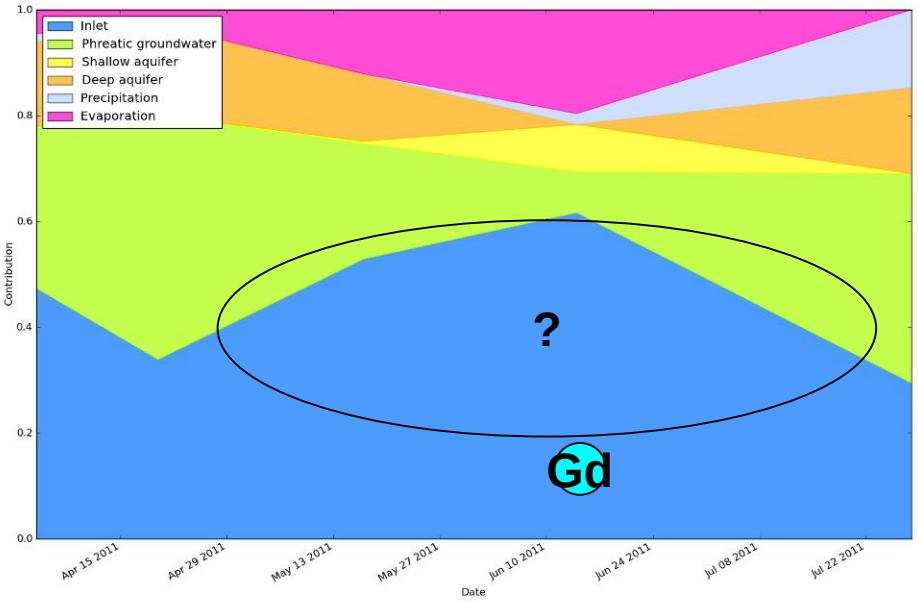


Deltares

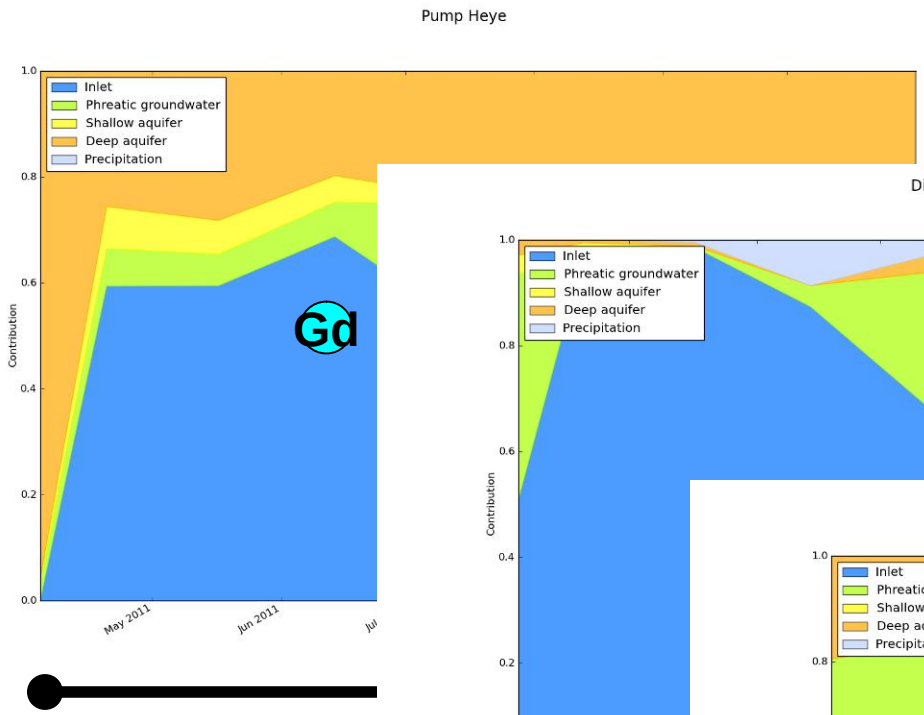
Verloop herkomst water (inc verdamping)



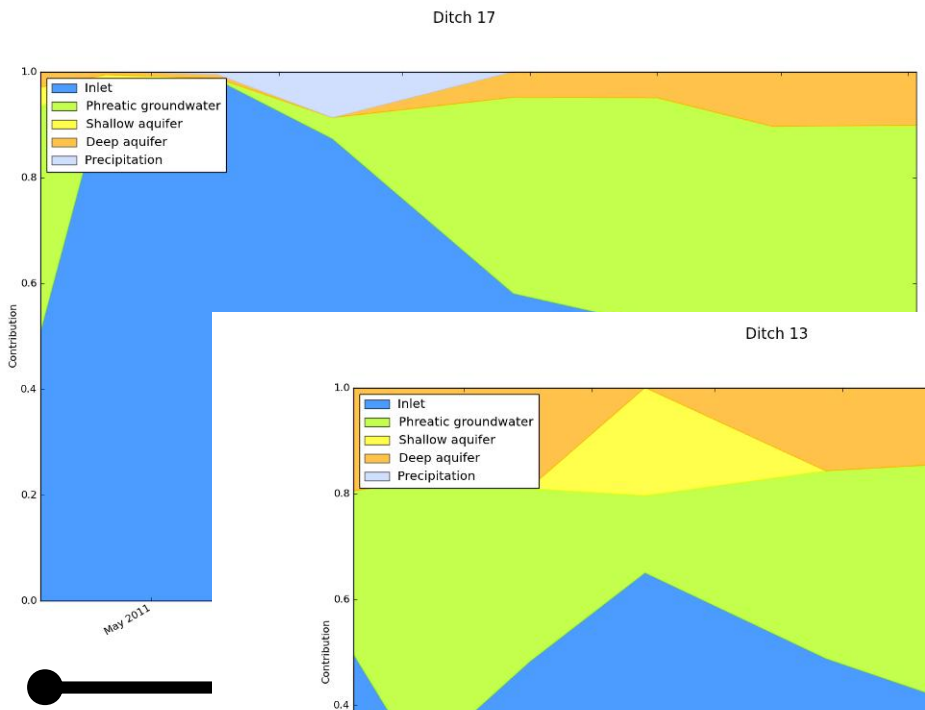


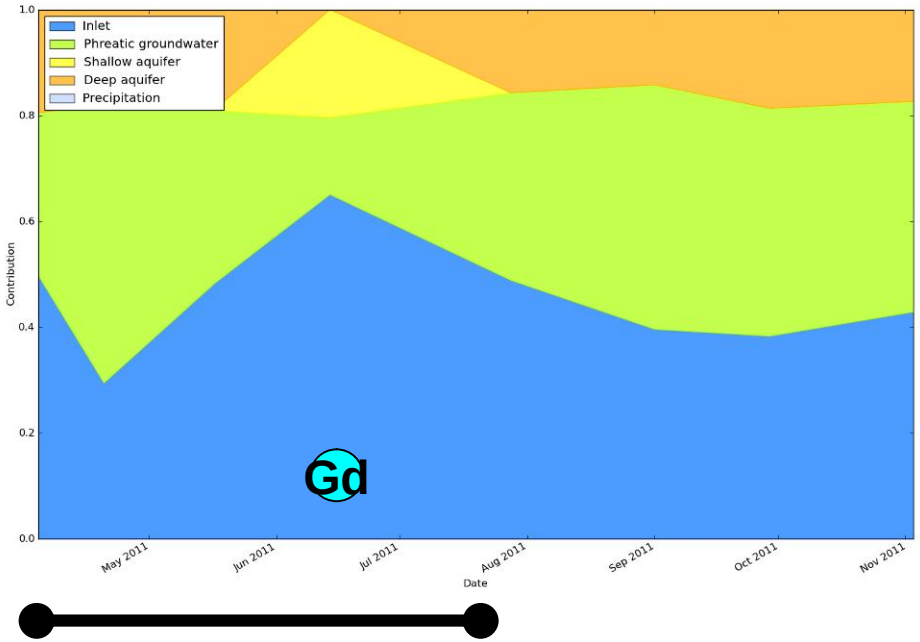


Verloop herkomst water (exc verdamping)



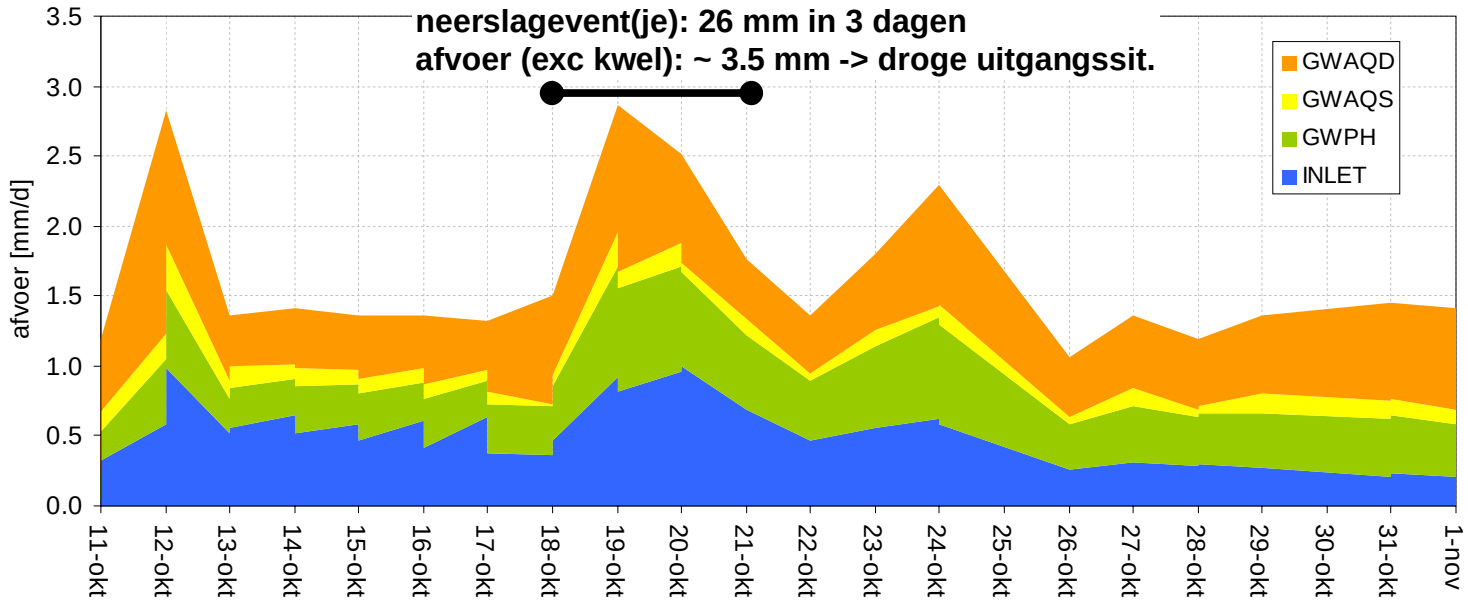
vorige plots



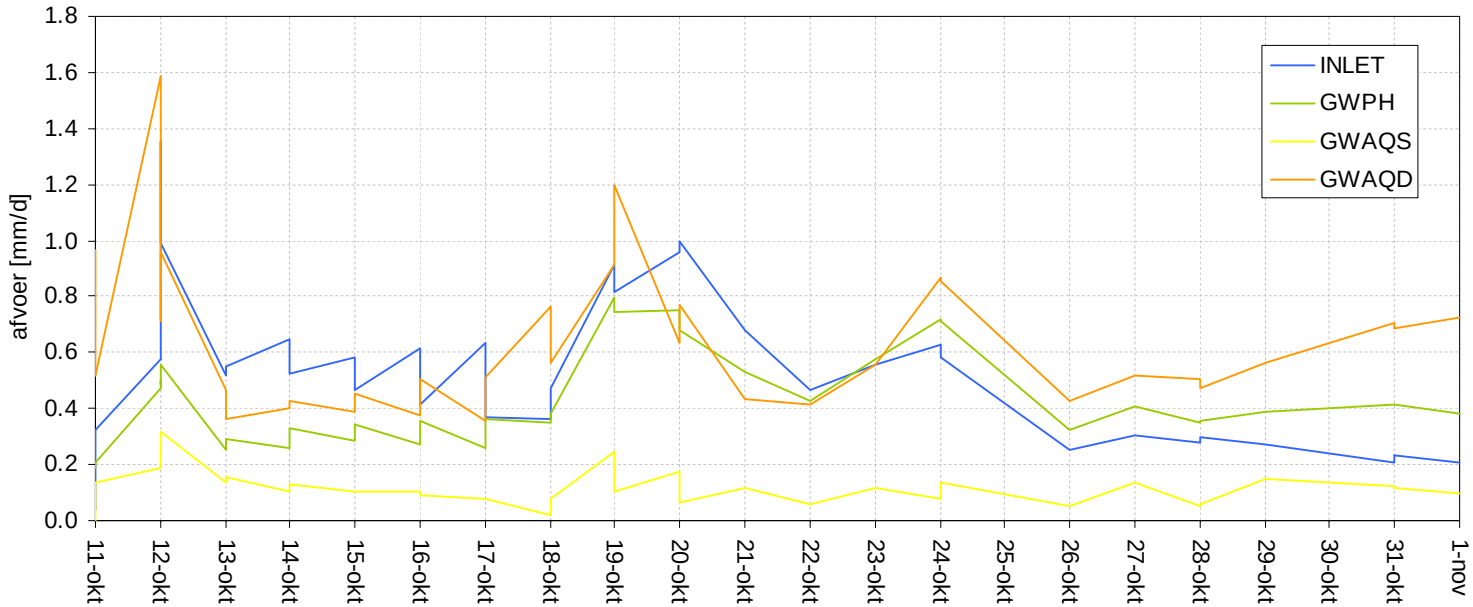


let op verschil in datumreeks!

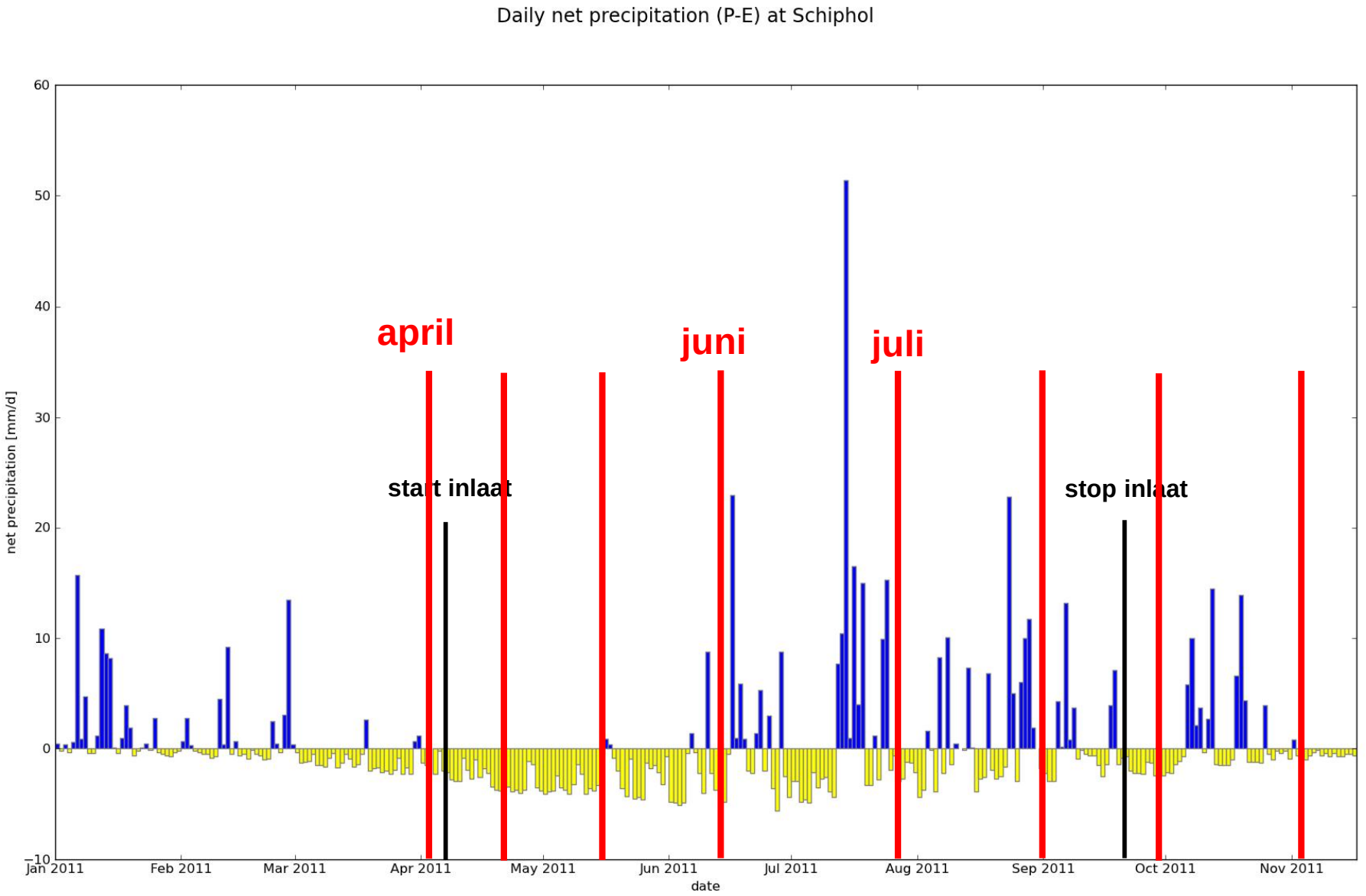
Herkomst water gemaal Heye



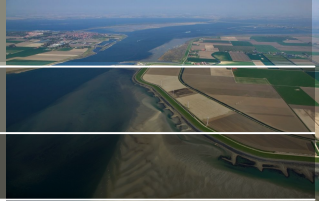
Herkomst water gemaal Heye



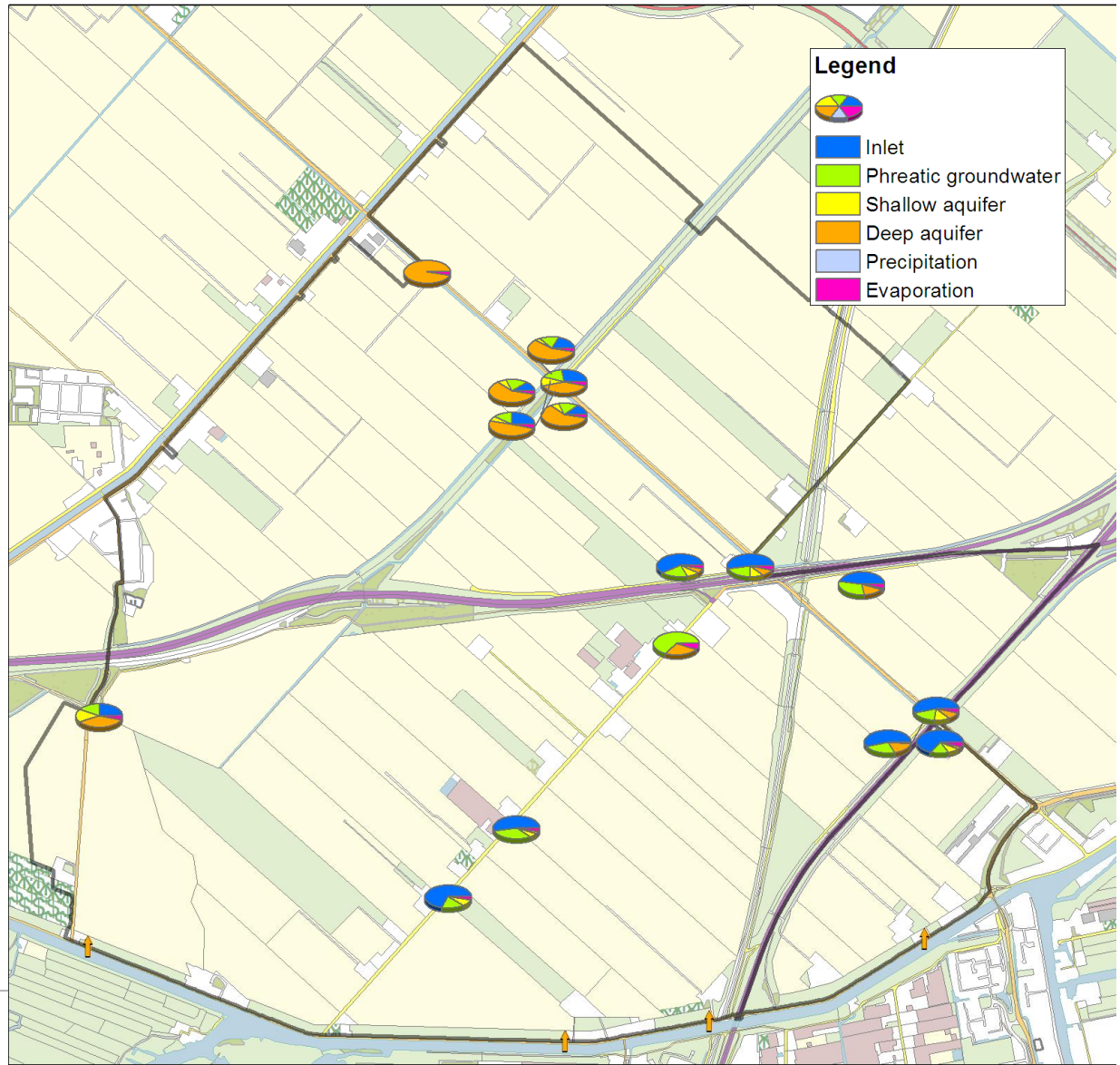
Maandelijkse ‘snapshots’



Herkomst water - ruimtelijk



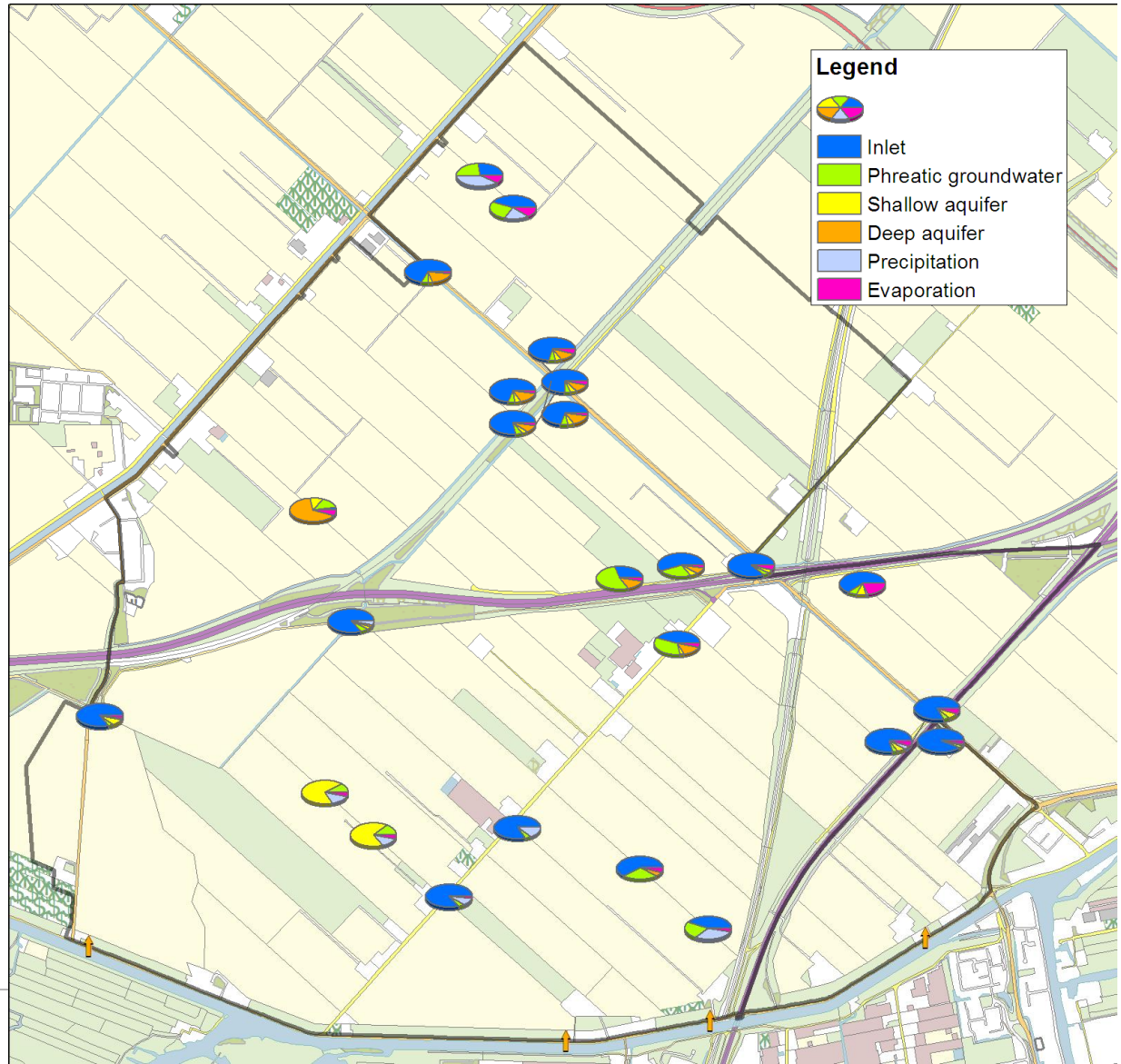
Ditchwater origin - April 2011



Deltares

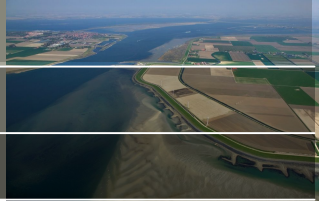
Herkomst water - ruimtelijk

Ditchwater origin - June 2011

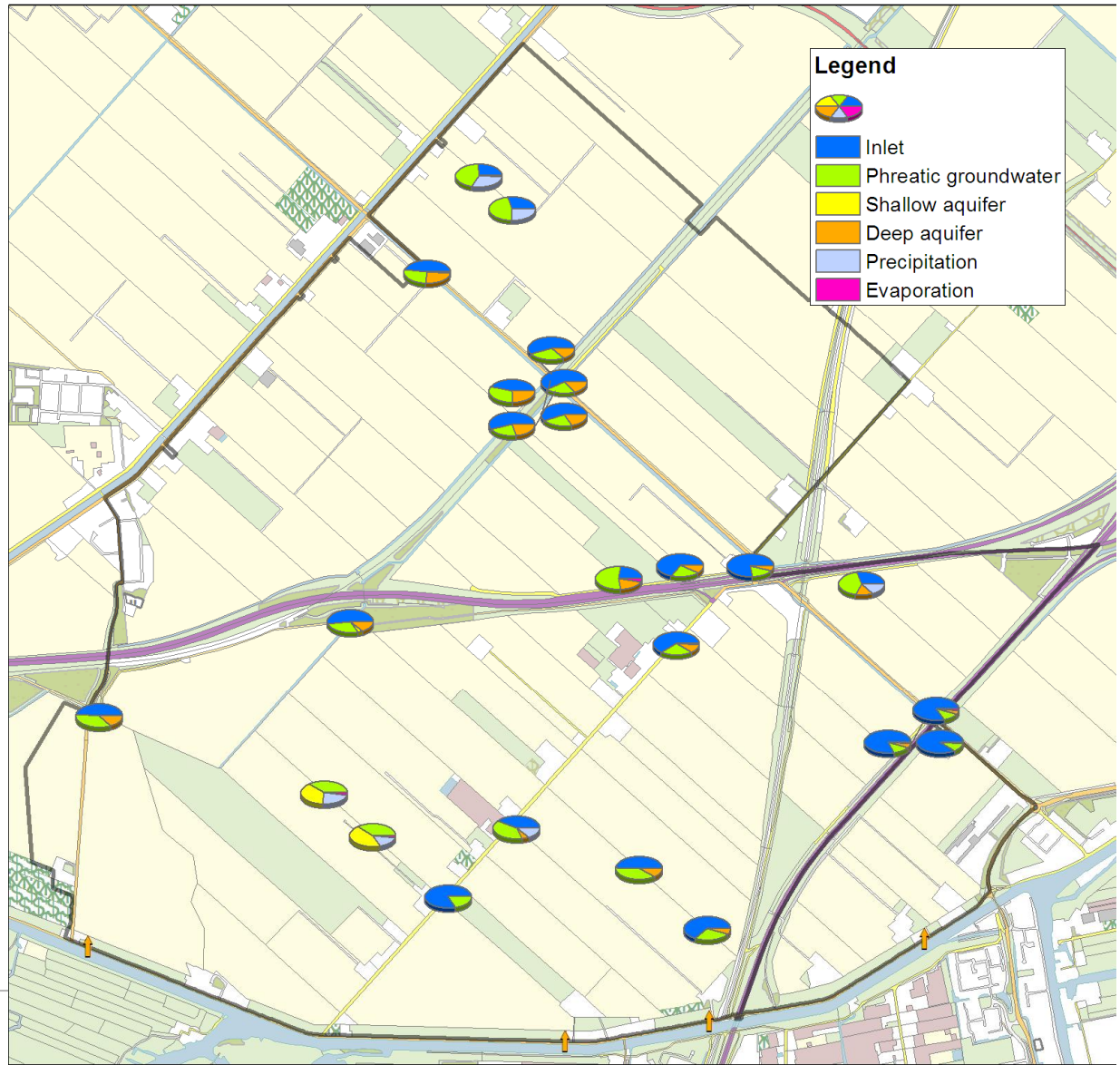


Deltares

Herkomst water - ruimtelijk

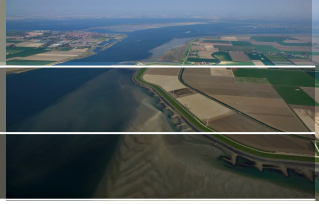


Ditchwater origin - July 2011



Deltares

Conclusies herkomst

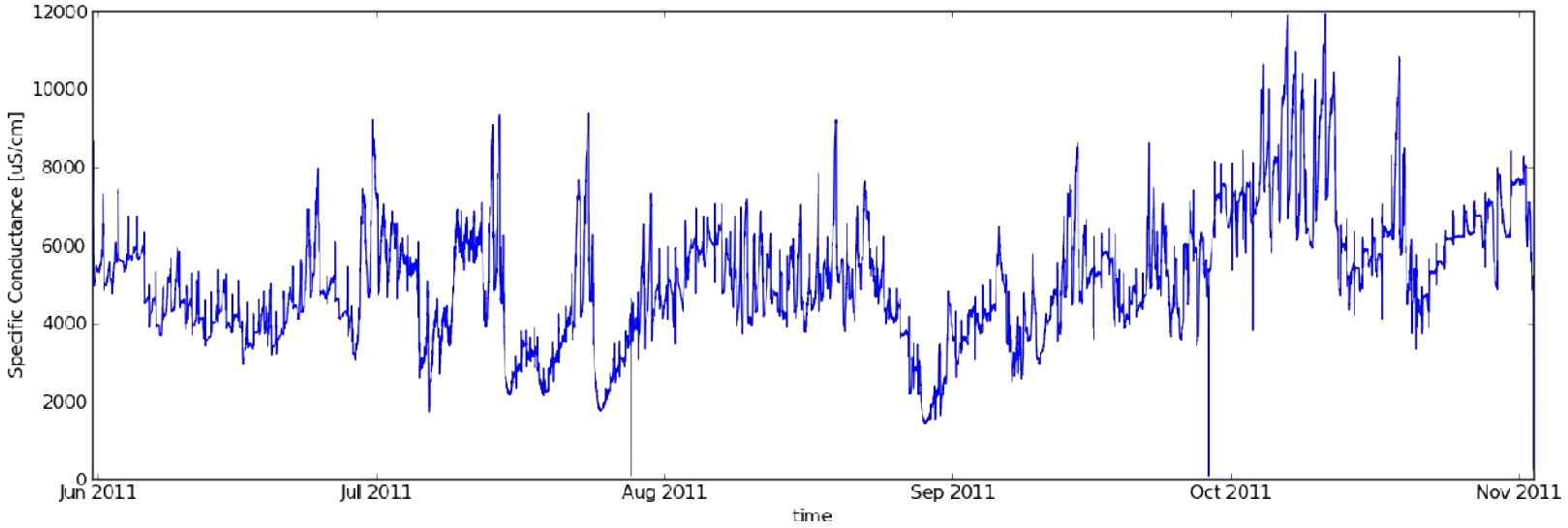


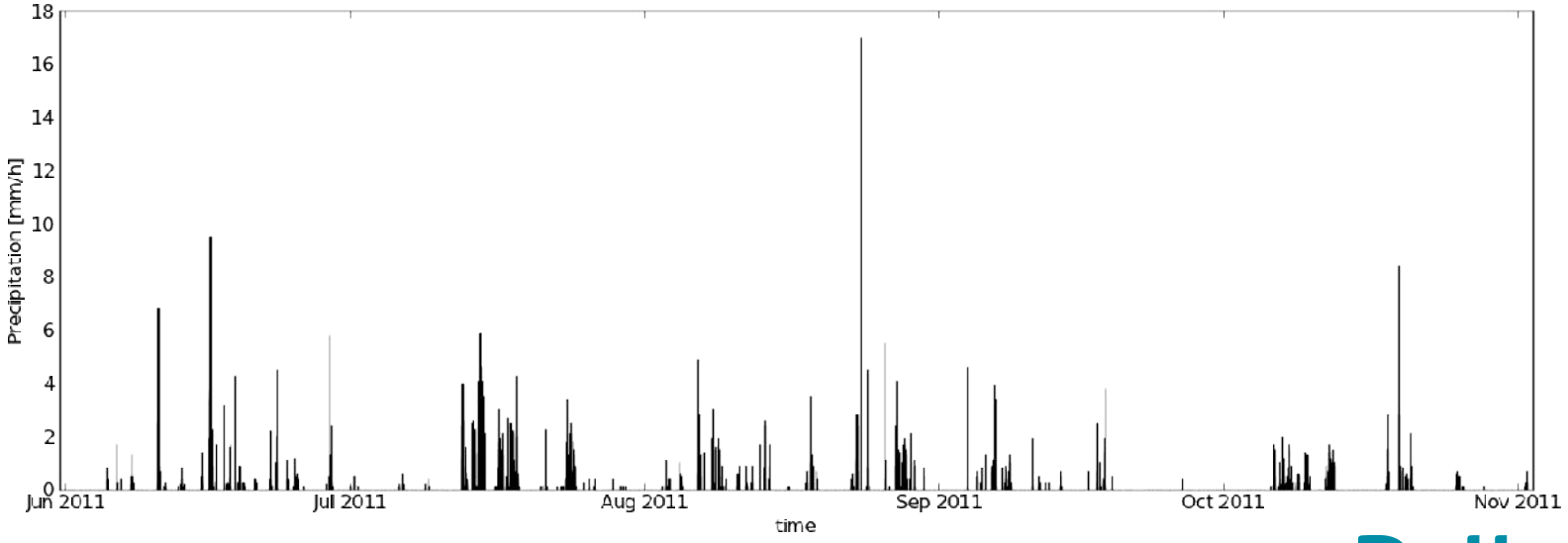
- Verloop herkomst in te schatten aan hand chemie
  - verloop balansposten (grotendeels) logisch
- Verdamping in te schatten met isotopen en chemie
  - geeft ook verblijftijd → verder induiken

- Probleem: scheiding inlaatwater / freatisch water
  - meer elementen betrekken in analyse
  - verschillen in onzekerheid betrekken in analyse

- **Doel: analyseren hydrologisch gedrag polder**
  - eerst scheiding verbeteren
  - combinatie met modellering
  - hoe reageert watersysteem op droge periode, omslag naar natte periode, neerslagevents, wat zijn verblijftijden?

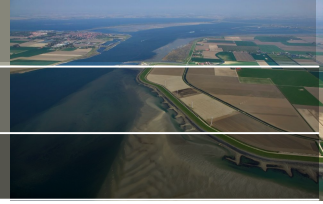
EC divers: gemaal Heye

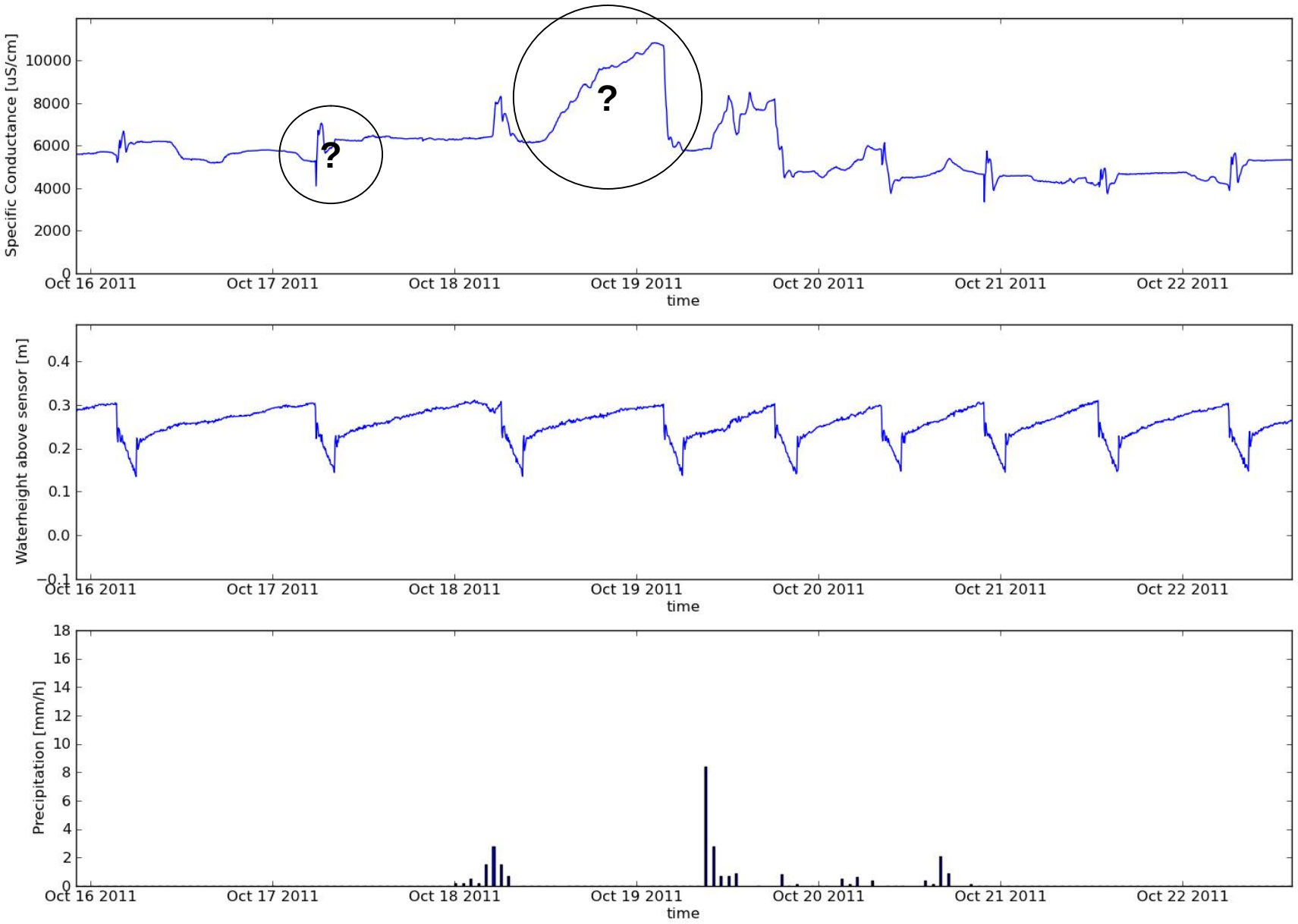




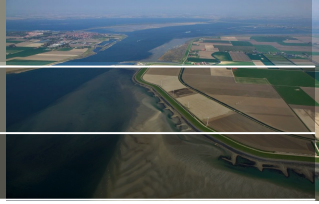
Deltares

EC diver: korte termijn patronen

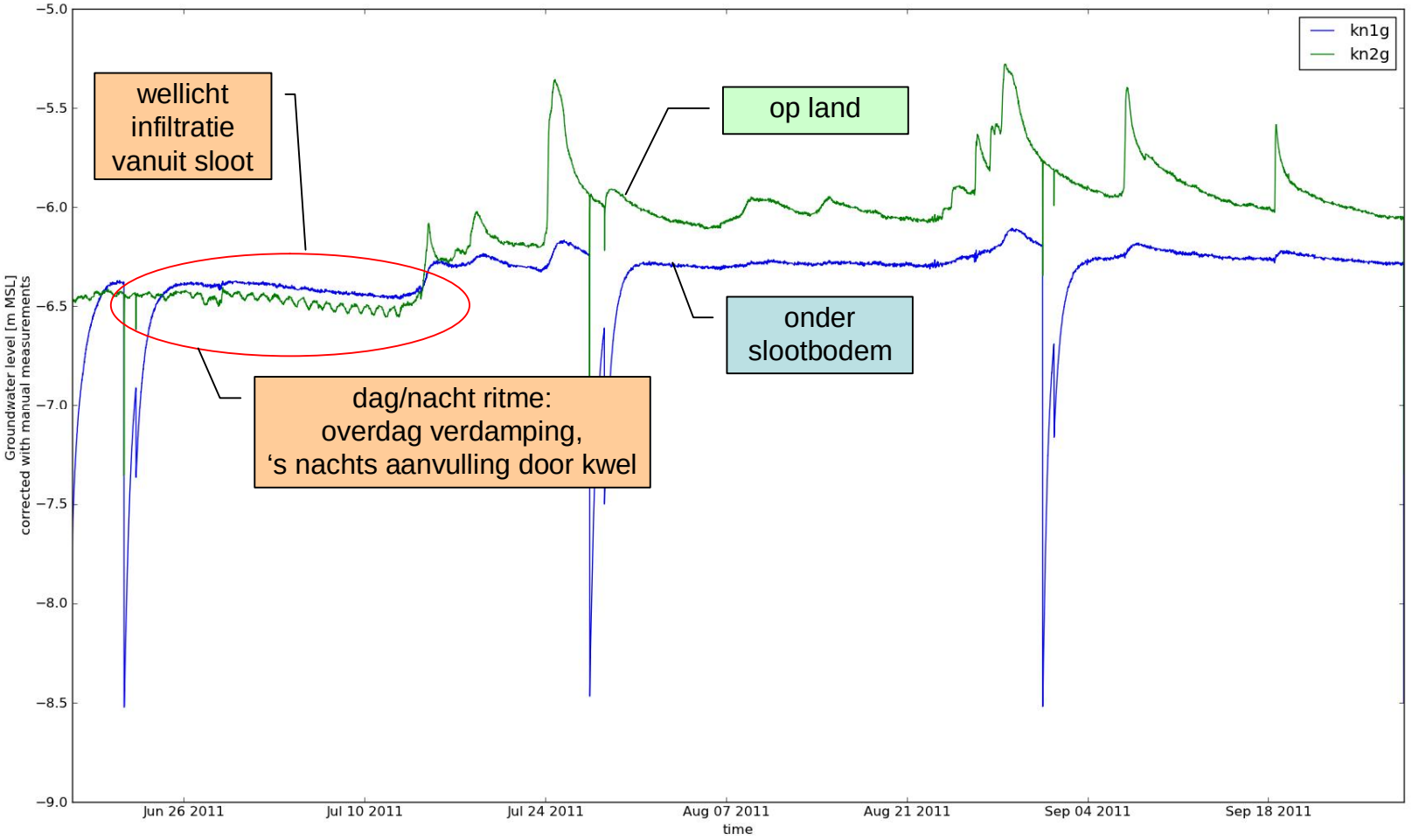




Grondwaterstanden…

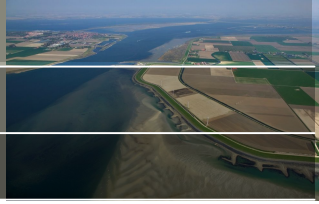


maaiveld



Deltares

Hoe verder?



- Komend jaar blijven bemeten chemie
  - Continu bij gemaal + enkele snapshots
  - Financiele dekking niet rond
- Nieuwe EC-routing tijdens winter
- Meten capaciteit gemaal (gisteren) en inlaten
- Modellering gebied gw/ow:
  - analyse werking watersysteem
  - klimaat + maatregelen

- Boorgat-herhaal-meting
- Detailonderzoek sloot Schermer

Boorgatmeting: verschuiving zoet-zoutvlak

‘Achterkant-van-sigarendoosje’:

0.5 mm/d kwel →

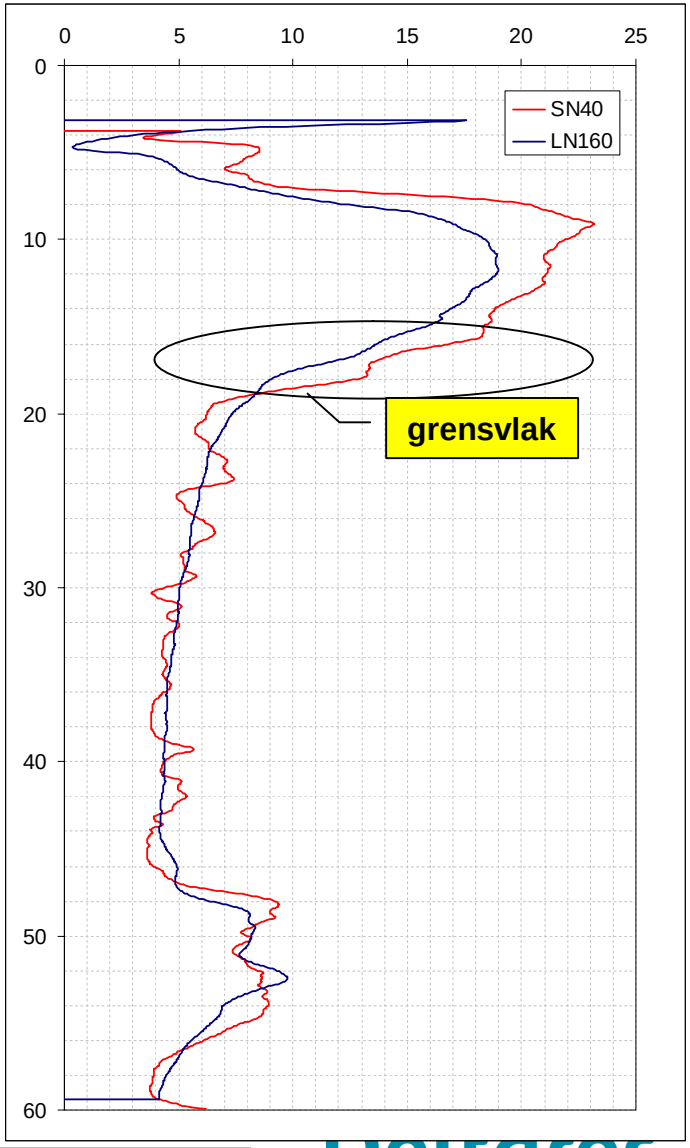
grondwatersnelheid van 1.5 mm/d →

verplaatsing zoet-zout grensvlak van +- 0.5 m/jaar →

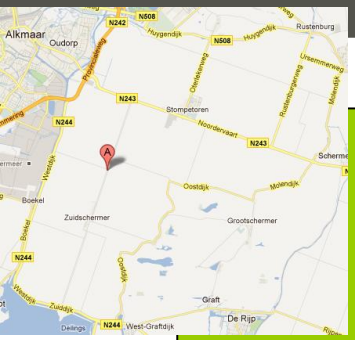
uitputting zoete zone (20m in 1992) in 2030!

dan alle kwel = 5000 mg/l, regenwaterlenzensysteem

Binnenkort herhalingsmeting, ben benieuwd…



Schermer: detailonderzoek interactie GW/OW



grondwaterstanden
bodemvocht

temperatuur
over diepte

- Hoe ziet de stroming tussen grond- en oppervlaktewater er in 2d/3d uit?
- Hoe varieert slootkwel als gw-standen uitzakken?

-Hoe verloopt de waterbalans over een droge zomer?

aan/afvoer,
drains

(eerste test pompsysteem)

40 m