



## Hydrologie van het beekdal-landschap

Perry de Louw

1

## Inhoud

- Hoe werkt het watersysteem van het beekdal?
- Klimaatverandering, klimaat-robust beekdal en maatregelen.

**Deltares**

2

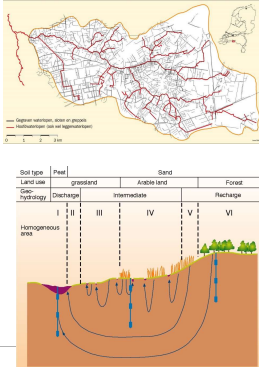
## Hydrologie van beekdal-landschappen

**Beekafvoer:**

- Q: afvoer
- v : stroomsnelheid
- K : kwaliteit (N, P, Fe, S, slib, T, O<sub>2</sub>, TOC, pesticiden, etc.)

**Beekdal:**

- Gw: grondwaterstand / bodemvocht
- Kw: kwel (wortelzone)
- GwK: grondwaterkwaliteit (bodem)
- Inu: inundatie



**Deltares**

3

## Beekdalen zijn het afvoerputje van een stroomgebied



Grond- en oppervlaktewater en stofstromen verlaten het stroomgebied via het beekdal / de beek

Alle activiteiten in een stroomgebied beïnvloeden de hydrologie van een beek(dal)

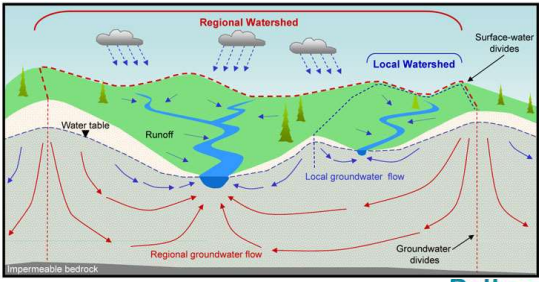
↓  
complex

**Deltares**

4

## Lokale en regionale stroomgebieden

- Lokaal stroomgebied: verliest netto meer grondwater (bijv. Merkske)
- Regionaal stroomgebied: ontvangt netto meer grondwater (bijv. Mark)



**Deltares**

5

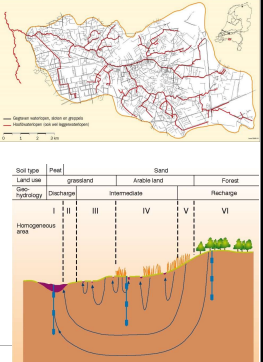
## Hydrologie van beekdal-landschappen: lokale en regionale beïnvloeding

**Beekafvoer:**

- Q: afvoer
- v : stroomsnelheid
- K : kwaliteit (N, P, Fe, S, slib, T, O<sub>2</sub>, TOC, pesticiden, etc.)

**Beekdal:**

- Gw: grondwaterstand / bodemvocht
- Kw: kwel (flux en wortelzone)
- GwK: grondwaterkwaliteit (bodem)
- Inu: inundatie



**Deltares**

6

### Hydrologie van beekdal-landschappen: lokale en regionale beïnvloeding

**Beekafvoer:**

- Q: afvoer
- v : stroomsnelheid
- K : kwaliteit (N, P, Fe, S, slib, T, O<sub>2</sub>, TOC, pesticiden, etc.)

**Beekdal:**

- Gw: grondwaterstand / bodemvocht
- Kw: kwel (flux en wortelzone)
- GWK: grondwaterkwaliteit (bodem)
- Inu: inundatie

Soil type	Peel	Sand	Forest
Land use	grasland	akkerland	Rechtge
Discharge	Discharge	Intermediate	Rechtge
Homogeneous area	III	IV	V

CoP Beekdalen 11-okt-18

7

### Hoe werkt het beekdal – watersysteem?

**Ingepen met een effort op grondwater en beekafvoer:**

- Grondwateraanpakkingen (1)
- Bepaling van grondwater (2)
- Drainage: kunstmatige onder-voeten en buisdrainage (3)
- Grondwateraanpakkingen (4)
- Wateraanpakking: kunstmatige (5)
- Wateraanpakking (6)

Voorbeelden van:  
 (1) Noord-Brabant (t' Merske en Stribeekse Beek)  
 (2) Twente (Regge en Dinkel)

CoP Beekdalen 11-okt-18

8

### Grondwaterstroming: kwel en infiltratiegebieden

**Kwelgebied (beekdal)** | **Intermediaire zone** | **Infiltratiegebied**

Labels: Dun freatisch zandpakket, Slecht doorlatende kleipakket, Goed doorlatend Waterverzend pakket, phreatic level, hydraulisch peil, stijghoogte, Formation of Kiezbach Tegelen, confining layer, semi-confined aquifer, Geological base of hydrogeology.

Legend: polluted/unpolluted (zwt), anaerobic/moderately soft/unpolluted, calcium rich.

CoP Beekdalen 11-okt-18

9

### Kwel (rood) en infiltratie (blauw), zomer

CoP Beekdalen 11-okt-18

10

### Stuwwallen-landschap Twente

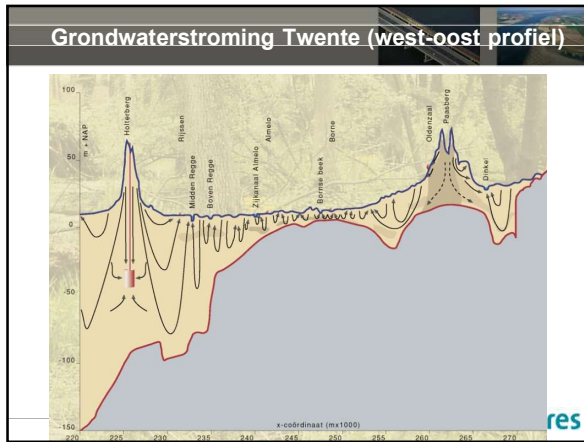
CoP Beekdalen 11-okt-18

11

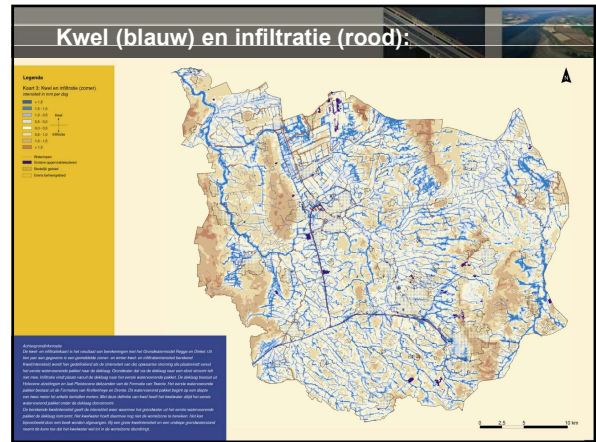
### Stuwwallen-landschap Twente

CoP Beekdalen 11-okt-18

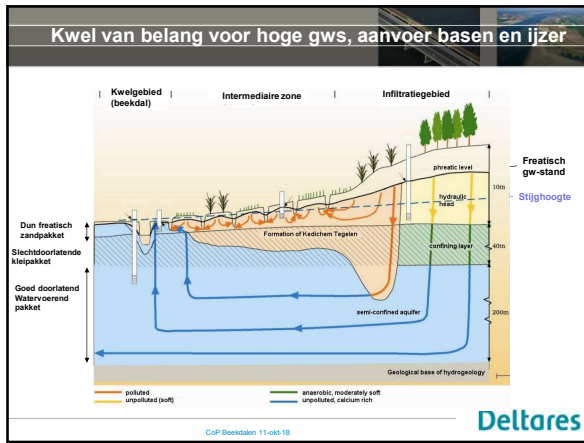
12



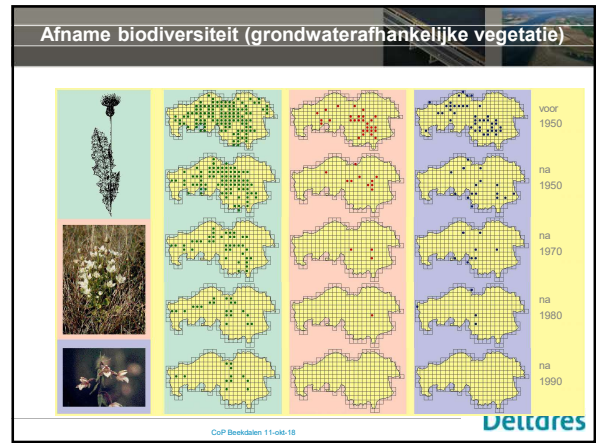
13



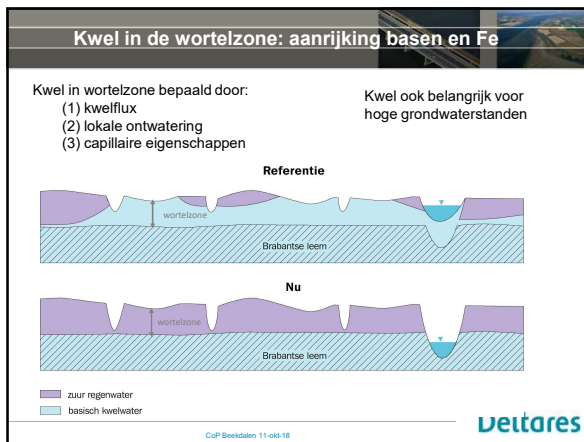
14



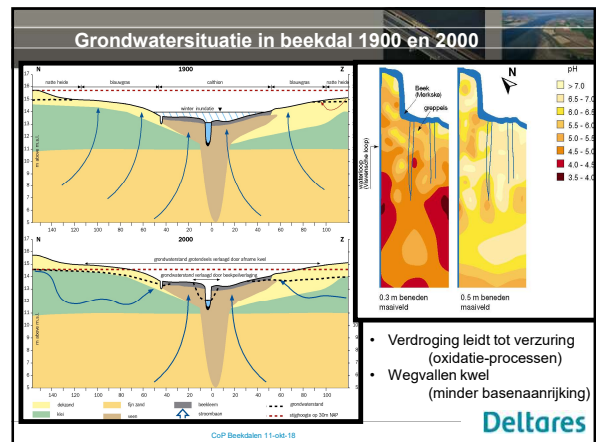
15



16



17



18

### Belangrijkste oorzaak van afname kwel in beekdal

- Sterke ontwatering en afwatering in stroomgebied (sloten, drains)
- Grondwateronttrekkingen (drinkwater, industrie, beregening)

Stijghoogte verlaging in beekdal Merkske ongeveer 1 meter

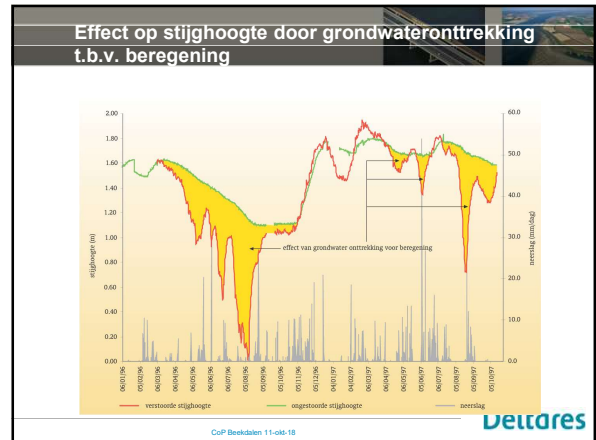
- 60-75 cm permanente winning
- 25-40 cm ontwatering

van: Regionale waterdienst, sloten en gronden  
van: Deltaplanning, sloten en gronden  
van: Deltaplanning, sloten en gronden

CoP Beekdalen 11-okt-18

**Deltares**

19



20

**Deltares**  
Enabling Delta Life

### Effecten van grondwateronttrekkingen t.b.v. beregening op kwel en beekafvoer, Noord-Brabant

Perry de Louw

21

Beregening uit het oppervlaktewater

**Deltares**

22

Beregening uit het grondwater

CoP Beekdalen 11-okt-18

**Deltares**

23

### Permanente onttrekkingen vs onttrekkingen t.b.v beregening

Op jaarbasis:

- Permanent: 240 miljoen per jaar
- Beregening: 70 miljoen per jaar

Tijdens beregeningsperiode (35 dagen):

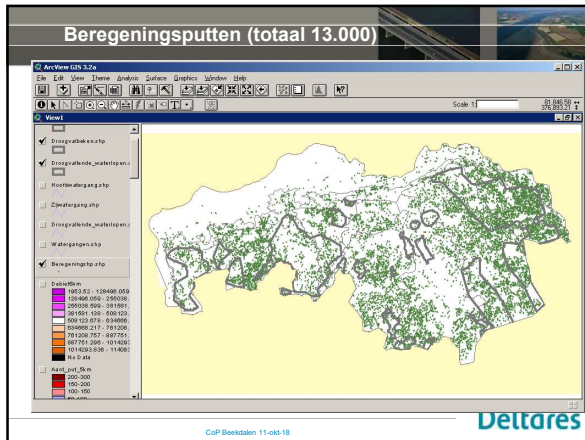
- Permanent: 0.66 miljoen per dag
- Beregening: 2.0 miljoen per dag (730 miljoen per jaar)

Tijdelijk (gedurende beregeningsperiode) ruim 3 keer zoveel grondwater onttrokken voor beregening dan drinkwaterwinningen

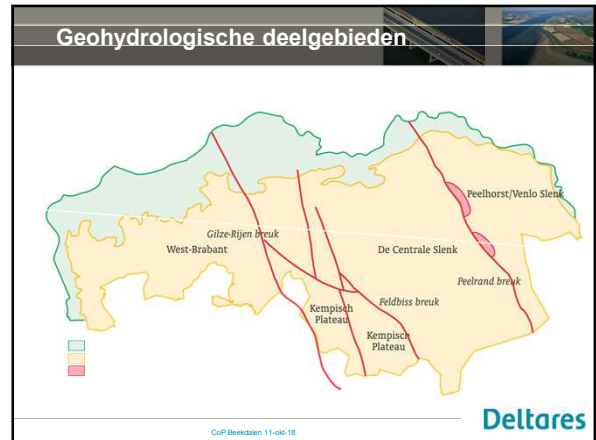
CoP Beekdalen 11-okt-18

**Deltares**

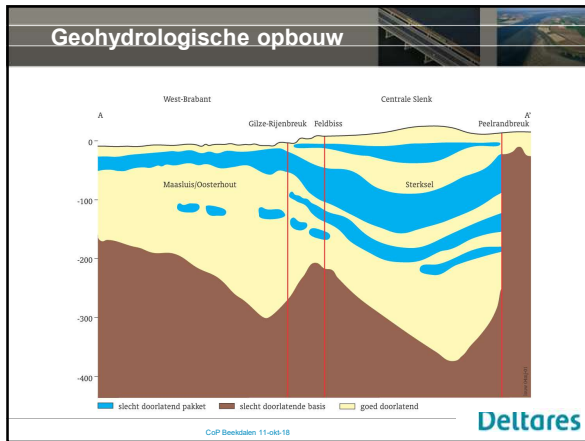
24



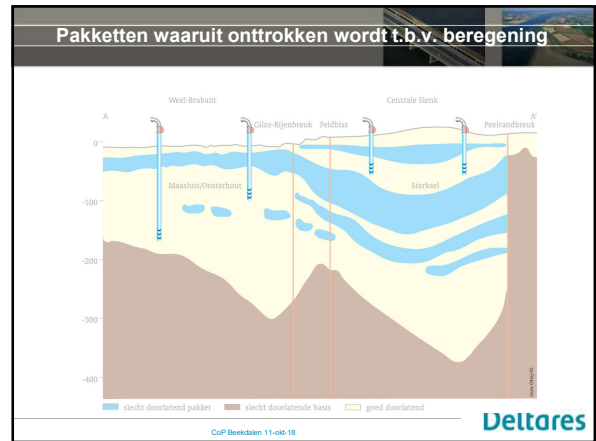
25



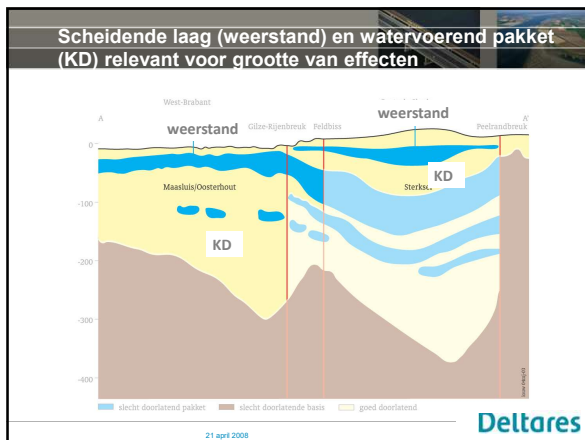
26



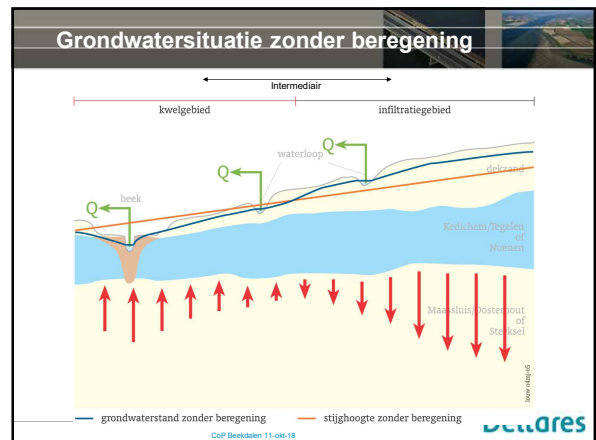
27



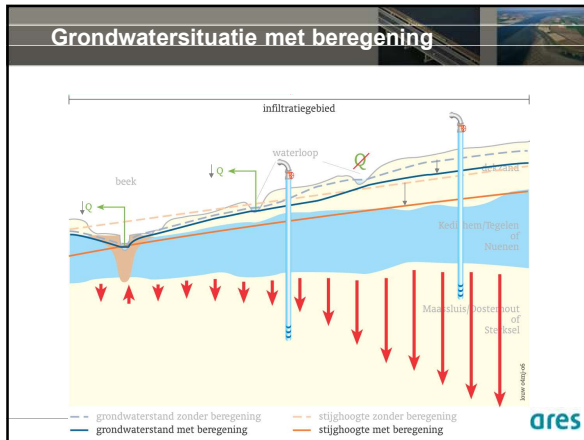
28



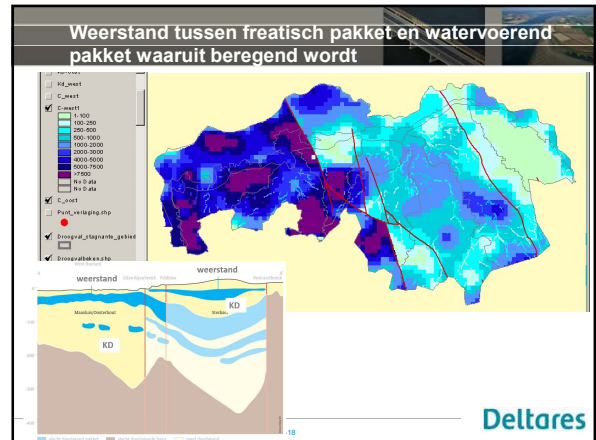
29



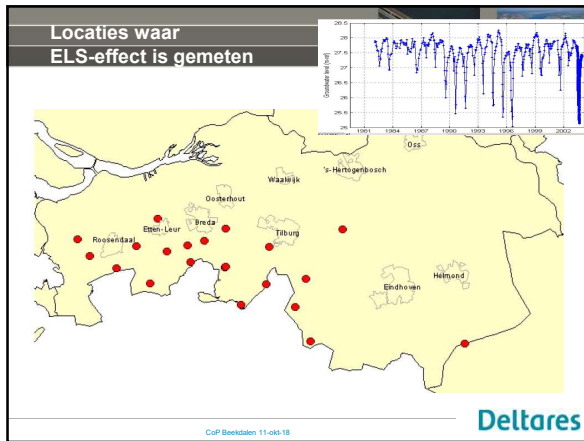
30



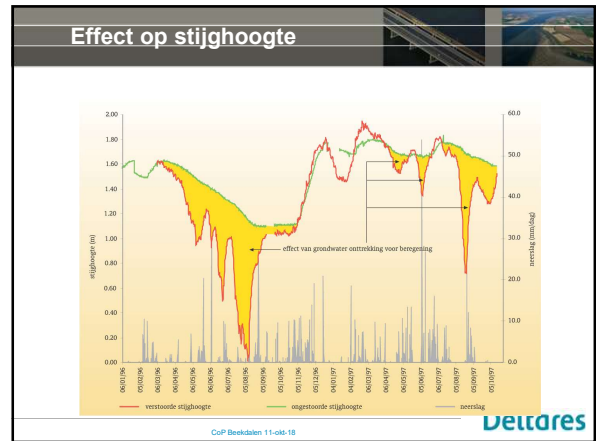
31



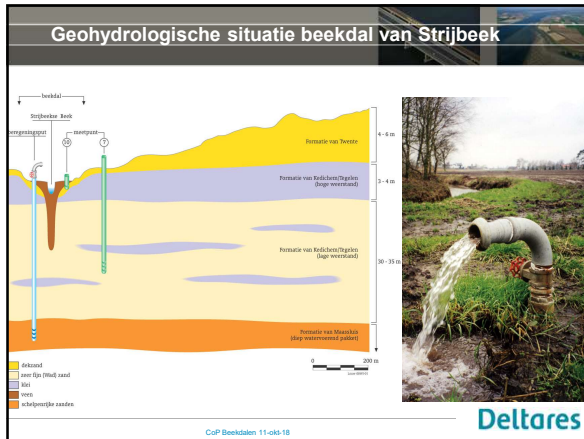
32



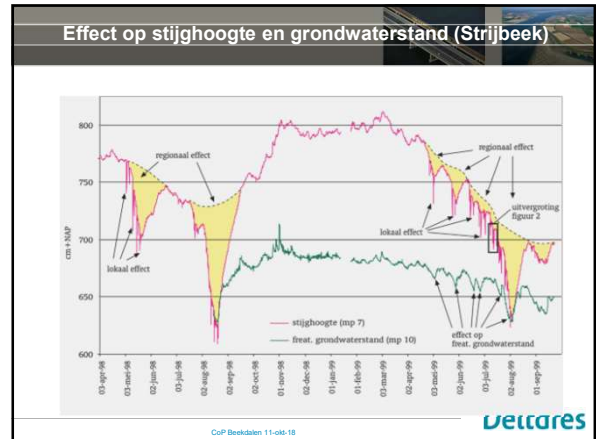
33



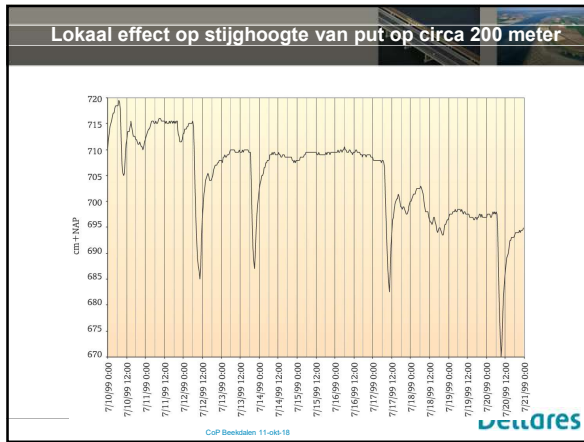
34



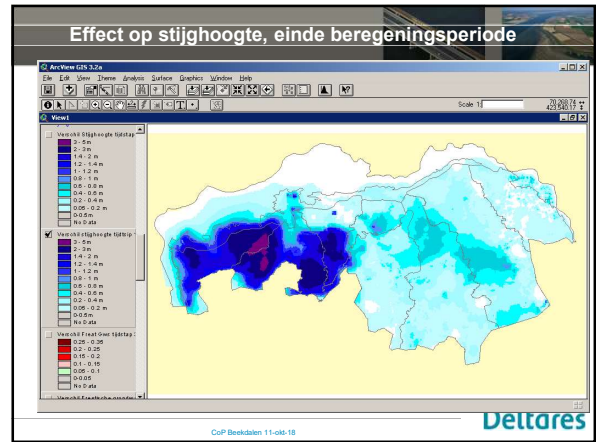
35



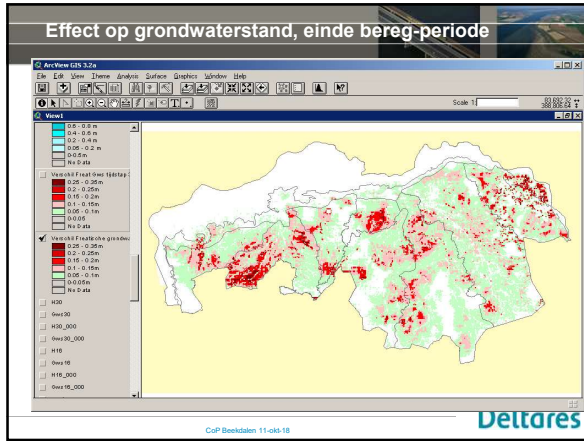
36



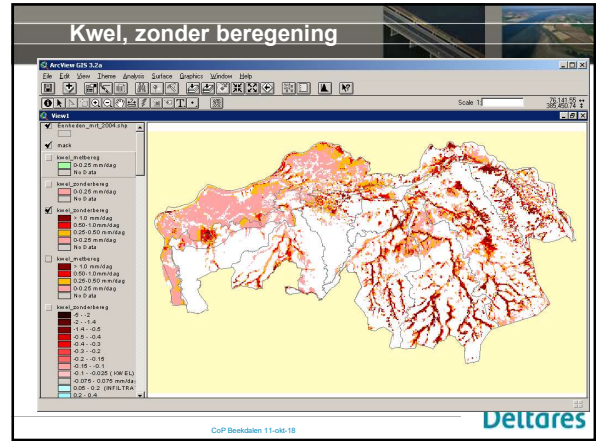
37



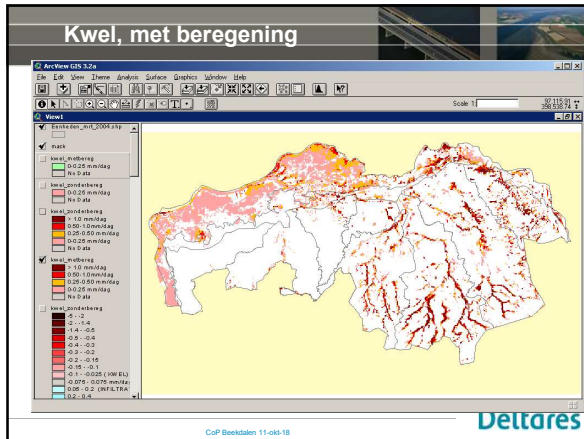
38



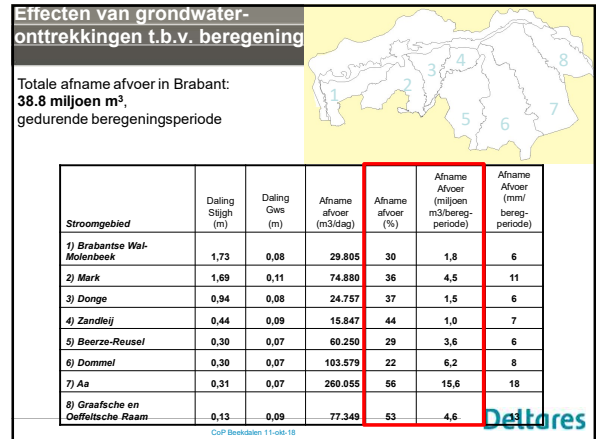
39



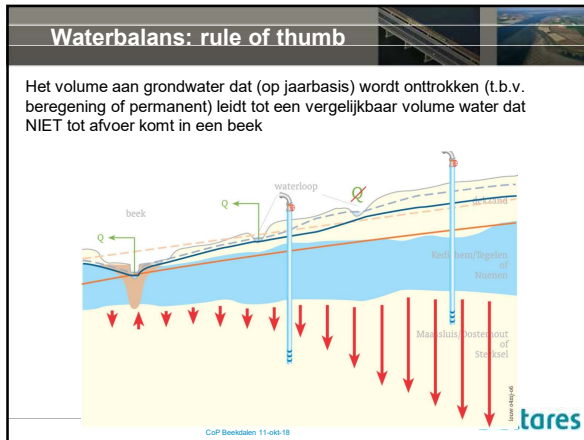
40



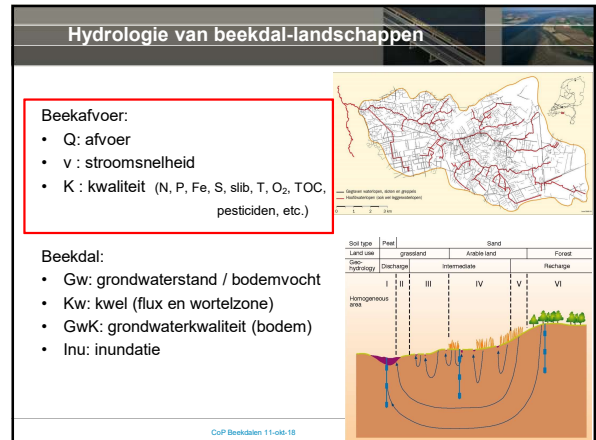
41



42



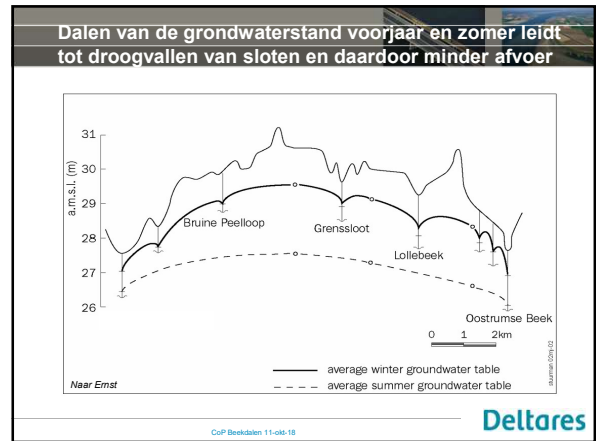
43



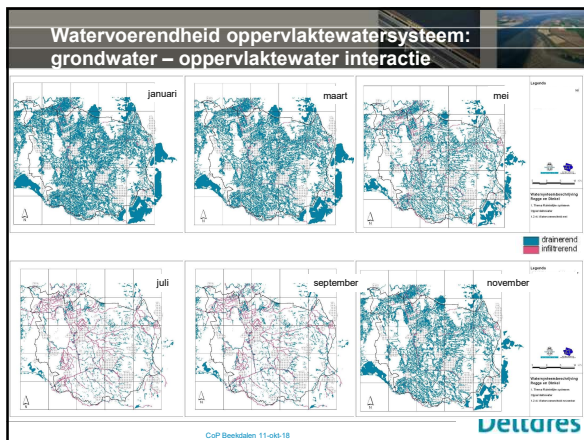
44



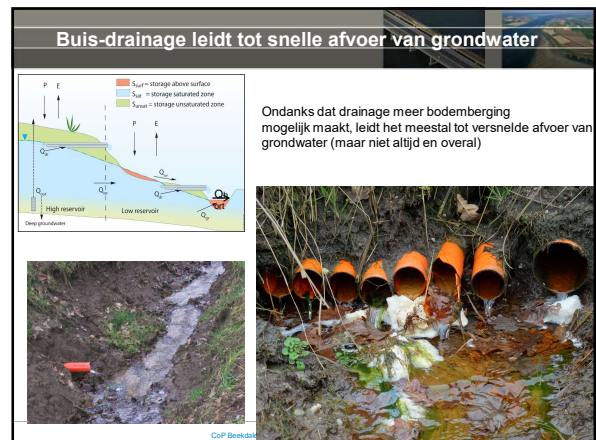
45



46

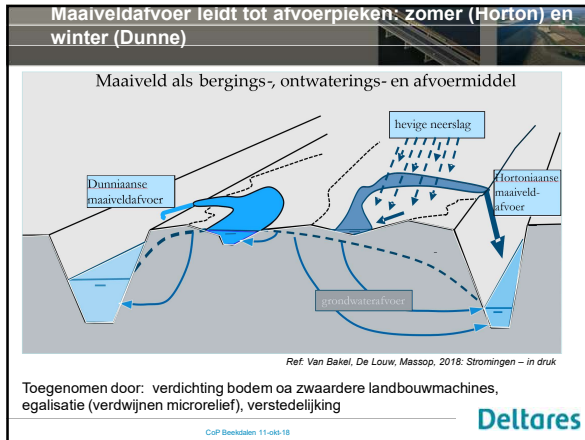


47



48





49



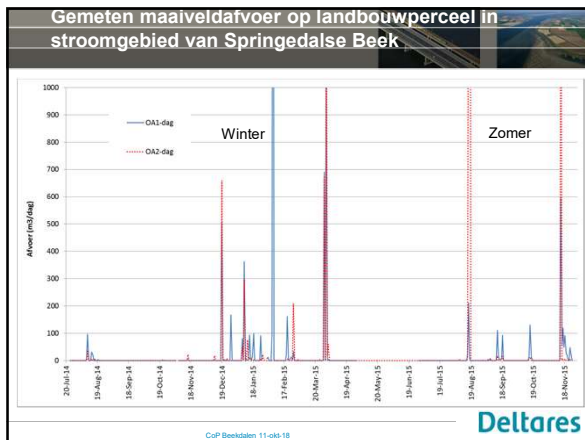
50



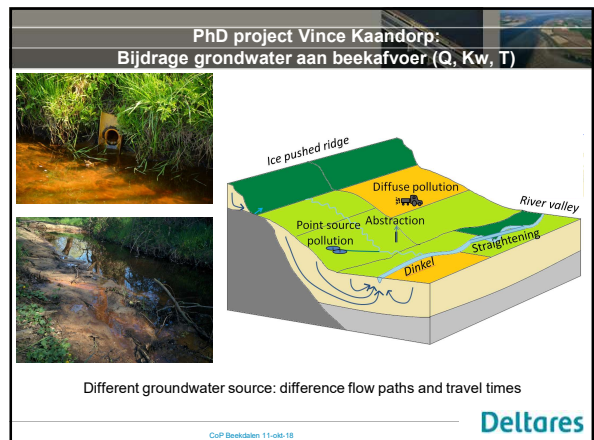
51



52




53




54

### How does groundwater influence a stream?



- Amount and timing of discharge  
*e.g. baseflow and peakflow*
- Water chemistry  
*e.g. unpolluted water input*
- Water temperature  
*buffers temperature, e.g. prevents freezing in winter*

CoP Beekdalen 11-okt-18



55

### Travel time distributions of stream flow


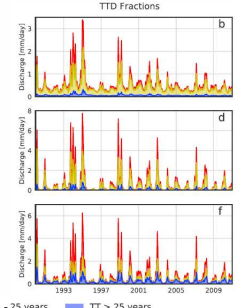




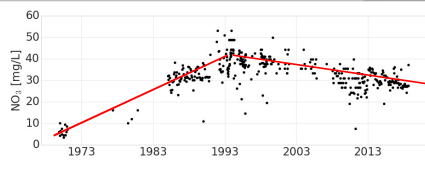
Figure 4. Three age classes of the residence time distributions and travel time distributions of the Springedalse Beek (a, b), Roelinkbeek (c, d), and Ebbeek (e, f) catchments.

Luchthoek 28-mei-2011

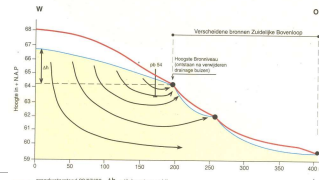


56


### Hoge NO<sub>3</sub> conc bronnen Springedalse Beek en beek zelf



Korte reistijden (5-20 jaar),  
leiden tot hoge  
concentraties, maar  
herstel ook relatief snel



CoP Beekdalen



57


### Inhoud

- Hoe werkt het watersysteem van het beekdal?
- Klimaatverandering, klimaat-robust beekdal en maatregelen.

Klimaatverandering:

- Winter natter, zomer droger
- Vaker extreme buien,
- Vaker extreme droogte,
- Hogere temperatuur

CoP Beekdalen 11-okt-18



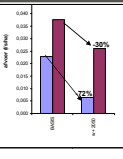
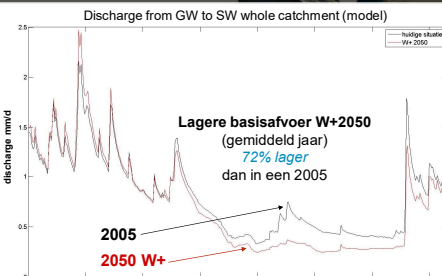
58



CoP Beekdalen 11-okt-18

59

### Effect klimaat W+ 2050 op afvoer (Twente)


Lagere basisafvoer W+2050 (gemiddeld jaar)  
**72% lager** dan in een 2005

Effect W+ 2050 scenario

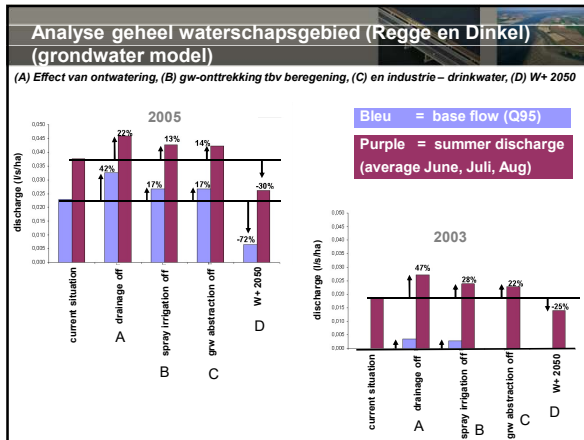
- 15% minder neerslag
- 6% meer verdamping
- 25% minder grondwateraanvulling (100 mm/jaar)

vaker droge zomers en vaker extreme buien

29 januari 2019



60



61

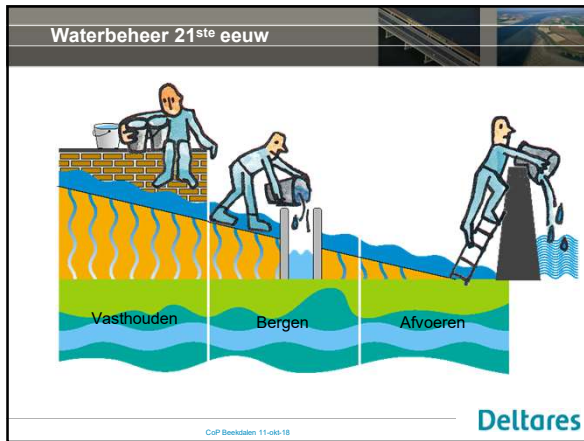
### Conclusies 'Sturen op basisafvoer'

- Effect (en grootte) beregeningsonttrekkingen in zomerseizoen gelijk aan dat van de grote onttrekkingen.
- Buisdrainage en tertiaire waterlopen hebben een relatief groot effect op de basisafvoer (42% in 2005) en op de zomerafvoer (47% in 2003 en 22% in 2005).

29 januari 2019

Deltares

62



63

### Waterconservering vs waterretentie

**Waterconserveringsmaatregelen** zijn bedoeld om grond- en oppervlaktewater zo hoog mogelijk en langer vast te houden voor **hogere basisafvoer** en **minder en lagere piekafvoeren** en om de grondwaterstand structureel te verhogen zodat de droogteschade van landbouwgewassen en verdroging van natuurgebieden wordt tegengegaan.

**Waterretentiemaatregelen** zijn bedoeld om overtollig oppervlaktewater tijdelijk te bergen om wateroverlast door overstroming te voorkomen (**minder en lagere piekafvoeren**). Deze maatregelen dienen tijdens intensieve regenbuien of in langdurige natte periodes effectief te zijn.

CoP Beekdalen 11-okt-18

Deltares

64

### Studie Vergroting Retentiewerking (2006) Modelresultaten (80 cases): conclusies

Maatregel	Piekafvoeren		Kans op Natschade	Droogte-probleem
	Q	2Q		
A: Waterconserveringstuw				
B: Sloopbodverhoging (0.5m)				
C: Sloop dempen (helft van sloten)				
D: Drainage nieuwe stijl (t.o.v. traditionele)				
E: Knijpduiker				
F: Accoladeprofiel met sloopbodverhoging				
G: Waterretentiestuw				
Creatieve maatregel: watercon. knijpduiker				

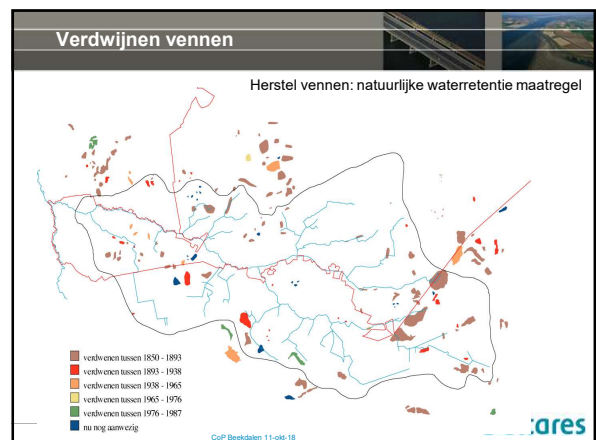
Q = Maatgevende afvoer  
2Q = 2 keer maatgevende afvoer

Maatgevende afvoer: dagafvoer die gemiddeld 1 keer per jaar wordt bereikt of overschreden

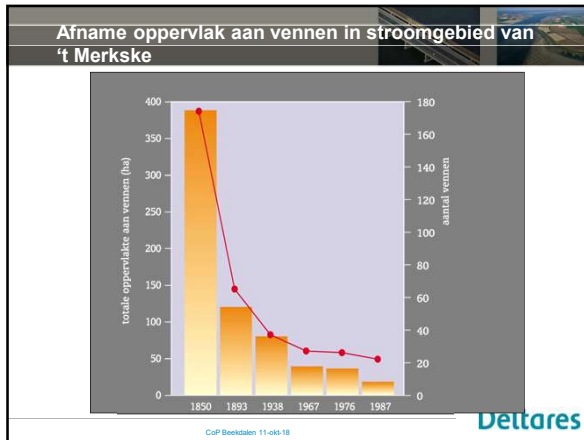
CoP Beekdalen 11-okt-18

Deltares

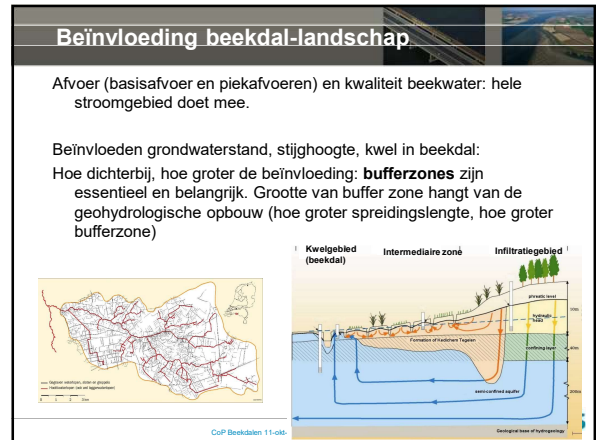
65



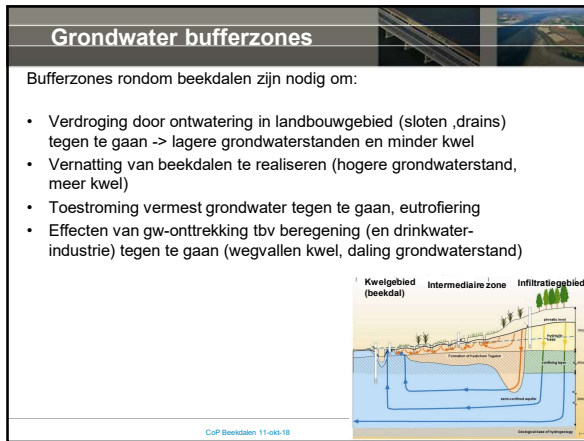
66



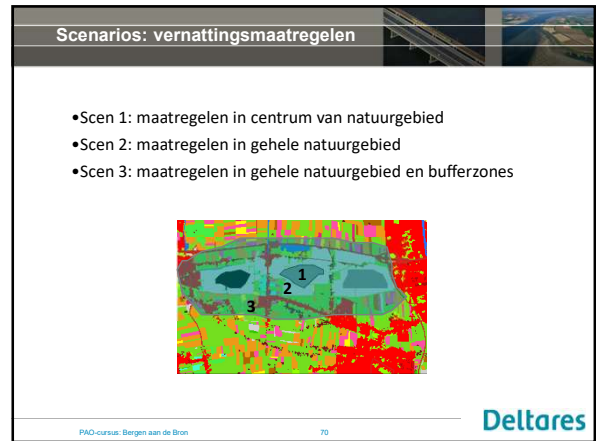
67



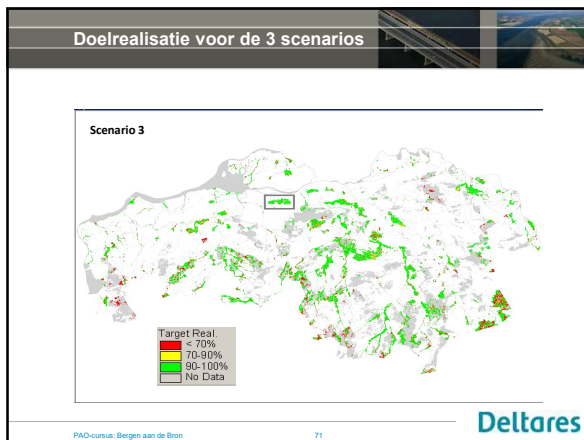
68



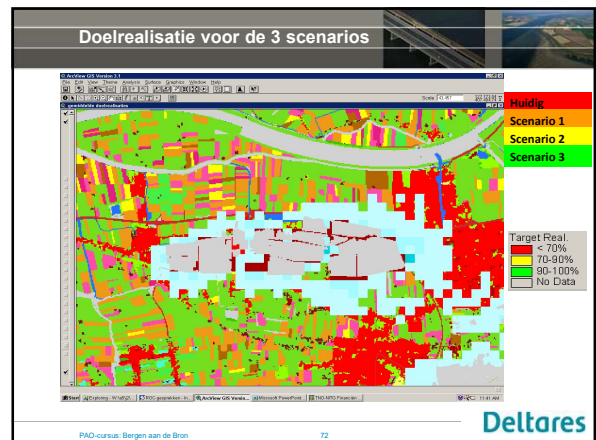
69



70



71



72

### Klimaatrobuust beekdal:

Een zo **natuurlijk mogelijk beekdal-landschap** is per definitie hydrologisch robuust

Enkele elementen:

- Gedempte afvoerdynamiek
  - Hoge basisafvoer, lage afvoerpieken
- Pieken worden opgevangen in stroomgebied en in beekdal door inundatie
- Voldoende stroomsnelheid zomer en variatie
- Geen stagnatie in beek door stuwen
- Schone beek, schone kwel, geen eutrofiering
- Hoge grondwaterstanden, ook in droge zomers
- Gedempte grondwaterdynamiek
- Voldoende kwel en kwel in de wortelzone
- Gematigde temperatuurdynamiek

CoP Beekdalen 11-okt-18

73

### Naar klimaat-robust beekdal-landschap

Een zo natuurlijk mogelijk beekdal-landschap is per definitie **hydrologisch robuust**

Beekdalen zijn echter al sterk aangetast, en daardoor **niet robuust** en klimaatverandering komt daar nog eens overheen.

Begrijp het watersysteem en respecteer de **natuurlijke processen** en probeer die zo goed mogelijk te herstellen.

Voor herstel van alle aspecten van het hydrologisch systeem van een beekdal (piekafvoer, basisafvoer, schone beek, schone kwel, hoge grondwaterstanden, etc.) zijn acties in het **gehele stroomgebied** vereist.

Ook is **integrale aanpak** nodig (kwantiteit, kwaliteit, grondwater, oppervlaktewater); sommige maatregelen werken elkaar tegen en sommige versterken elkaar (niet altijd eenduidig)

CoP Beekdalen 11-okt-18

74

### Lumbricus

Onderzoeksprogramma voor een klimaatrobuust bodem- en watersysteem.

Wellend Water  
Richt zich op het optimaliseren van de waterhuishouding van een stroomgebied waarbij alle wateropgaven in samenhang worden aangepakt

CoP Beekdalen 11

75

### Aanbevolen info

Preadvis Beekdallandschappen

Kwaliteits, basisafvoeren en kennisvragen voor natuurherstel in beekdalen

218 Pagina's, 0 Documenten, 218 Pagina's, 0 Documenten, 218 Pagina's, 0 Documenten, 218 Pagina's, 0 Documenten

Minicurus beekhydrologie v2 (augustus 2018)  
45 weergaven

Stowa  
Gepubliceerd op 27 aug. 2018

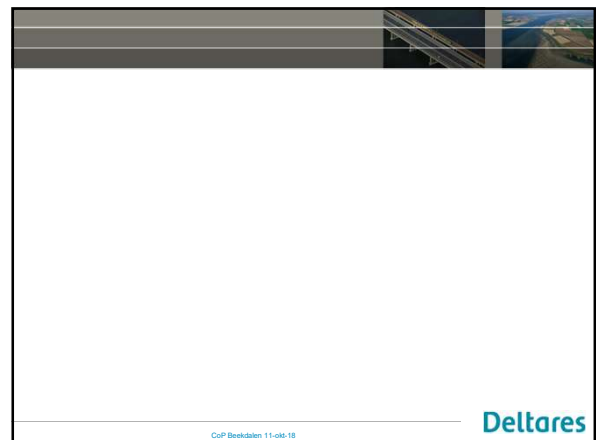
Claudia Brauer (WUR)  
<https://www.youtube.com/watch?v=1Tj9UacN82E>

CoP Beekdalen 11-okt-18

76



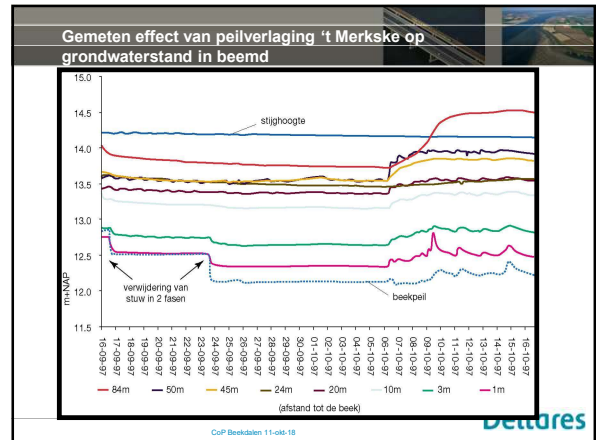
77



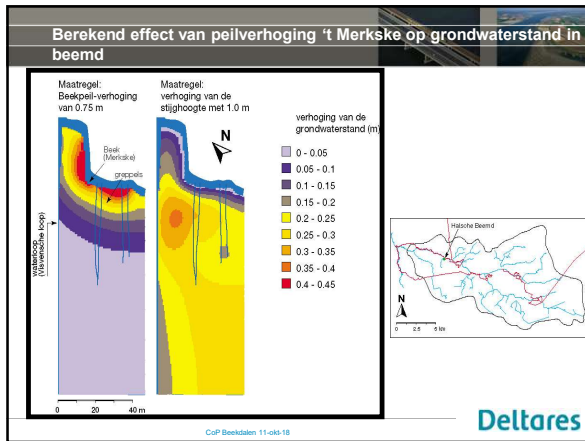
78



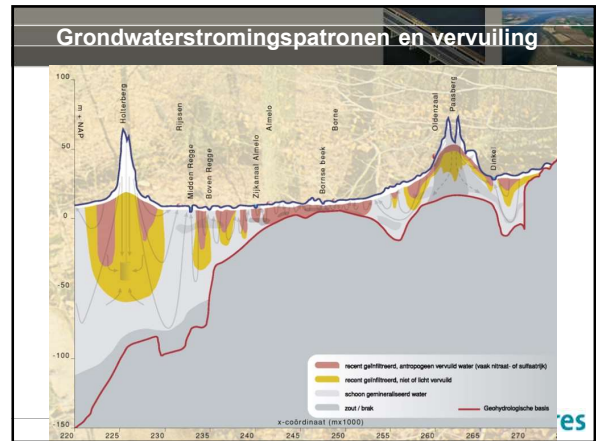
79



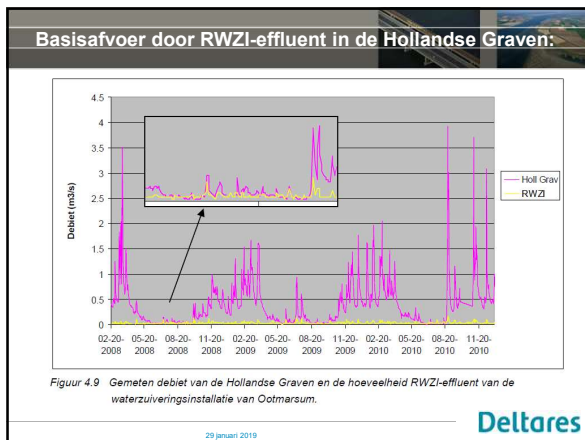
80



81



82



83

### Waarom Bergen aan de Bron?

We hebben te maken met:

- **Verdroging** van landbouw- en natuurgebieden (te lage grondwaterstanden, minder of geen kwel)
- **Wateroverlast**: Water te snel naar de zee (toename van piekafvoeren, lagere basisafvoer)
- **Klimaatverandering** (intensievere buien, toename droogte)

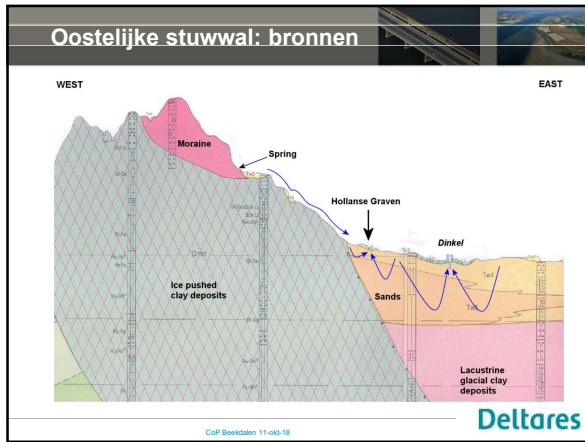
Oorzaken:

- Intensievere ont- en afwatering (meer en diepere sloten, drainage)
- Verdwijnen vennen
- Toename grondwateronttrekking (drinkwater, industrie, beregening)
- Verstedelijking
- Toename broeikasgassen, klimaatverandering

PAD-cursus: Bergen aan de Bron

Deltares

84



85