symposium bodem breed

Sessie 5.3

Van innovatieve techniek naar praktijk

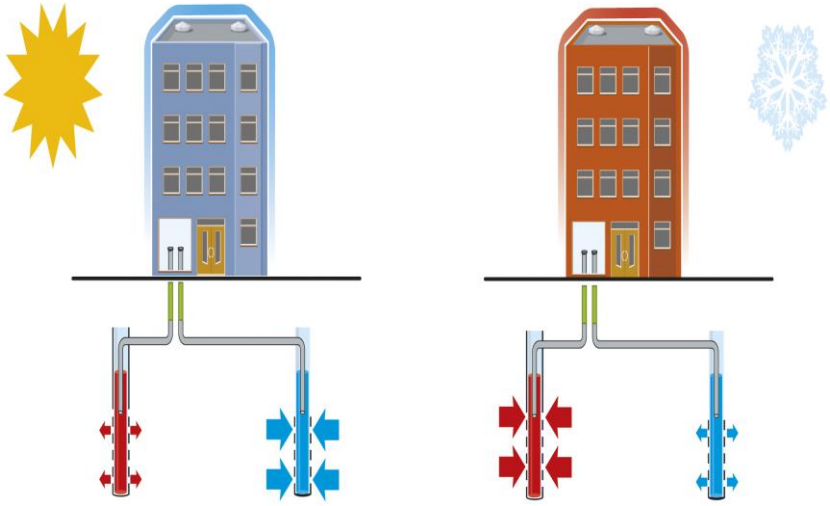
9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

symposium bodem breed

expertise bodem en ondergrond

Een mooi koppel: Duurzame energie in de stad en grondwaterkwaliteitsverbetering!

Maar: hoe implementeren we dit?



bioclear earth

Deltares

Enabling Delta Life

Inhoud

- Start 4 jaar geleden: WKO+
- Drie pilots, met resultaten
- Conclusie over het concept WKO+
- Maar nu?
  Waar ligt de ambitie en hoe pakken we dit verder op
- Discussiepunten

9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

symposium bodem breed
expertise bodem en ondergrond

Financiering en partners

brabant Water

bioclear earth

T&K service

Apeldoorn

's-Hertogenbosch

Gemeente Utrecht

Provincie Noord-Brabant

Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

WAGENINGEN UR
For quality of life

if

REGION H
The Capital Region of Denmark

Deltares
Enabling Delta Life

RAMBOLL

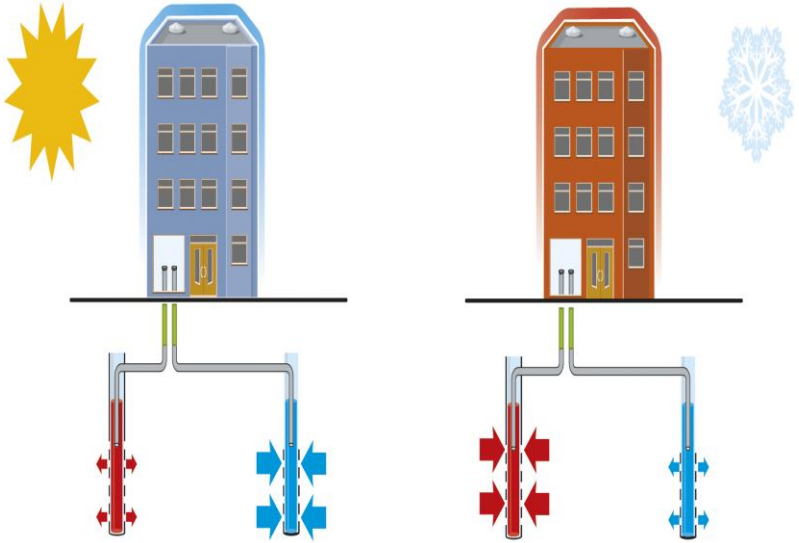
eit Climate-KIC

9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

symposium bodem breed

expertise bodem en ondergrond

Uitdaging én kans



- Duurzame stedelijke ontwikkeling
- Verbetering grondwaterkwaliteit en risicoreductie
- Duurzame energie

bioclear earth

Deltares
Enabling Delta Life

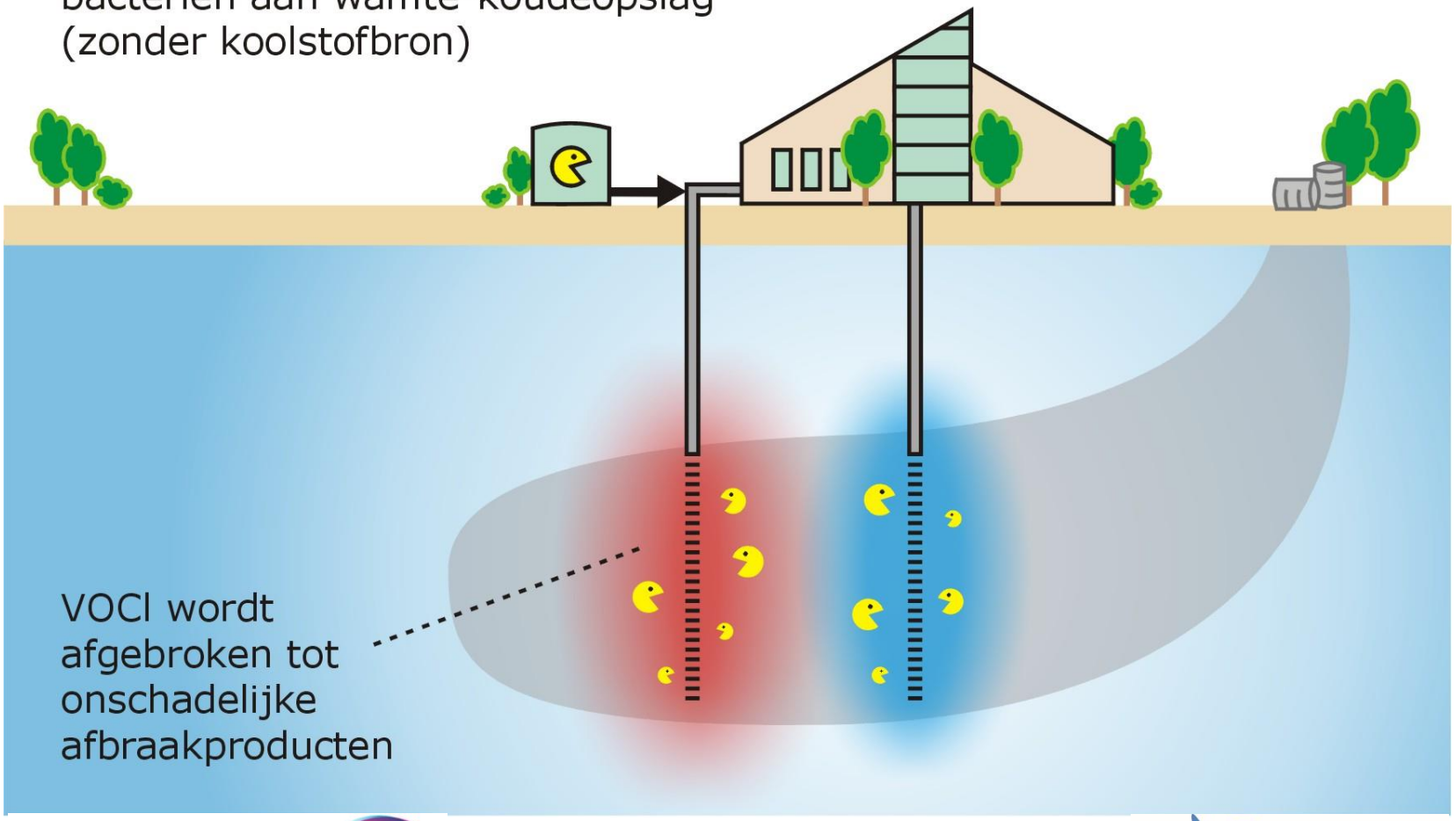
9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

symposium bodem breed

expertise bodem en ondergrond

Concept WKO+

Dosering van dechlorerende bacteriën aan wamte-koudeopslag (zonder koolstofbron)



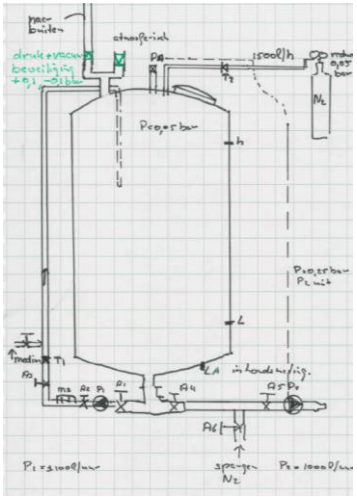
bioclear earth

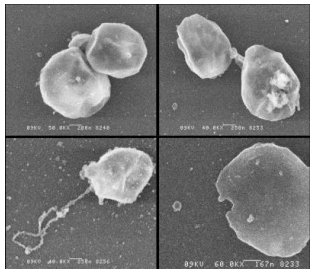
brabant Water

T&K service

Kweekbioreactor

Off-site anaerobe bioreactor, 10 m^3



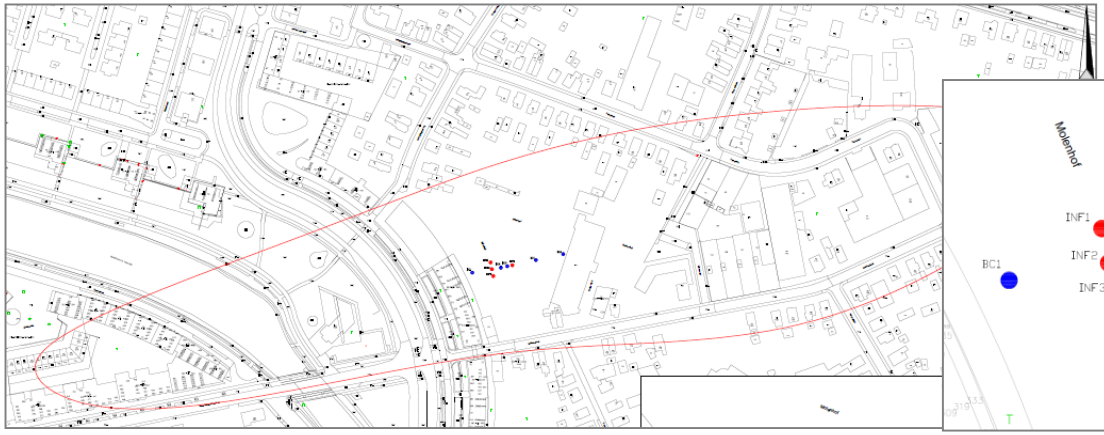


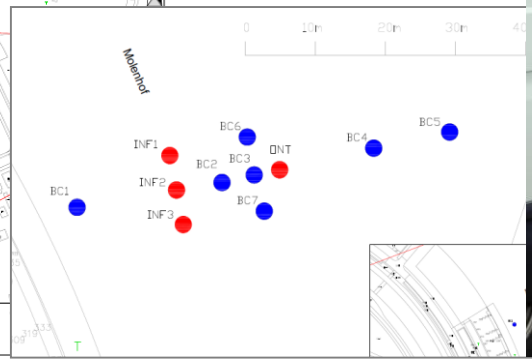
Kweek 100 miljoen DHC/ml

Transport in IBC,klaar voor injectie

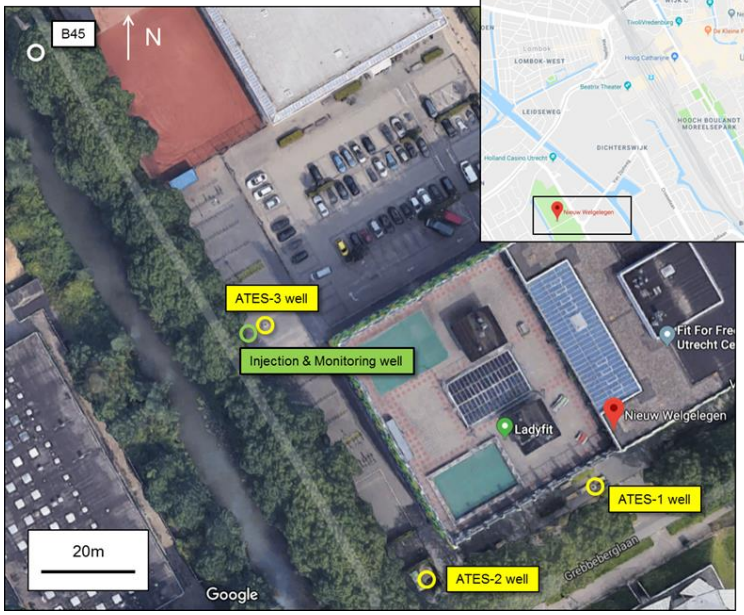
Drie pilots

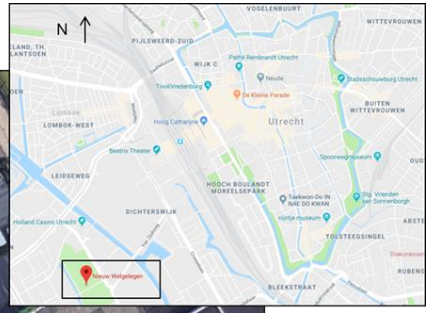
Apeldoorn





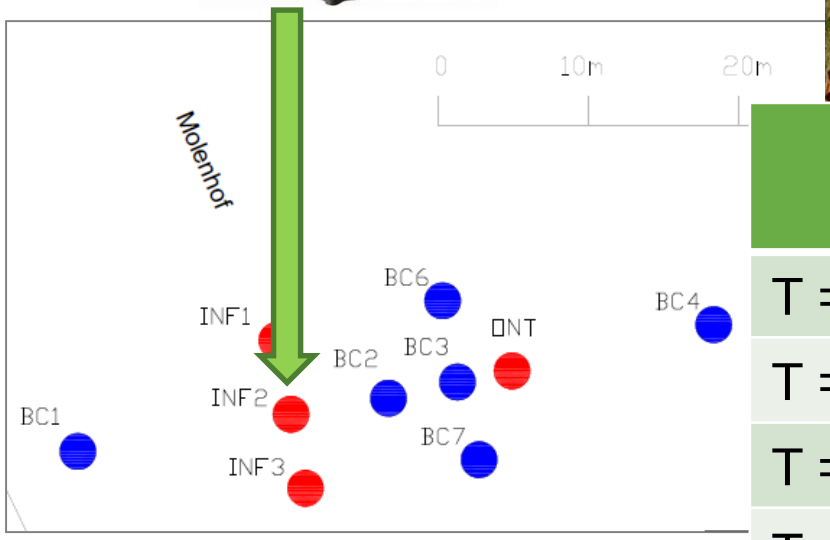
Utrecht





Birkerød/Kopenhagen

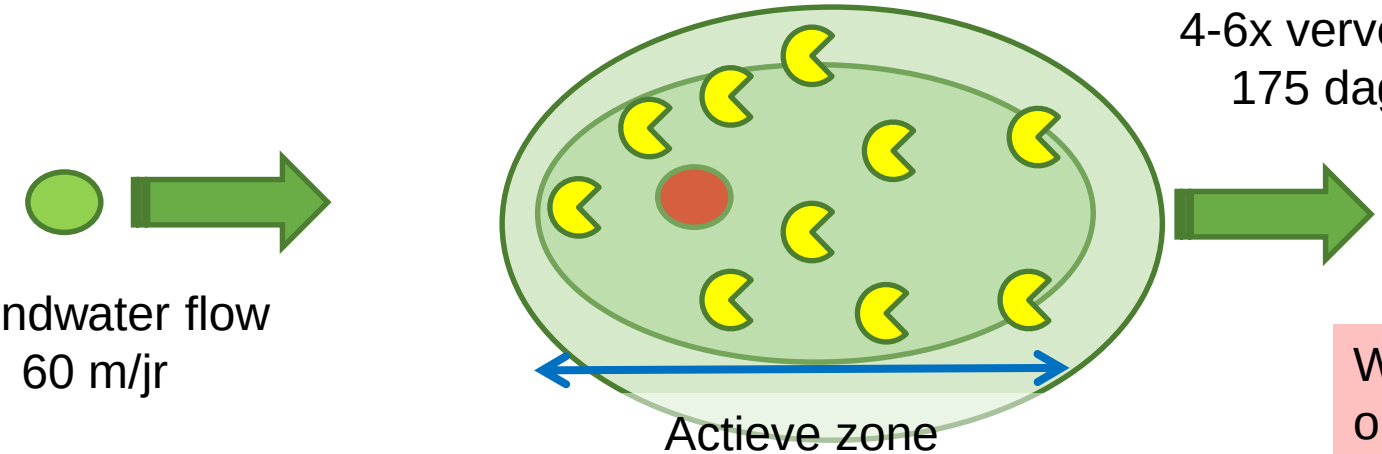
APELDOORN



	DHC in gw (DHC/ml)	DHC in grond (DHC/gr)
T = -10 d	$7x10^1$	$1.8x10^4$
T = 19 d	$1.7x10^4$	$1.4x10^5$
T = 54 d	$1.8x10^5$	$2.4x10^6$
T = 97 d	$4.8x10^4$	$1.2x10^7$
T = 637 d (inj)	$8.0x10^5$	$2.0x10^6$
T = 637 d (str)	$5.0x10^6$	$8.0x10^6$

Stroomafwaarts van injectie

Actieve zone
4-6x ververst in
175 dagen



Grondwater flow
60 m/jr

Actieve zone
biobarrière, 4-6 meter,
verblijftijd = 25-50 dagen

Instromend water
op T=175 dagen:

VOCl	670 µg/l
Dechloreringsgraad	63%
Bromide	<0.3 mg/l
SO_4	18 mg/l
TOC	7,5 mg/l

Water in actieve zone
op T= 175 dagen:

VOCl	1 µg/l
Dechloreringsgraad	99%
Bromide	<0.3 mg/l
SO_4	16 mg/l
TOC	4,5 mg/l

Water achter actieve zone
op T= 637 dagen:

VOCl	1 µg/l
Dechloreringsgraad	86%

In: 280 µg/l c-DCE en
88 µg/l VC, 33 µg/l etheen
en 1 µg/l ethaan

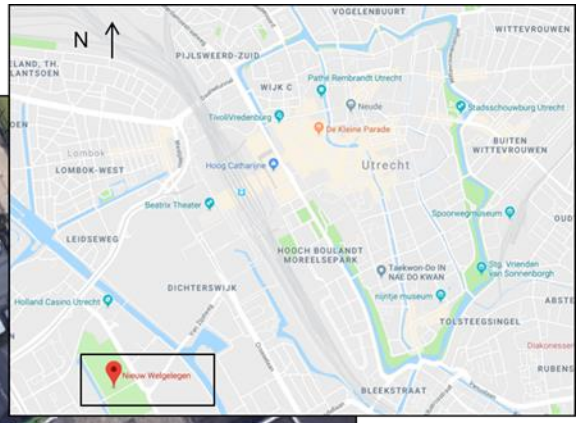
Uit: 56 µg/l c-DCE en
32 µg/l VC, 17 µg/l etheen
en 88 µg/l ethaan

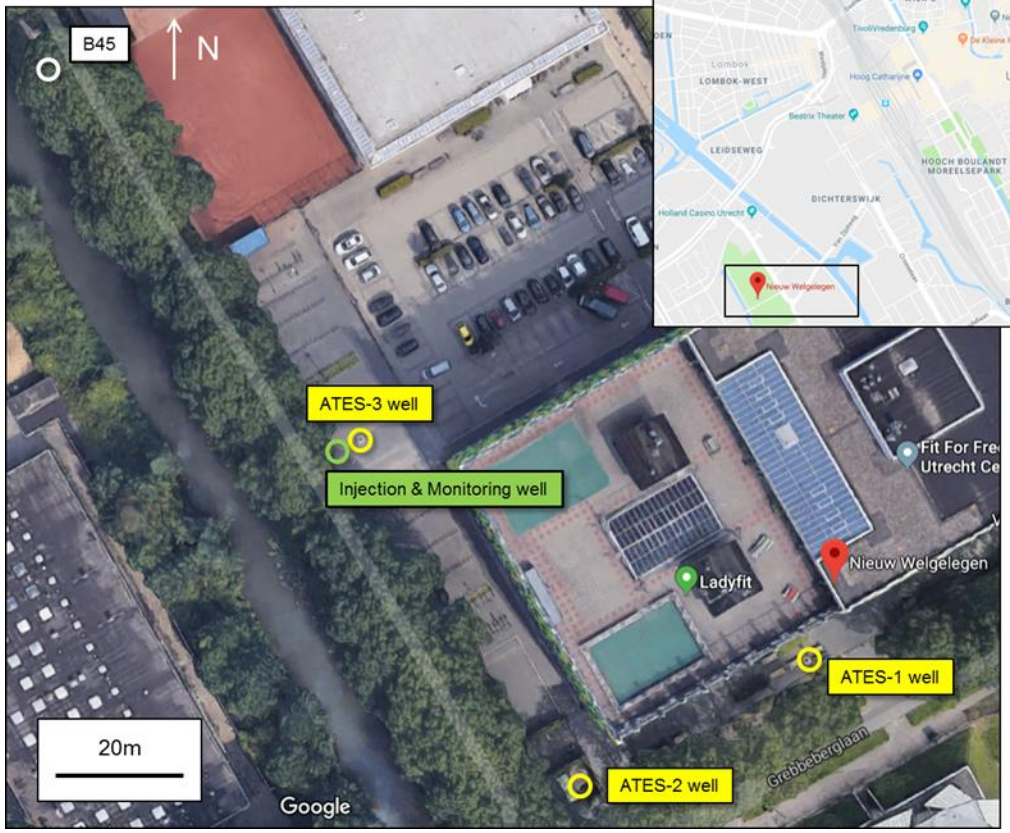
9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

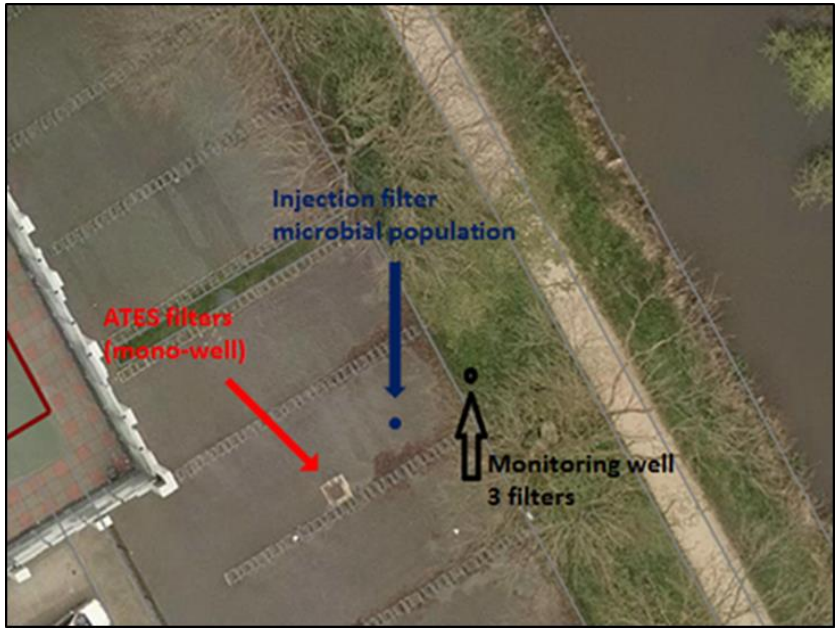
symposium bodem breed

expertise bodem en ondergrond

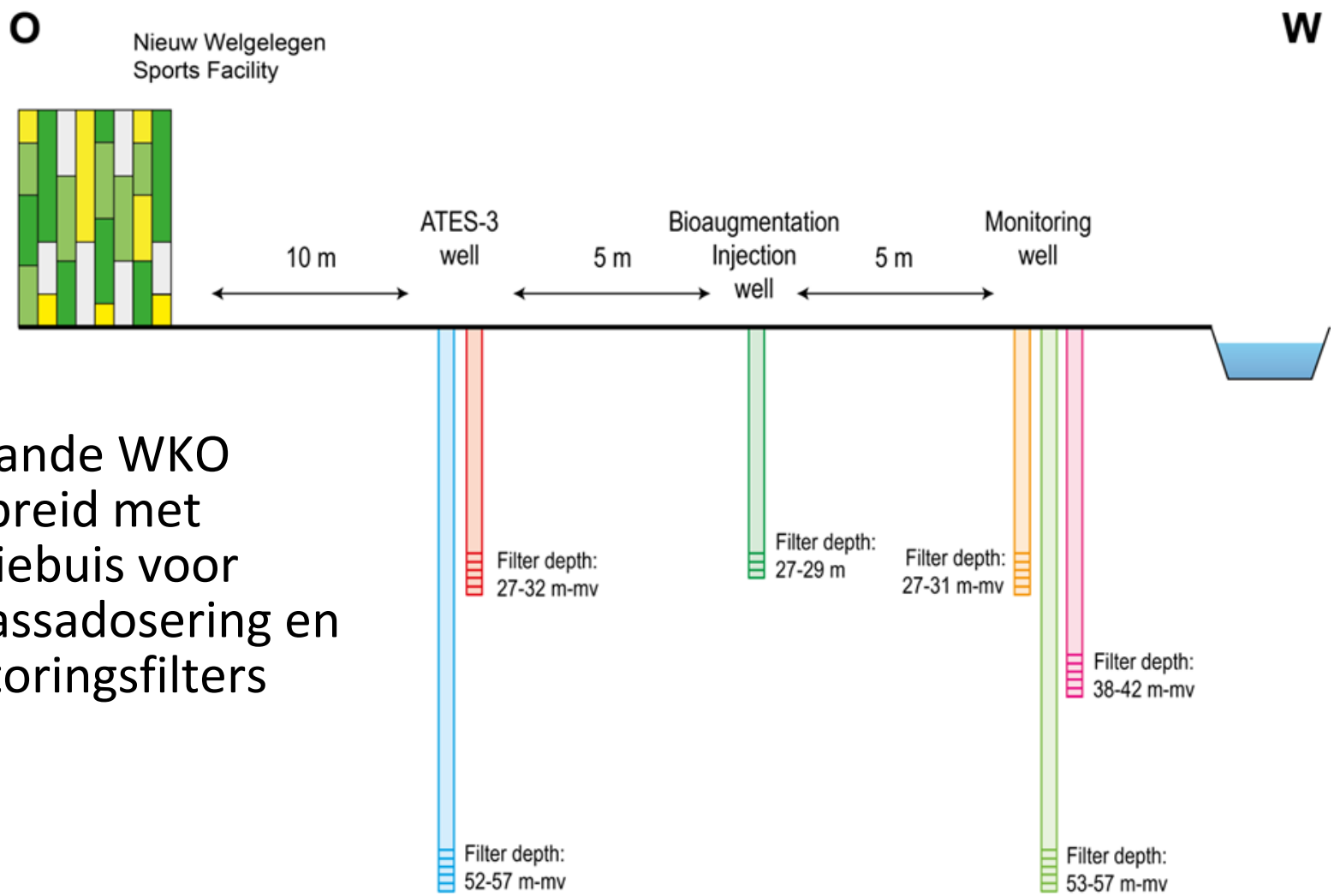
Demonstratie WKO+ in Utrecht







Schematische weergave



Bestaande WKO uitgebreid met injectiebuis voor biomassadosering en monitoringsfilters

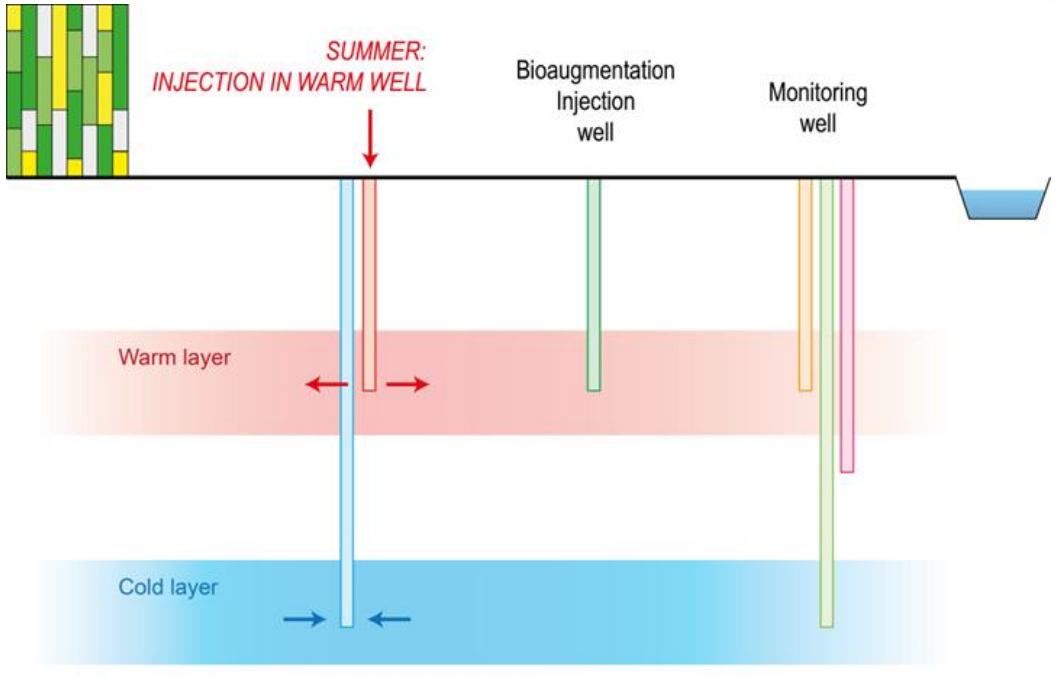
9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

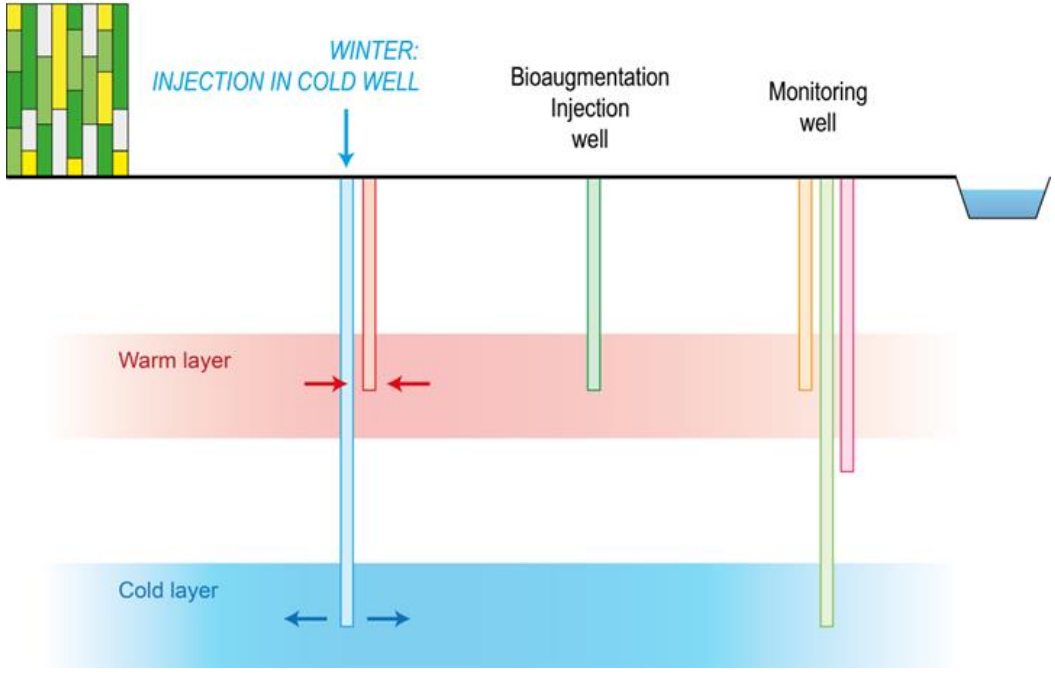
symposium bodem breed

expertise bodem en ondergrond

Werking systeem, volgens ontwerp.

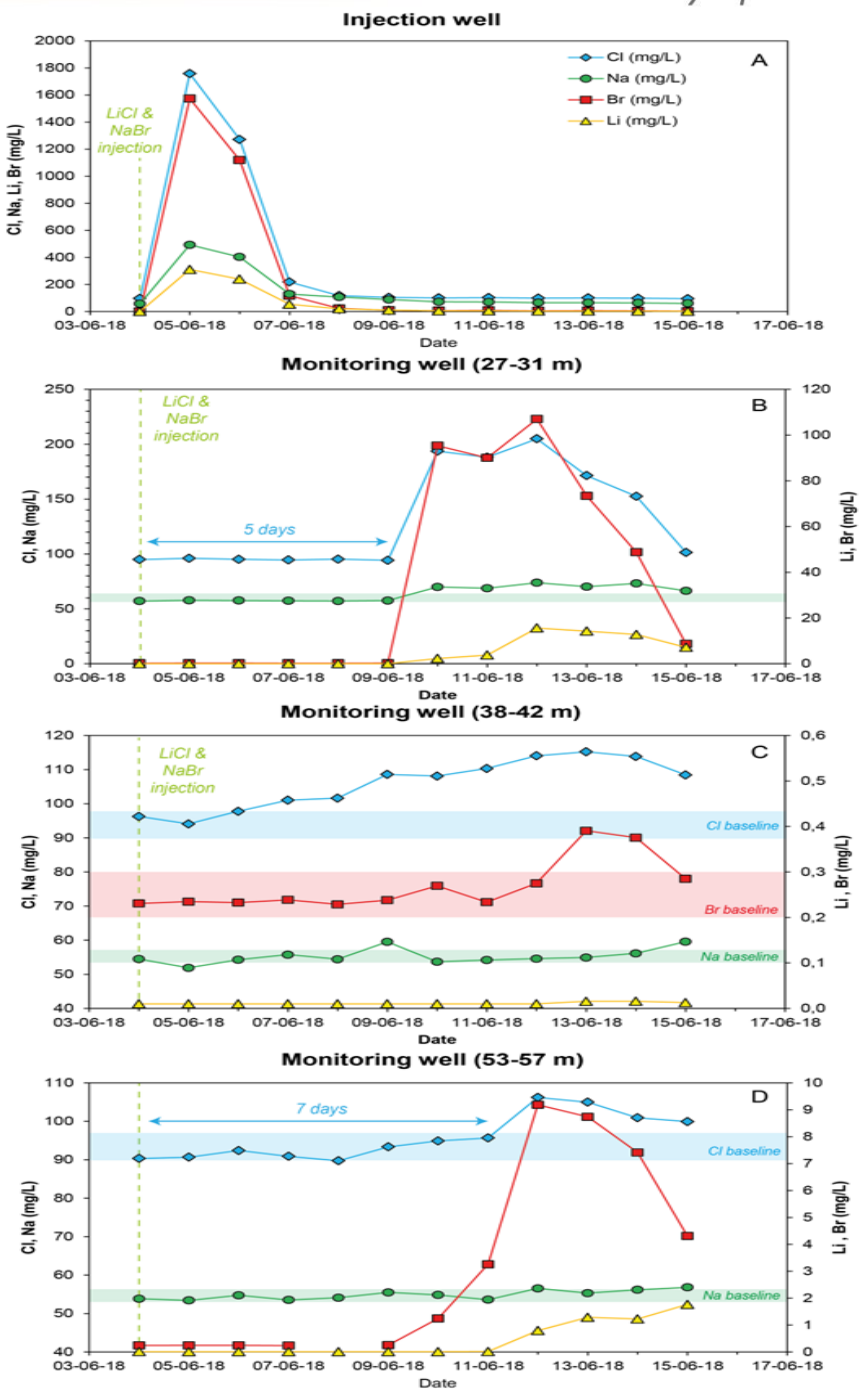
Effect van bacterie-injectie vooral te verwachten in bovenste monitoringsfilter



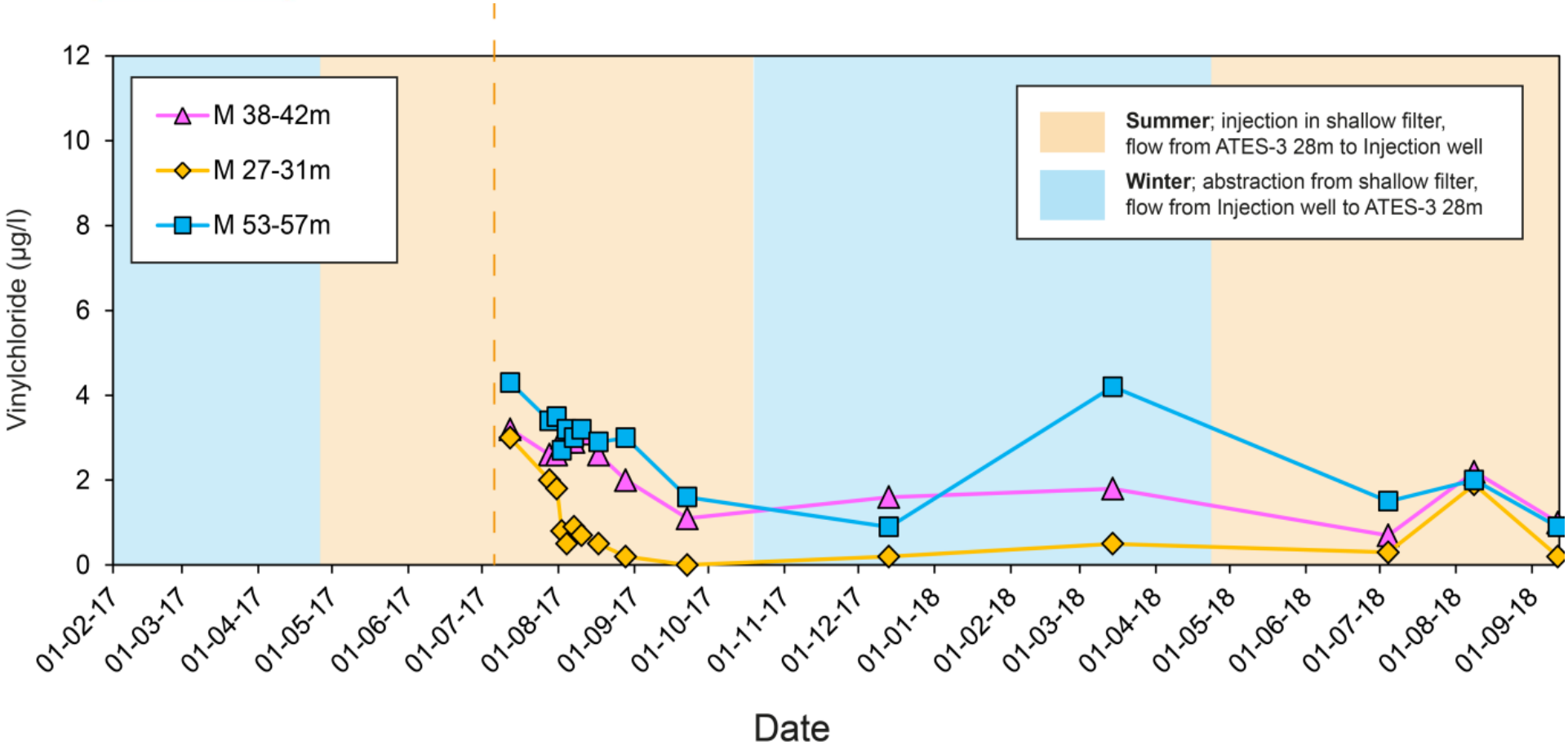


symposium bodem breed

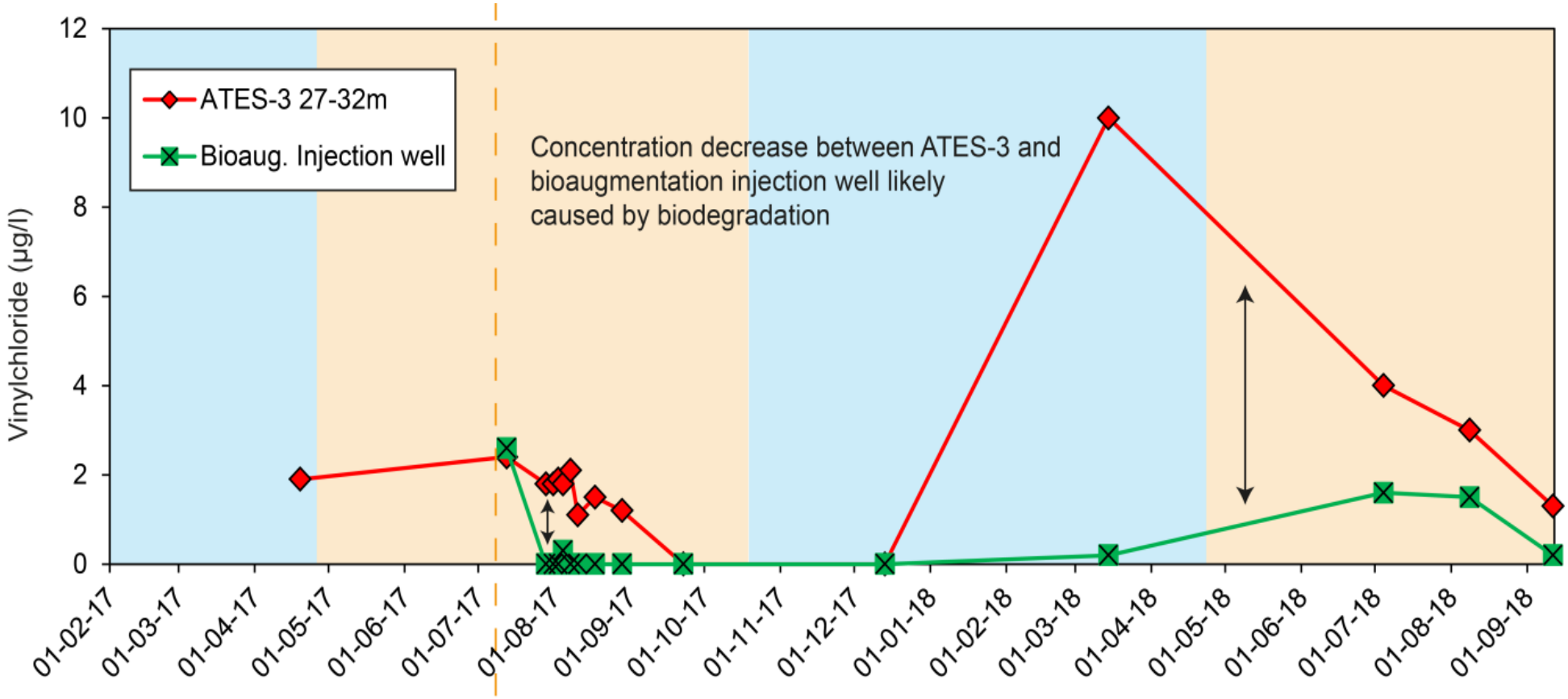
expertise bodem en ondergrond



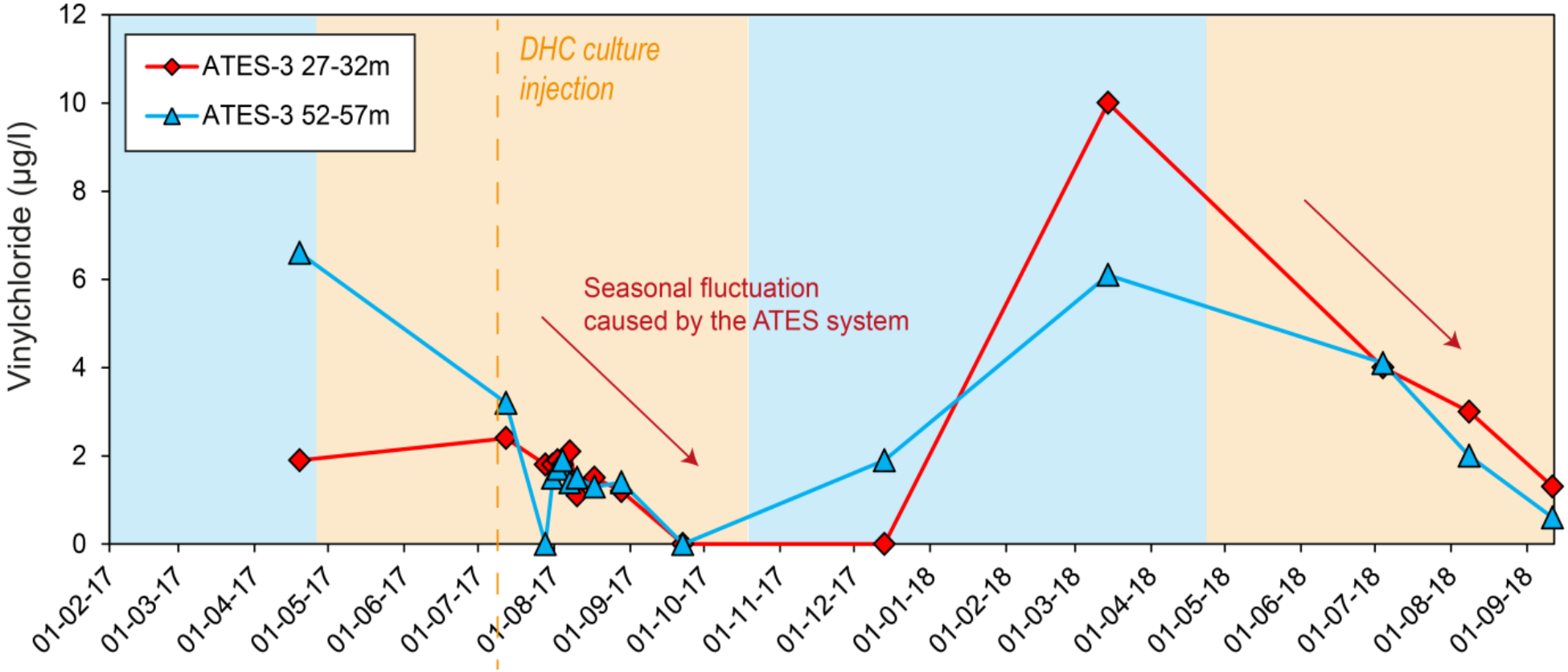
Maar volgens tracertesten ook beïnvloeding diepere lagen



Effect tpv monitoringfilters in alle 3 lagen, ook na omkeren van stromingsrichting in de winter en in volgende zomerseizoen. Afbraak bevestigd door productie van etheen en ethaan (niet in deze grafiek).

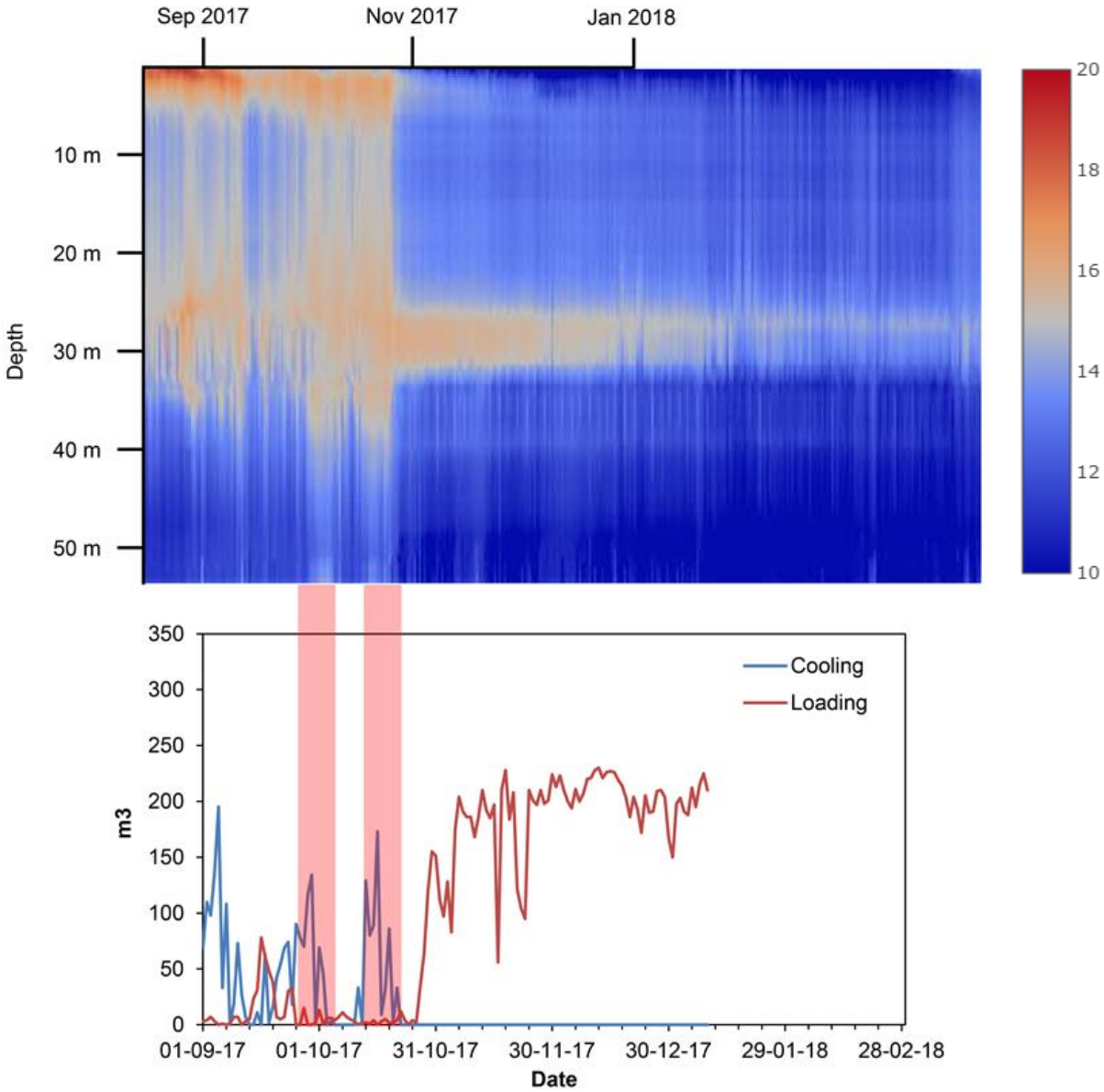


Ook al effect tpv infiltratiefilter micro-organismen.
Duidelijk verschil met WKO-filter, maar ook daar gaan de VC- concentraties omlaag.



Behalve natuurlijke fluctuaties ook tpv WKO-filters effect inbrengen van Dehalococcoïdes?

Effect tpv WKO-filters **goed mogelijk** want bij hoge verpompte debieten is er kortsluitstroming, zoals blijkt uit temperatuurprofielen

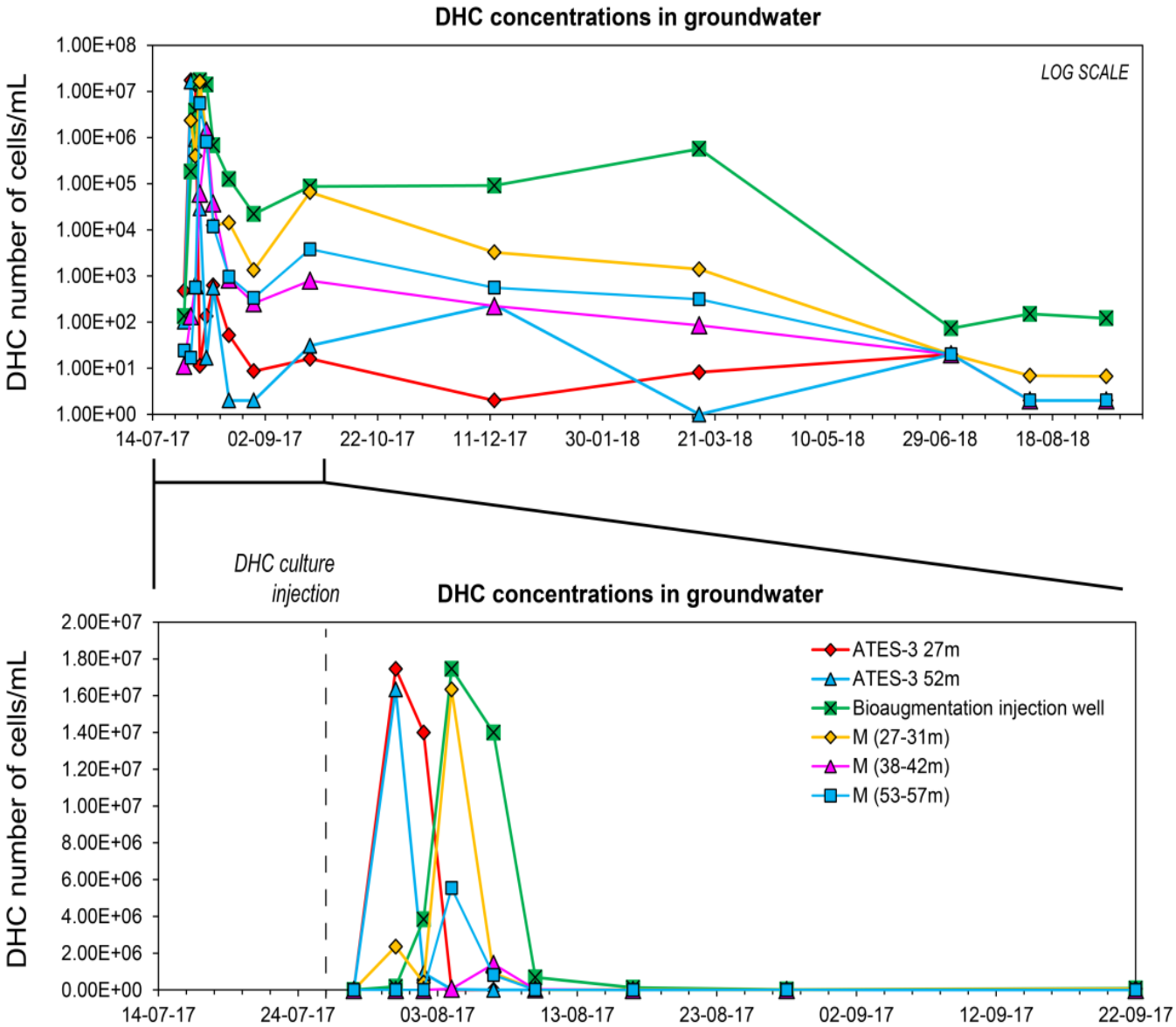


9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

symposium bodem breed

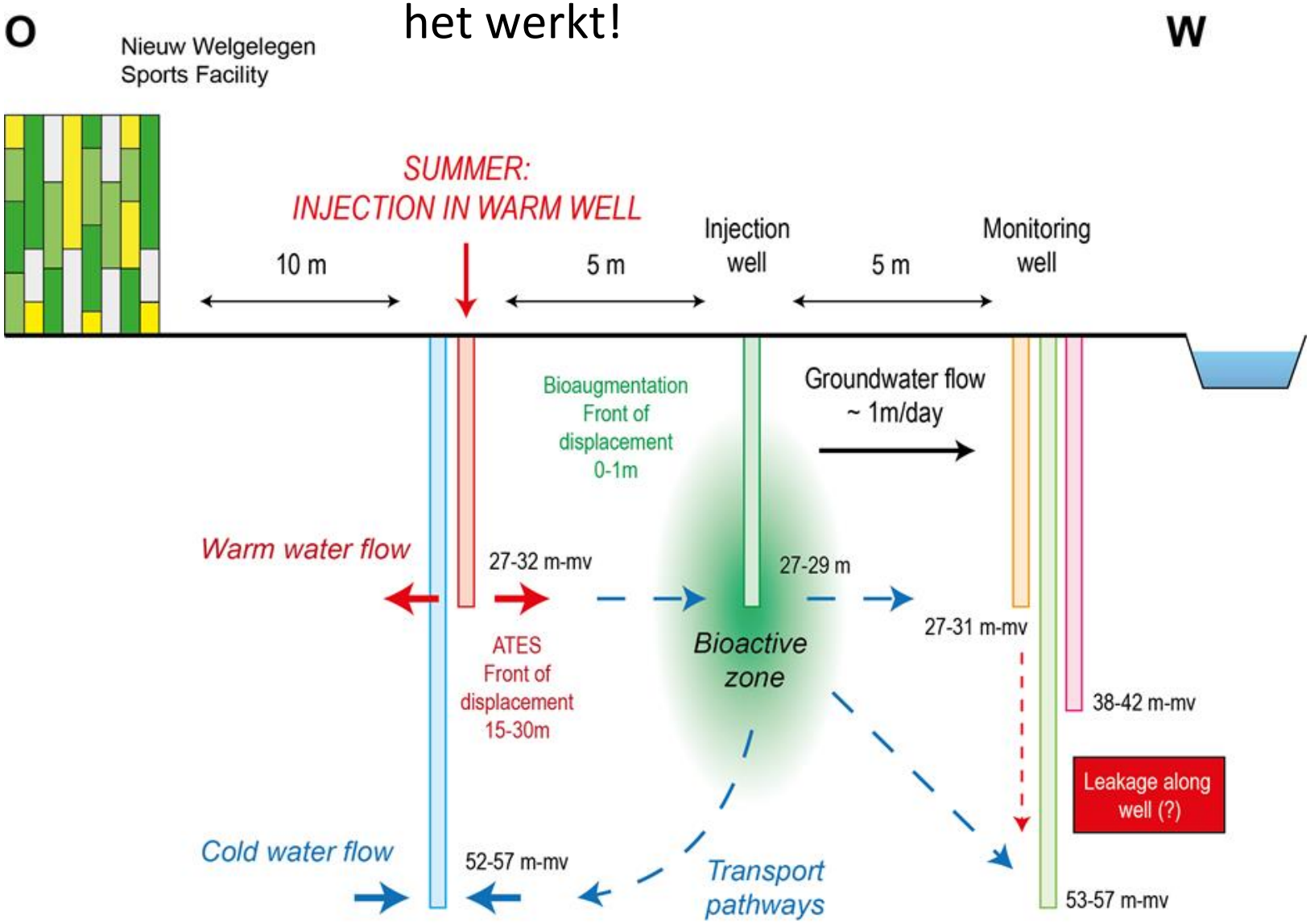
expertise bodem en ondergrond

Na een jaar nog steeds Dehalococcoïdes aan-wezig in injectiezone. Ook in grond (niet in deze grafiek).

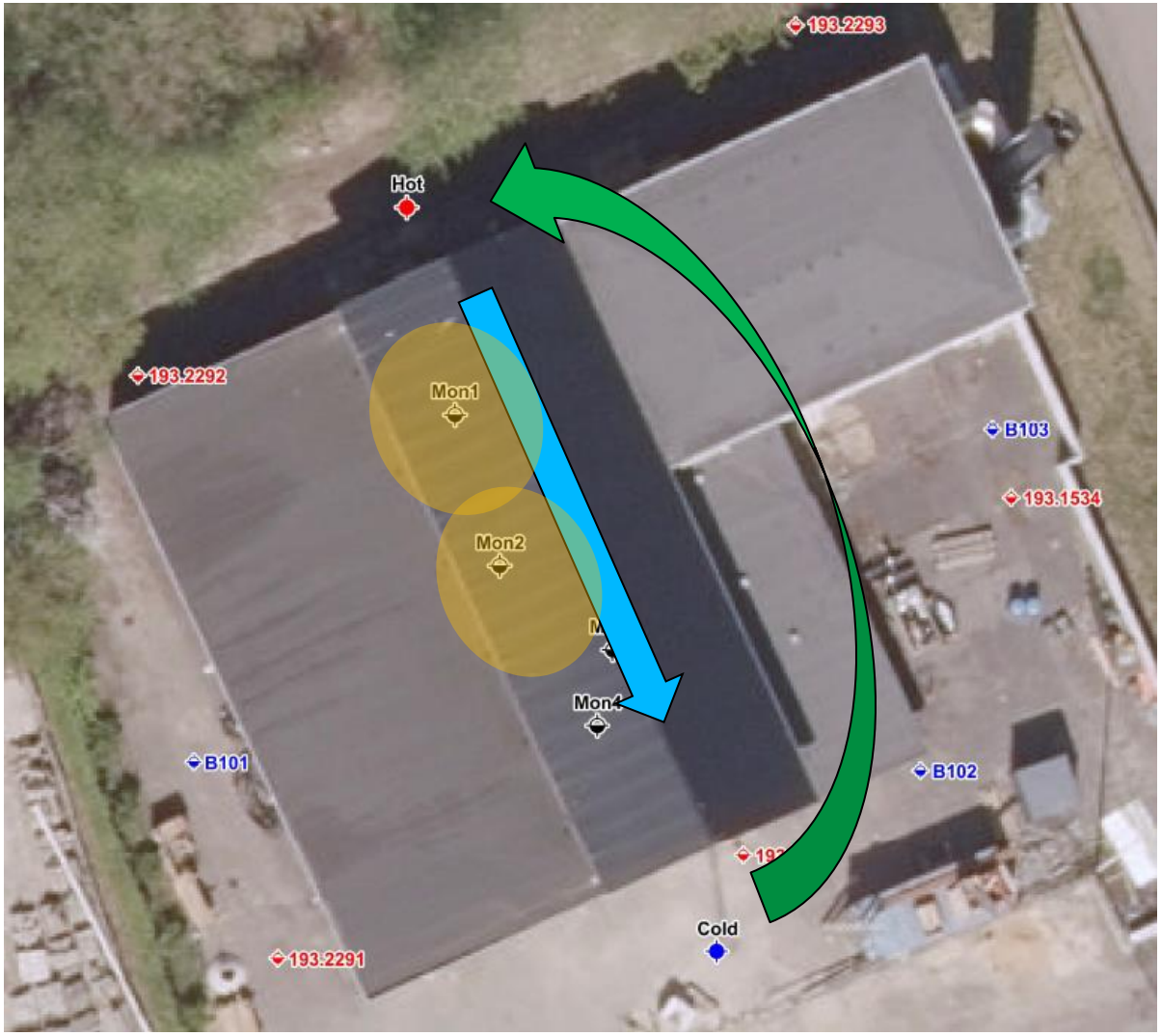


Effect tpv WKO-filters **zeer waarschijnlijk** vanwege hoge concentraties Dehalococcoïdes in WKO-filters vlak na bacterie-injectie.

Systeem complexer dan aanvankelijk verwacht, maar het werkt!



Birkerød (DK)

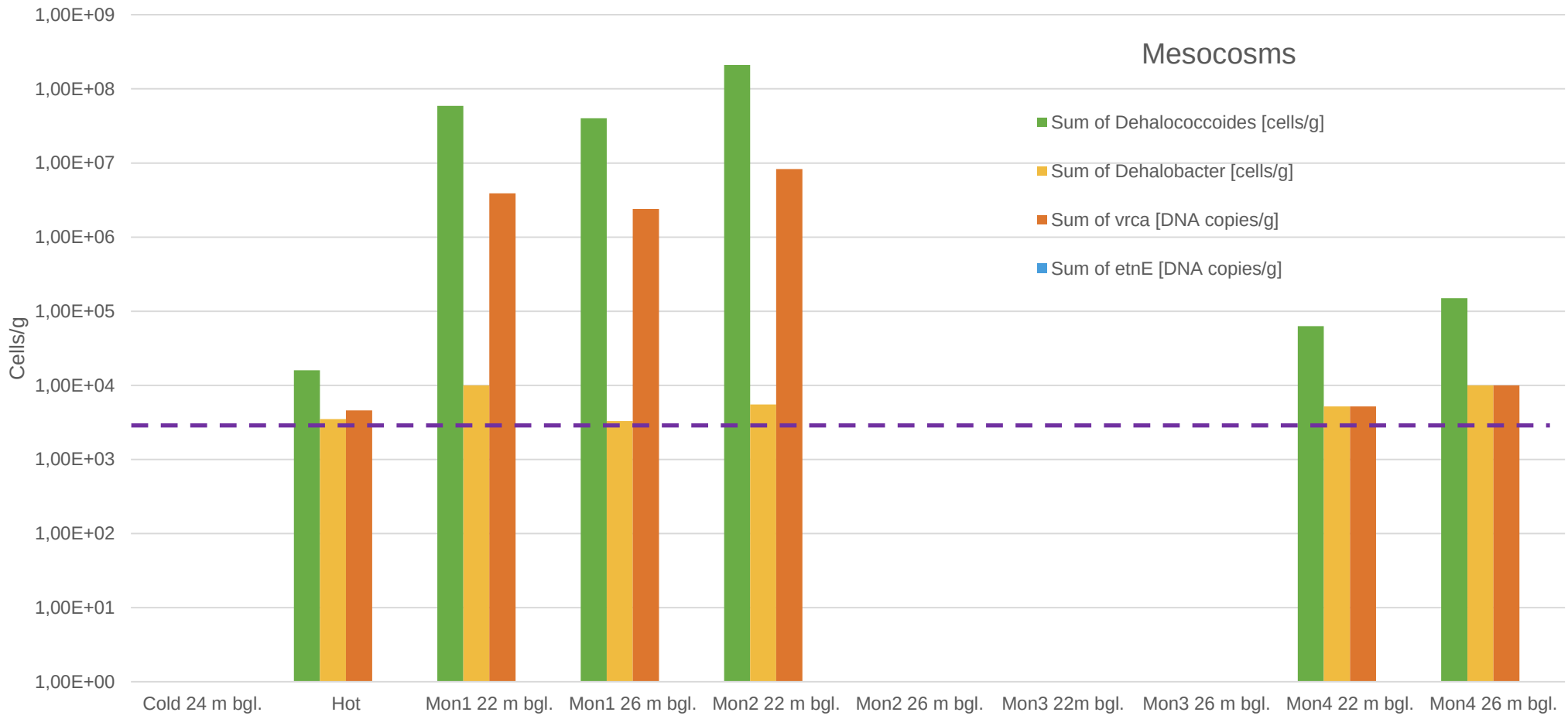


- Injectie 6 m^3 bacteriën

  (1.000 biljard bacteriën)

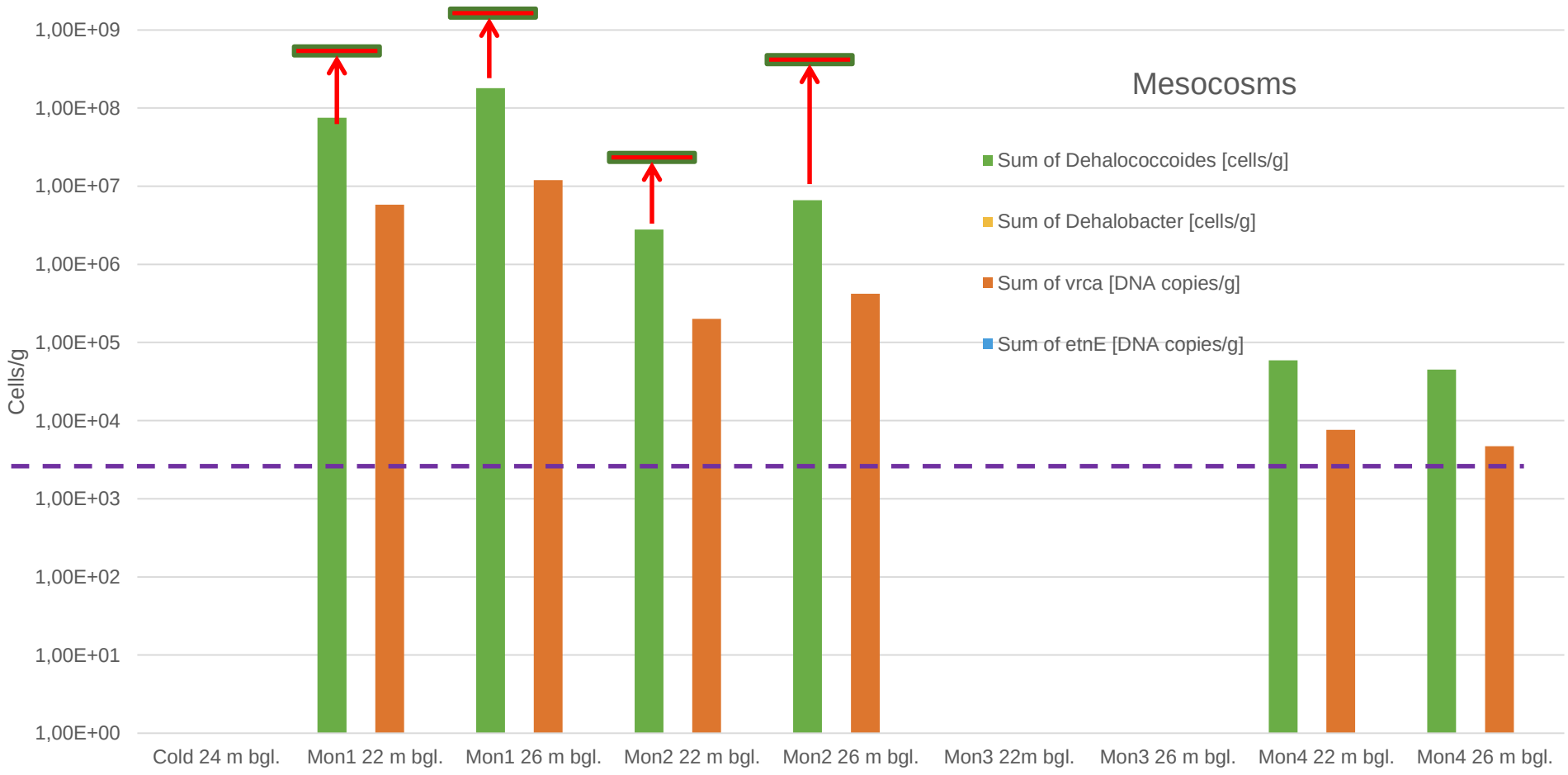
- Via WKO warm grondwater 20° C
- Flow 3 m^3/h
- Doorspoeling 1x/mnd

Birkerød (DK)



November 2018: direct na injectie

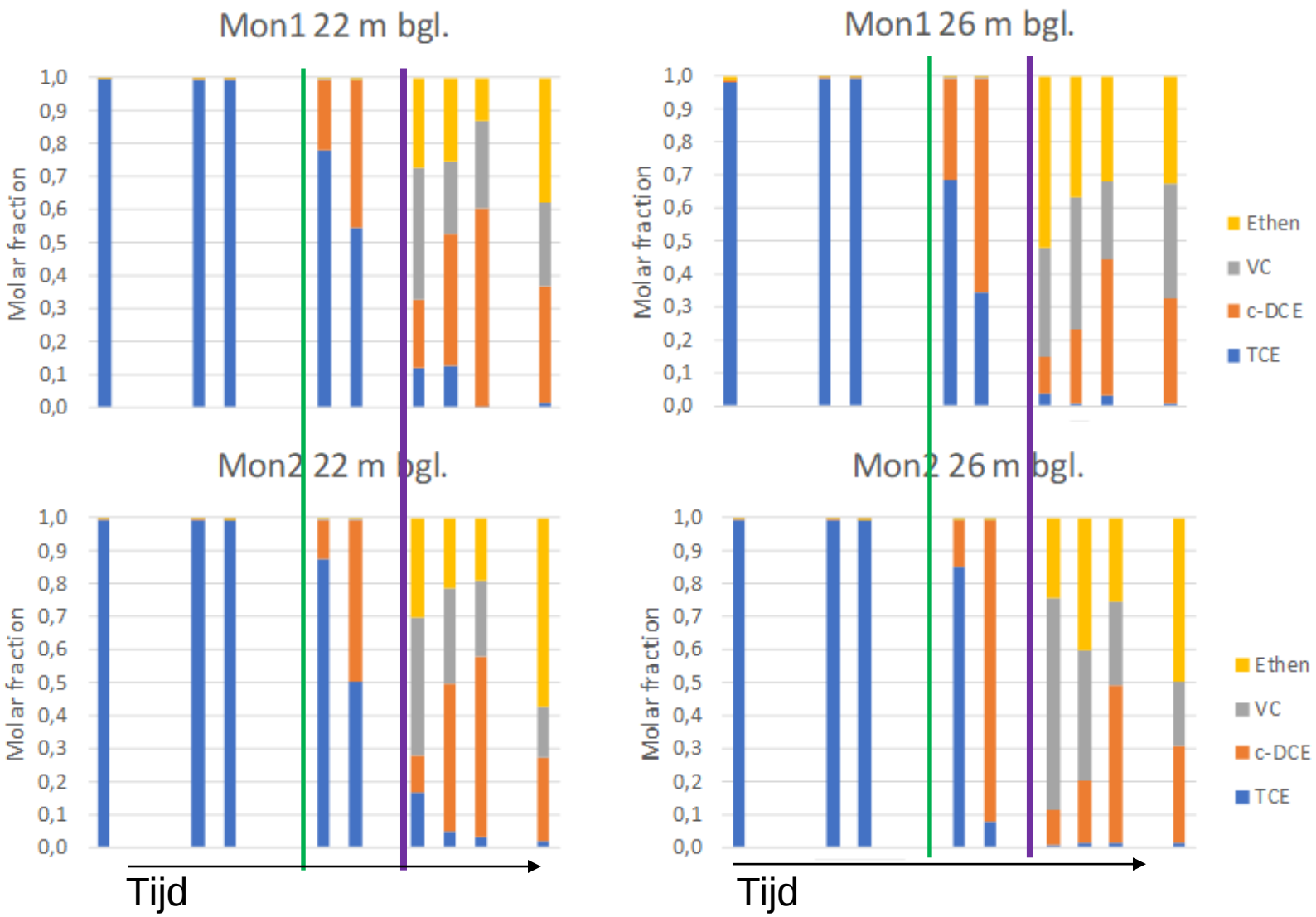
Birkerød (DK)



Maart 2019

December 2018: 1 maand na injectie

Birkerød (DK)



Verblijftijd/reactietijd: 5-7 dagen !!!

Apeldoorn, Utrecht en Birkerød

- DHC hecht heel goed aan bodem; en voedt daarbij over langere tijd het grondwater met DHC
- Via grondwater verplaatsen bacteriën zich en koloniseren de bodem stroomafwaarts
- Bacteriën in grondwater en aan bodem zijn lang actief, ook zonder koolstofbron (Apeldoorn, sulfaatrecducerend); minder lang in ijzerreducerende condities (Utrecht)
- Zeer snelle omzetting bij verhoogde temperatuur en flow met beënting en koolstofbron (Denemarken); ERD+
- Bacteriën zijn door WKO put gestroomd, zonder problemen

9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

symposium bodem breed

expertise bodem en ondergrond

Maar……

Hoe komen we nu tot grootschaligere toepassing?????

Ervaringen

- WKO-partijen: geen belang bij sanering
- Denken in risico's….. En extra info helpt niet
- Integrale denkwijze, gebiedsgerichte toepassing en lange termijn beeld ontbreekt nog grotendeels
- Maar nu?
  Waar ligt de ambitie en hoe pakken we dit verder op
- Discussiepunten

9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

symposium bodem breed

expertise bodem en ondergrond

Stellingen

De drive voor de koppeling van WKO en sanering moet vanuit de overheid gestimuleerd worden

Vraag: welke overheidslaag?

Stellingen

ERD+ (Denemarken), dus met focus op “sanering” in plaats van “energie”, geeft betere kansen dan WKO+ (Nederland), waarbij focus ligt op “energie”.

9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

symposium bodem breed

expertise bodem en ondergrond

Stellingen

De toekomstige Omgevingswet en bijbehorende omgevingsvisies, van zowel provincie als gemeenten, biedt goede kansen voor de WKO+ combinatie

9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

symposium bodem breed
expertise bodem en ondergrond

Stellingen

Koudwatervrees voor innovatieve toepassingen in de praktijk te overwinnen met:

- **klein beginnen,**
- **goed monitoren**
- **en verantwoord opschalen.**

Beste reactie op dilemma van Koning Hollewijn:
Als ik handel is het ondoordacht
En als ik doordenk handel ik niet

9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR

symposium bodem breed

expertise bodem en ondergrond

Stellingen

Bij het combineren van duurzaam energiegebruik en bodemsanering valt de complexiteit van de ondergrondse processen in het niet bij de organisatorische, waarvoor diverse partijen met uiteenlopende belangen moeten samenwerken.