



IDENTIFY. RESOLVE.

Data-gedreven evaluatie van PFAS verspreidingsrisico & flux metingen als bijkomende “line of evidence”

AECOM case study

Dag van de bodemdeskundige (07/05/2026)

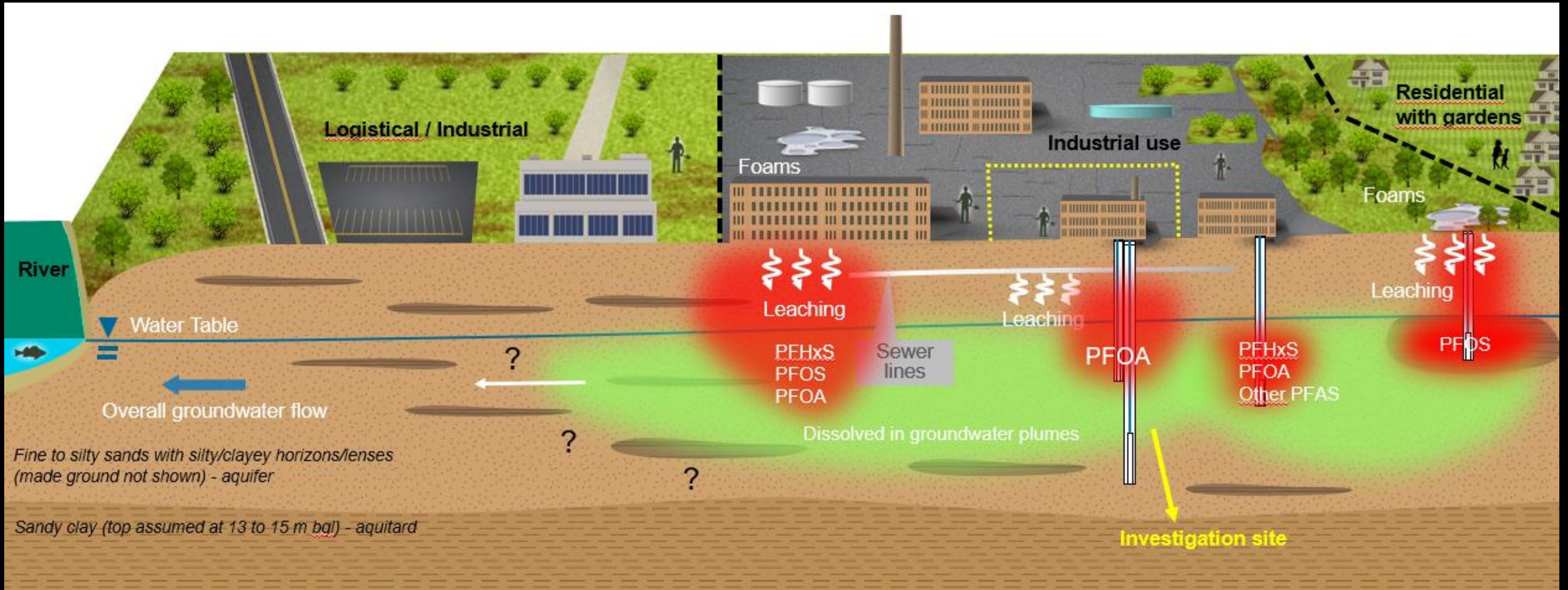


Visit our PFAS website

Inhoud case study

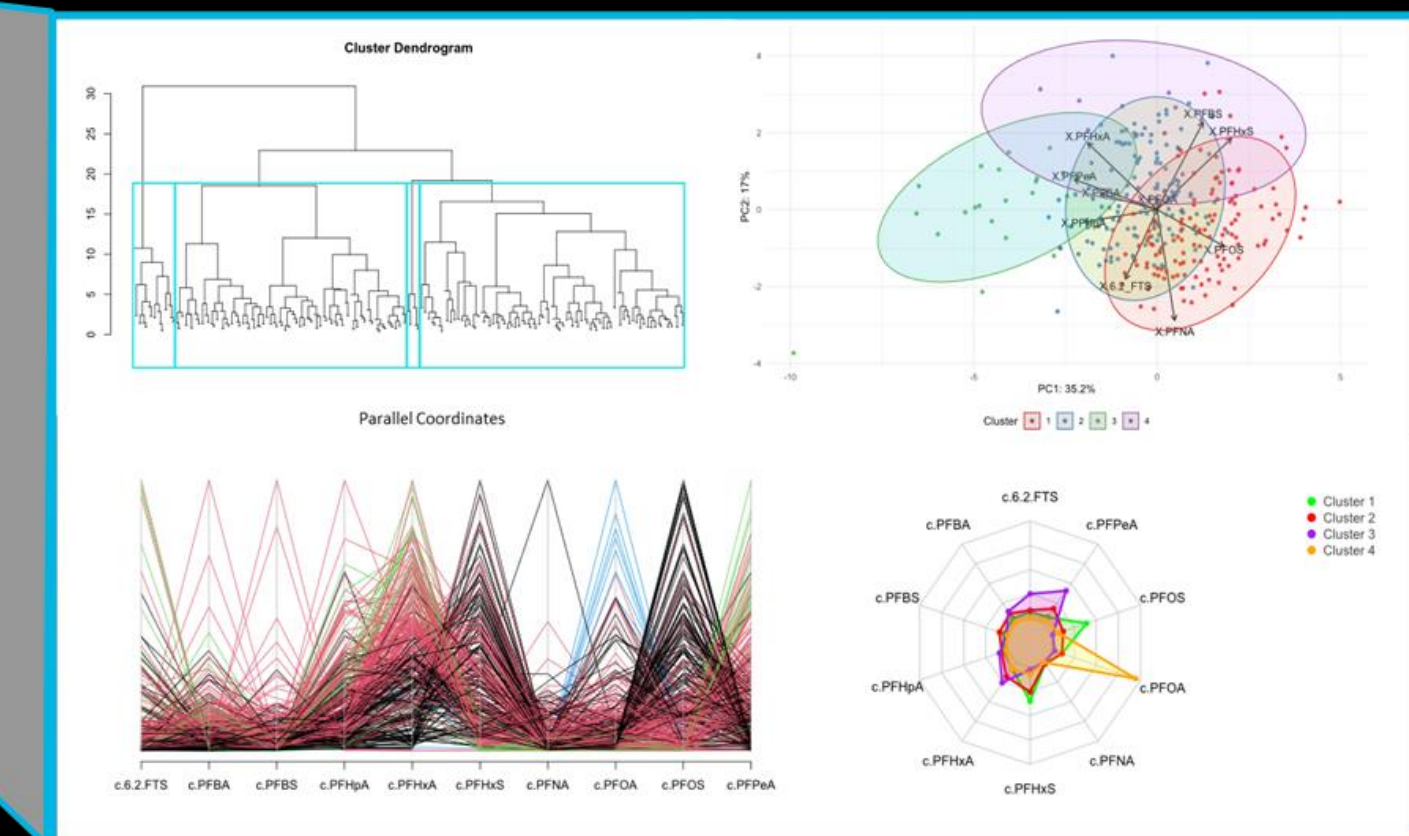
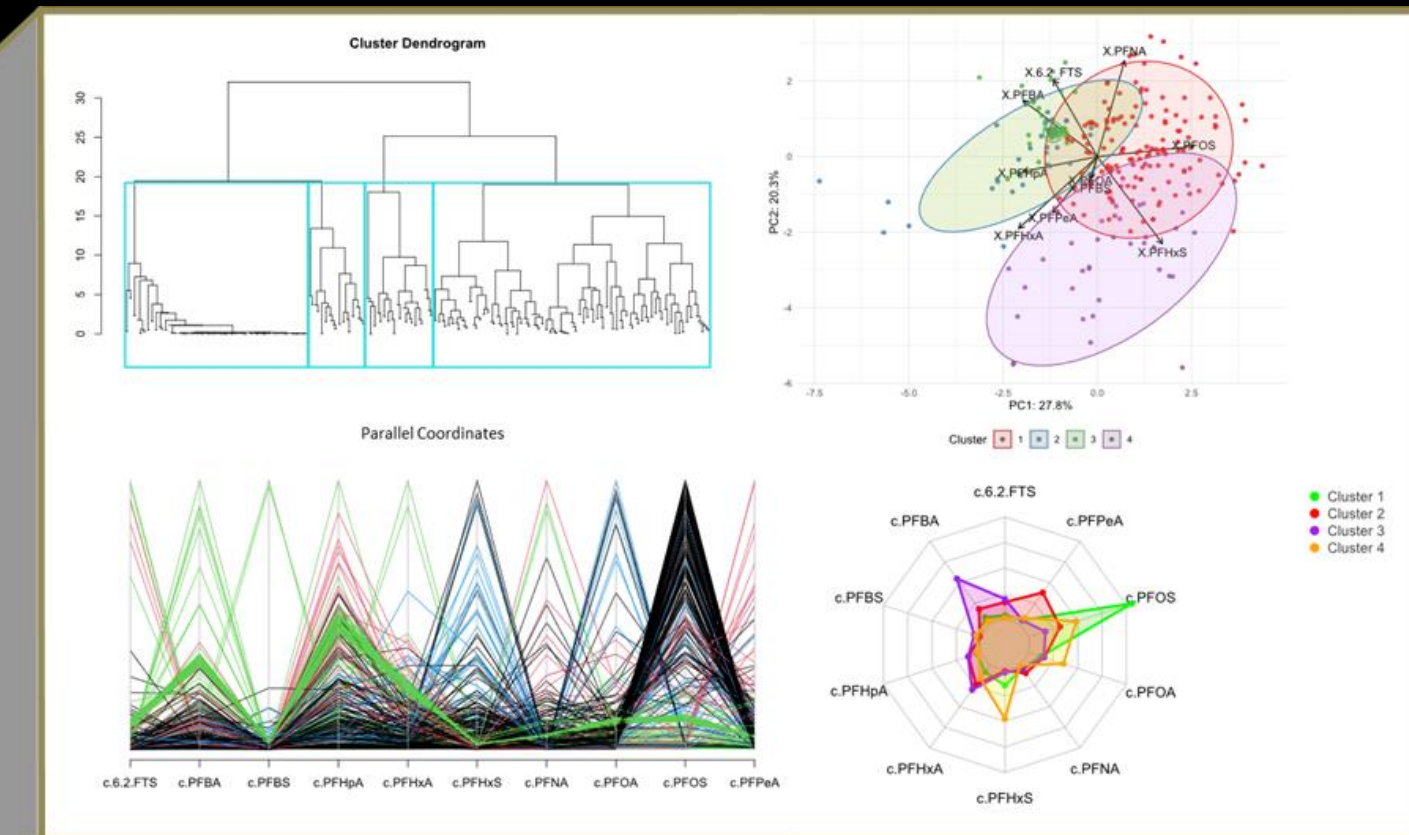
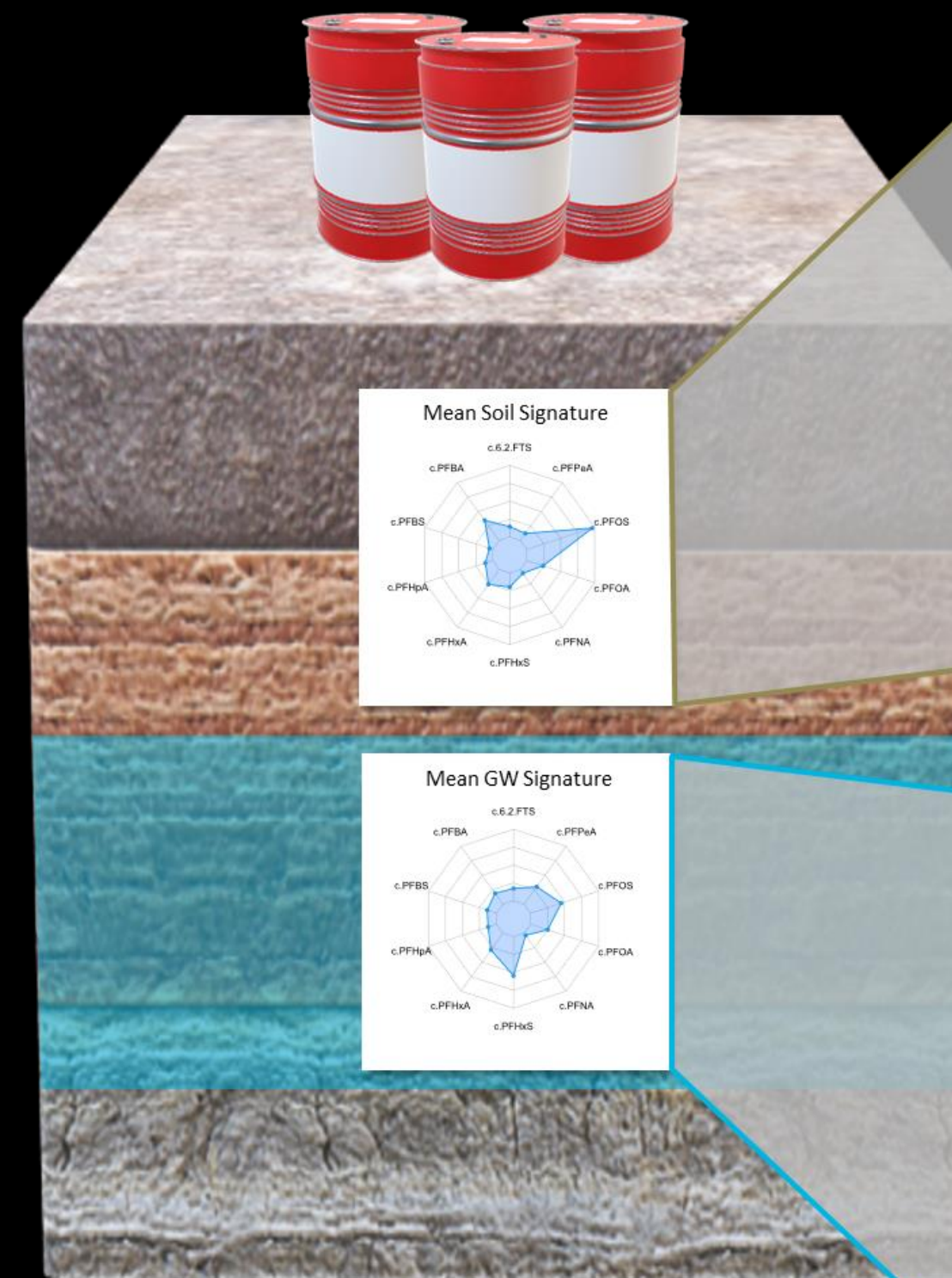
- Conceptueel Site Model (CSM)
- Bijkomend onderzoek ter verfijning van het CSM en de risico's
- Risico-gebaseerde evaluatie van de saneringsnoodzaak (vnl. migratie)
- Meerwaarde van data-gedreven aanpak in risico-gebaseerde aanpak en stakeholder management

Conceptual Site Model (CSM)



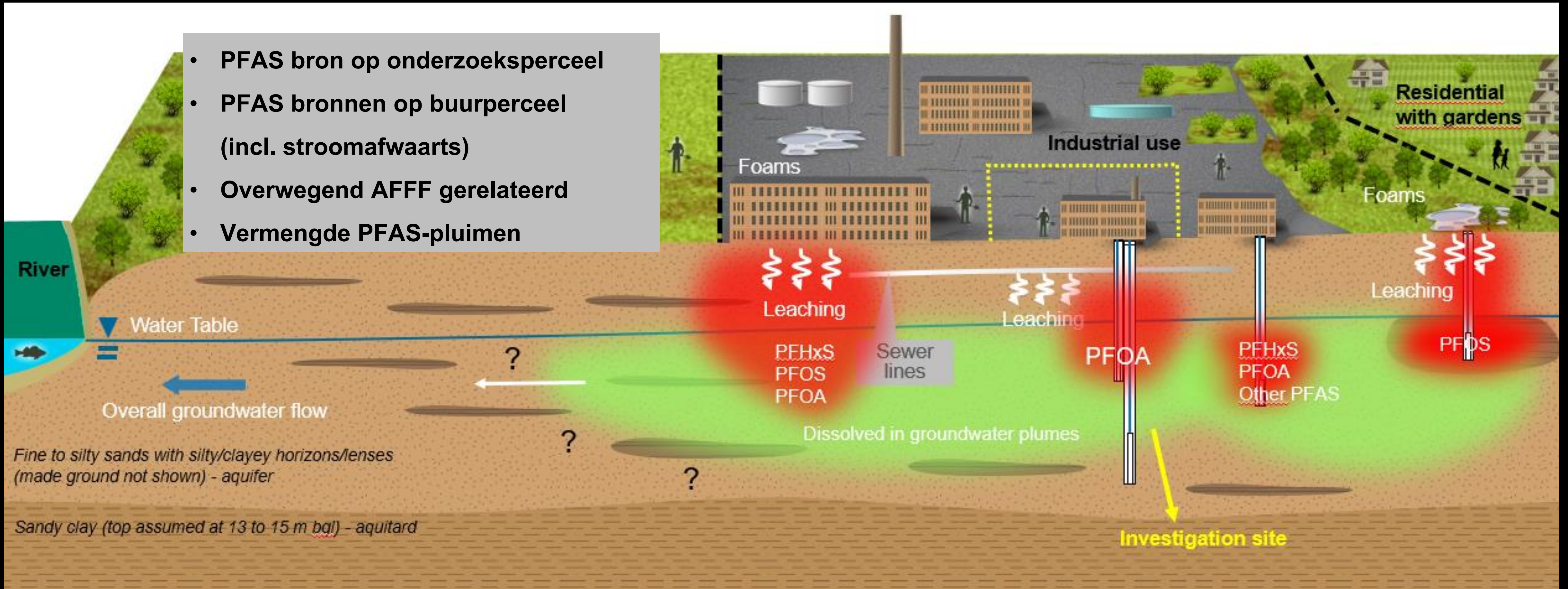
CSM verfijning

- Historisch onderzoek
- bodem en grondwater onderzoek
- PFAS analyses (target analyses)
- Verticale afperking
- Horizontale afperking
- Chemometrics & Forensische analyse



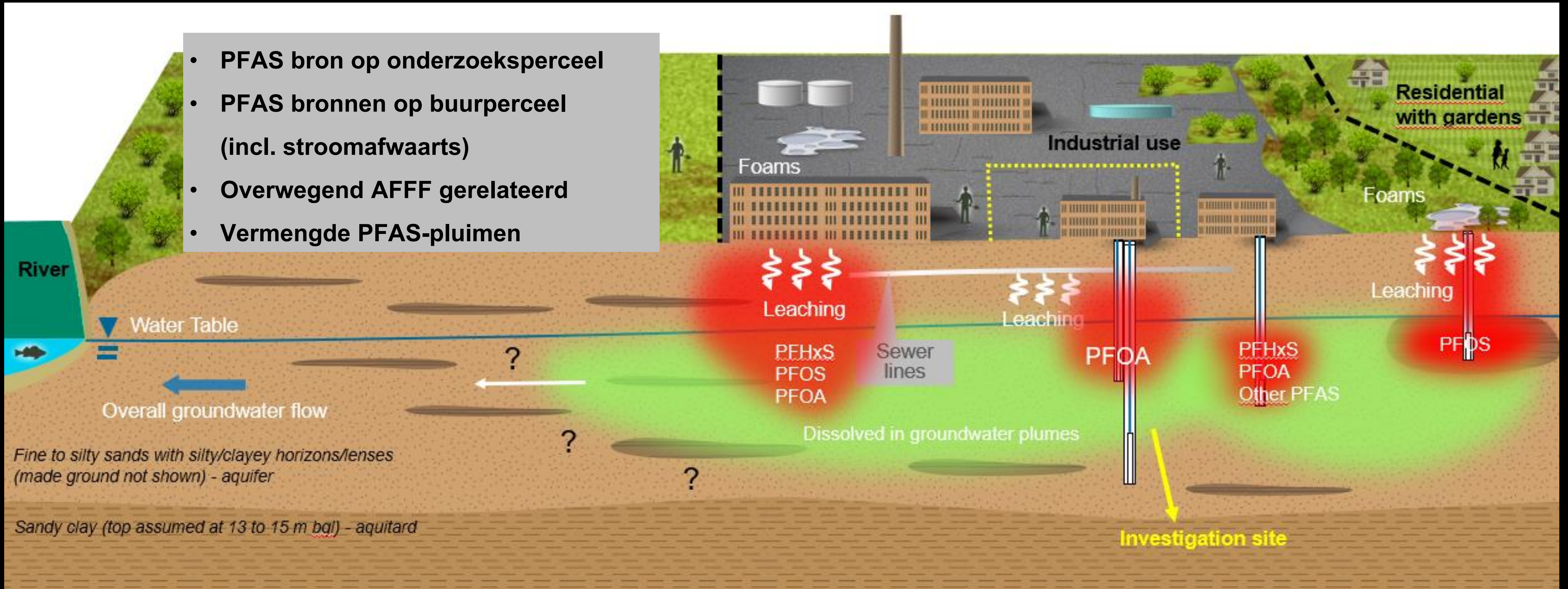
Conceptual Site Model

- PFAS bron op onderzoeksperceel
- PFAS bronnen op buurperceel (incl. stroomafwaarts)
- Overwegend AFFF gerelateerd
- Vermengde PFAS-pluimen



Conceptual Site Model

- PFAS bron op onderzoeksperceel
- PFAS bronnen op buurperceel (incl. stroomafwaarts)
- Overwegend AFFF gerelateerd
- Vermengde PFAS-pluimen



VRAAG: Verwachten we een verspreidingsrisico naar het dieper grondwater en/of naar de stroomafwaarts gelegen rivier?

Verspreidingsrisico – bijkomende lines of evidence? (1/2)

Wat weten we al?

- Algemene grondwater kenmerken (niveau, snelheid & richting)
- Hydraulische conductiviteit obv korrelgroottes
- Locatie-specifieke bodemtextuur
- Potentiële receptoren: dieper grondwater en waterloop

Wat kan ons helpen om het VR nog beter te beoordelen?

- Gedetailleerde hydraulische conductiviteit over het verticale profiel
- Gedetailleerde grondwater- & massaflux over het verticale profiel
- Potentiële seizoenale verschillen
- Massa flux richting:
 - ✓ Stroomafwaarts off-site PFAS verontreinigingen
 - ✓ Stroomafwaartse receptor (waterloop)
 - ✓ Dieper grondwater



Source: generated with Copilot

Verspreidingsrisico – bijkomende lines of evidence? (2/2)

Hoe kunnen we dit onderzoeken?

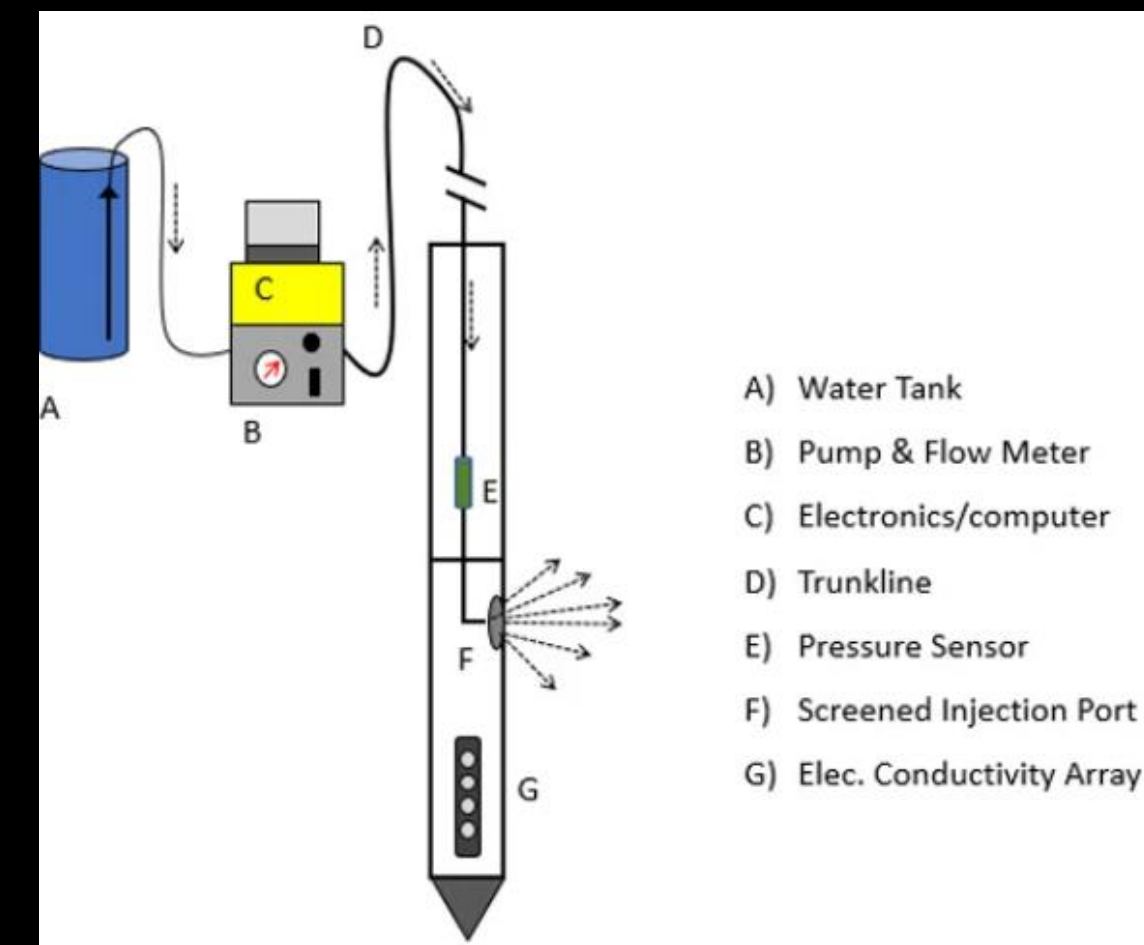
- Halfjaarlijkse grondwaterstaalname
- Grondwater peilingen dmv divers
- In-situ hydrologische karakterisering dmv Hydraulic Profile Tool (HPT - EniSSA)
- Halfjaarlijkse massa flux metingen (iFLUX)



Source: Royal Eijkelpamp



Source: Royal Eijkelpamp



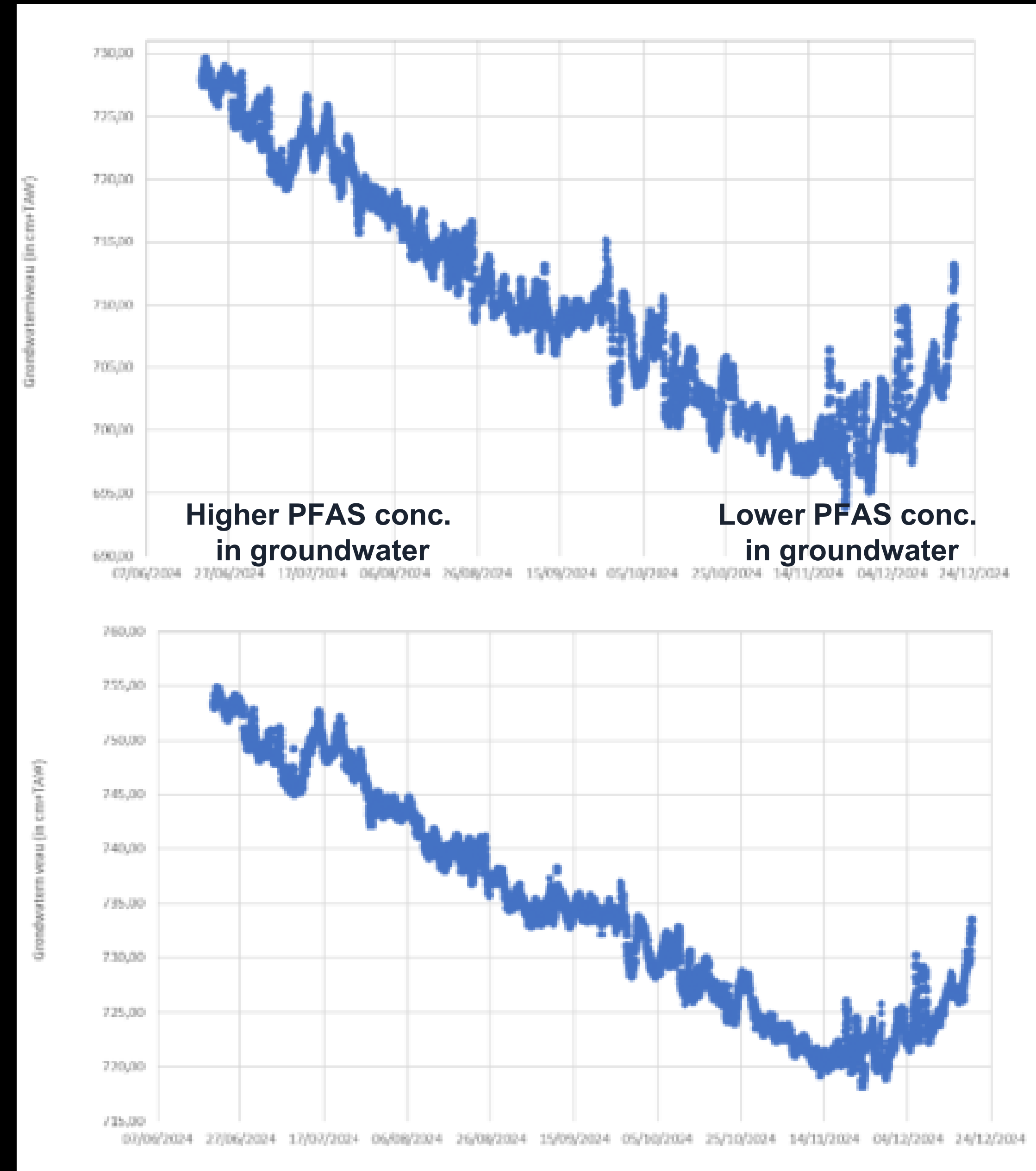
Source: Geoprobe



Source: iFLUX

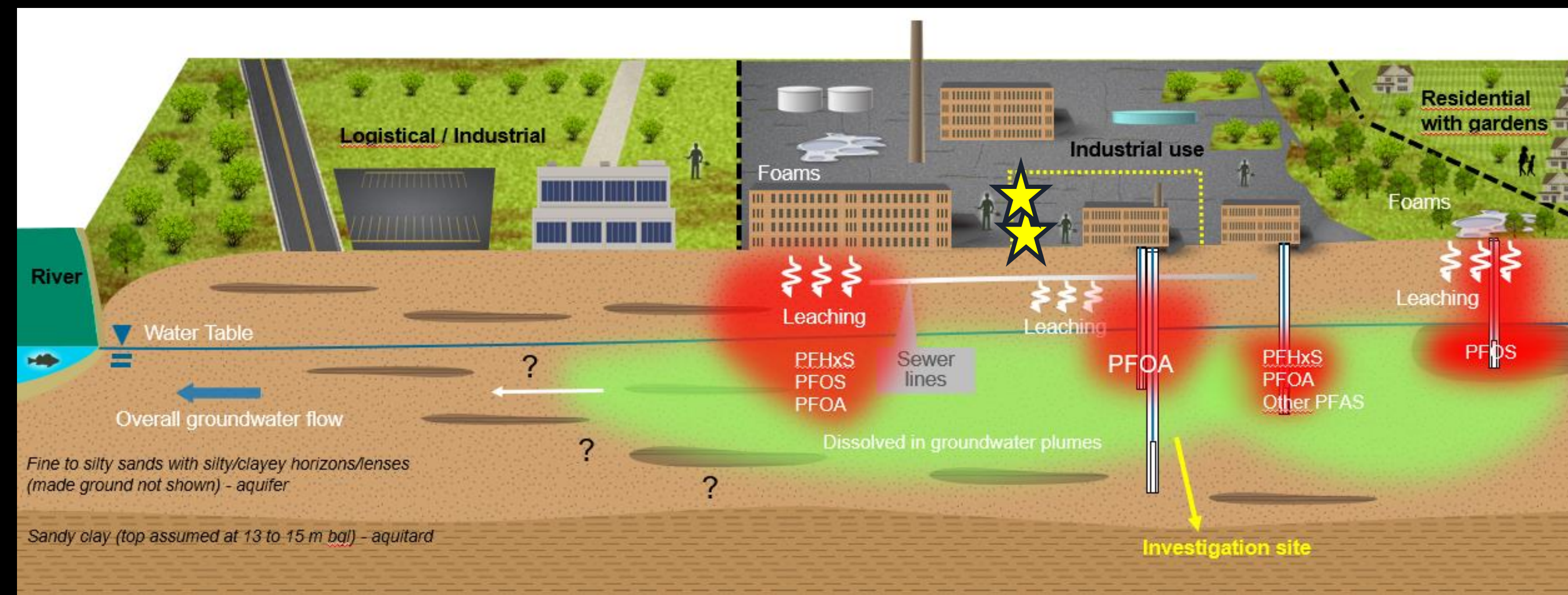
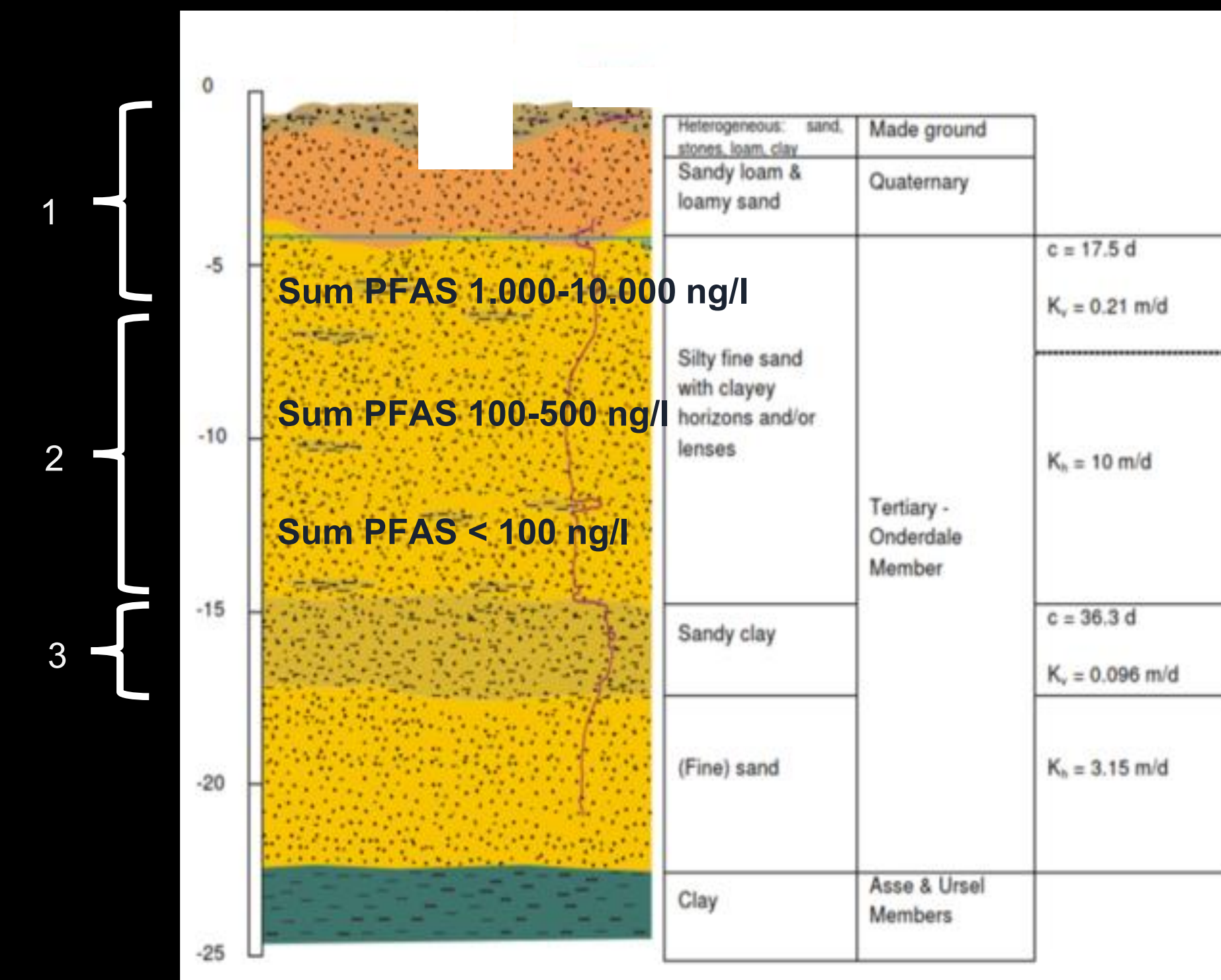
Seizoenale effecten

- Monitoring seizoenale effecten:
 - ✓ Grondwaterstand $\pm 4,5$ m-mv
 - ✓ 2 halfjaarlijkse grondwaterstaalnames
 - ✓ 6 maanden diver campagne (juni – december)
- Waarnemingen
 - ✓ PFAS-grondwaterconcentraties variëren met variërende grondwaterstanden
 - ✓ Hogere PFAS concentraties bij hogere grondwaterstanden (meer uitloging)



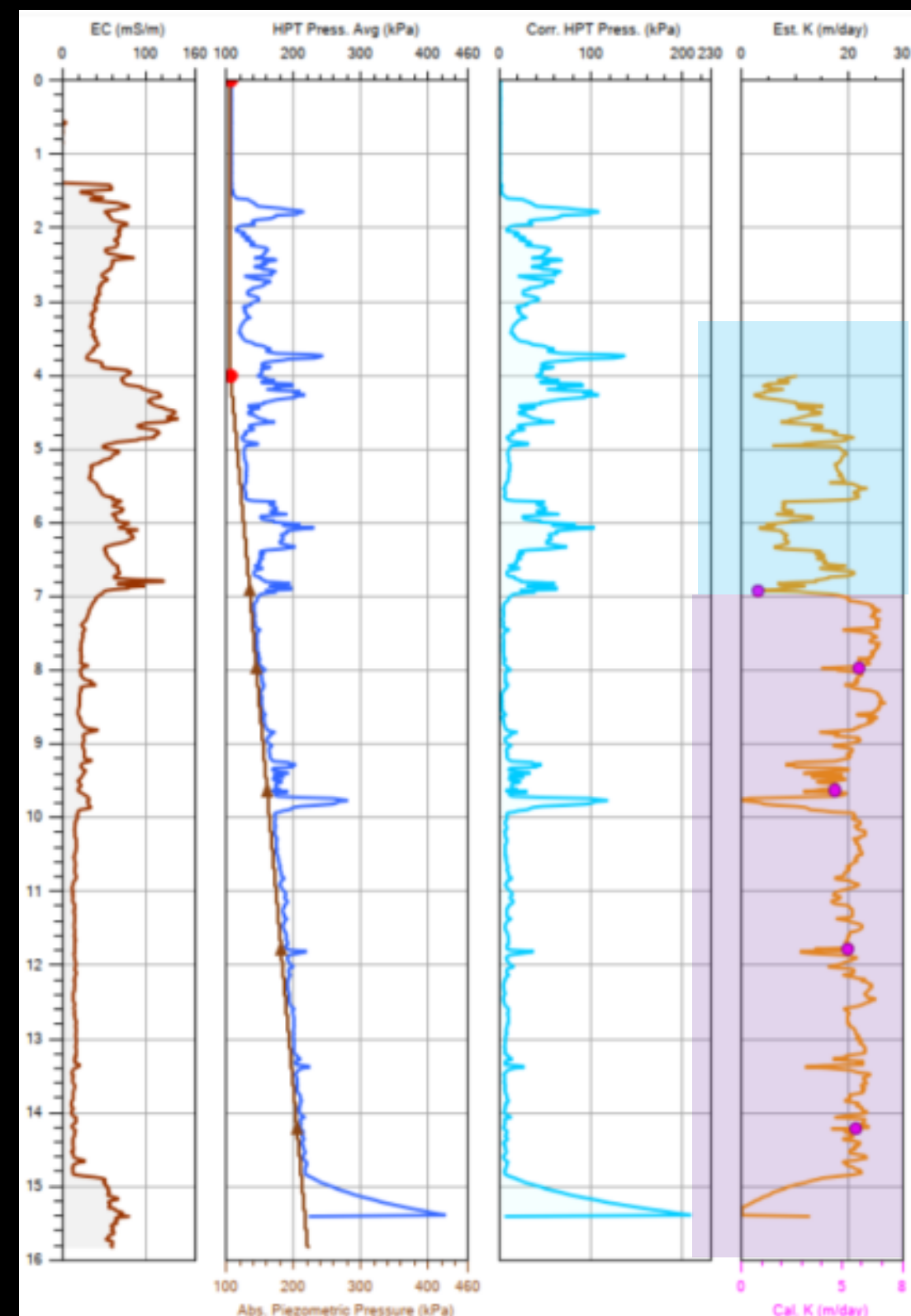
HPT – gedetailleerde hydrogeologie

- Regionale info
 - ✓ (Quartaire) bodem tot ± 7,0 m-mv: $K_h < 1$ m/dag (1)
 - ✓ Diepere (Tertiaire) zandige bodem: $K_h > 10$ m/dag (2)
 - ✓ Diepere zandige klei (~ Aquitard) (3)
- Westelijk georiënteerde grondwaterstroming
- Locatie-specifieke verfijning op 2 locaties

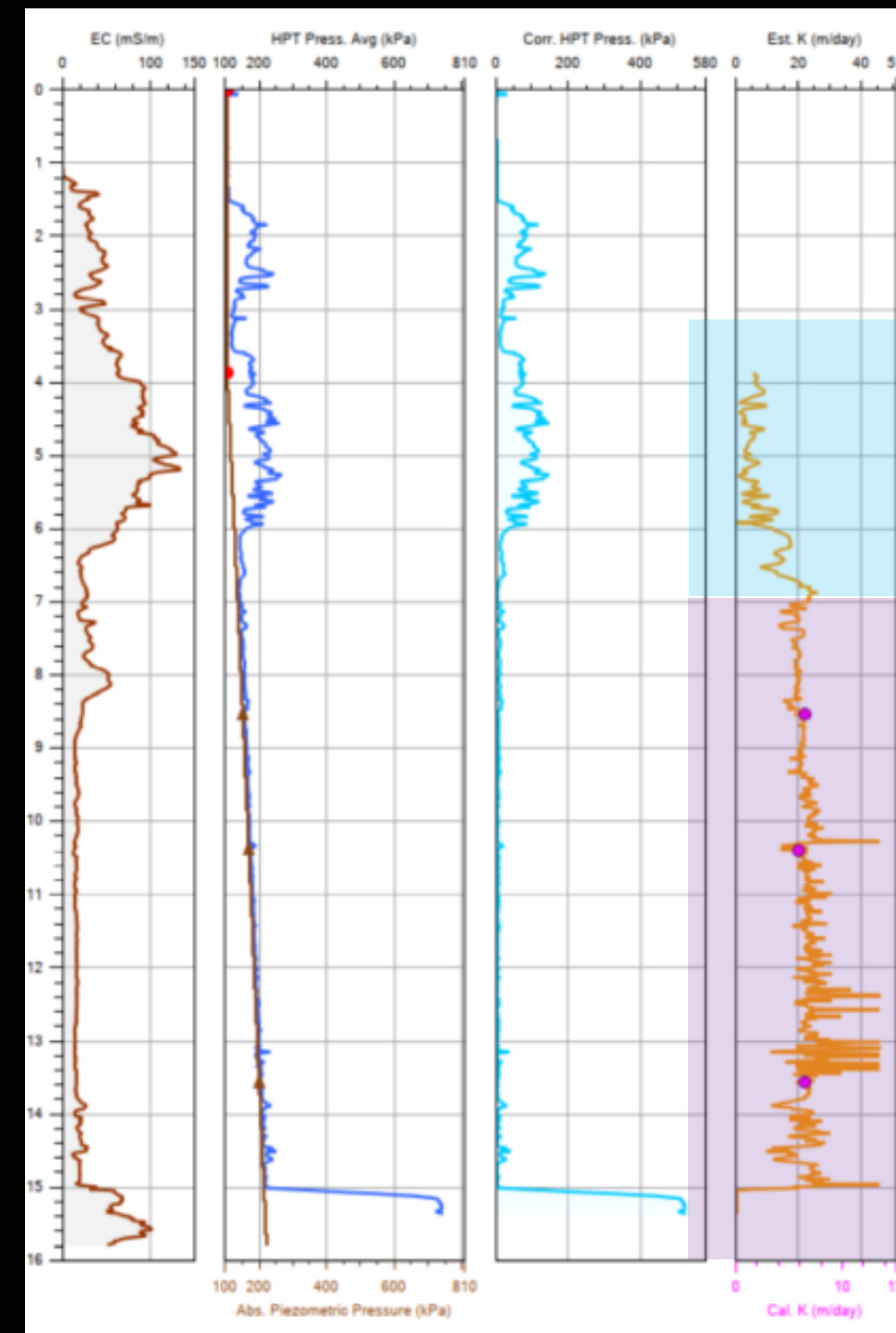


HPT – gedetailleerde hydrogeologie

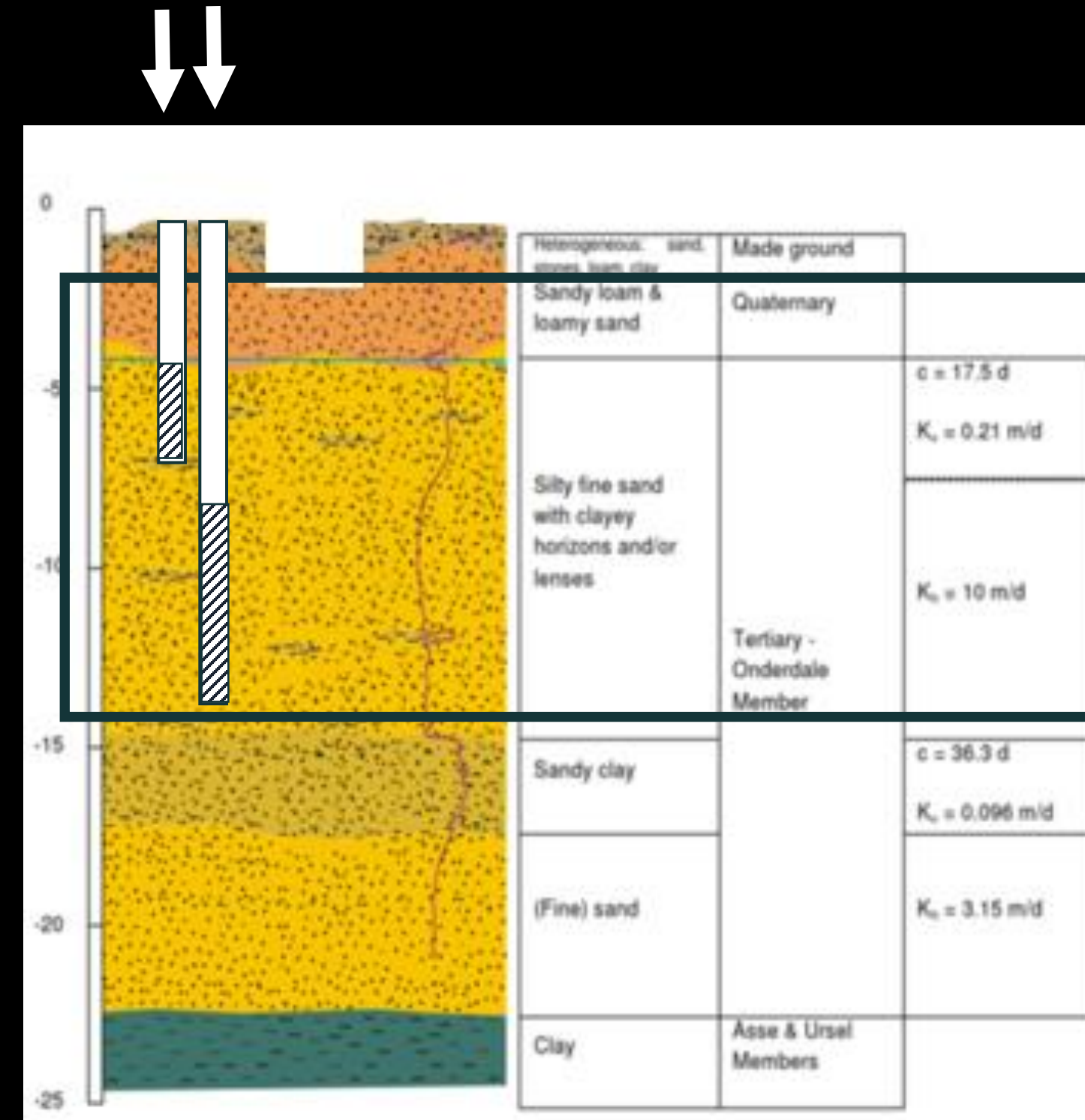
- In-situ karakterisatie dmv Hydraulic Profiling Tool (HPT - EniSSA)
- Obv HPT werden 2 peilfilters geplaatst op elke locatie → gerichte Flux metingen



Locatie 1



Locatie 2



Waarnemingen:

Hogere K (± 3 m/d)
(heterogeen gesorteerd)

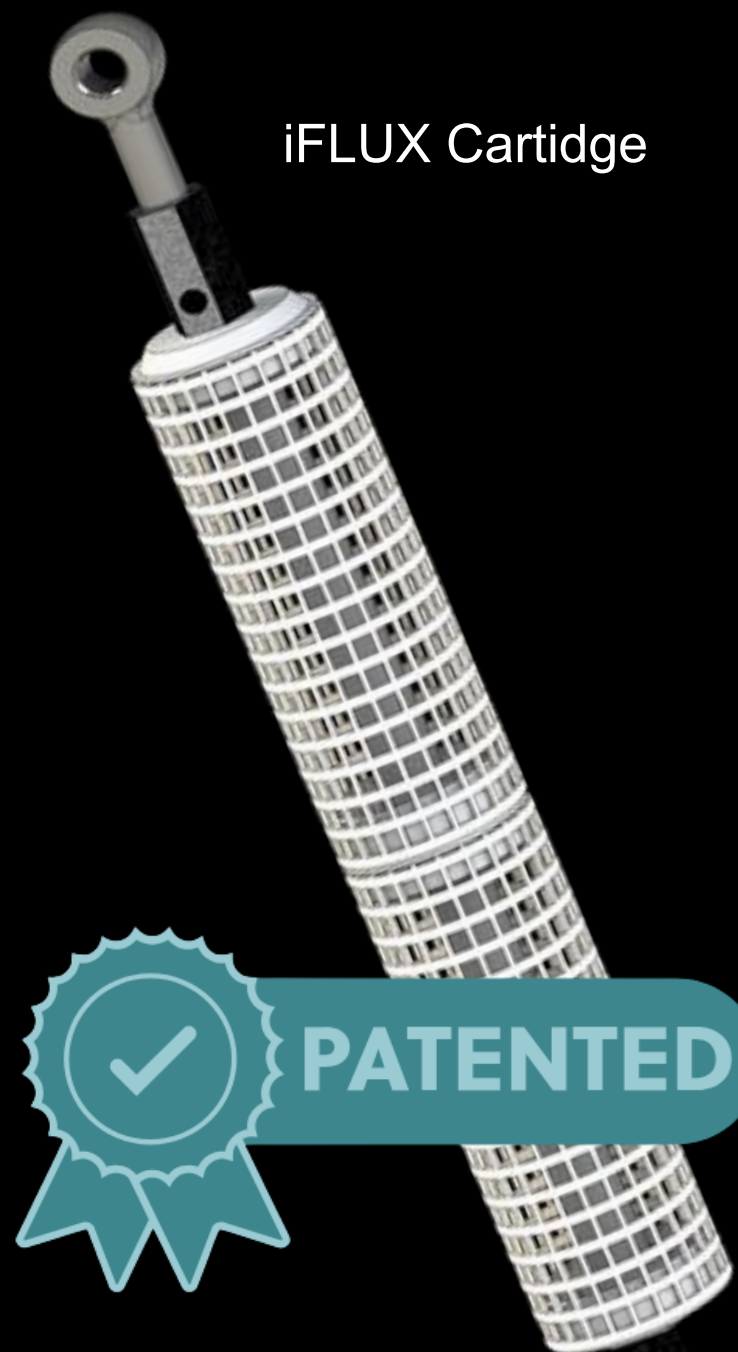
Lagere K (± 7 m/d)
(homogeen gesorteerd)

Flux metingen

- iFLUX = gevestige waarde in fluxmetingen en grondwaterbeheer
- Passieve fluxmetingen door middel van iFLUX cartridges

Voordelen flux-metingen:

- “Long exposure photography” versus conventionele snapshot
- On-site meten van in- of uitstroom van grondwater en verontreiniging
- Beter inzicht in verspreidingsrisico uitgaande van verontreinigingen
- Kosten besparen door optimalisatie sanering of beheer van verontreiniging



iFLUX 

**ni
COL
e**
network for
industrially co-ordinated
sustainable land
management in europe

Winnaar van de NICOLE
Innovation Award 2017



Flux metingen

- Toepassing van iFLUX cartridges in PFAS onderzoek
 - ✓ Modulair en aanpasbaar
 - ✓ Blootstellingstijden ifv beoogde detectiegrenzen
 - ✓ Toepassing en validatie van PFAS-specifieke resins
 - ✓ 51 gevalideerde PFAS



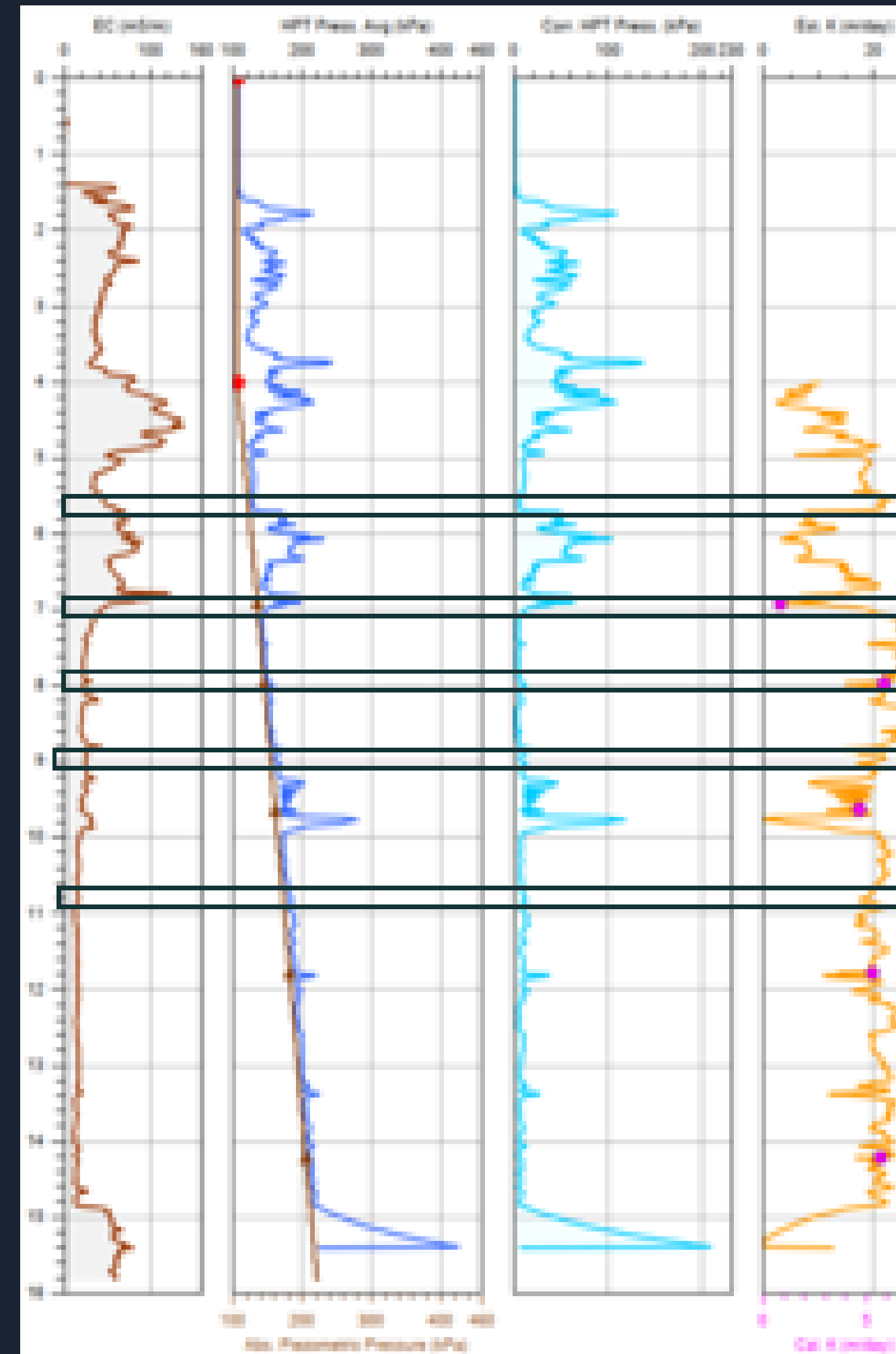
PFAS
Analytical package

51 Validated
Compounds

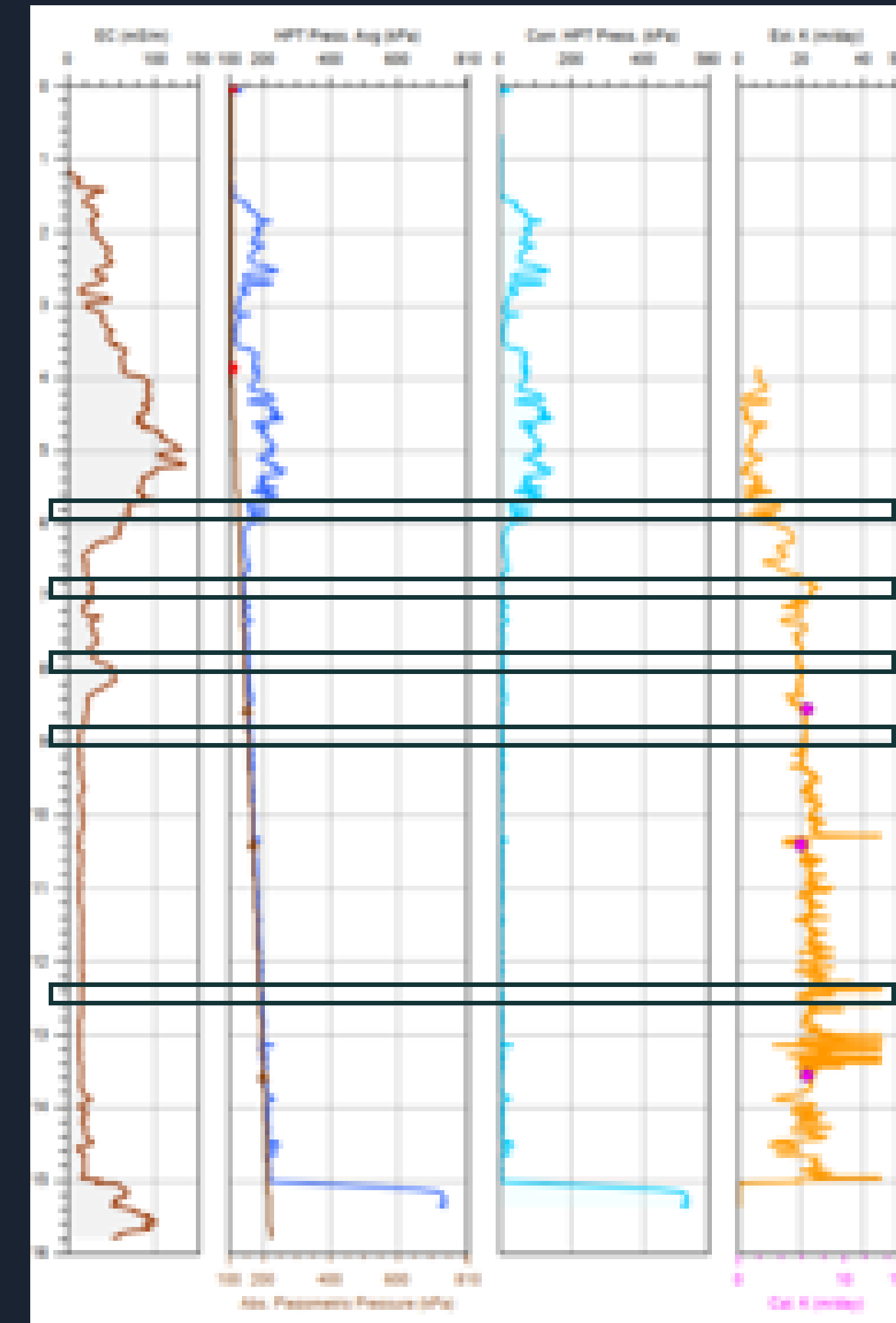
| # | PFAS Analytical Package (new resin) | | |
|----|---|----|--|
| 1 | Perfluorobutanoic acid (PFBA) | 26 | N-ethylperfluorooctanesulfonamide (EtPFOSA) (linear) |
| 2 | Perfluorohexanoic acid (PFHxA) | 27 | N-ethylperfluorooctanesulfonamide (EtPFOSATotal) |
| 3 | Perfluoroheptanoic acid (PFHpA) | 28 | N-methylperfluorooctanesulfonamidoacetic acid (MePFOSAA) |
| 4 | Perfluorooctanoic acid (PFOA) (lineair) | 29 | N-ethylperfluorooctanesulfonamidoacetic acid (EtPFOSAA) |
| 5 | Perfluorooctanoic acid - sum (PFOATotal) | 30 | 8:2 Fluorotelomerphosphate diester (8:2 DiPAP) |
| 6 | Perfluorononoic acid (PFNA) | 31 | 2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propanoic acid (HFPO-DA) |
| 7 | Perfluorodecanoic acid (PFDA) | 32 | Perfluorohexaansulfonamide (PFHXSA) |
| 8 | Perfluoroundecanoic acid (PFUnDA) | 33 | Perfluorotridecanoic acid (PFTrDA) |
| 9 | Perfluorododecanoic acid (PFDoDA) | 34 | Perfluorooctadecanoic acid (PFODA) |
| 10 | Perfluorotetradecanoic acid (PFTeDA) | 35 | Perfluoroundecane sulfonic acid (PFUnDS) |
| 11 | Perfluorohexadecanoic acid (PFHxDA) | 36 | Perfluorododecane sulfonic acid (PFDoDS) |
| 12 | Perfluorobutane sulfonic acid (PFBS) | 37 | Perfluorotridecane sulfonic acid (PFTrDS) |
| 13 | Perfluorohexane sulfonic acid (PFHxS) (linear) | 38 | 6:2 Fluorotelomerphosphate diester (6:2 DiPAP) |
| 14 | Perfluorohexane sulfonic acid (PFHxSTotal) | 39 | 6:2/8:2 Fluorotelomerphosphatediester (6:2/8:2 DiPAP) |
| 15 | Perfluoroheptane sulfonic acid (PFHpS) | 40 | 11-Chloroeicosafluoro-3-oxaundecane-1-sulfonate (11Cl-PF3OuDS) (F-53B Minor) |
| 16 | Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) (lineair) | 41 | 9-Chlorohexadecafluoro-3-oxanonane-1-sulfonate (9Cl-PF3ONS) (F-53B Major) |
| 17 | Perfluorooctane sulfonic acid - sum (PFOSTotal) | 42 | Perfluoropentanoic acid (PFPeA) |
| 18 | Perfluorononane sulfonic acid (PFNS) | 43 | Perfluoropentane sulfonic acid (PFPeS) |
| 19 | Perfluorodecane sulfonic acid (PFDS) | 44 | N-methylperfluorooctanesulfonamide (MePFOSA) (linear) |
| 20 | 4:2 Fluorotelomersulfonic acid (4:2 FTS) | 45 | N-methylperfluorooctanesulfonamide (MePFOSATotal) |
| 21 | 6:2 Fluorotelomersulfonic acid (6:2 FTS) | 46 | 4,8-Dioxa-3H-perfluorononoic acid (DONA) |
| 22 | 8:2 Fluorotelomersulfonic acid (8:2 FTS) | 47 | Perfluoro-4-ethylcyclohexanesulfonic acid (PFECHS) |
| 23 | 10:2 Fluorotelomersulfonic acid (10:2 FTS) | 48 | Perfluorobutanesulfonamide (PFBSA) |
| 24 | Perfluorooctane sulfonamide (PFOSA) (lineair) | 49 | N-methylperfluorobutanesulfonamide (MePFBSA) |
| 25 | Perfluorooctane sulfonamide - sum (PFOSATotal) | 50 | N-Methyl-perfluorobutanesulfonylamidoacetate (MePFBSAA) |
| | | 51 | 2H-Perfluoro-2-decenoic acid (FOUEA / 8:2 FTUCA) |

Flux - toepassing

- 2 campagnes (zomer - herfst)
 - ✓ Ronde 1: 11 parameters
 - ✓ Ronde 2: 41 parameters
- 5 dieptes geselecteerd obv HPT
 - ✓ 2 x PFAS flux : 5 to 7 m-mv
 - ✓ 3 x PFAS flux : 7 to 13 m-mv
- Blootstellingsduur
 - ✓ Gebaseerd op grondwater concentratie
verwachte grondwatersnelheid
 - ✓ ± 4 weken om voldoende lage
detectiegrenzen te bekomen

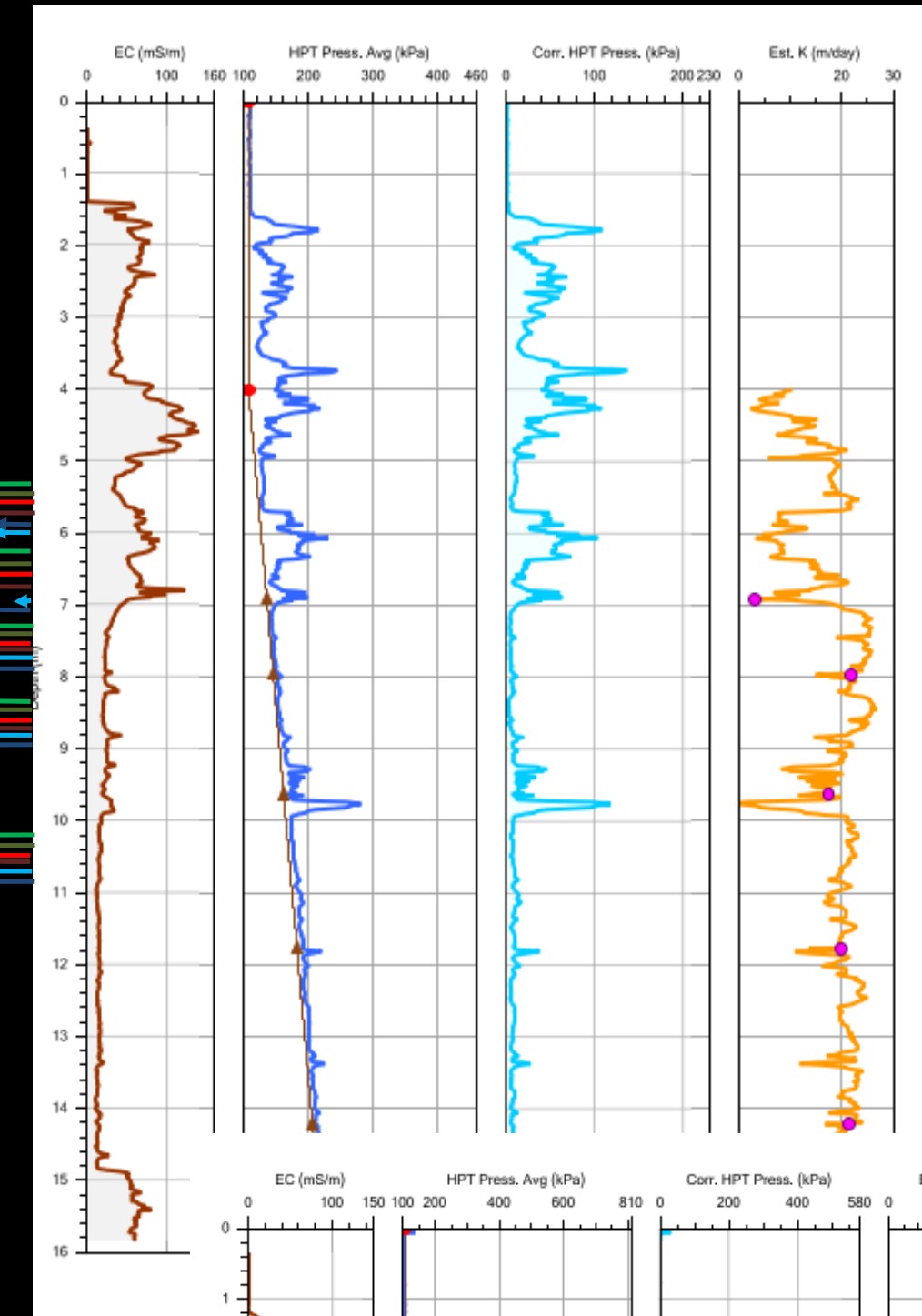
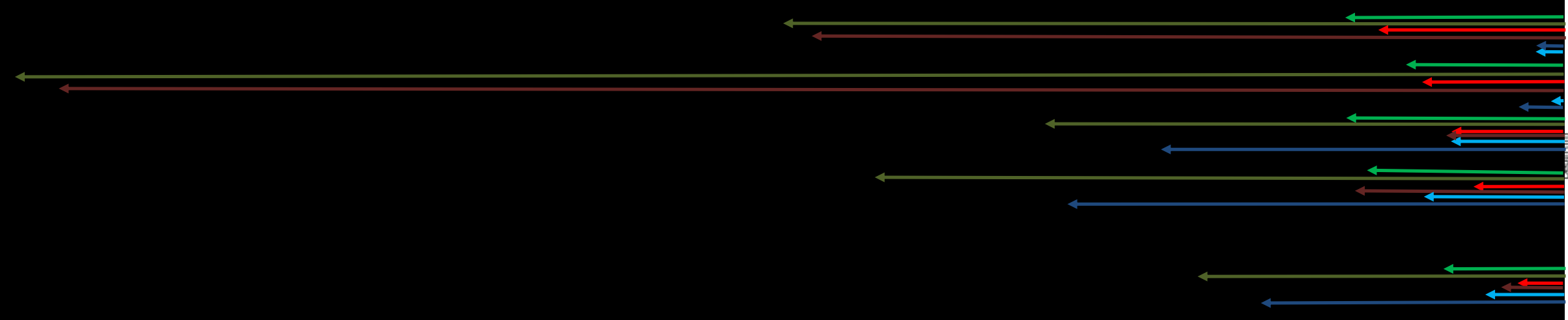


Locatie 1

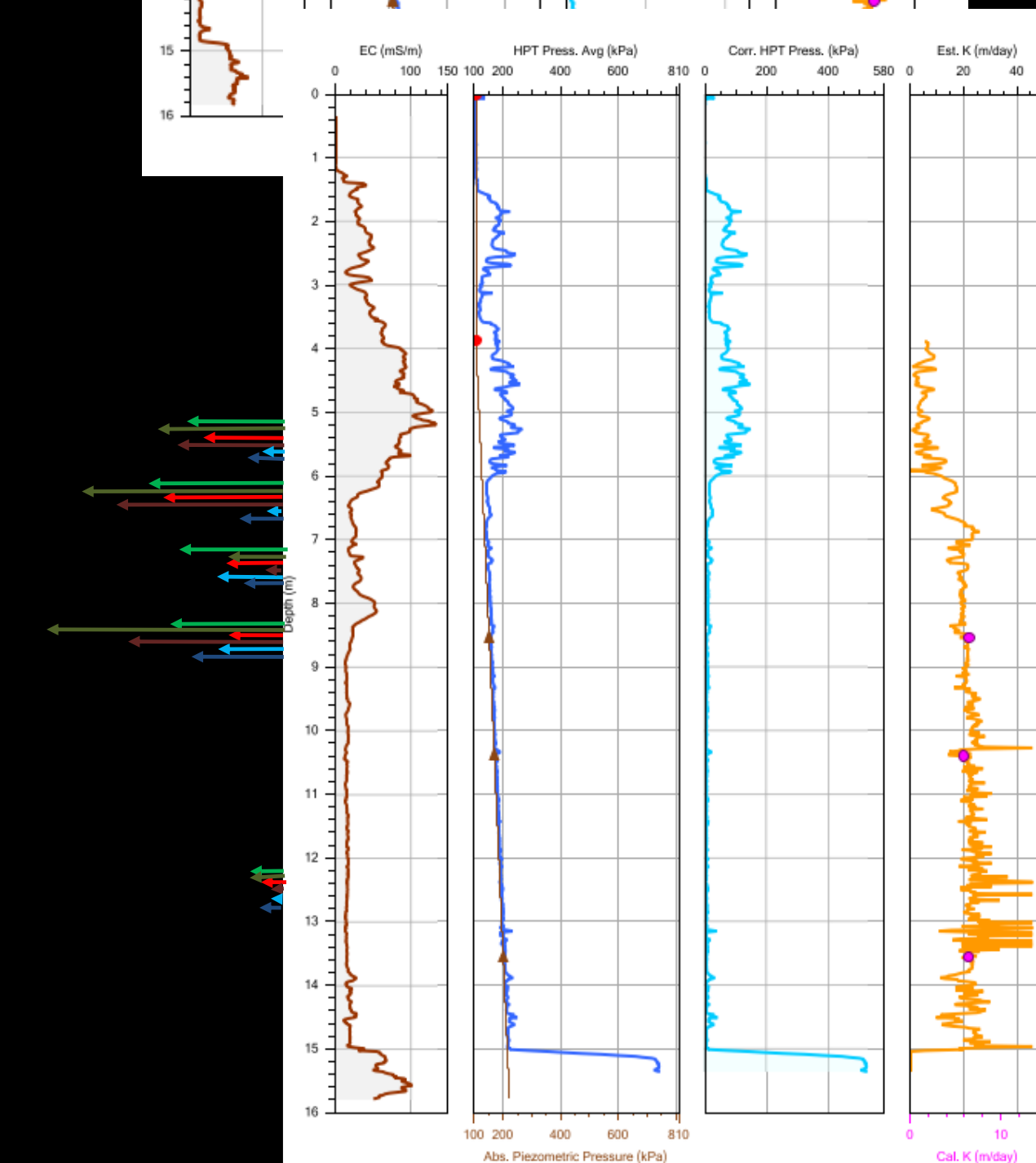


Locatie 2

Flux - waarnemingen en evaluatie



Locatie 1



Locatie 2

PFAS totaal voorjaar

PFAS totaal najaar

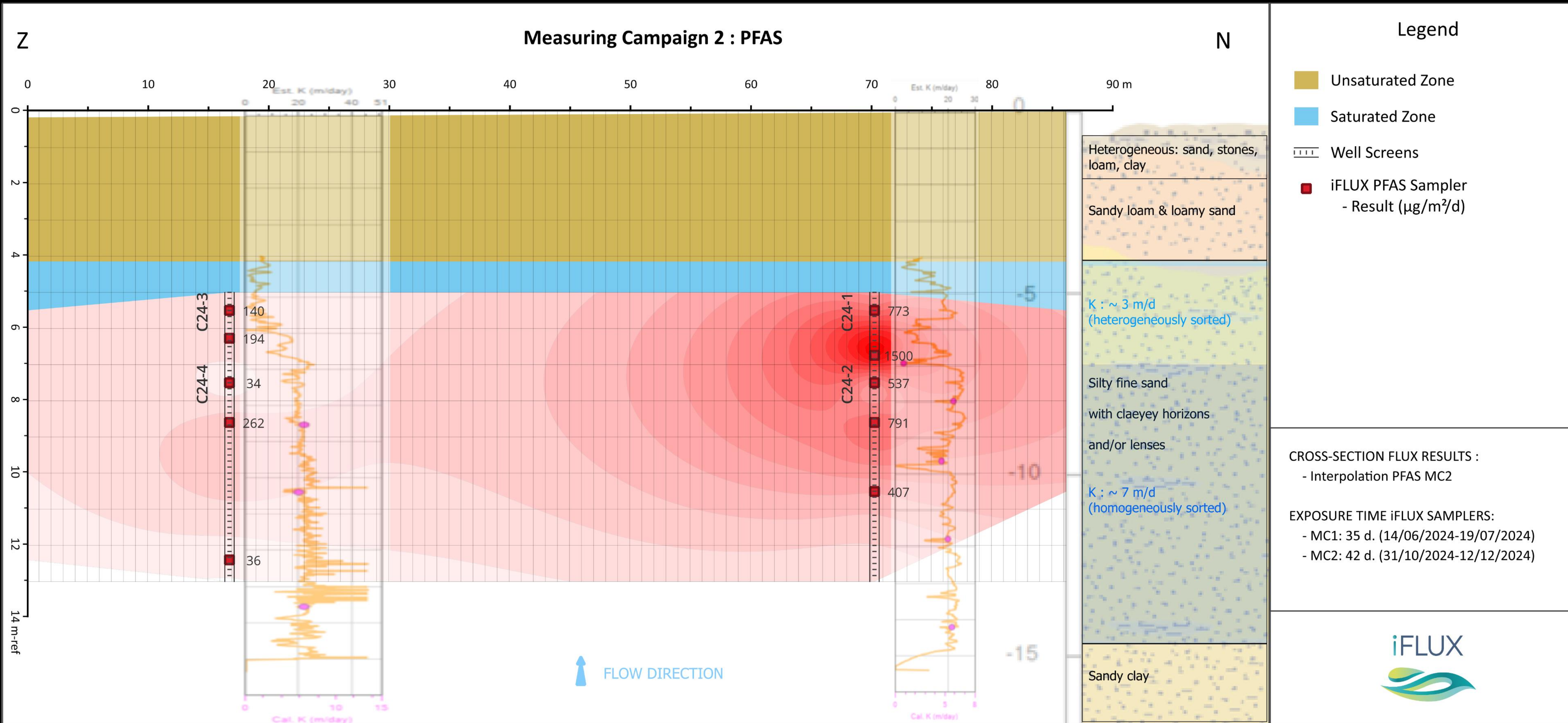
PFOA voorjaar

PFOA najaar

PFHxS voorjaar

PFHxS najaar

Flux - waarnemingen en evaluatie



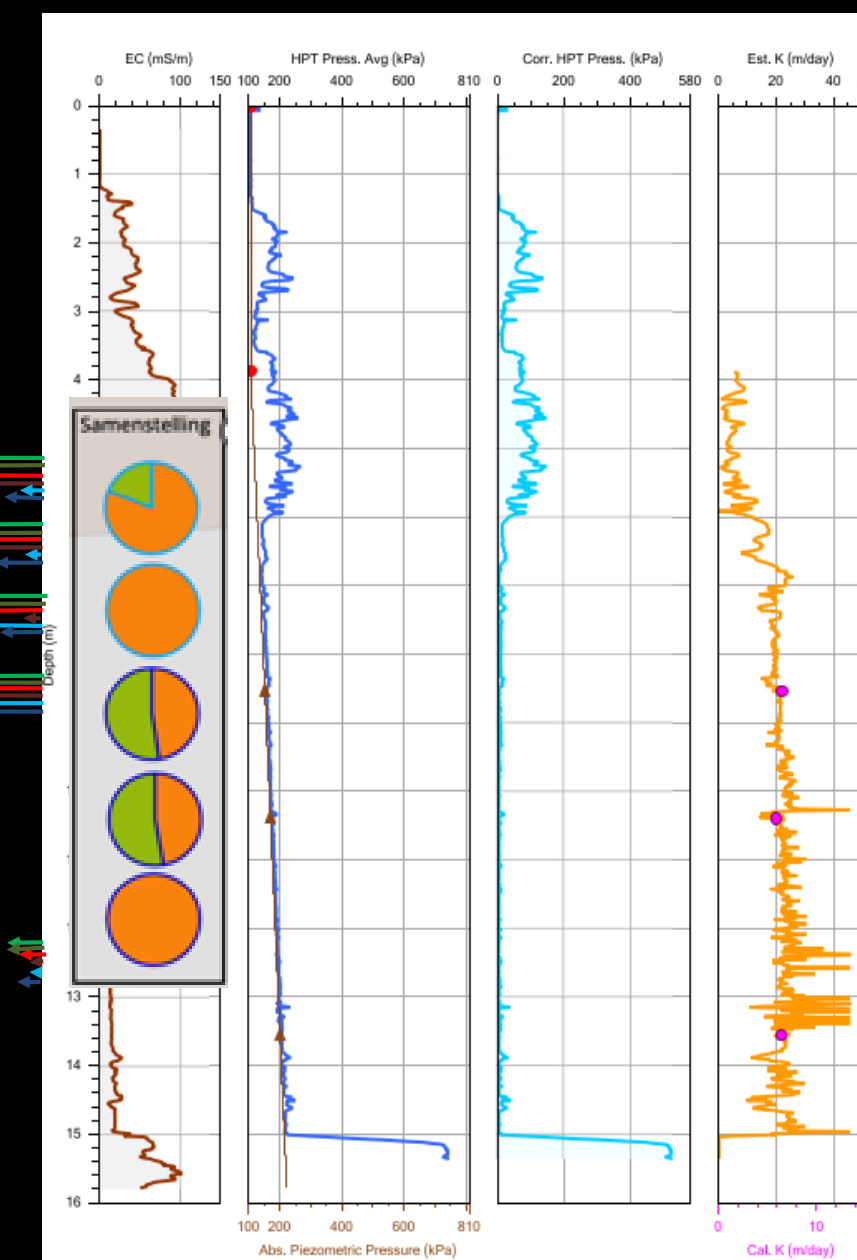
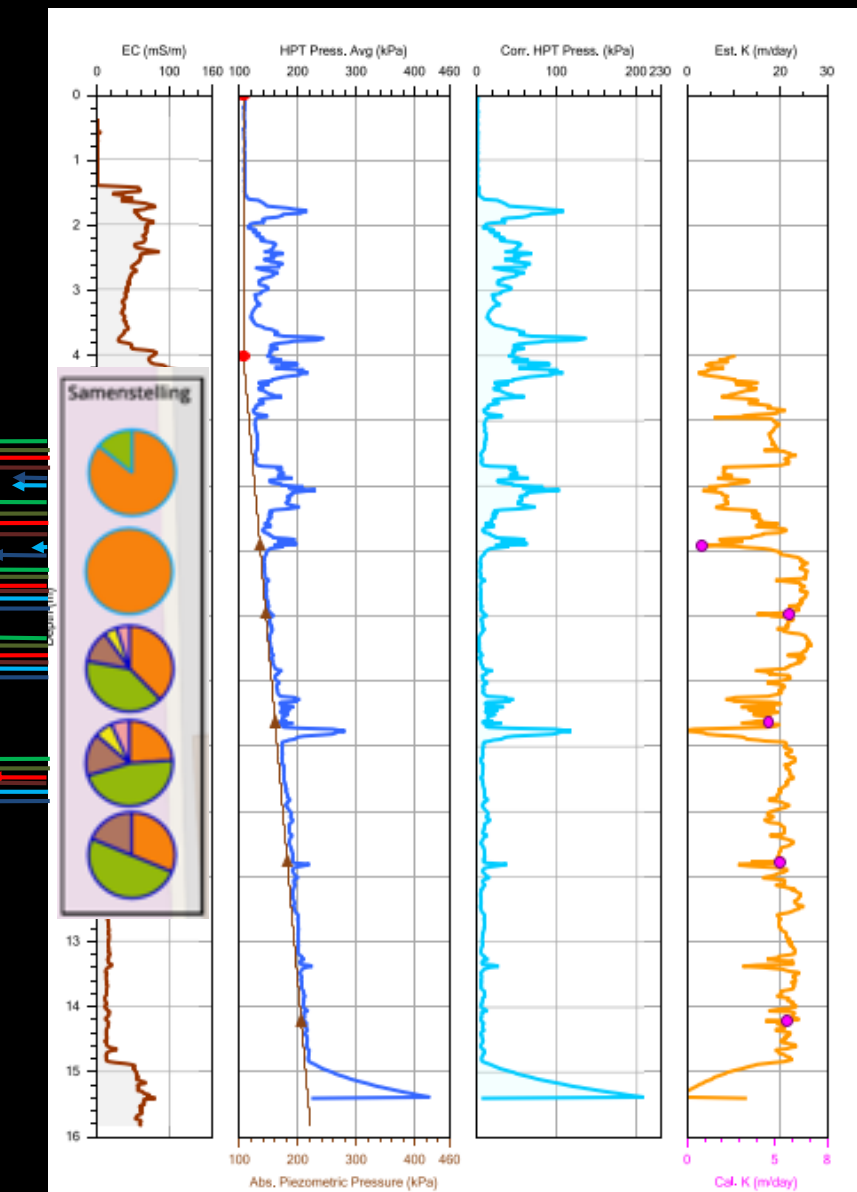
Flux - waarnemingen en evaluatie

- Waarnemingen

- ✓ Seizoenale variatie, hogere flux in de herfst
- ✓ Ruimtelijke variatie, hogere flux op één locatie
- ✓ Voornaamste CoC: PFOA and PFHxS

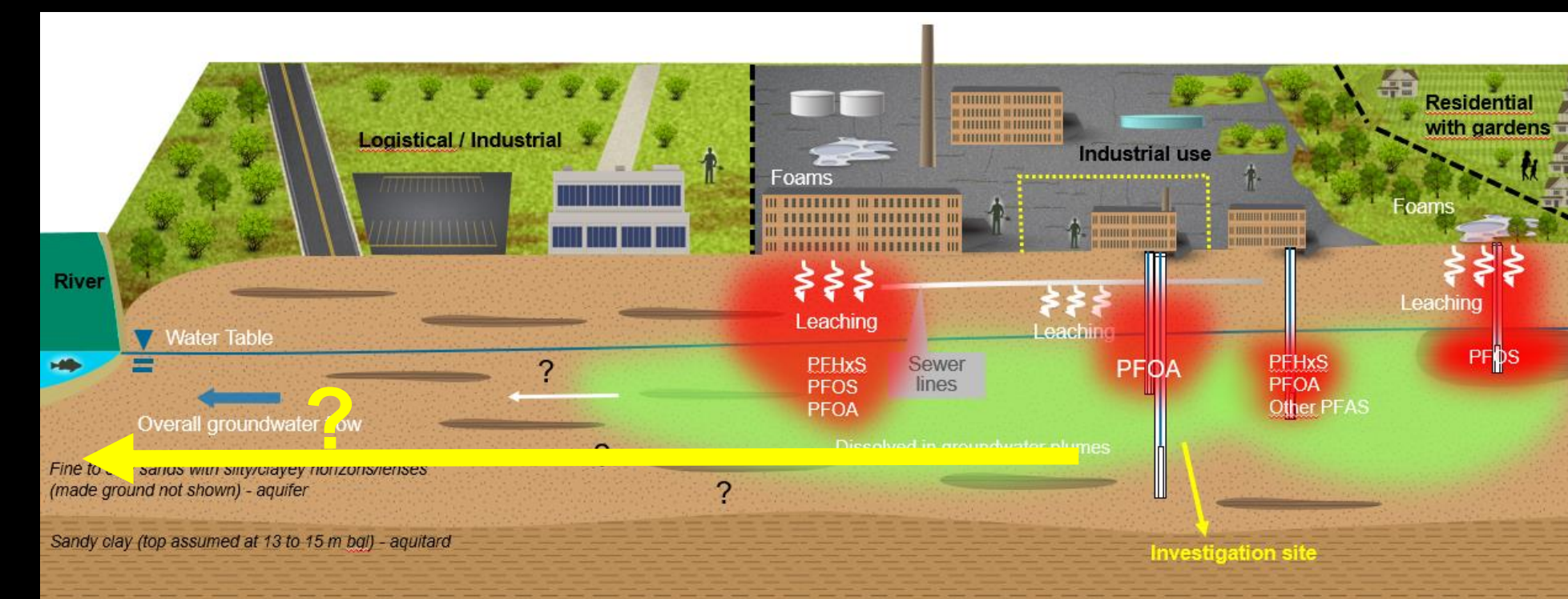
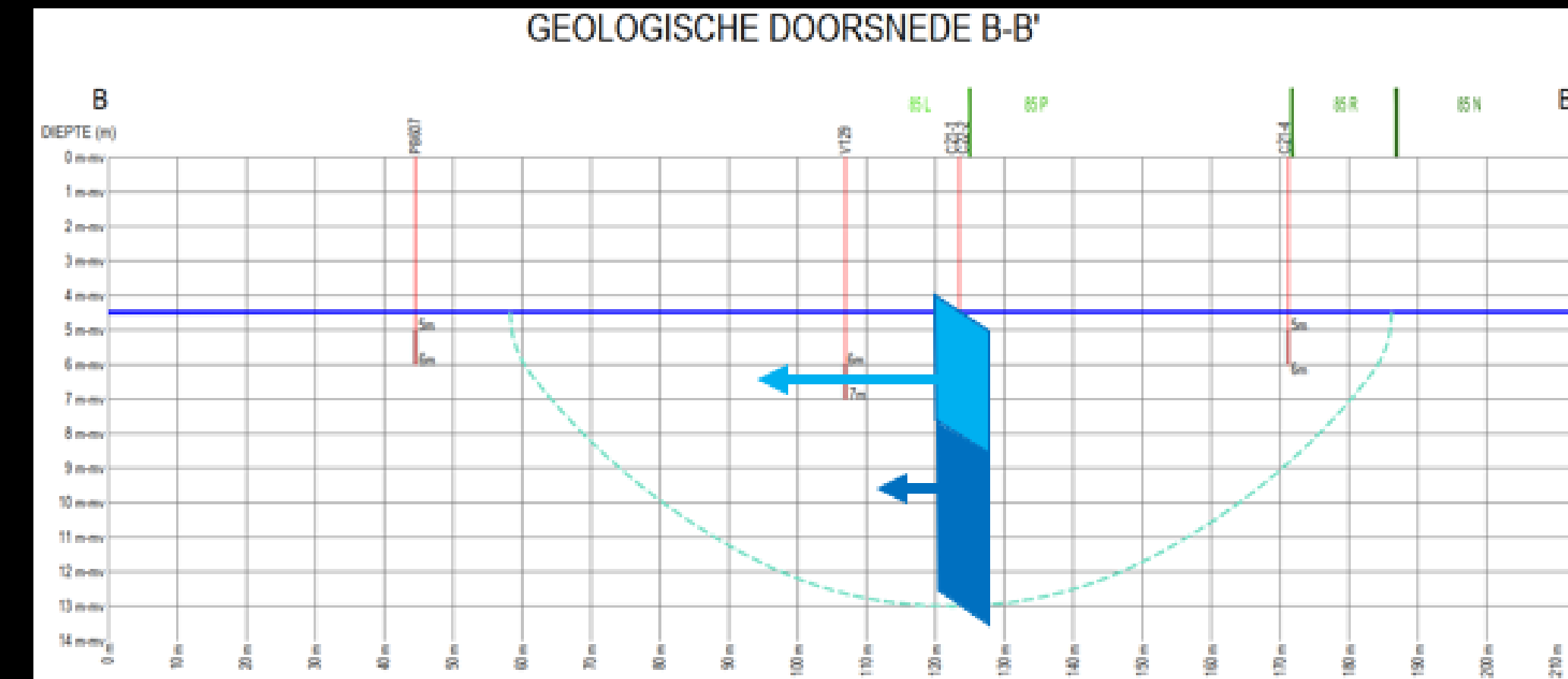
- Evaluatie

- ✓ Ondiepe (minder permeabele) aquifer
 - Niet-verwaarloosbare PFAS massa fluxen
 - Impact analyse op stroomafwaartse receptor
- ✓ Diepere (meer permeabele) aquifer
 - Significant lagere (and meer stabiele) flux in diepere aquifer
 - Migratie naar en via het diepere grondwater is verwaarloosbaar



Flux - waterloop as receptor

- Conservatieve theoretische evaluatie
 - Gebaseerd op de gemeten massaflux op de terreingrens (worst case)
 - Gemiddelde PFAS in de waterloop 200 ng/l
 - Berekende bijkomende PFAS concentratie in het oppervlaktewater, in aanvulling van reeds aanwezige PFAS:
 - ✓ Theoretisch en worst case < 0,5 ng/l PFAS
 - ✓ Lager dan huidige individuele rapportagegrenzen
 - ✓ Lager dan huidige limietwaarden voor oppervlaktewater
- Geen meetbare impact van de verontreiniging of onaanvaardbaar VR verwacht vanuit de site



Conclusies risicobeoordeling VR in het beschrijvend bodemonderzoek

- Migration (flux) naar en via het diepere grondwater is verwaarloosbaar
- Meetbare flux in het ondiepe grondwater, maar geen meetbaar effect verwacht op de stroomafwaarts gesitueerde waterloop



Source: generated with Copilot

Meerwaarde van gedetailleerd CSM en flux onderzoek (1/2)

- Beperkt onzekerheid
- Voorkomt over-conservatieve aannames (overschatting of onderschatting)
- Vaststelling van variaties in PFAS massa flux
- Laat ook flux-gedreven saneringsaanpak toe (indien van toepassing)
 - ✓ Actie nemen t.h.v. de hoogste flux
 - ✓ Flux gedreven monitoring gedurende saneringsmaatregelen



Source: generated with Copilot

Meerwaarde van gedetailleerd CSM and flux onderzoek (2/2)

- Case specifiek
 - ✓ Locatie specifieke flux metingen en impact-analyse helpen om het verspreidingsrisico te kwantificeren en beter inzichtelijk te maken
 - ✓ Faciliteert bespreking met betrokken stakeholders
 - ✓ Aansprakelijkheid beperkt
 - ✓ Geen sanering noodzakelijk
 - ✓ Minder kosten



Source: shutterstock

THANK YOU



IDENTIFY. RESOLVE.

AECOM Contacts

Project Manager & PFAS Lead Belgium

Bram Vanhumbeeck

bram.vanhumbeeck@aecom.com

PFAS Lead Europe

William Leys

william.leys@aecom.com

iFLUX Contact

Account manager

Marjan Joris

Marjan@iflux.be



Visit our PFAS site