

DIFFUSE KILDER

Typer og Størrelsesordner

Temadag: Ny viden om undersøgelser og risikovurdering af PFAS

Vingsted, 3. Marts 2026

Katerina Tsitonaki, WSP Danmark

Diffuse Kilder





Typiske koncentrationer af PFAS

PFAS 4 ng/l
PFAS 22 ng/l

Brandøvelsespladser
OBS! Kun Regioner DK
80% fraktil- grundvand
1100 / 2600

DCE: Regn (ng/l): 0,74 / 2,7

MST: Havskum- Vestjylland
Op til 17.000-250.000!

Drænvand fra
kunstgræsbaner (ng/l)



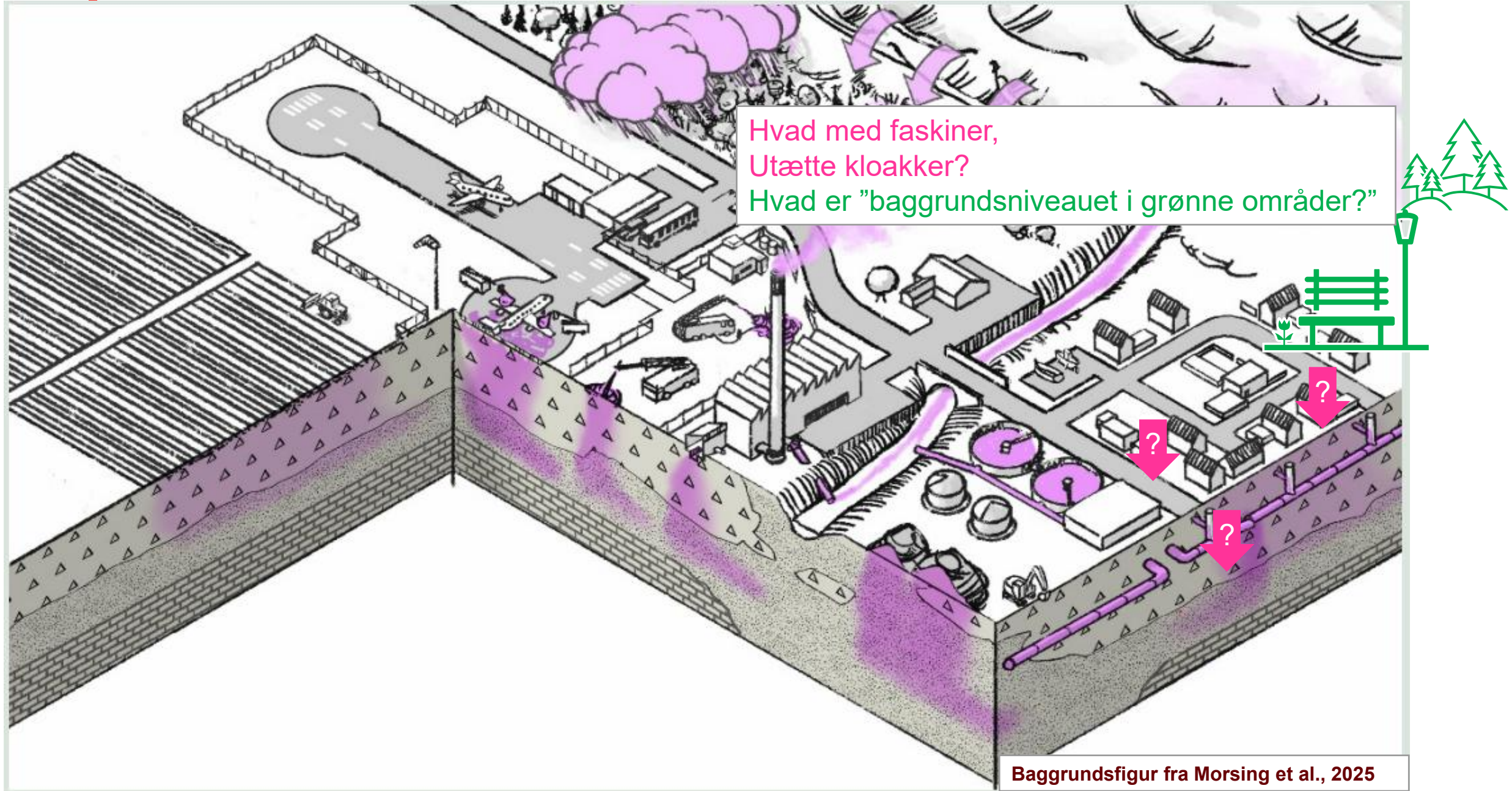
3 / 8

Porevand under
slambehandlede
marker (ng/l)
2,8 / 6,5

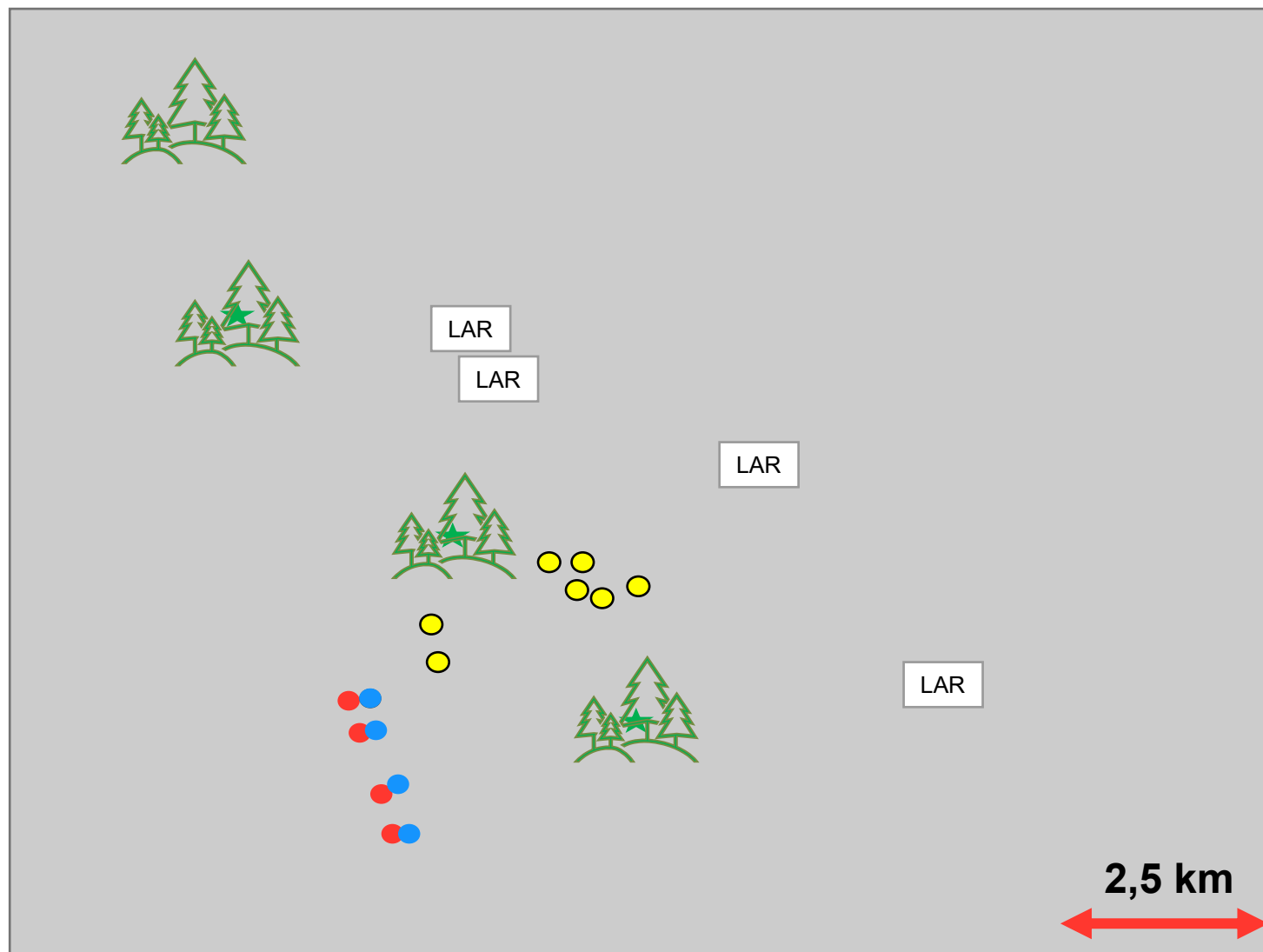
Forurenede lokaliteter
Regioner DK
80% fraktil grundvand ng/l
51 / 110
80% fraktil jord (µg/kgTS)
33 / 74

DANVA:: Spildevand
indløb til rensesanlæg
4,1 / 11

wsp Andre kilder i byer?



Prøvetaget forskellige steder i samme kommune



Porevand og jordprøver
fra grønne områder



Kendte punktkilder



Boringer ved utætte
kloakker



Spildevand fra
villaområde



Region
Hovedstaden





Fotos fra prøvesteder

BS



HG



SM



GK



Porevand og jordprøver
fra grønne områder

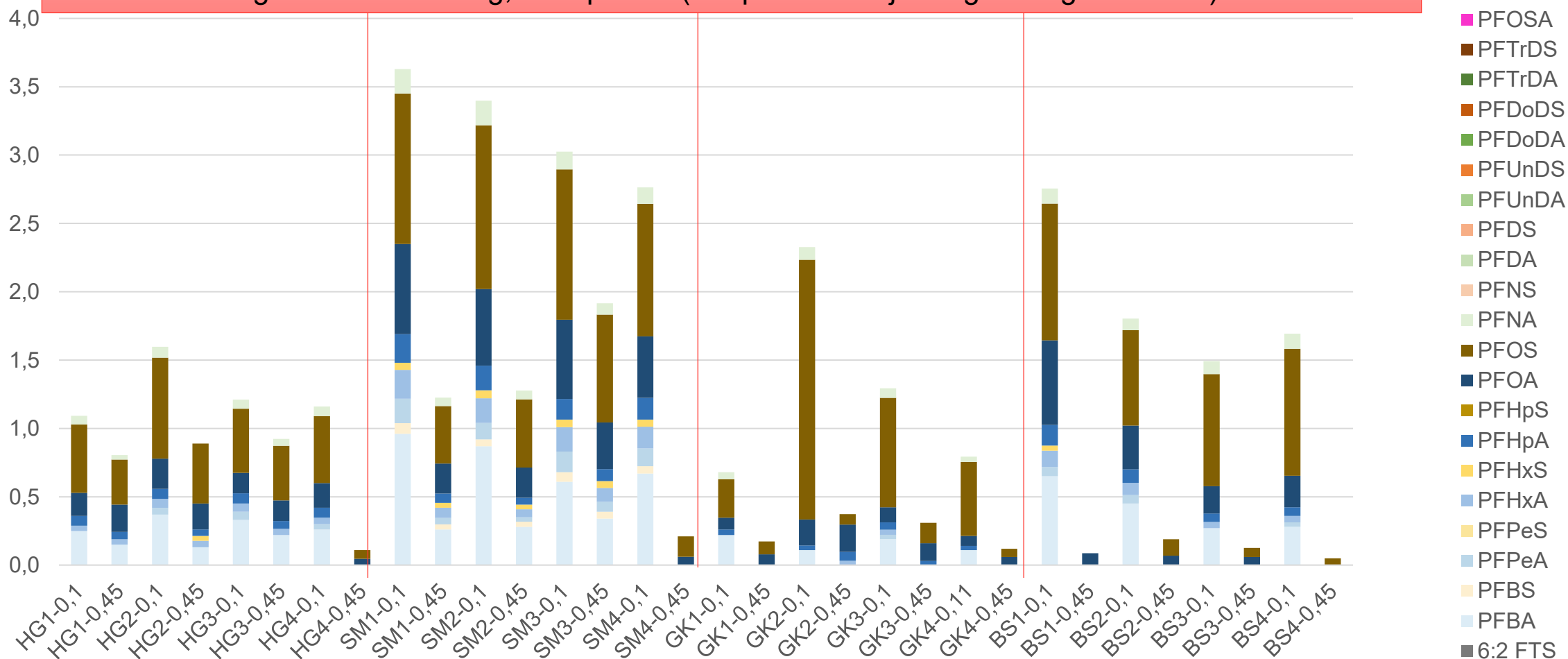
- Kendte punktkilder
- Boringer ved utætte
kloakker
- Spildevand fra
villaområde



Jordprøver i grønne områder [$\mu\text{g/kg TS}$]



- Kun PFAS 22 detekteret i jordprøverne, højst i overfladejor (ca. 0,5-4 $\mu\text{g/kg Ts}$)
- God overensstemmelse mellem replikaterne fra samme område
- Lidt forskelligt sammensætning, især på SM (tæt på motorvejen/regnbetingede udløb)



Der er også PFAS i jord udenfor byerne

72 jordprøver 0- 5 cm
(min-**med**-maks PFAS22 µg/kg TS)

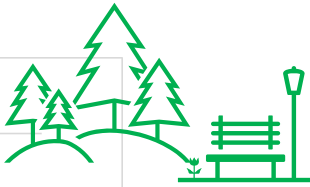
Arealtyper:

- Landbrug (0,17-**0,87**-3,4)
- Skove og skovbryn (1,7-**5,1**-16)
- Kystnære græsarealer (0,37-**2,1**-30)
- Overdrev (0,21-**0,63**-2,9)
- Enge og lavbundslande (0,32-**1**-3,2)

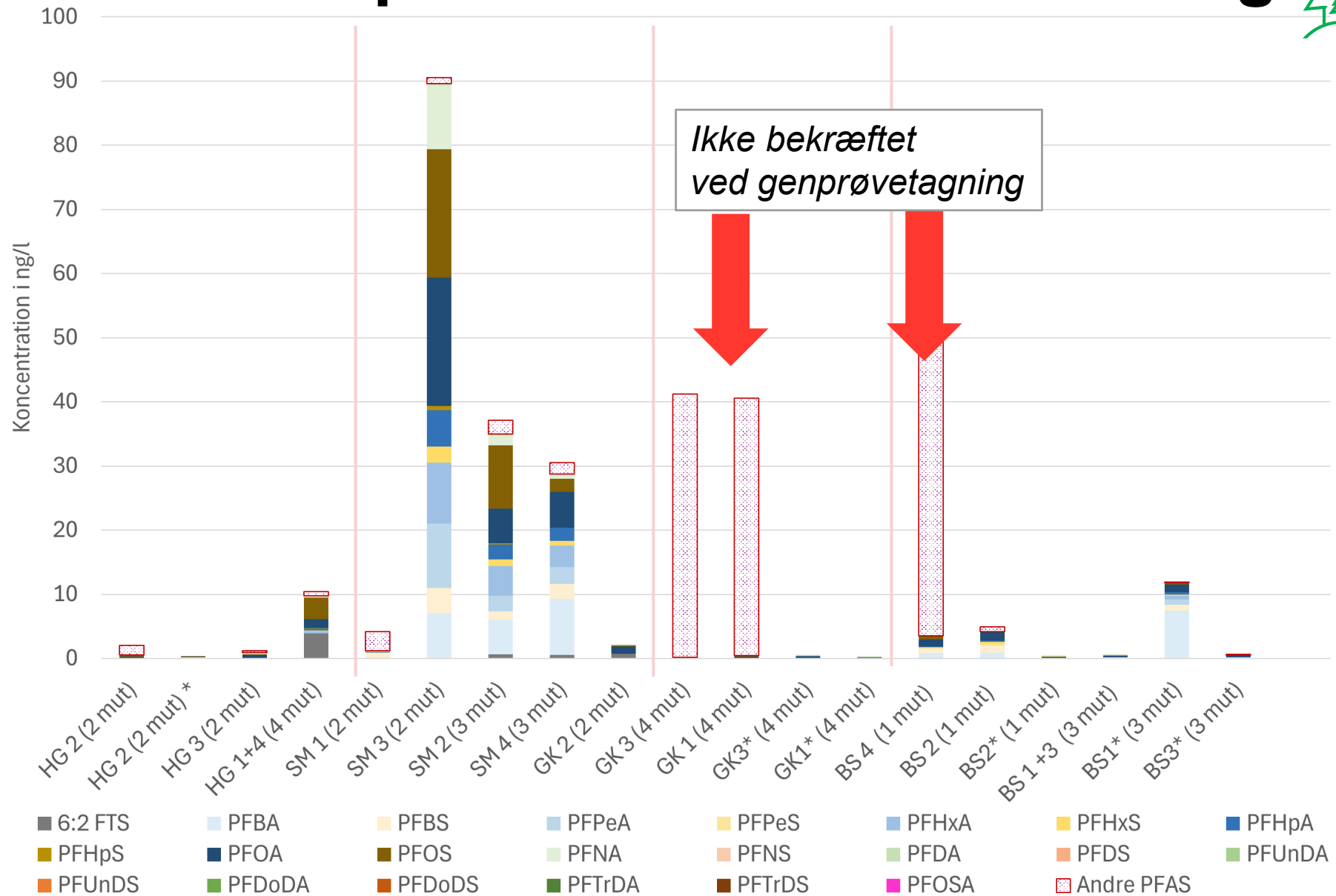
	Median	Min	Max	A
	µg/kg ts			
PFBS	0,06	0,06	0,06	
PFHxA	0,05	0,03	0,13	
PFHpA	0,06	0,03	0,56	
PFDA	0,19	0,11	1,10	
PFUnDA	0,13	0,10	0,82	
PFDoDA	0,16	0,13	0,18	
6:2 FTS	0,18	0,10	0,57	
PFBA	0,27	0,10	3,80	
PFPeA	0,05	0,03	0,20	
PFHpS	0,07	0,05	0,09	2
PFTTrDA	0,13	0,13	0,13	1
PFHxS	0,13	0,05	0,26	4
PFNA	0,07	0,03	1,20	61
PFOA	0,15	0,03	3,90	67
PFOS	0,42	0,09	19,00	72
Sum PFAS22	0,91	0,15	30,00	72
Sum PFAS4	0,58	0,15	24,00	72

Diffus forurening og
i forvejen
forekommende
niveauer af
PFAS i danske jorde

Miljøprojekt nr. 2292
Februar 2025



PFPrS
FPePA
PFECHS
PFHxSA
HPFHpA
FHpPA
NFDHA
6:2 FTCA
MeFOSAA
8:2 FTS
H4PFUnA
6:2 FTAB



Kloakker som væsentlig kilde af PFAS til det terrænnære grundvand



Tilstand af eksisterende afløbssystem

- God (FI: 0,0 - 4,0)
- Mellem (FI: 4,1 - 6,0)
- Dårlig (FI: 6,1 - 8,0)
- Meget dårlig (FI: 8,1 - 10,0)





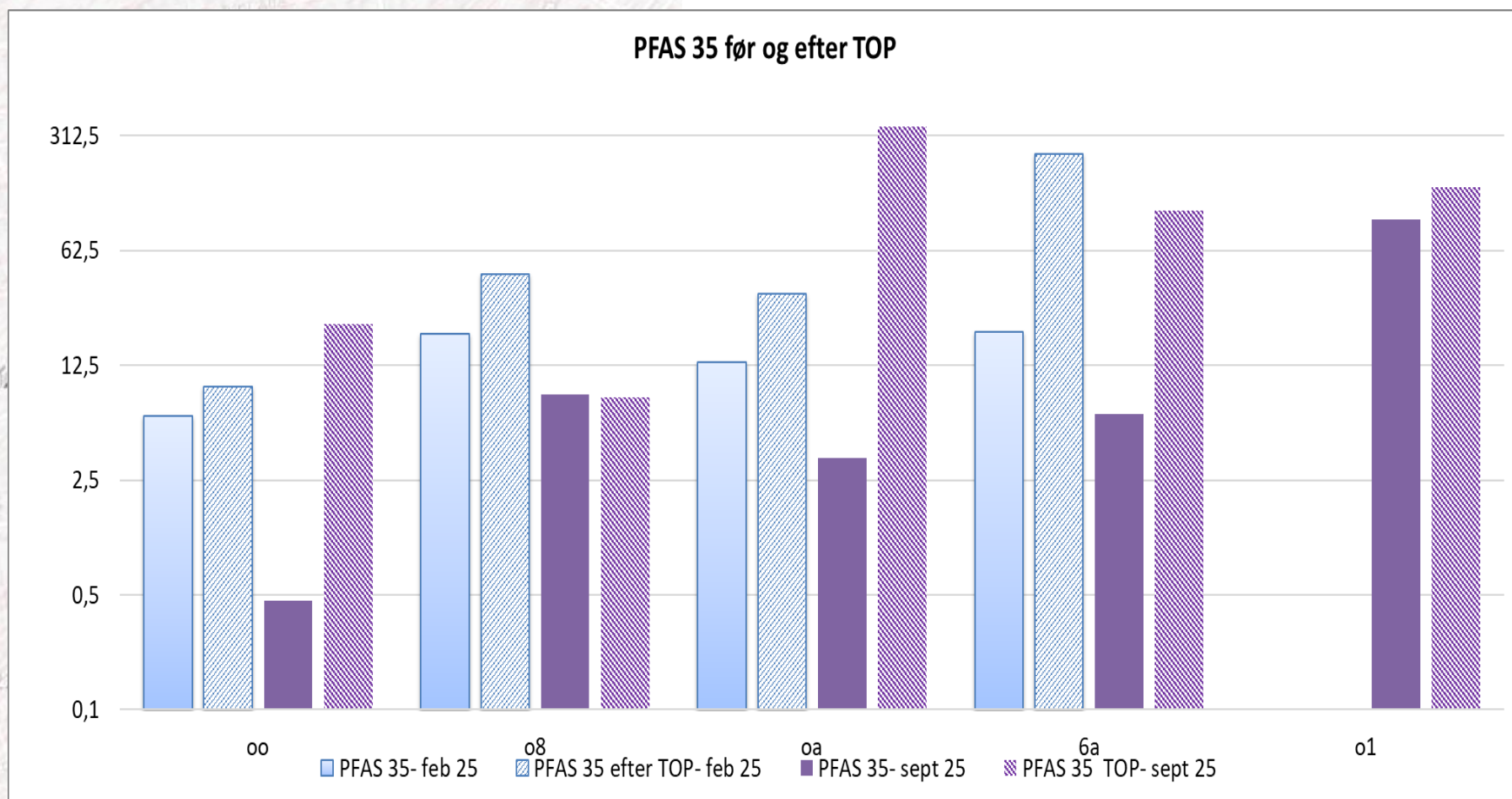
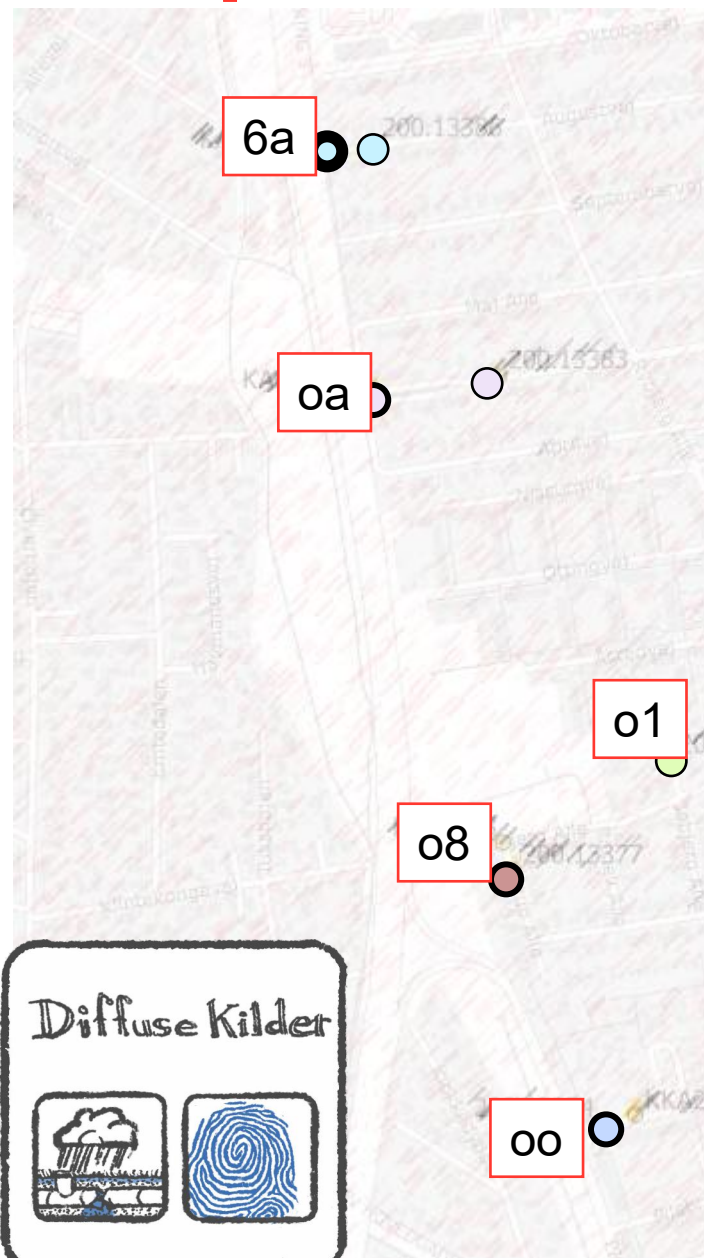
Analyseresultater fra spildevandsbrønde (ng/l)

Analyseret for 41 PFAS:

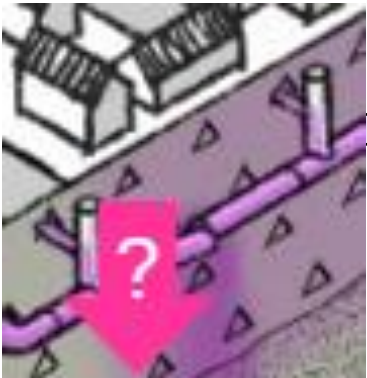
Kun PFAS 22 i niveauer på op til 30 ng/l før TOP

Op til 10 gange højere efter TOP

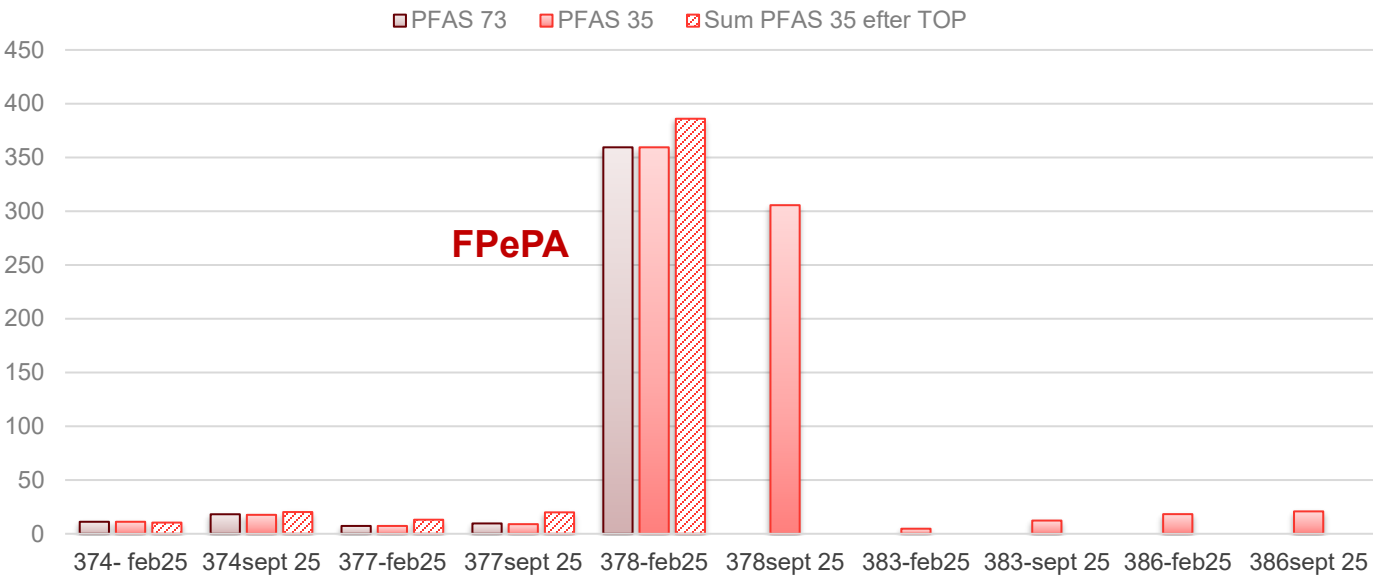
Lavere værdier i spildevand i september



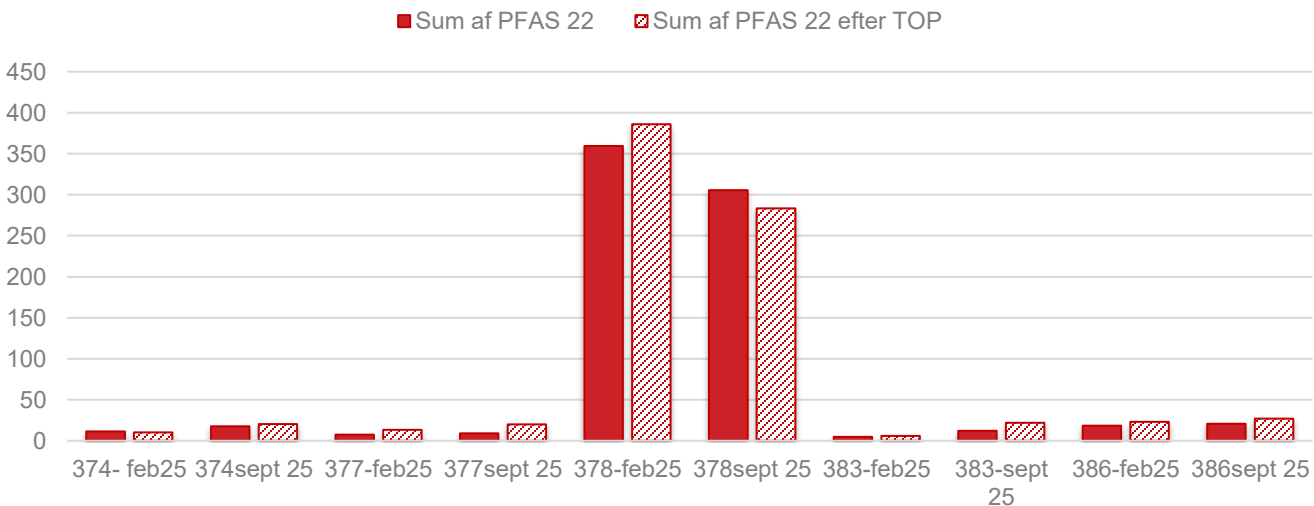
Primært PFAS 22 i niveauer på 10-20 ng/l
 Dog **MEGET** høje koncentrationer på
350 ng/l i en af boringerne!
 Samme niveauer i begge monitoringsrunder



PFAS 73 and PFAS 35 før og efter TOP

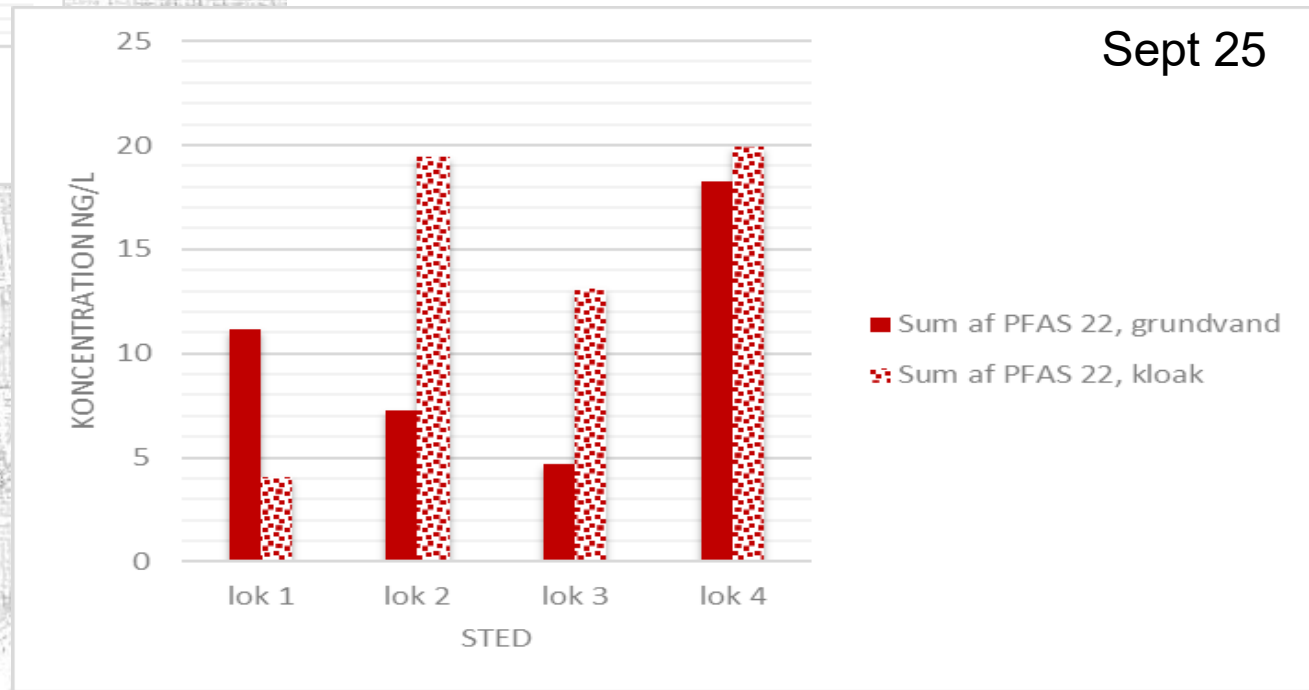
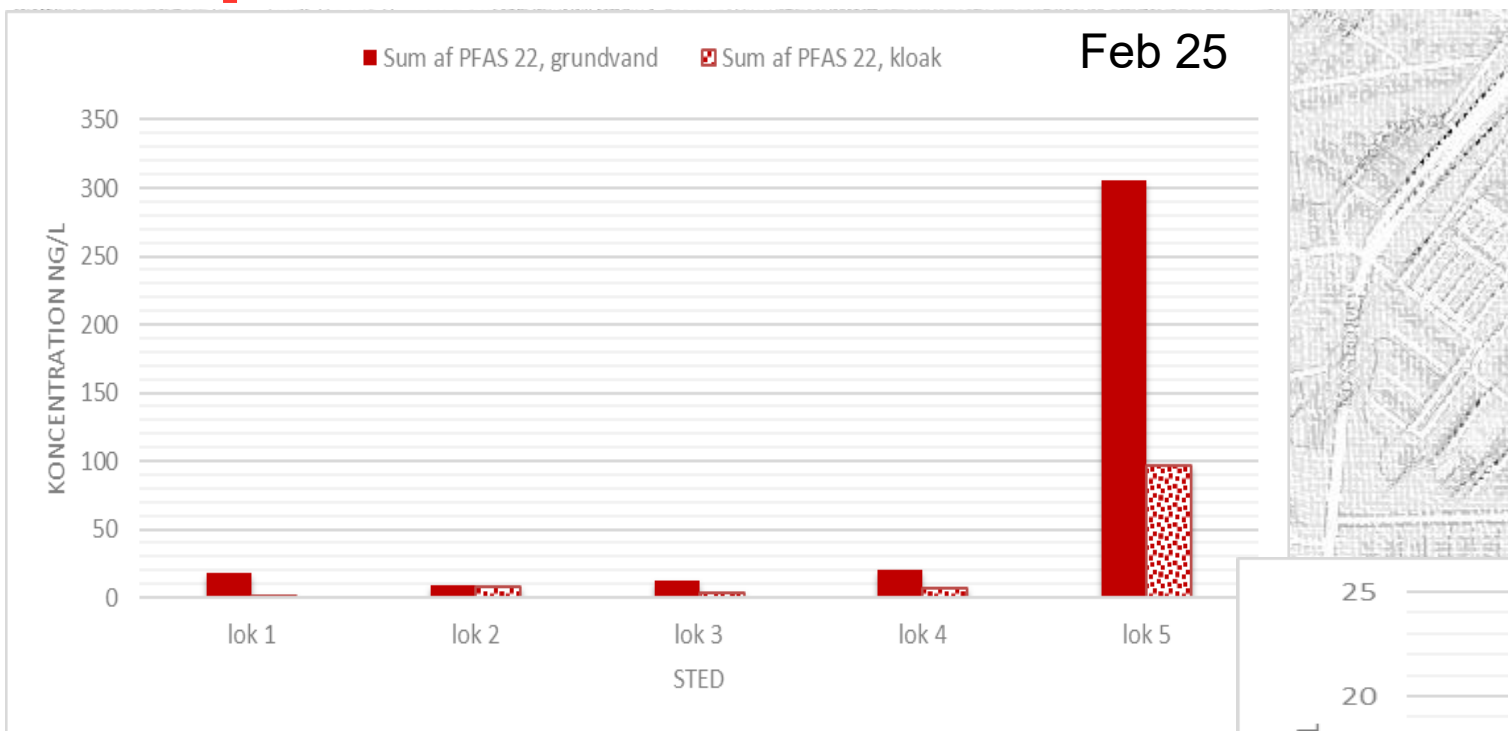


PFAS 22 før og efter TOP

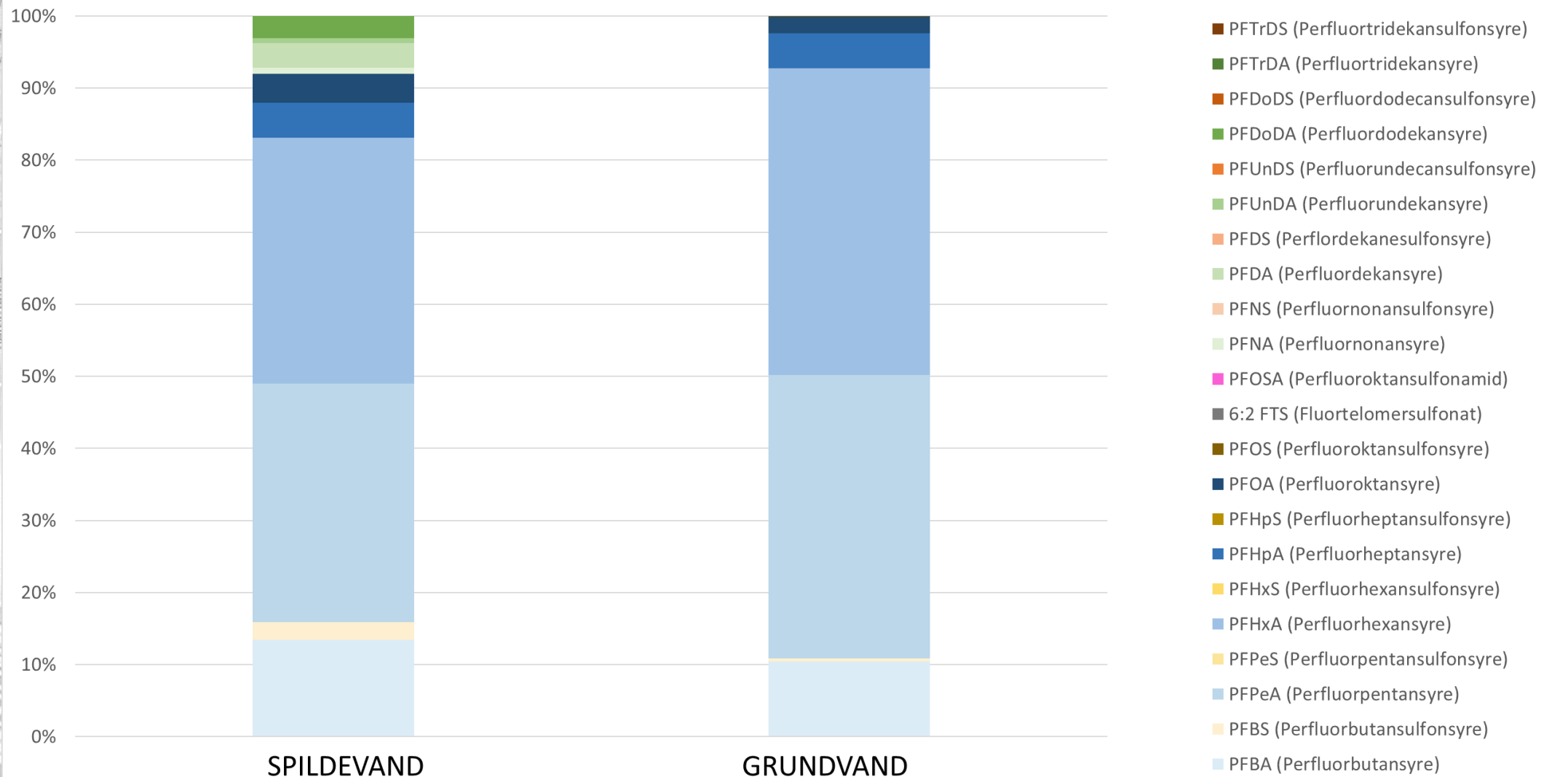




PFAS 22 i spildevand og nærliggende grundvand



Primært korte carboxylsyre og PFOS, PFOA og PFPeS



Vingsal 2

Natalia Bovali Poster præsentation Tirsdag 12:15

DTU

wsp

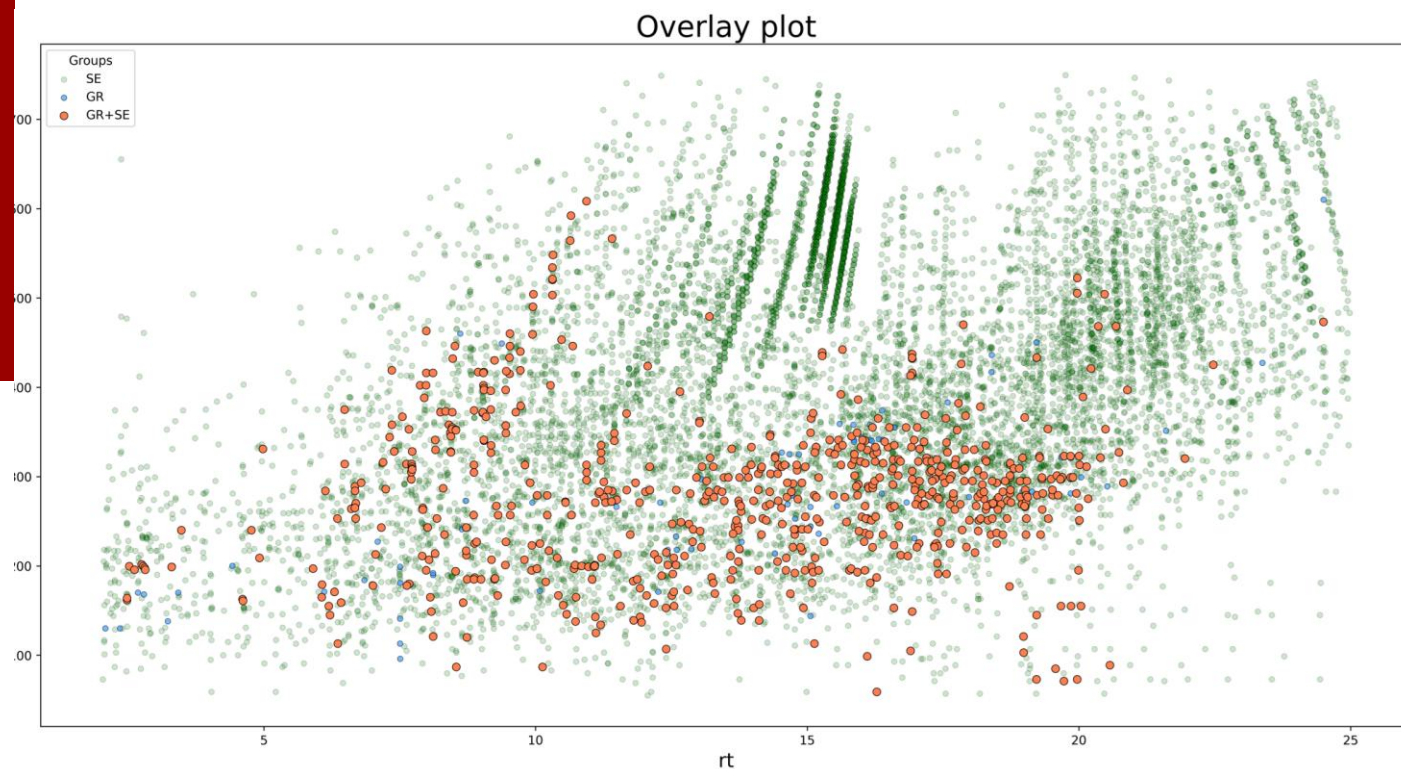
Environmental forensics investigation of sewers leaking pollutants into groundwater

A non-target analysis study

Natalia Bovali¹, Emil Egede Frøkjær¹, Mulatu Nanusha¹, Aikaterini Tsitonaki², Paul McLachlan¹, Martin Hansen¹

¹Environmental forensics and metabolomics lab, DTU Sustain, 2800 Kongens Lyngby, Denmark.
²WSP Denmark

28/2/2026 Technical University of Denmark Environmental forensics investigation of sewers leaking pollutants into groundwater 1



Overlapping features in Groundwater and Sewage samples

Stoffer udover PFAS 22

6:2 FTCA

EtFOSAA

MeFOSAA

1H,1H,2H,2H-
Perfluorodecan
esulfonic acid

8:2 diPAP

PFTeDA

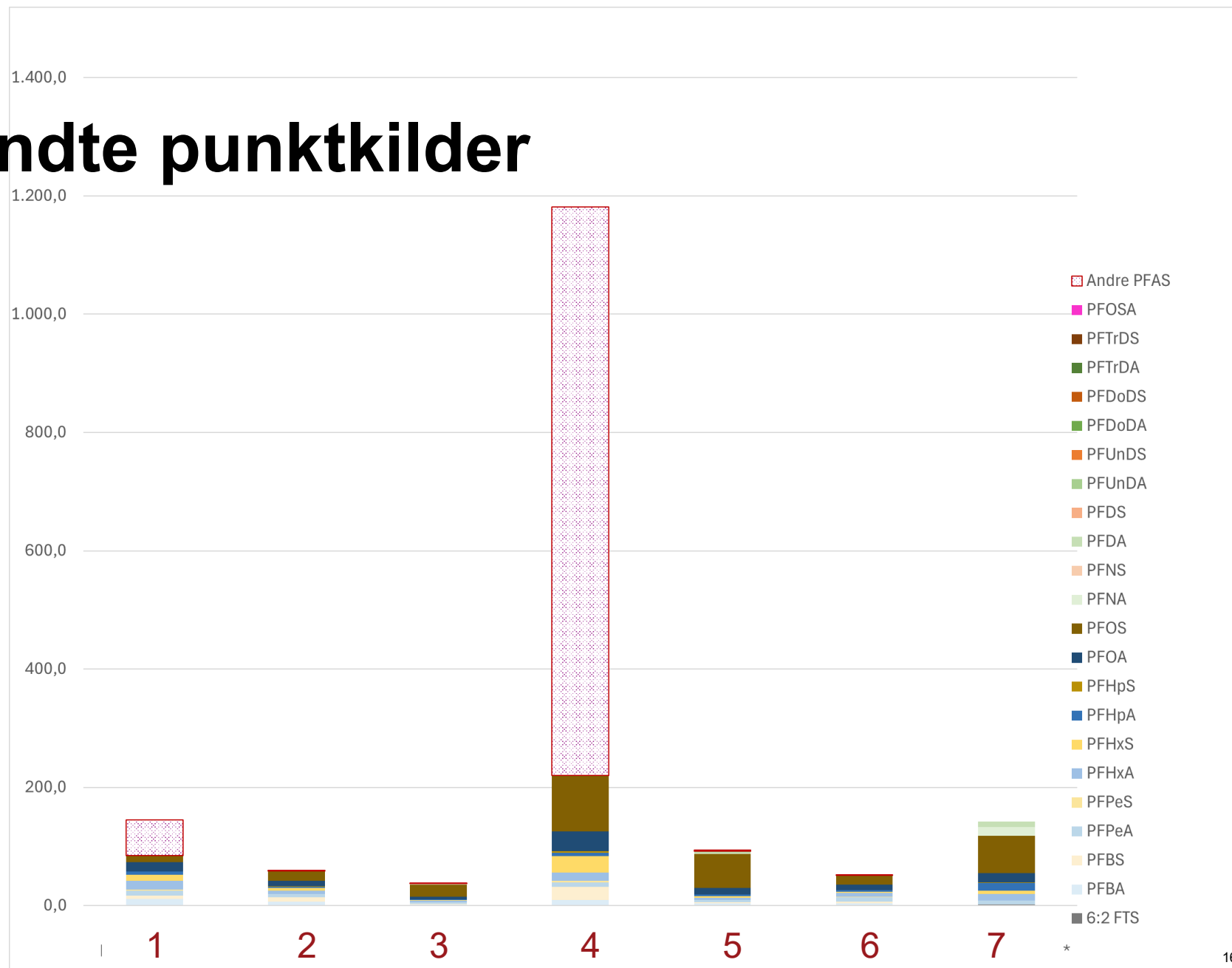
Location	PFAS22 (ng/l)	PFAS 4 (ng/l)
SR indløb-	13.0	3.0
SR udløb	14.5	4.0
SR - Udløb*	19.5	6.5
BonX runde 1	3.0	1.0
BonX - Indløb*	11.0	1.5
BonX - Udløb*	25.0	1.5
MSA runde 1	4.5	1.0
SXa indløb runde 1	5.0	2.5
SXa udløb runde 1	11.0	2.0
SXa - Indløb*	8.5	2.5
SX - Udløb*	4.0	1.0
MSA-Indløb*	4.5	1.5
MSA - Udløb*	33.5	3.0



Boringer- ved kendte punktkilder [ng/l]

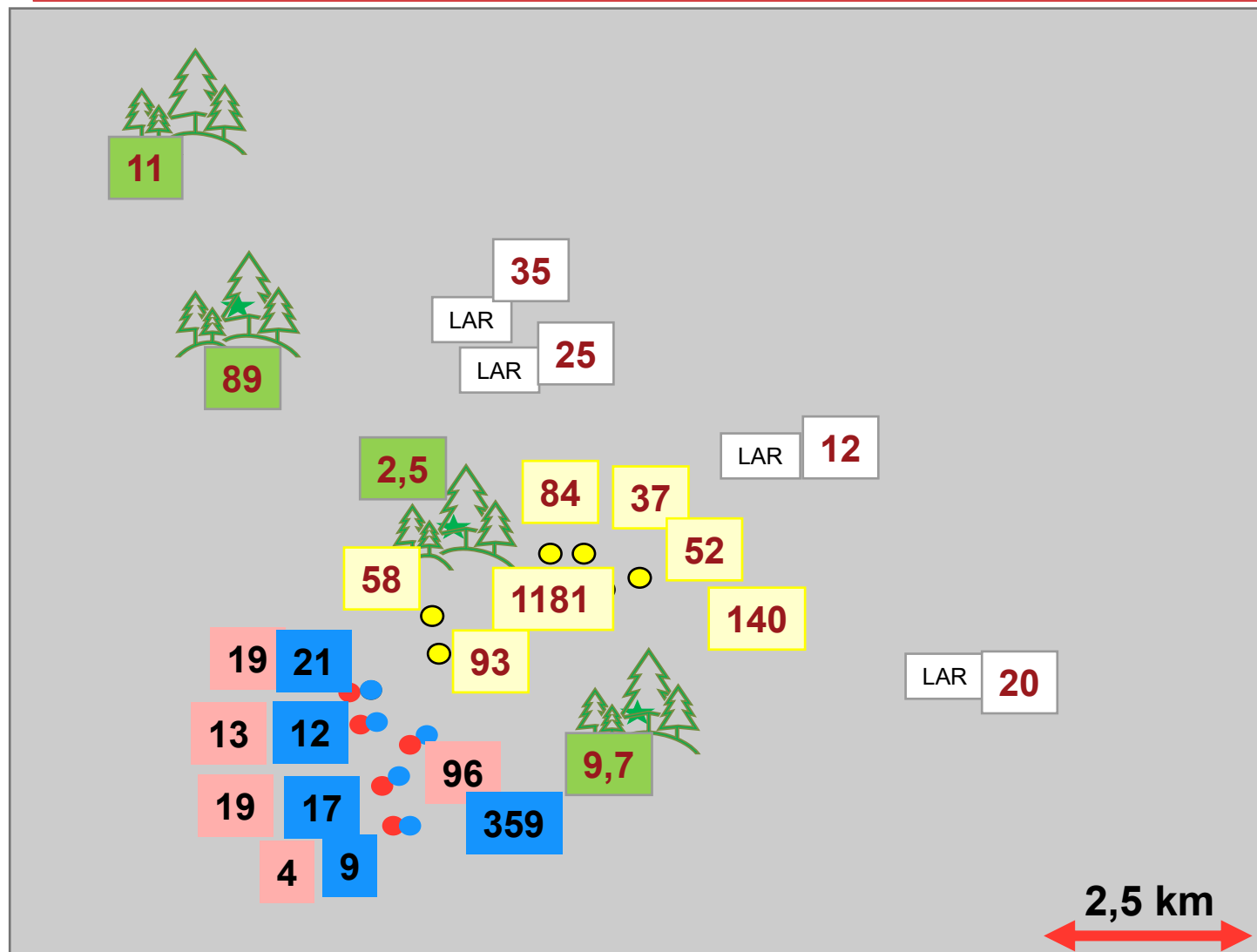
Stoffer udover PFAS 22

PFPrS
PFBSA
PFECHS
PFHxSA
EtFOSAA
FOSAA
MeFOSAA
8:2 FTS
8:2 diPAP
PFTeDA



Maks koncentration af PFAS 22 i ng/l

"PFAS is everywhere".... og i betydelige koncentrationer



Porevand og jordprøver
fra grønne områder



Kendte punktkilder
(2-9 mut)



Boringer ved utætte
kloakker (2-4 m u.t.)



Spildevand fra
villaområde



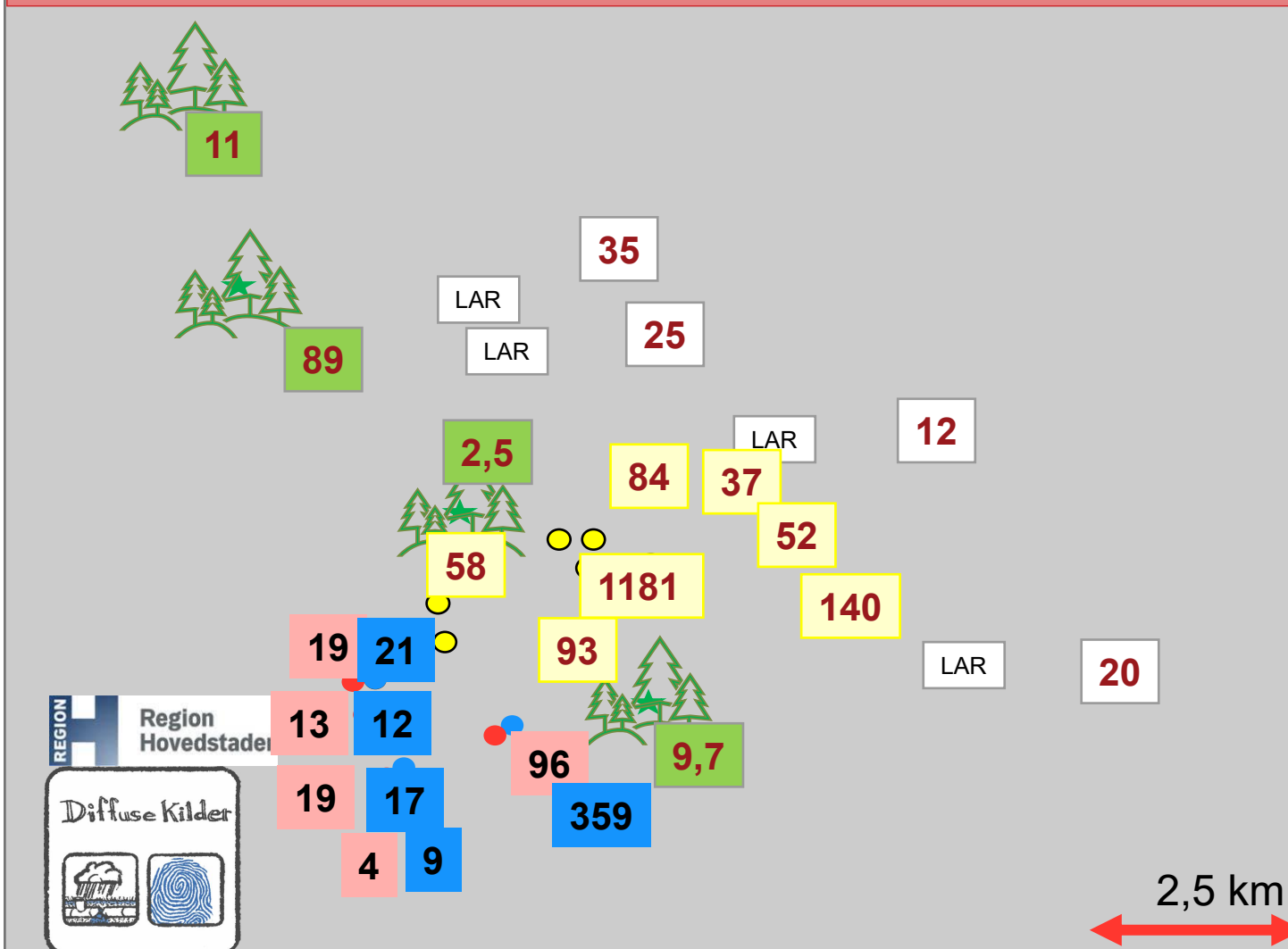
Region
Hovedstaden

Diffuse Kilder

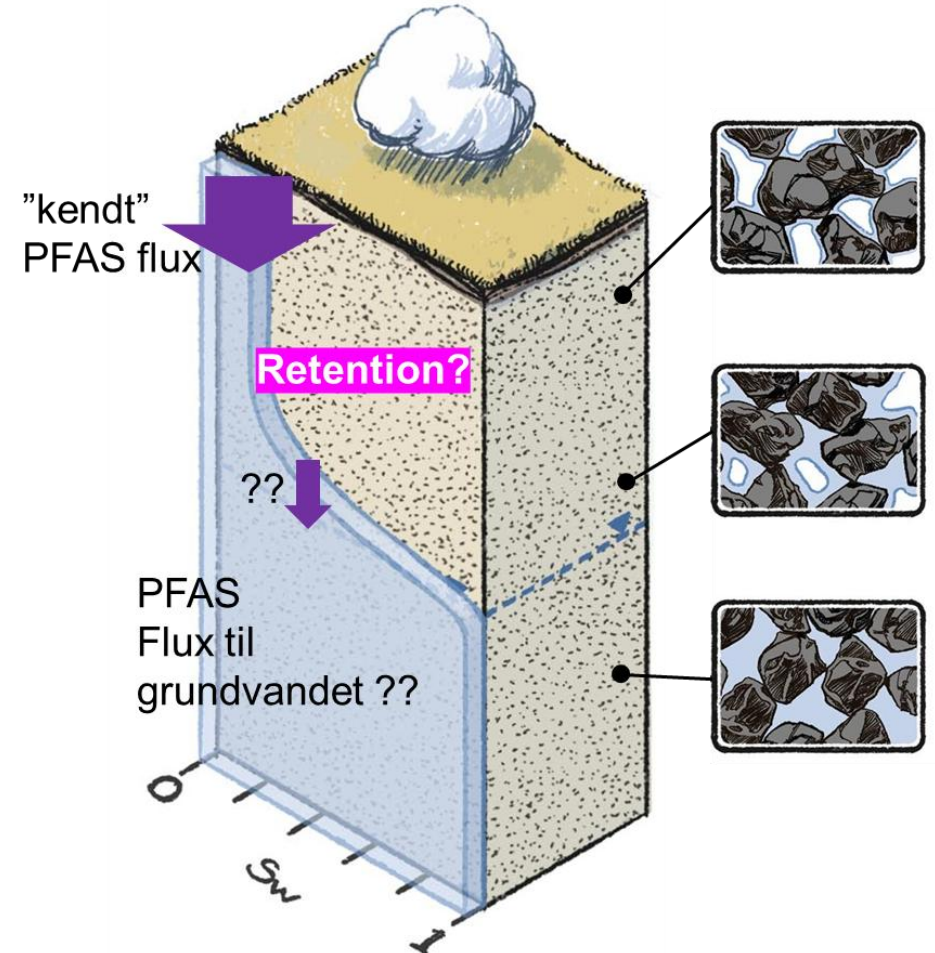


Hvad med flux til grundvandet?

"PFAS is everywhere".... og i betydelige koncentrationer



$$J = \sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i \cdot I_i$$



TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN



Tak til
Region Hovedstaden
Ditte Lykkesborg Schrøder
Maria Hag
Og mange andre!



Tak til Karen Andreassen,
tidl. WSP



Tak til Katrine Hauge
Smith, WSP



Tak til X
kommune

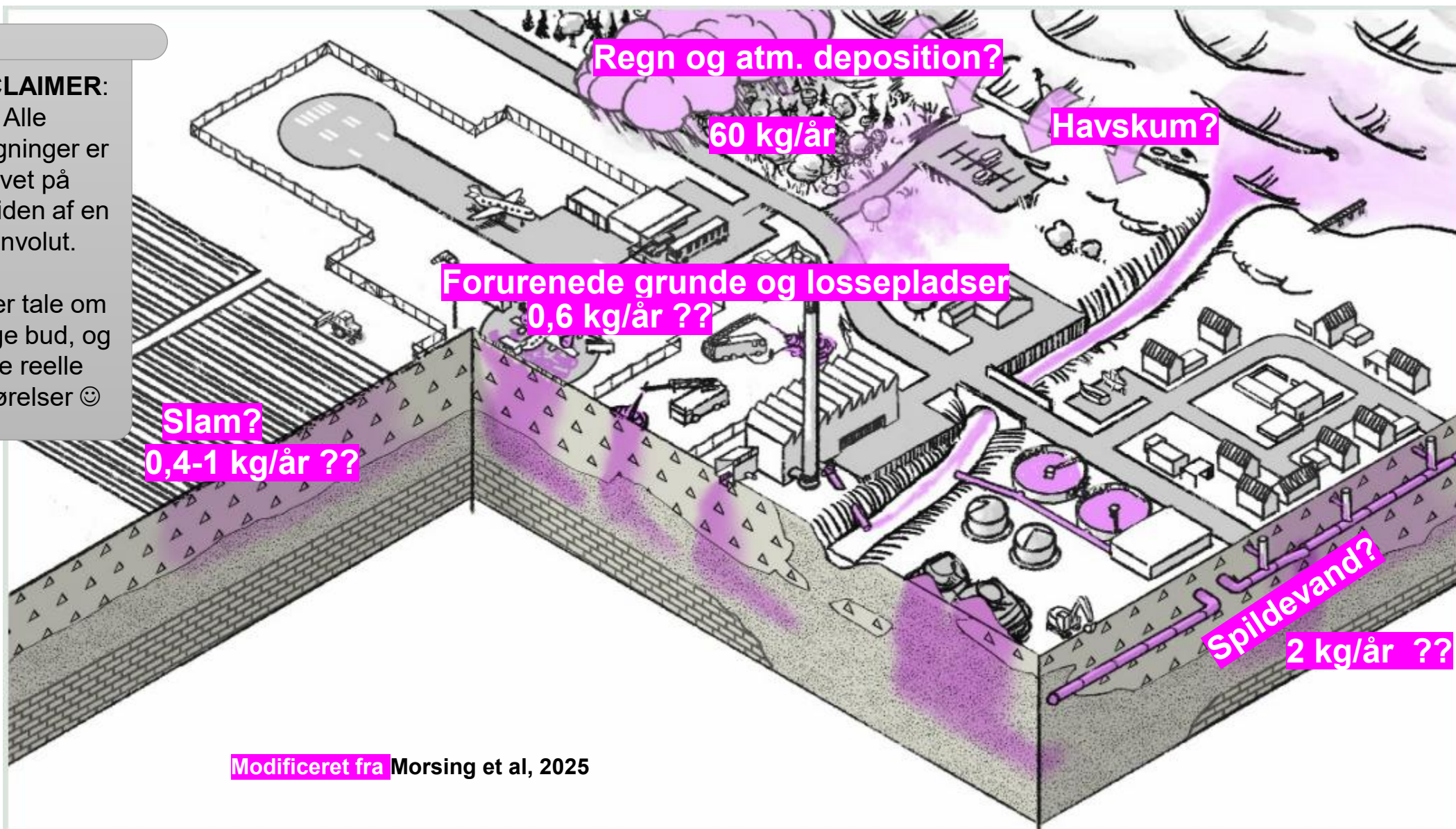


PFAS i grundvandet kommer fra både punkt- og diffuse kilder–

DISCLAIMER:

Alle beregninger er lavet på bagsiden af en konvolut.

Der er tale om hurtige bud, og ikke reelle opgørelser ☺



Modificeret fra Morsing et al, 2025

DISCLAIMER:

Alle beregninger er lavet på bagsiden af en konvolut.

Der er tale om hurtige bud, og ikke reelle opgørelser 😊

	Målte PFAS 22 koncentrationer	Andre antagelser	PFAS 22 flux
PFAS i regn målt af DCE	2,7 ng/l	Areal på 40. 435 km ² Nettonedbør 0,5 m/år	60 kg/år
PFAS fra slambehandlede marker	2-7 ng/l	Areal på 130.000 ha Netto infiltration 0,3 m/år	0,4-1 kg/år
PFAS fra spildevand	30 ng/l	Spildevandstab på 10 % (AI svar) Spildevand i alt 600 mio m ³ pr. år (Kilde DST)	1,8 - 2 kg/år
PFAS fra forurenede lokaliteter	150 ng/l (80% på undersøgte grunde)	15.000 grunde pr. landsplan Areal af kilden? 1000 m ²	0,6 kg/år

Oversigt over typiske fund i jord

Type-jord	PFAS 4	PFAS 22	Enhed	Kilde
Jord-landbrug	0,47	0,87	µg/kg TS	Strobel et al., 2024, Miljøprojekt 2292
Jord-Skove	4,25	5,1	µg/kg TS	Strobel et al., 2024, Miljøprojekt 2292
Jord- Kystnære arealer	1,6	2,1	µg/kg TS	Strobel et al., 2024, Miljøprojekt 2292
Jord- Grønne arealer i byer (middel)	0,83	1,24	µg/kg TS	Dette projekt
Spildevandsslam (middel)	8,1	12,2	µg/kg TS	DANVA 2022
PFAS i jordprøver ved forurenede lokaliteter 50% og 95% fraktil	0,8 /25,2	0,9/31,2	µg/kg TS	Regionernes GEOGIS data (383 lokaliteter)



Oversigt over typiske fund i vand

Type- vand	PFAS 4	PFAS 22	Enhed	Kilde
Regn	0,74	2,7	ng/l	DCE 2023
Porevand-grønne arealer i byer (median /middel)	1,5 /7	2,2 /13	ng/l	Dette projekt
Porevand under slambehandlede marker	2,8	6,5	ng/l	Tsitonaki et al. , 2024 Miljøprojekt 2280
Spildevand- indløb til renseanlæg (middel)	4,1	11	ng/l	Data fra DANVA
Spildevand-målt i kloak (middel)	3,5	15	ng/l	Dette projekt
PFAS i drænvand fra kunstgræsbaner (middel)	2-3,1	7,6-9,7	ng/l	Silkeborgbanerne
PFAS ved LAR anlæg (middel)	2,1	8,5	ng/l	Dette projekt
PFAS i grundvandsprøver ved forurenede lokaliteter (50% fraktil / 95% fraktil)	8,4 /1072	19/1744	ng/l	Regionernes GEOGIS data (2500 lokaliteter)