

A photograph of a river flowing through a lush green landscape. The river is dark blue, and the banks are covered in vibrant green grass and trees. Some bare branches are visible in the foreground. The text "PFAS I OVERFLADEVAND" and "UNDERSØGELSE OG RISIKOVURDERING" is overlaid in white, bold, sans-serif font.

PFAS I OVERFLADEVAND UNDERSØGELSE OG RISIKOVURDERING

Geolog Anne Mette Lindof
Forsvarsministeriet Ejendomsstyrelse

Civilingeniør Jette Kjøge Olsen
NIRAS

Baggrund – hvorfor PFAS i overfladevand?

- **Ændringen af Jordforureningsloven i 2013**
 - Recipientindsats - overfladevand typisk indenfor 250 m fra kilden
- **Forsvarsministeriets - Miljø- og energistrategi 2016 - 2020**
 - Grundvand og recipienter
 - Forsvaret har flere kilder til PFAS:
 - Brandøvelsespladser
 - Områder med anvendelse af brandslukningsskum
- **Vandrammedirektivet 2000/60/EF**
 - Meget lavt kvalitetskrav i overfladevand for PFOS

PFAS-forbindelser

PFAS - **P**er**F**luoro**A**lkyl og **P**oly**F**luor**A**lkyl **S**ubstances

Kvalitetskriterier:

- Grundvand/drikkevand (sum 12 PFAS): 0,1 µg/l
- Jord (sum 12 PFAS) : 0,4 mg/kg TS
- Overfladevand PFOS og *precursor* hertil:
 - 0,65 ng/l i fersk vand
 - 0,13 ng/l i marin vand
 - OBS! ng/l – meget lavt*

PFAS-forbindelser

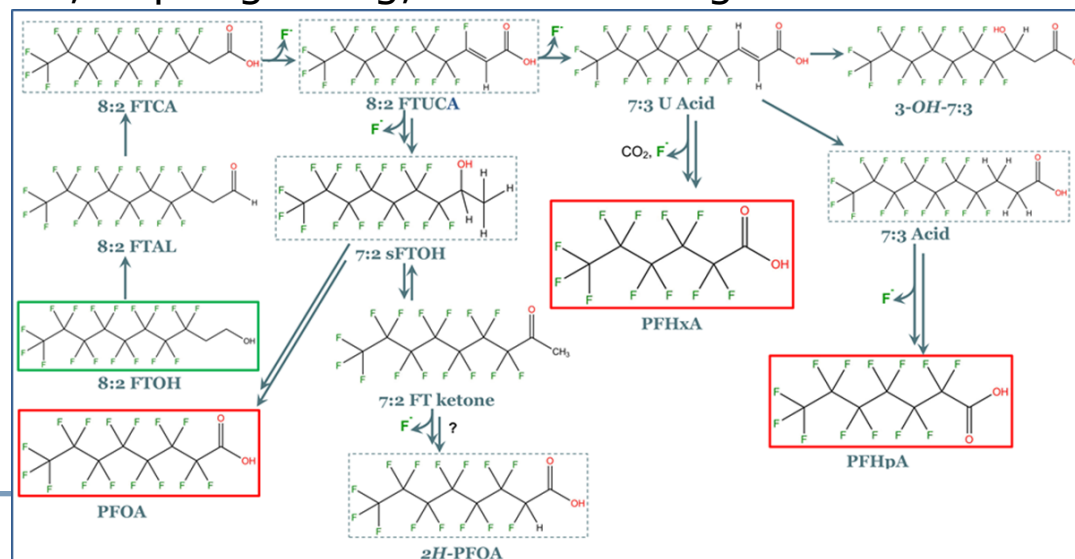
PFAS - gruppebetegnelse for fluorerede stoffer (flere tusinde stoffer)

- PFOS og PFOA er kræftfremkaldende, reproduktions-toksiske, akut giftige og mistænkte for at være hormonforstyrrende.
- Bioakkumulering i mennesker og dyr

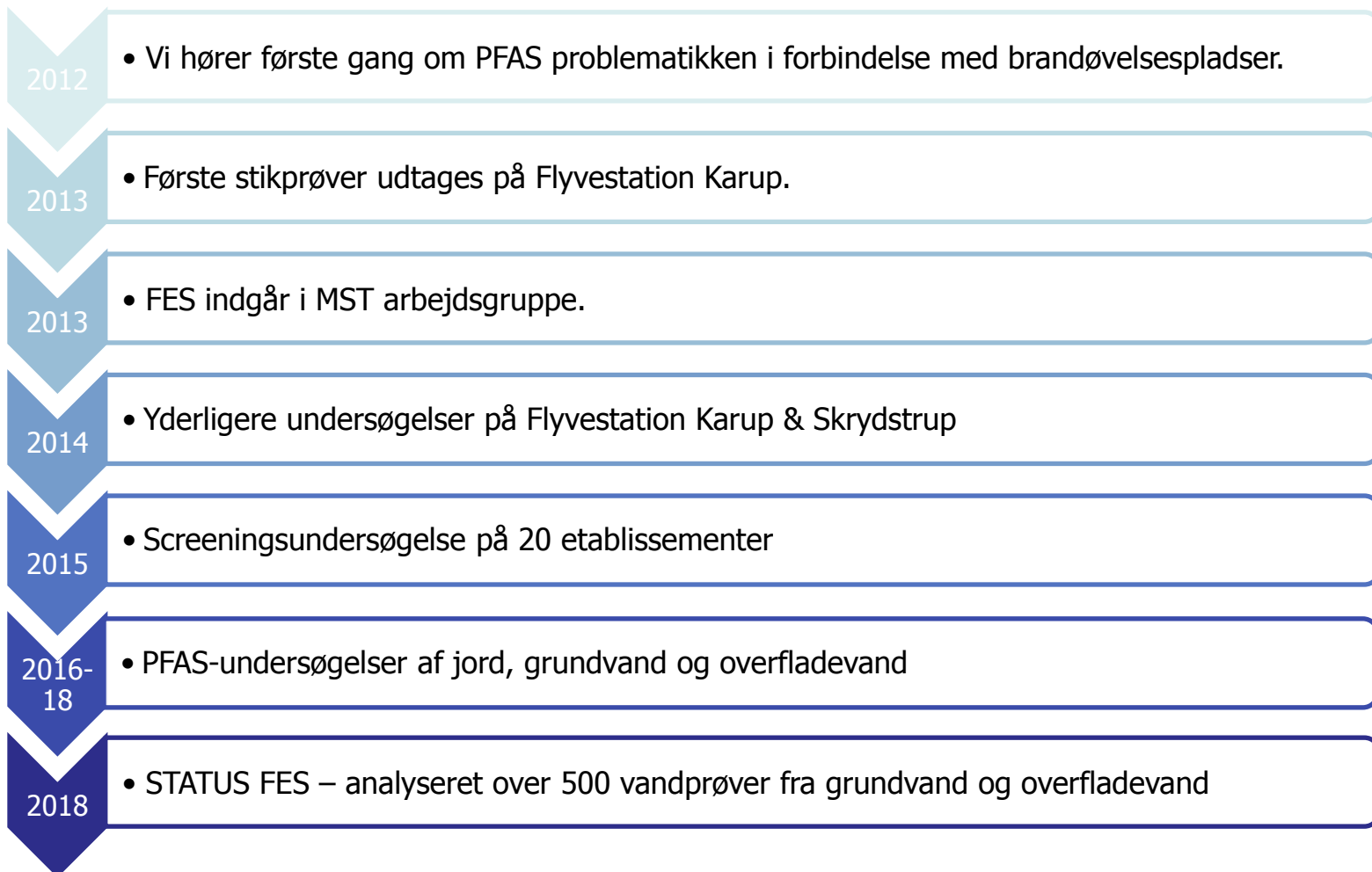
PFAS findes i mange produkter :

- særlige overfladeaktive egenskaber
- afviser både vand og fedt
- Pizzabakker, imprægnering, brandslukningsskum mv.

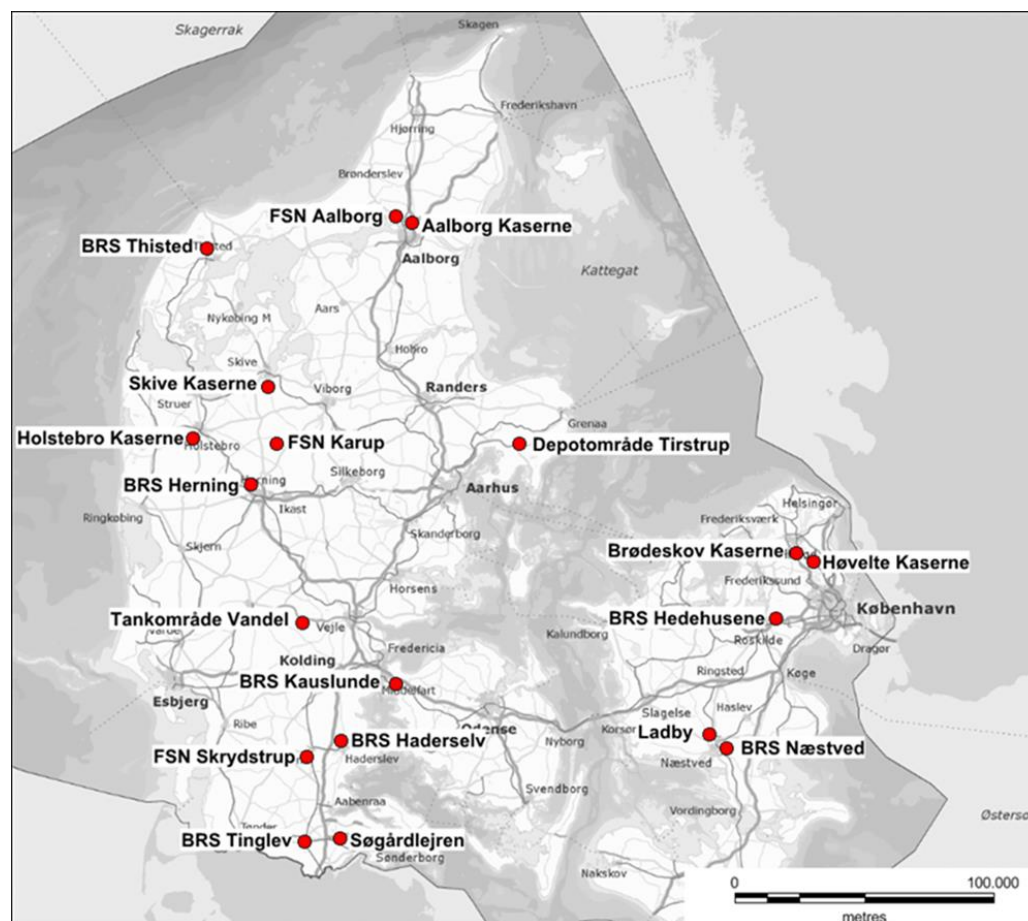
Precursorer:



Historik

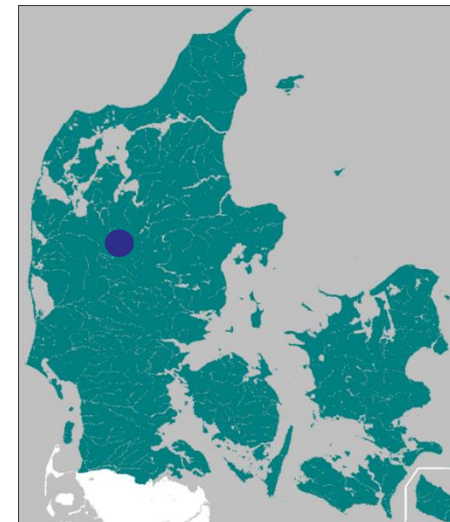
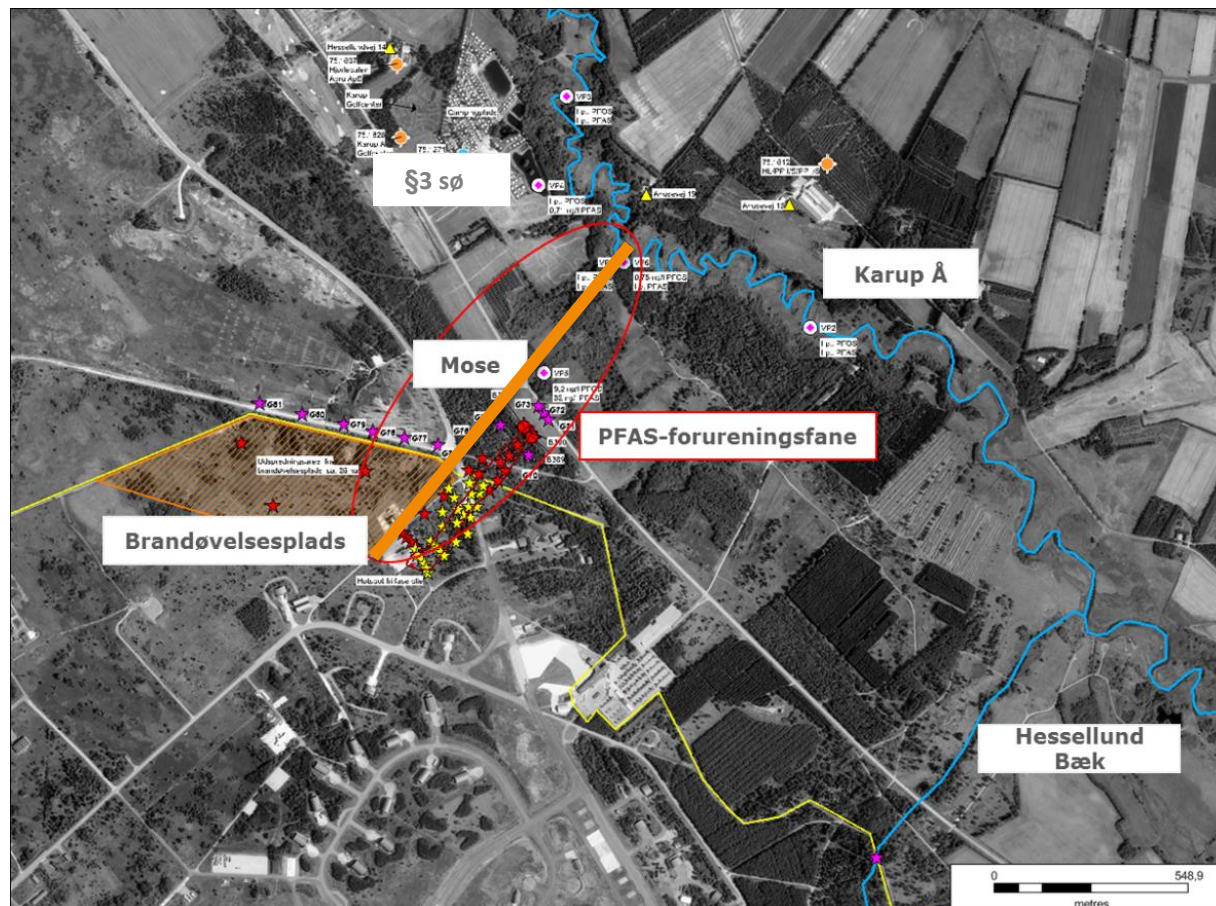


Hvor i Danmark?



Case: Flyvestation Karup

PFAS-forurening påvist i Karup Å og Hessellund Bæk



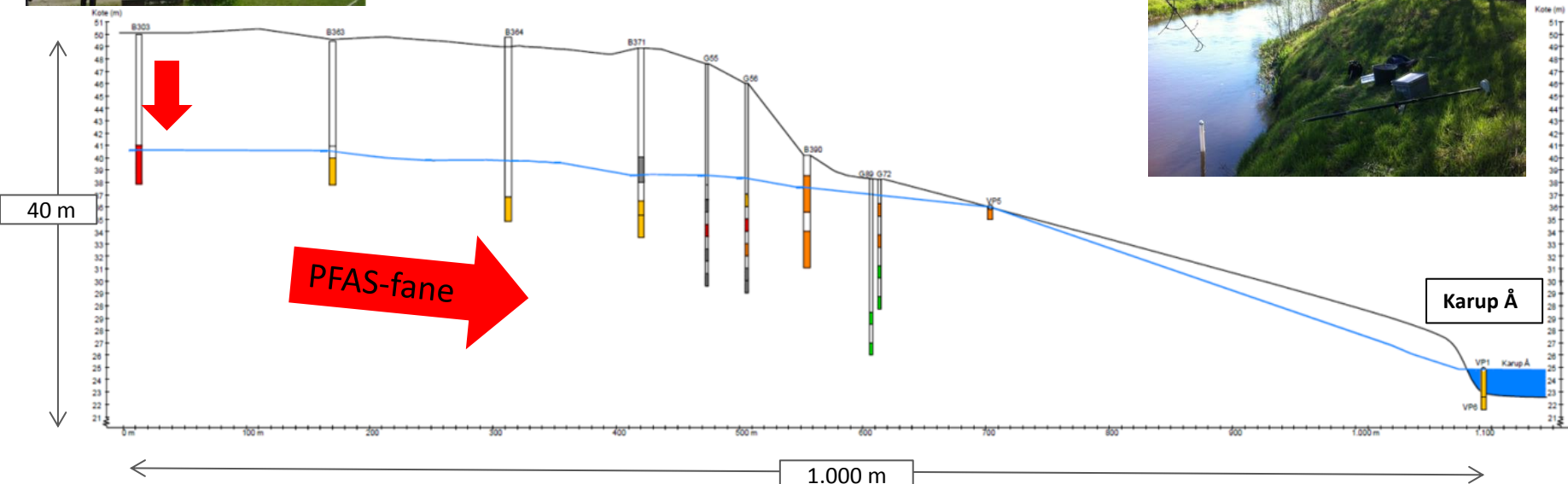
Case: Flyvestation Karup

Tværsnit på langs af PFAS-forureningsfane fra Brandøvelsesplads til Karup Å.

Brandøvelsesplads



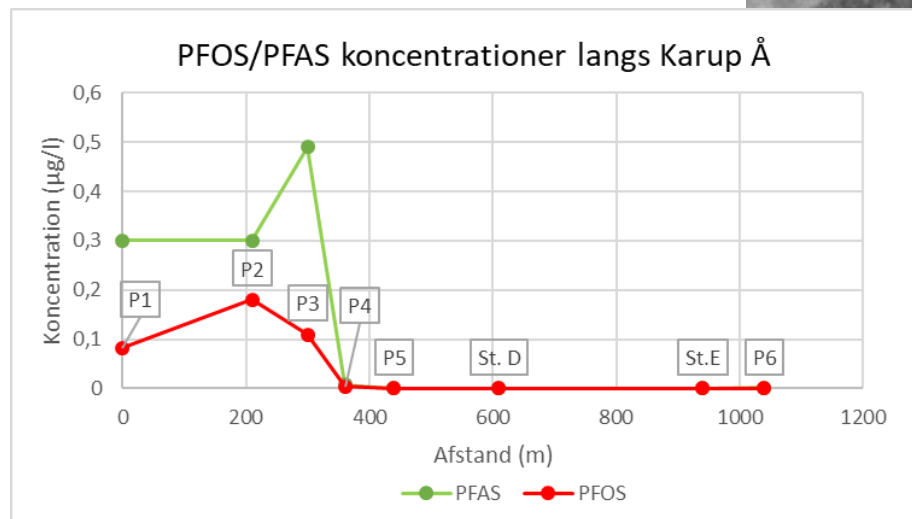
Karup Å



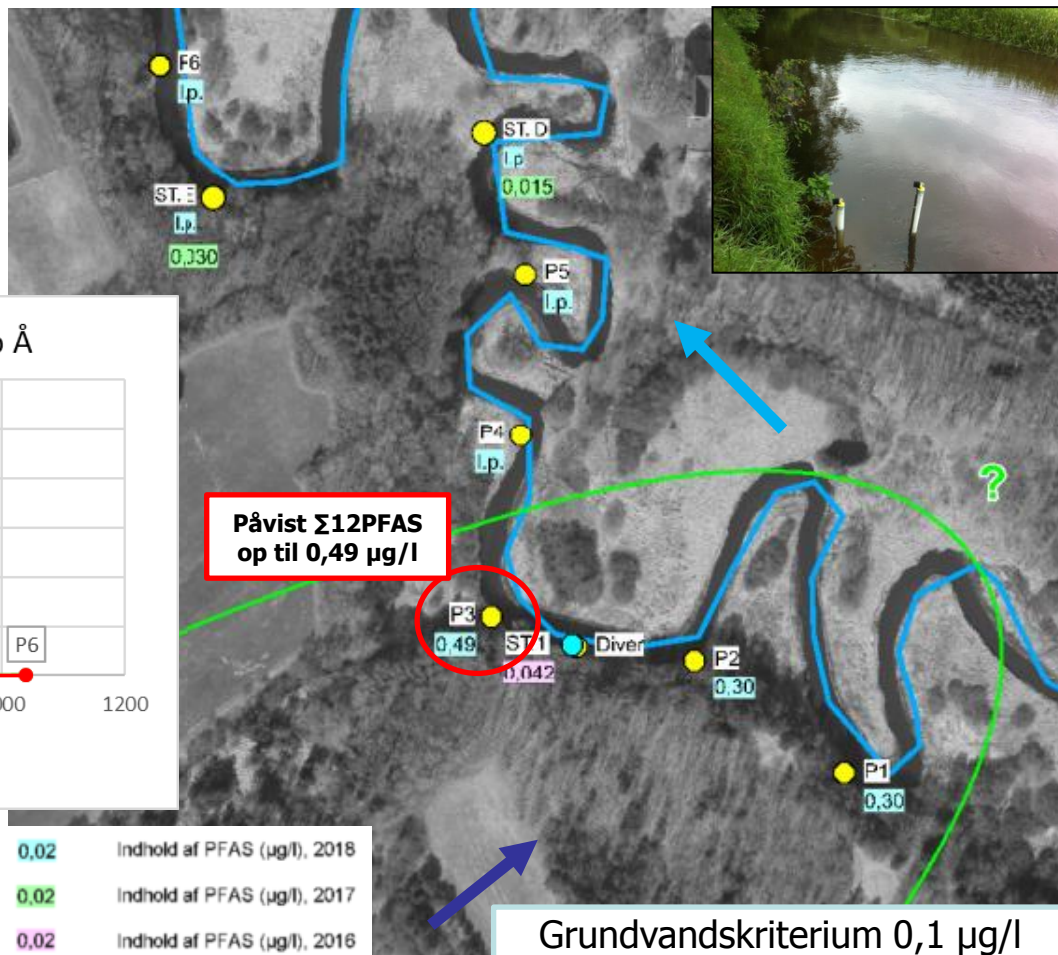
- Karup Å: Stort vandløb (type 3)
- Ca. 10 m bred og op til 0,9 m dyb
- Vandføring ved vores projektområde har vi målt til 2.000-4.000 l/s

Case: Flyvestation Karup – Grundvand ved Karup Å

Piezometer viser opadrettet gradient mellem grundvand og vandstand i åen → tegn på indstrømning af grundvand



Lokaliseret PFAS-grundvandsfane



Case: Flyvestation Karup – Påvist i Karup Å

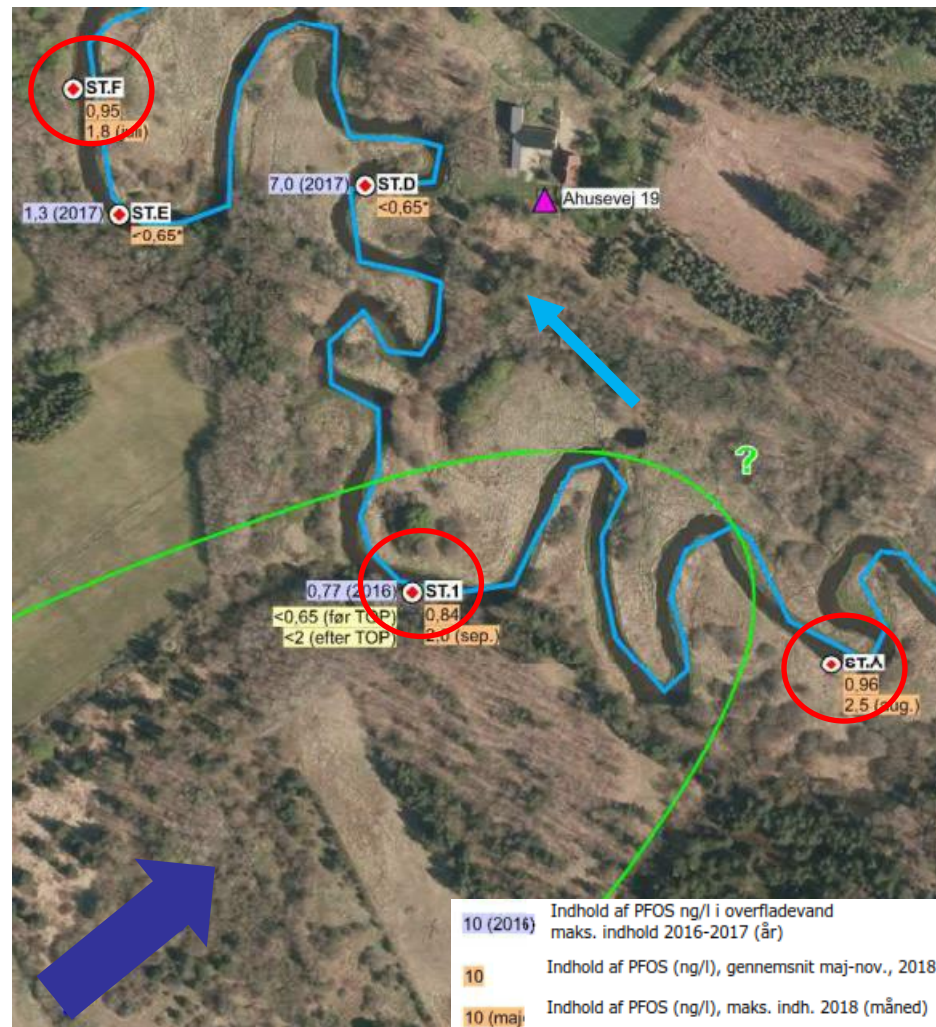
PFOS påvist i vandprøver fra Karup Å:

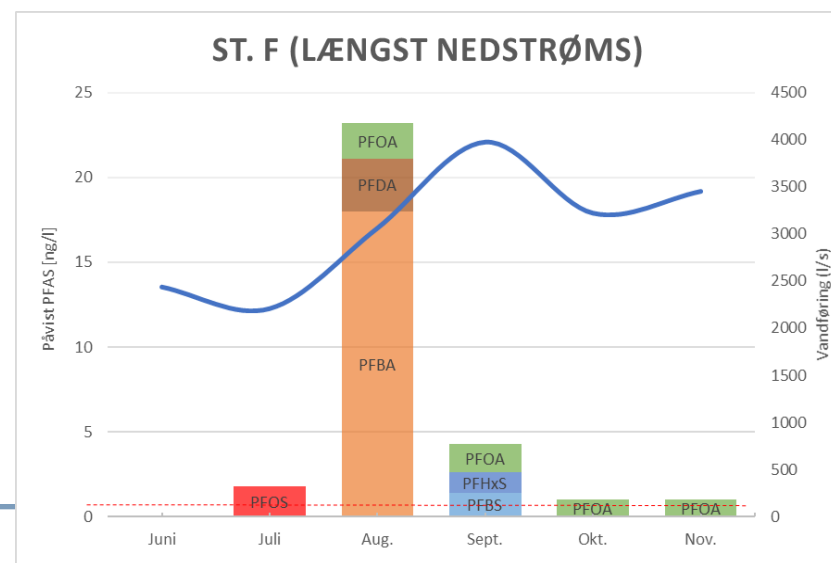
- 2016: Påvist PFOS op til 0,8 ng/l
- 2017 juni: ikke påvist PFOS ved 6 stationer
- 2017 sept.: påvist PFOS 1,3-7,0 ng/l v. 3 st.
- 2018: 6 målerunder ved 3 stationer
 - Påvist PFOS op til 2,5 ng/l

PFOS inkl. precursor (fersk vand)

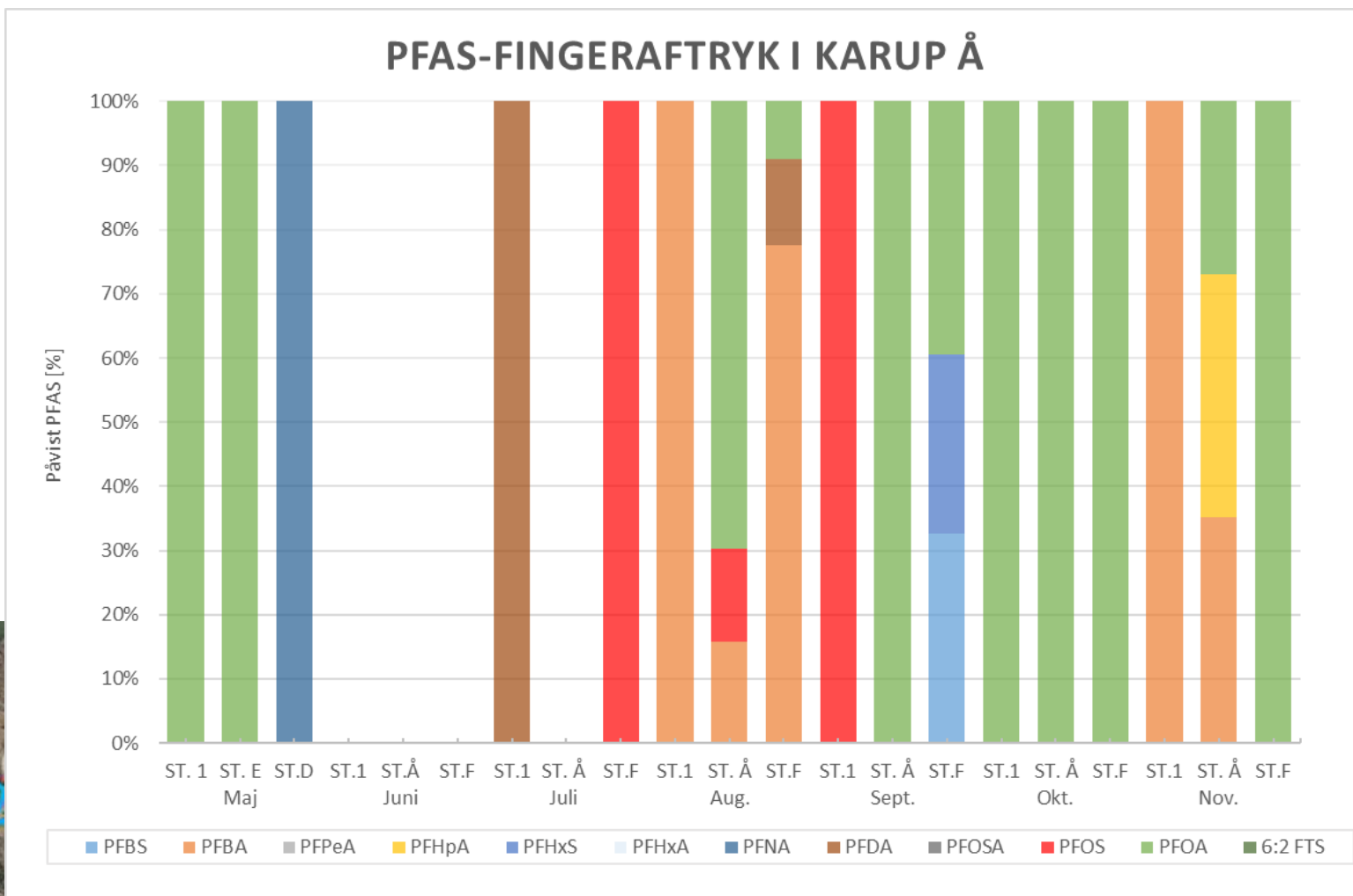
Generelt Miljøkvalitetskrav: 0,65 ng/l

Max. krav: 36.000 ng/l





Case: Flyvestation Karup – Karup Å

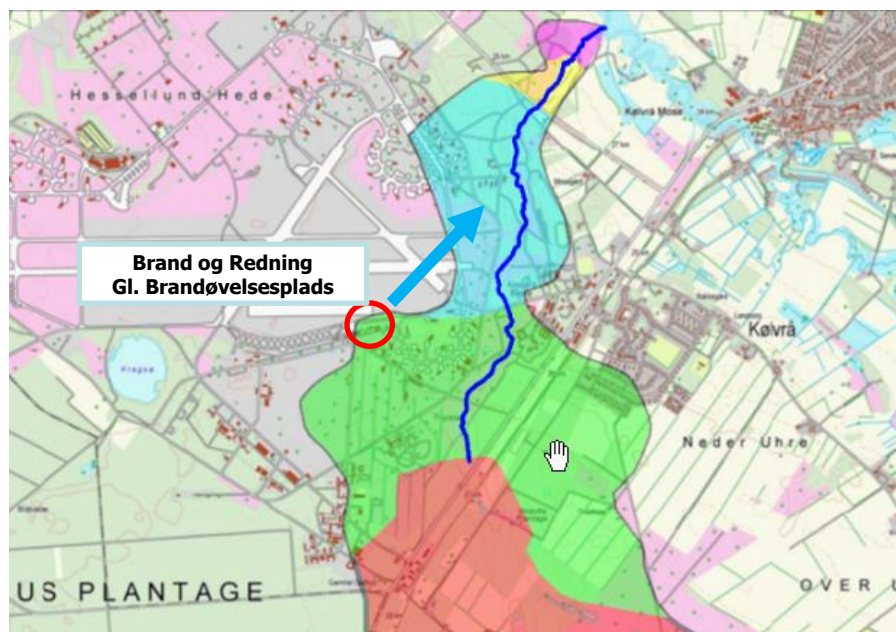


Case: Flyvestation Karup – Hessellund Bæk

- Mellemstort vandløb (type 2)
- Ca. 1 m bred og 40 cm dyb
- Længde på 3,5 km
- Vandføring mellem 56-240 l/s

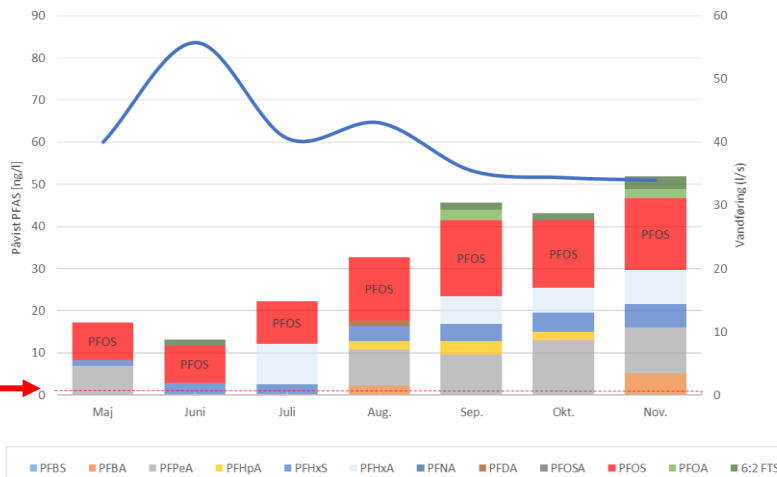


Målestation
ST. 2.4 og 3

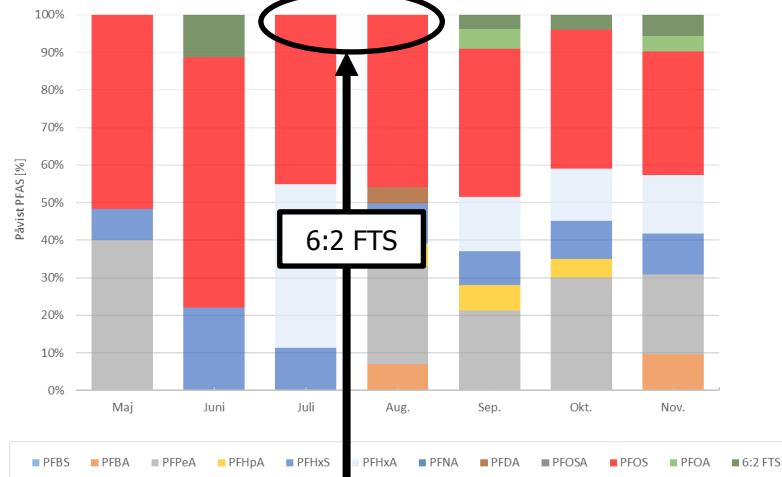


Case: Flyvestation Karup – Hessellund Bæk

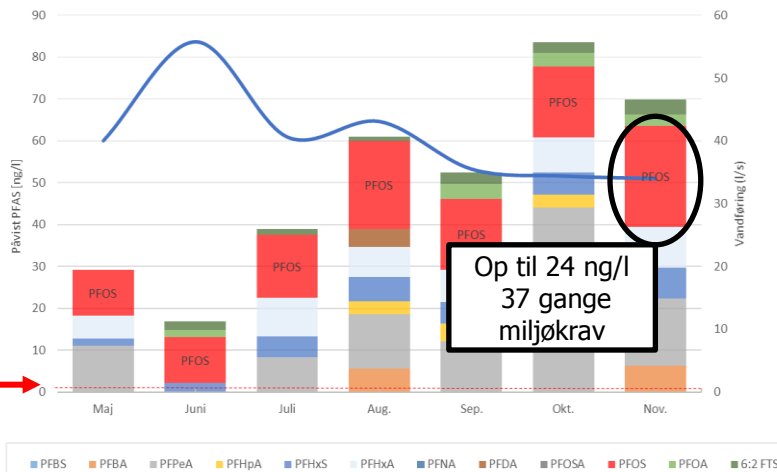
PFAS VED ST.3 I HESSELLUND BÆK



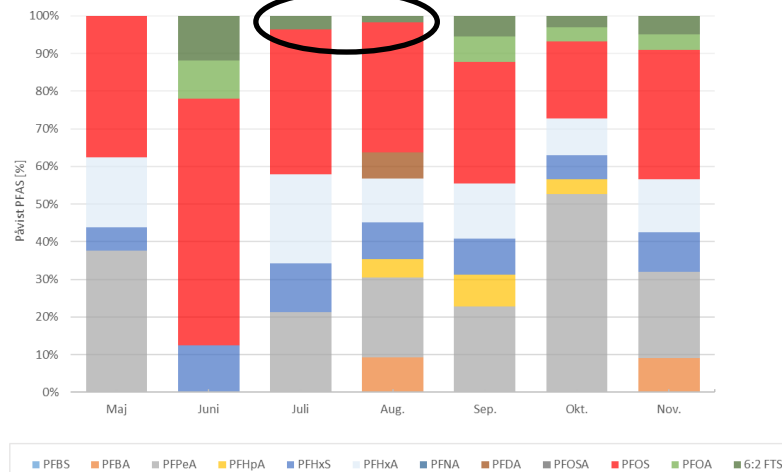
PFAS-FINGERAETRYK I HESSELLUND BÆK- ST.3



PFAS VED ST.2.4 I HESSELLUND BÆK

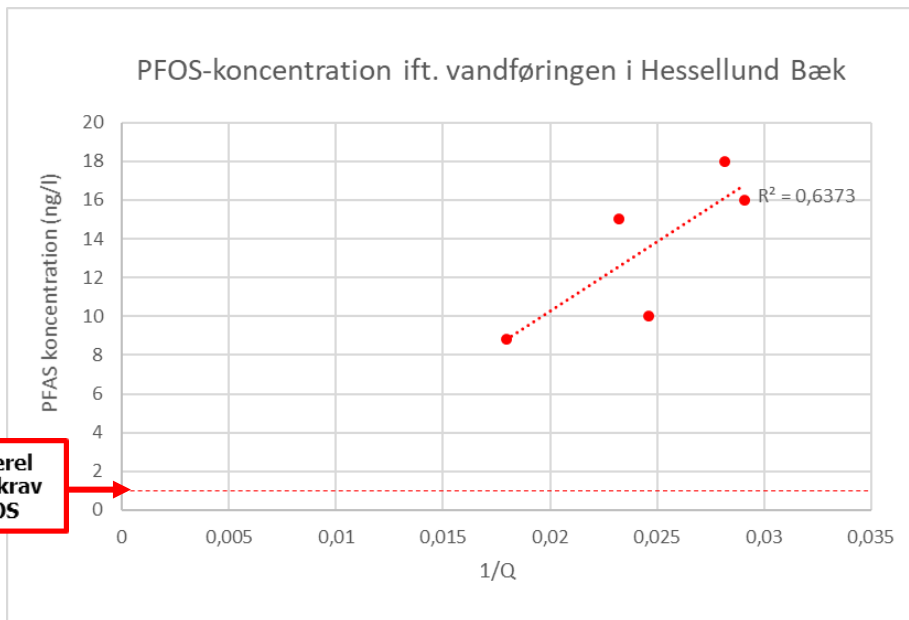
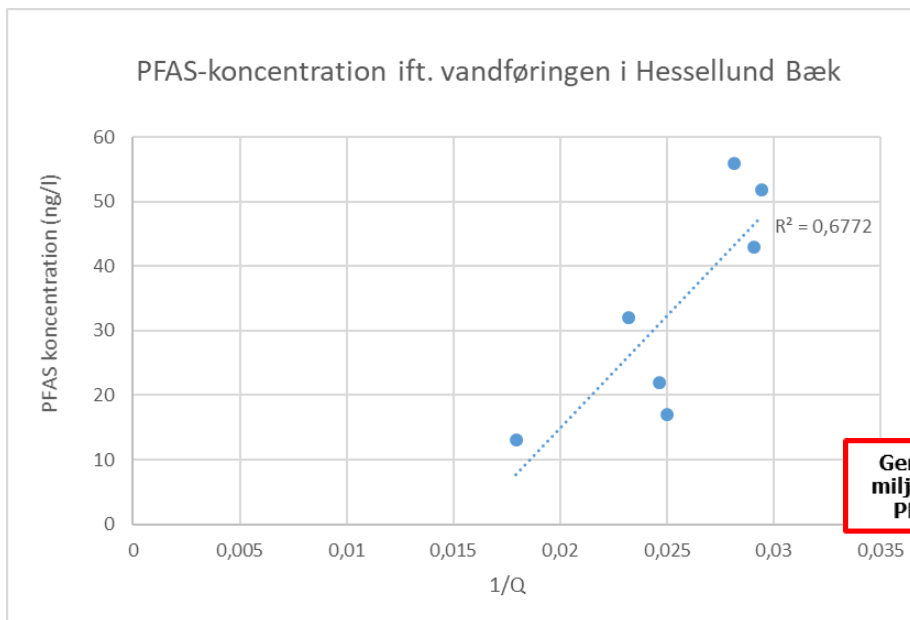


PFAS-FINGERAETRYK I HESSELLUND BÆK - ST.2.4



Case: Flyvestation Karup – Hessellund Bæk

Sammenhæng mellem koncentration og vandføring (St. 3 – længst nedstrøms)



Lineær sammenhæng – indikation på konstant PFAS-tilførsel til vandløb

Laveste vandføring

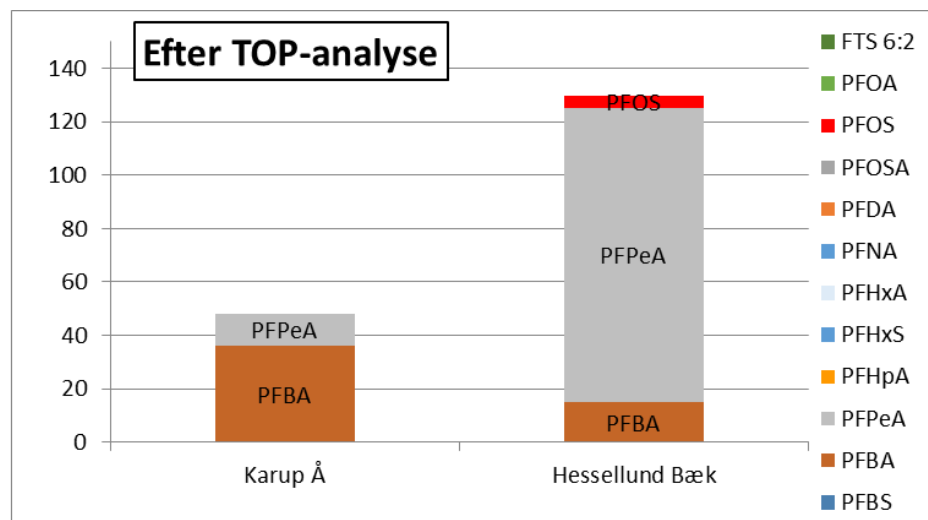
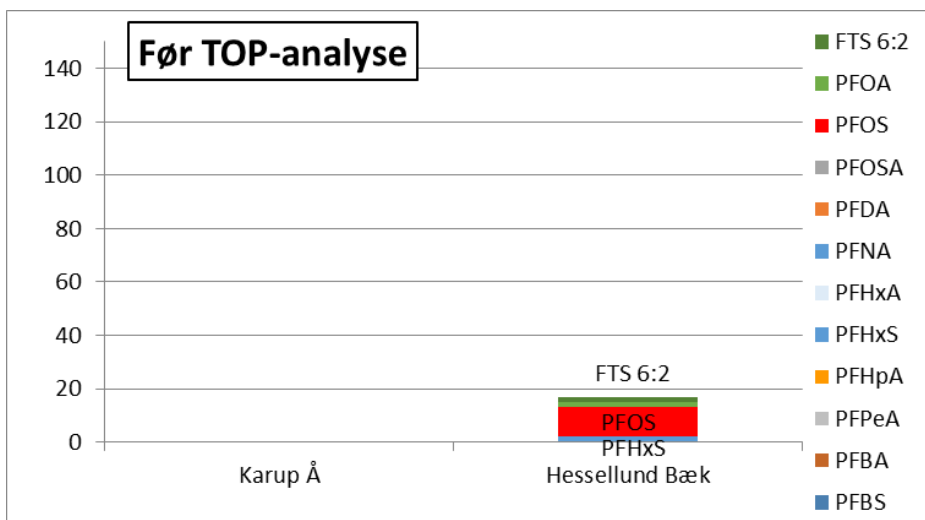


Højeste PFAS- koncentration

Case: Flyvestation Karup – *Risikovurdering*

- PFOS påvist i Karup Å og Hessellund Bæk > generel krav på 0,65 ng/l
- Dog ikke årsgennemsnit, da kun 6-7 måneder – men nok worst case – sommermåneder med højst indhold
- Er der fuldstændig opblanding ved målepunkter?
- Styr på precursorer ?

PFAS før og efter oxidering (TOP-Total Oxidisable Precursors) [ng/l]:



Undersøgelse af skumvæsker med TOP

Skum fra brandøvelsespladser ($\Sigma 21$ PFAS):

- Flyvestationer ($\approx 1.200 \mu\text{g/l}$)
- Beredskabsstyrelsen ($\approx 477.000 \mu\text{g/l}$)
- Skum til sprinkleranlæg til brandslukning i bygninger ($\approx 1.390.000 \mu\text{g/l}$)

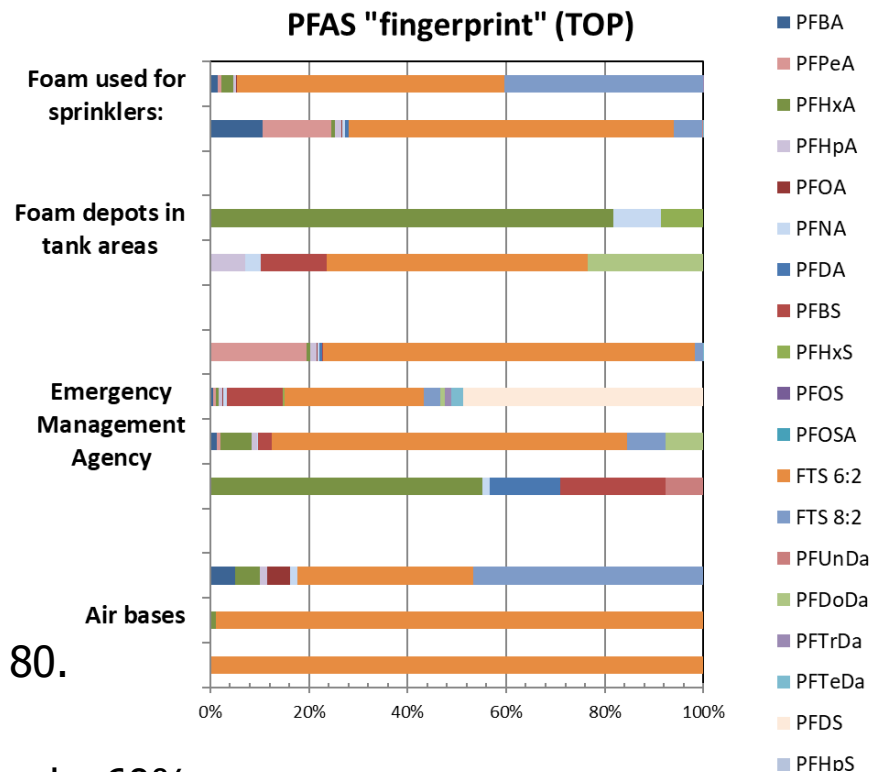
PFAS fundet i 12 ud af 13 skumvæsker

Oxidering med TOP (Total Oxidisable Precursors) viser stigning i PFAS-indhold med op til en factor 80.

Udfordringer med analyser – stor analyseusikkerhed $\sim 60\%$

- Der er PFAS i skummet, men usikker koncentration

Skumvæskerne har meget forskellige "PFAS-fingeraftryk"



Konklusion og perspektivering

- **PFOS og PFAS-forbindelser findes i overfladevand**
 - Nok med krav til PFOS og precursors hertil ?
 - Eller kun toppen af isbjerget?
- **Undgå PFAS-kontaminering af vandprøven**
 - Afsmitning fra regntøj/imprægneret tøj mv.
 - Teflon-tape/pakninger mv.
 - OSB! Ved nyt prøvetagningsudstyr
- **Undersøge for precursorer?**
 - TOP eller AOF (OBS usikkerhed!)
 - Mere robust risikovurdering
 - Undgå monitorering



Ref: <https://wallhere.com/da/wallpaper/288203>

Konklusion og perspektivering

Analyse af skumvæske:

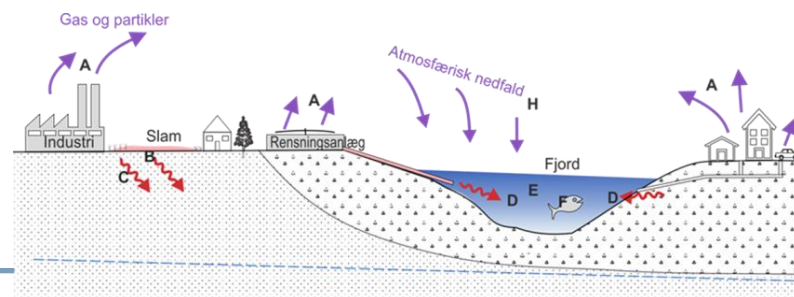
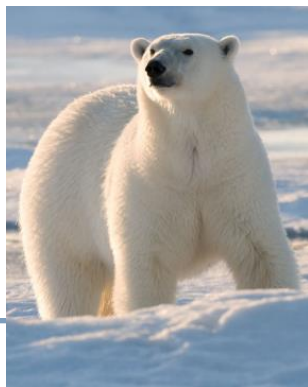
- 12 ud af 13 skumvæsker indeholder PFAS-forbindelser
- Indeholder precursors – ses ved TOP

Brandøvelsespladser – Indretning og drift!

- Skal der stilles krav til opbygning og drift?
- Bør vand/skum fra brandøvelser altid opsamles og renses inden det udledes?

Hvad med diffuse kilder?

- Bidrager udledning fra renseanlæg, drænrør, affaldsdepoter?
- Atmosfærisk nedfald
- *PFAS findes f.eks. i isbjørne på Grønland!*



Tak for opmærksomheden

Spørgsmål ?



Tak til NIRAS kollegaer og FES for godt samarbejde 😊