



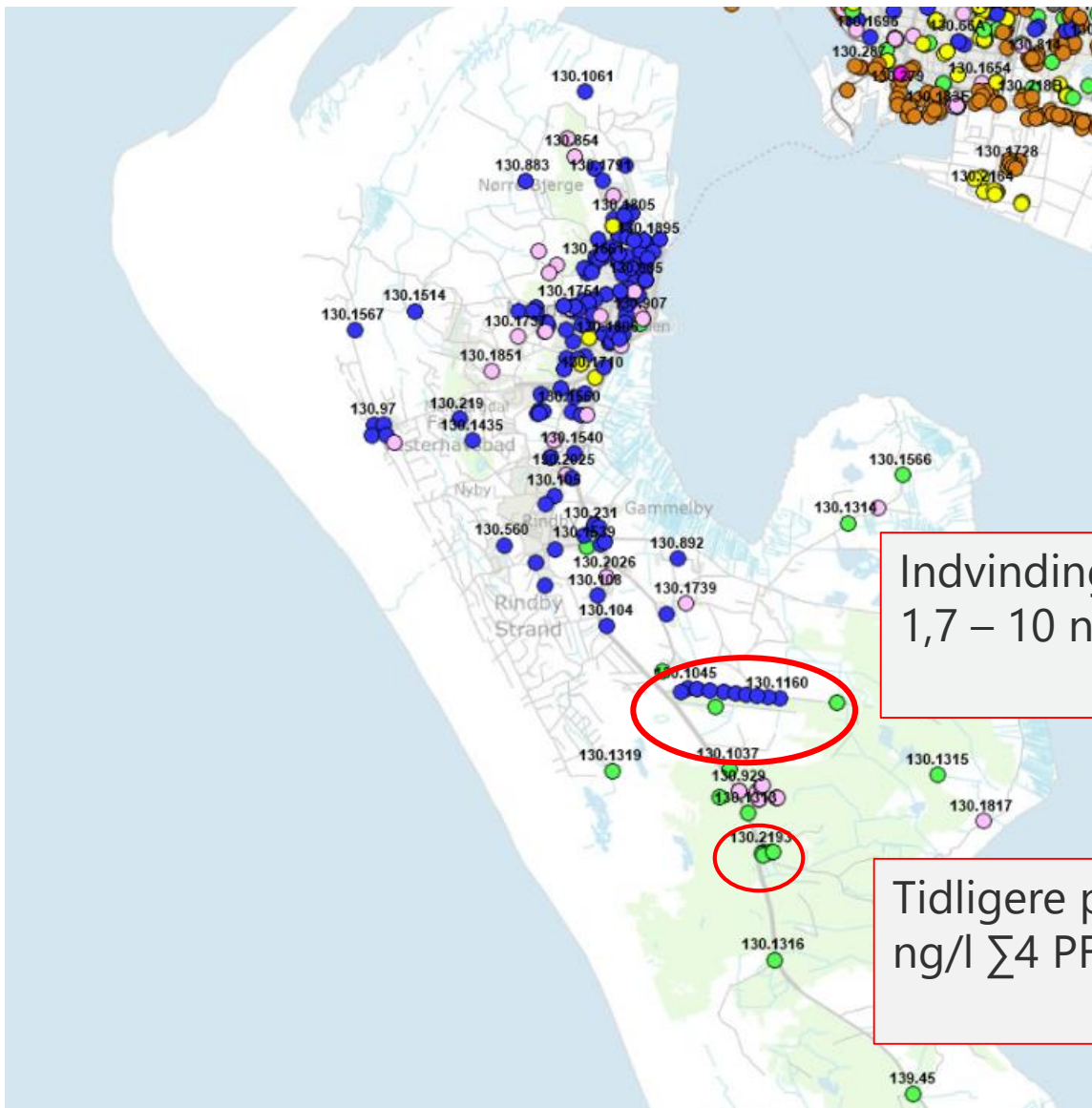
# Kan PFAS virkelig spredes fra havet til grundvand?

## ATV Vintermøde 5. marts 2024

Anne Bomann Henriksen, Søren Rygaard Lenschow

05-03-2024

# Baggrund: PFAS påvist ved Fanø vandværk



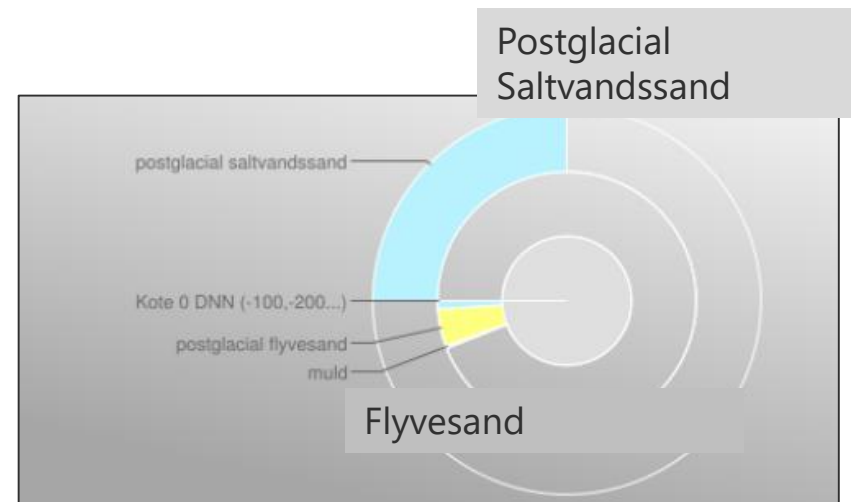
Boringer filtersat 22-33 m u.t.

**Hvor kommer forureningen så fra?**

**Fanø vand har ionbytter anlæg så der ikke er PFAS i drikkevandet**

Indvindingsboringer  
1,7 – 10 ng/l  $\sum$ 4 PFAS ng/l

Tidligere planteskole 11-38  
ng/l  $\sum$ 4 PFAS ng/l





---

Hvor kommer PFAS i havet fra?  
Og hvor meget er der?



# Havvand – kystnært og Nordsøen

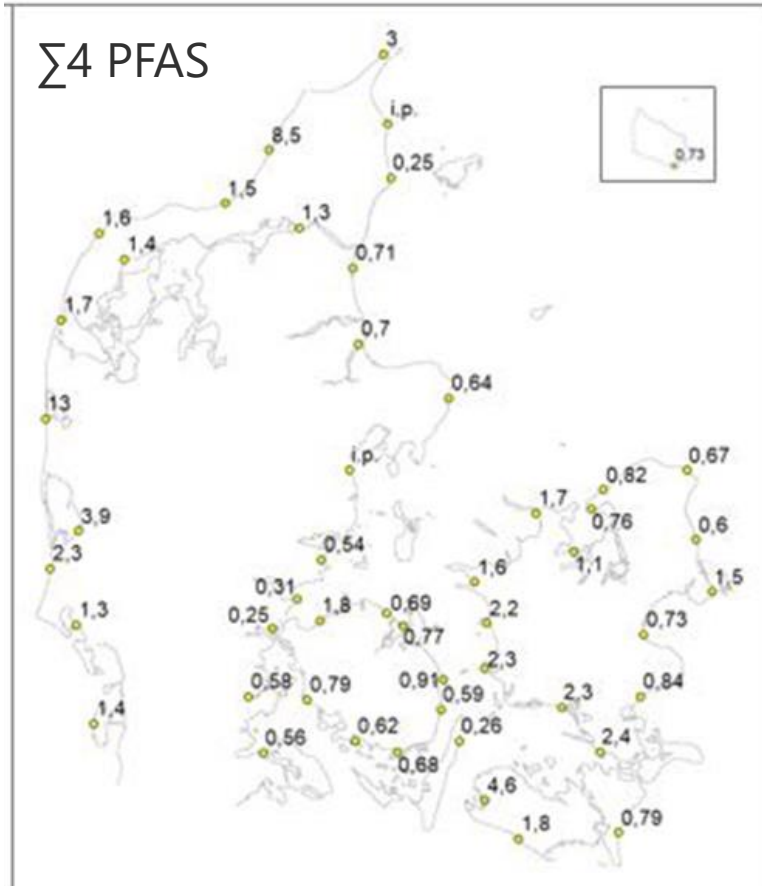


Miljøministeriet  
Miljøstyrelsen

## Badevand Miljøstyrelsen juli 2022

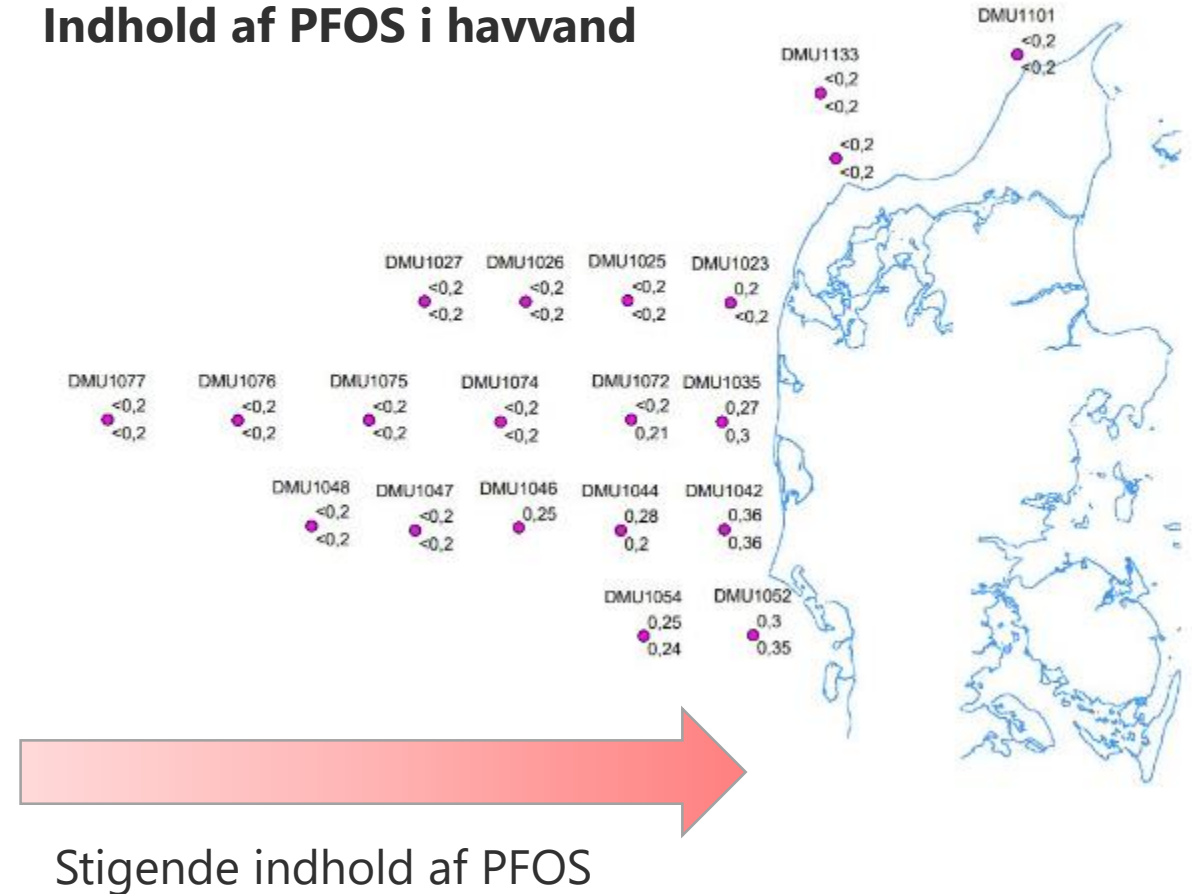
Højeste indhold forekommer på Vestkysten og Vestsjælland

$\Sigma 4$  PFAS



## Undersøgelse havvand i Nordsøen (2022)

### Indhold af PFOS i havvand

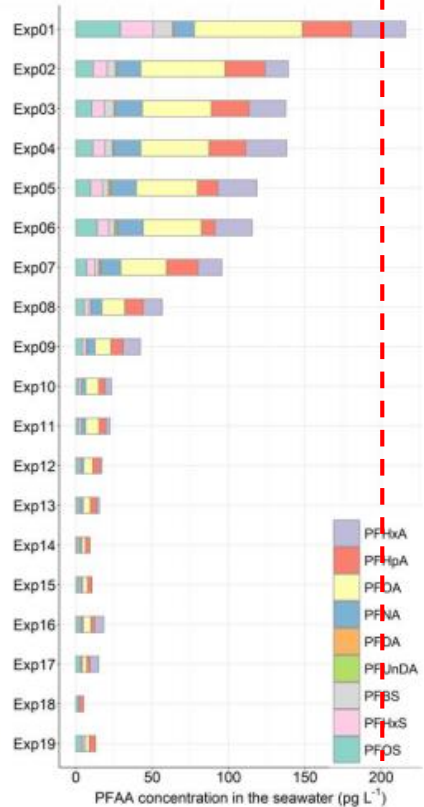
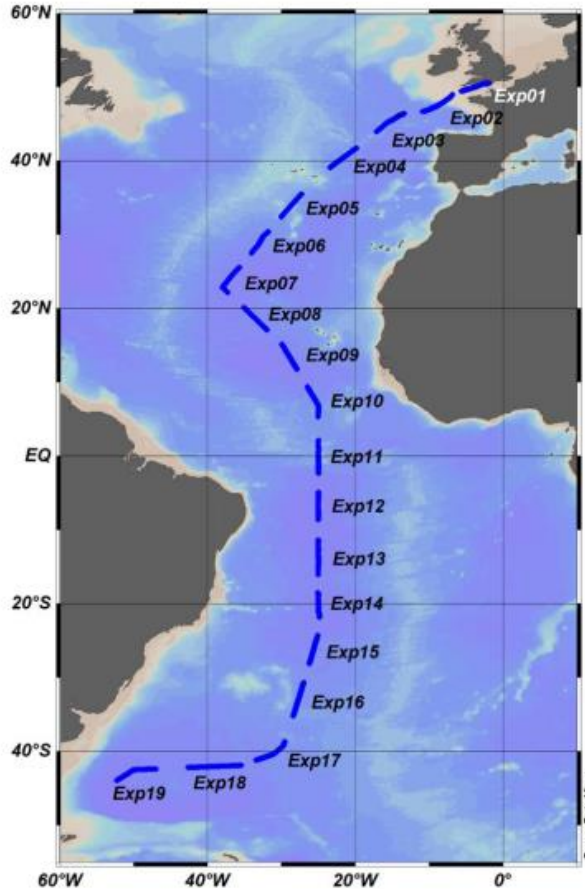




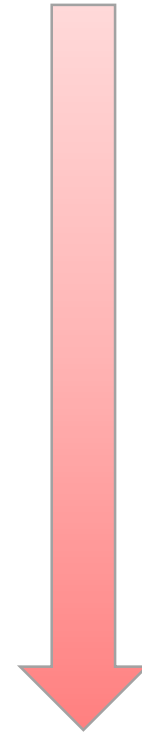
# PFAS findes overalt i havet

## Seawater measurements

Detektionsgrænse  
danske undersøgelser



Markant fald i indhold syd for ækvator



# Kilder til PFAS i havet

Havstrømme Nordsøen  
Hvas et al, 1998

## Lokale kilder

- Forurenede grunde → depoter, lossepladser, brandøvelsespladser og industrigrunde
- Udledninger fra industri, via rensningsanlæg mv.

## Regionale kilder – Nordsøen

- Rensningsanlæg, depoter, industri m.fl.
- Afkast fra affaldsforbrænding
- Olieindustri (platforme med brandøvelser m.v.)
- PFAS-produktion i England, Tyskland, Holland og Belgien
- Nedbør?



Kortlagte PFAS forureninger  
The Forever Pollution Project

---

Hvad sker der når det blæser?



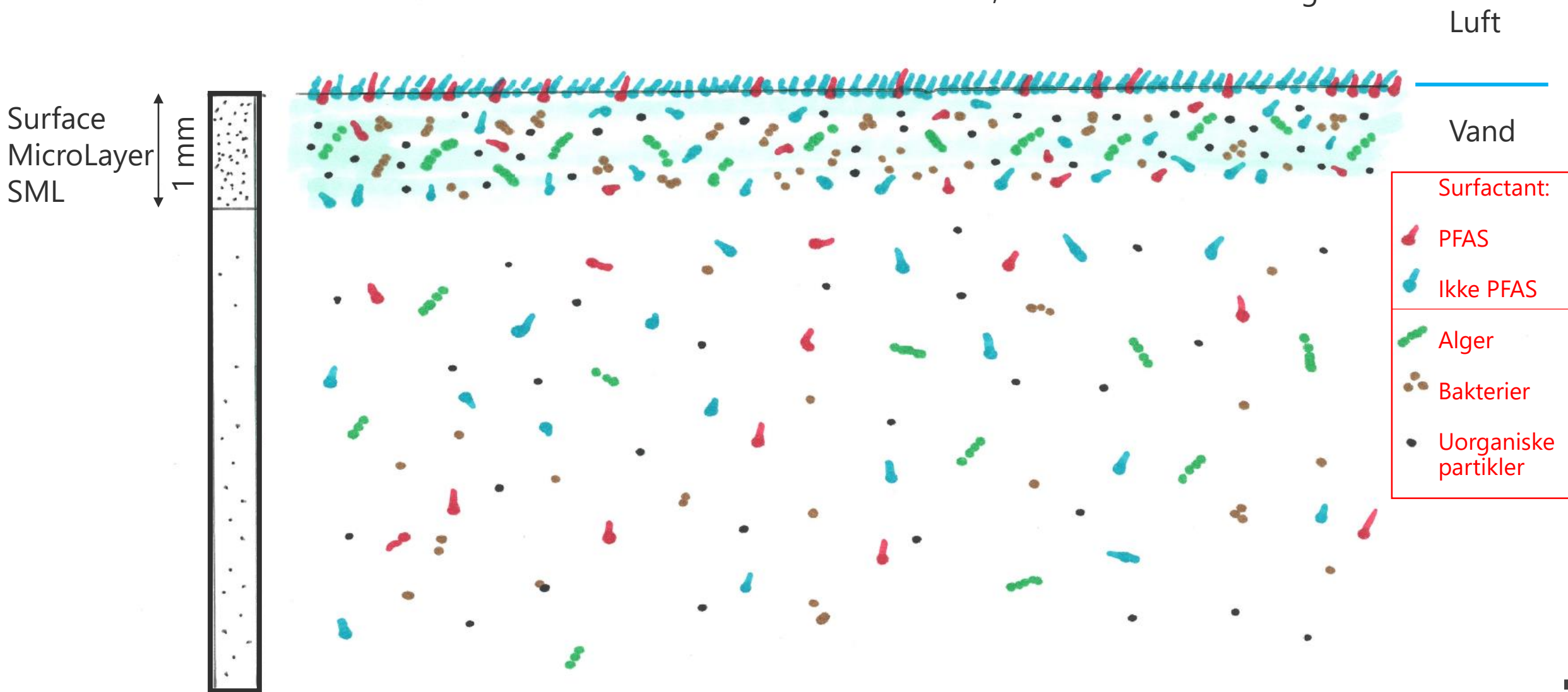






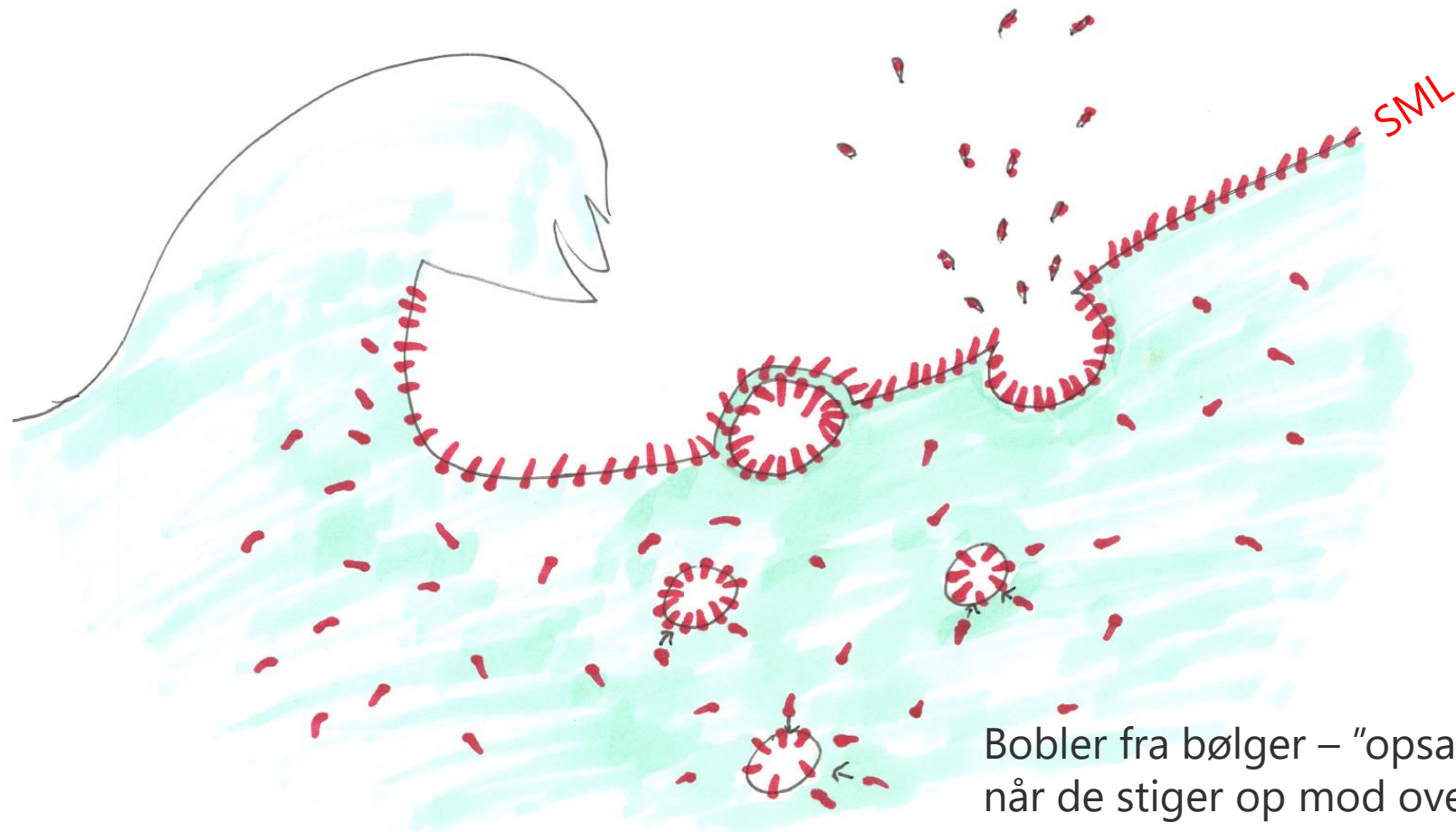
# Surface MicroLayer - SML

Opkoncentrering af PFAS, andre surfactants, bakterier mv. i mikrolag



Med inspiration fra: Wurl, O, et al 2017 Sea surface microlayer in a changing ocean – A perspective. *Elem Sci Anth*, 5: 31, DOI: <https://doi.org/10.1525/elementa.228>

# Bobler og aerosoler i havet

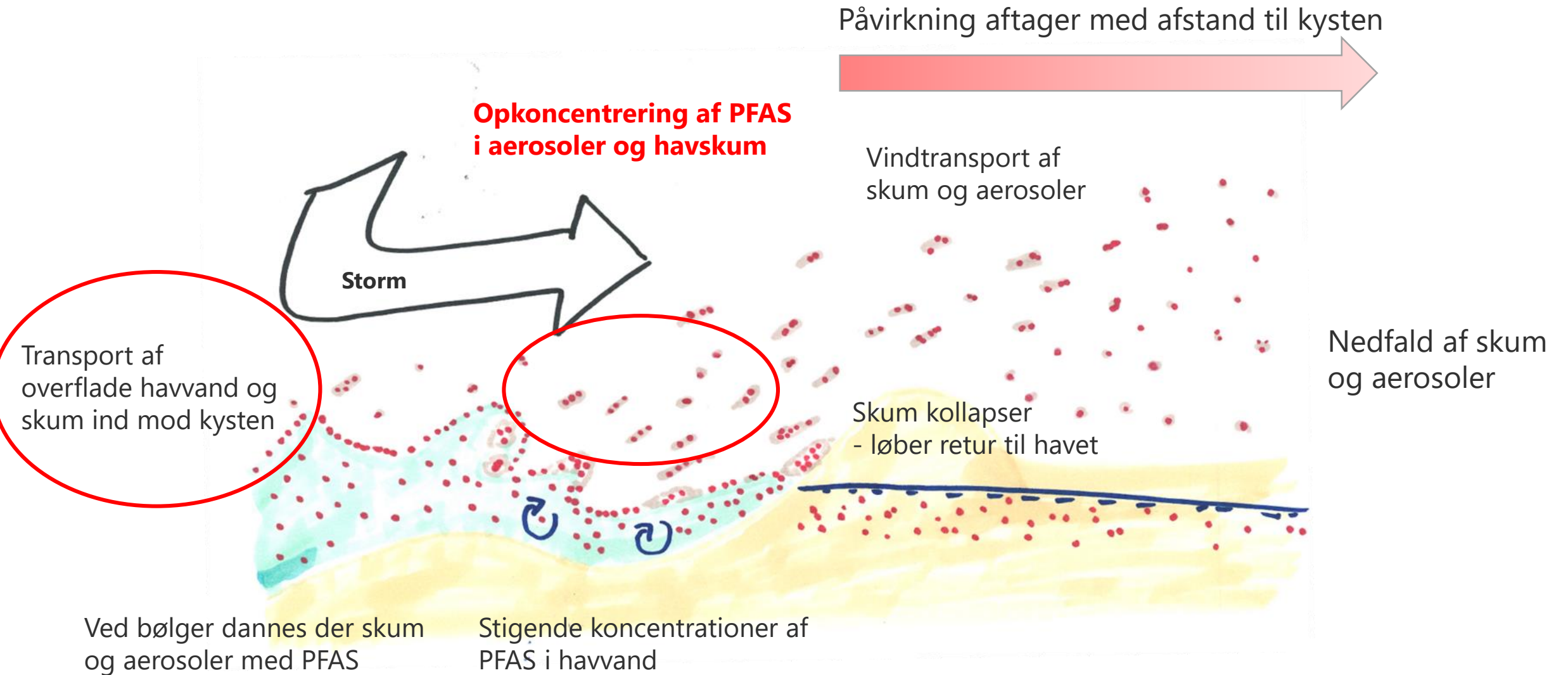


Modificeret fra: J.H. Johansson et al,  
2019: *Environmental Science:  
Processes & Impact*, Issue 4, 2019

Bobler fra bølger – "opsamler" PFAS  
når de stiger op mod overfladen



# Spredning af PFAS fra havet til land under storm





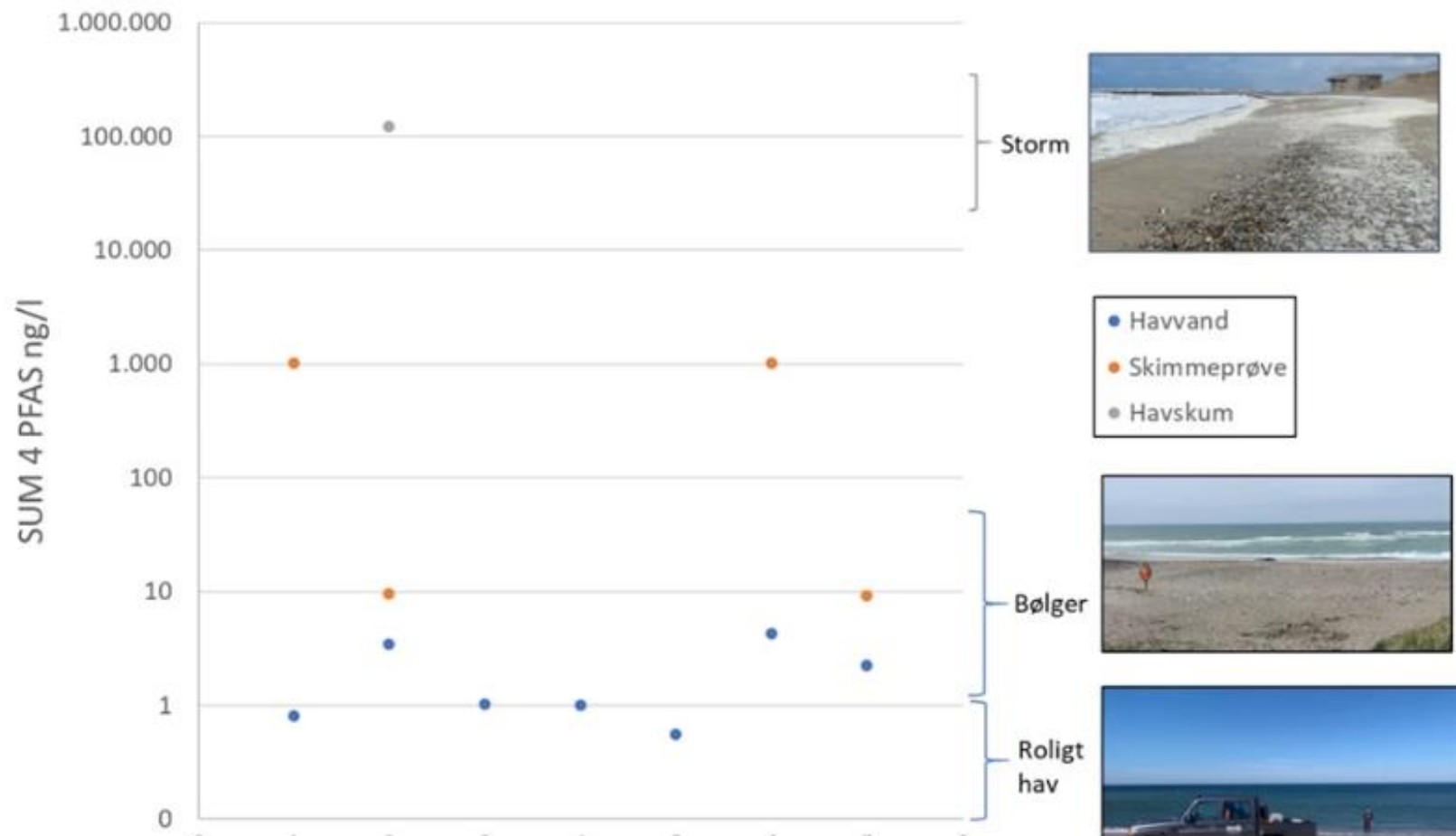
# Undersøgelser i Danmark og udlandet





# Indhold i havvand, mikrolag og havskum

## Undersøgelser udført af Lemvig Kommune og Region Midtjylland



Figur 1: Fund af PFAS i havvand, mikrolag (skimmeprøver) og havskum. Bemærk y-aksen er logaritmiske skala

# Udenlandske erfaringer

## Luftmålinger i Belgien (Flandern)

Tabel 4: Gemiddelde concentratie (in ng/m<sup>3</sup>) van  $\Sigma$ PFAS en EFSA-PFAS in zwevend stof op de twee meetlocaties.

	Zoute 2		Duinbergen	
	$\Sigma$ PFAS	EFSA-PFAS	$\Sigma$ PFAS	EFSA-PFAS
Gemiddelde (ng/m <sup>3</sup> )	0,219	0,082	0,136	0,035
Minimum (ng/m <sup>3</sup> )	0,145	0,065	0,101	0,020
Maximum (ng/m <sup>3</sup> )	0,387	0,105	0,221	0,075
Mediaan (ng/m <sup>3</sup> )	0,167	0,078	0,117	0,022
Aantal metingen boven LOQ (op totaal van)	6 (6)	6 (6)	5 (5)	5 (5)

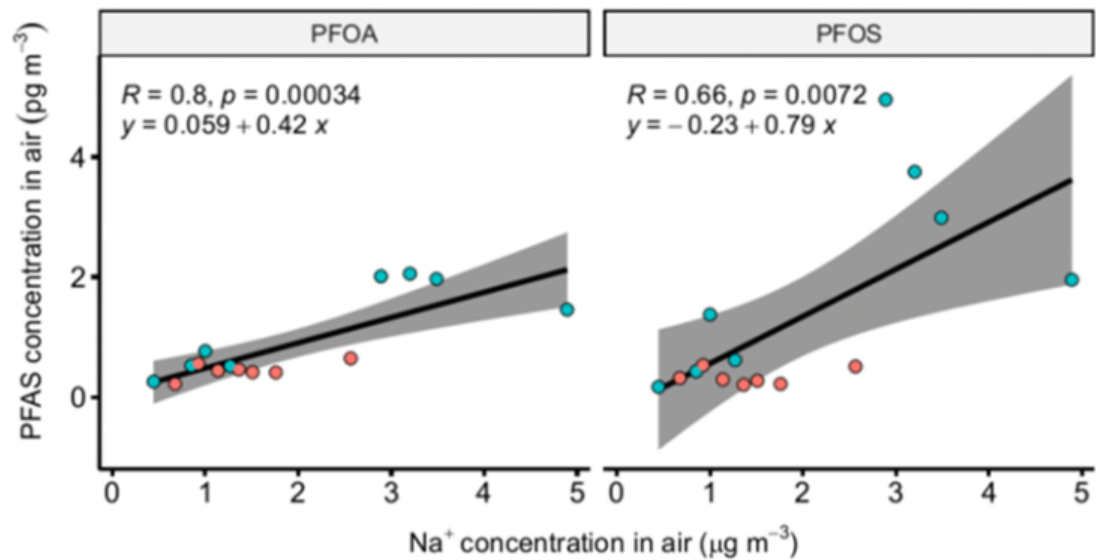
Tabel 5: Gemiddelde depositie in ng/m<sup>2</sup>/dag voor de belangrijkste PFAS-componenten en de som van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS op de 2 meetlocaties.

	Zoute 2		Duinbergen	
	$\Sigma$ PFAS	EFSA-PFAS	$\Sigma$ PFAS	EFSA-PFAS
Gemiddelde (ng/m <sup>2</sup> /dag)	80	61	68	56
Minimum (ng/m <sup>2</sup> /dag)	28	4	21	11
Maximum (ng/m <sup>2</sup> /dag)	185	160	165	144
Mediaan (ng/m <sup>2</sup> /dag)	71	61	43	34
Aantal metingen boven LOQ (op totaal van)	4 (4)	4(4)	4 (4)	4 (4)



# Udenlandske erfaringer

- Stockholm Universitet og KWR i Holland har påvist sammenhæng mellem indhold af PFAS og  $\text{Na}^+$



Relationships between PFAS and  $\text{Na}^+$  concentrations measured in air samples collected in Wijk aan Zee (green) and Nes (red)

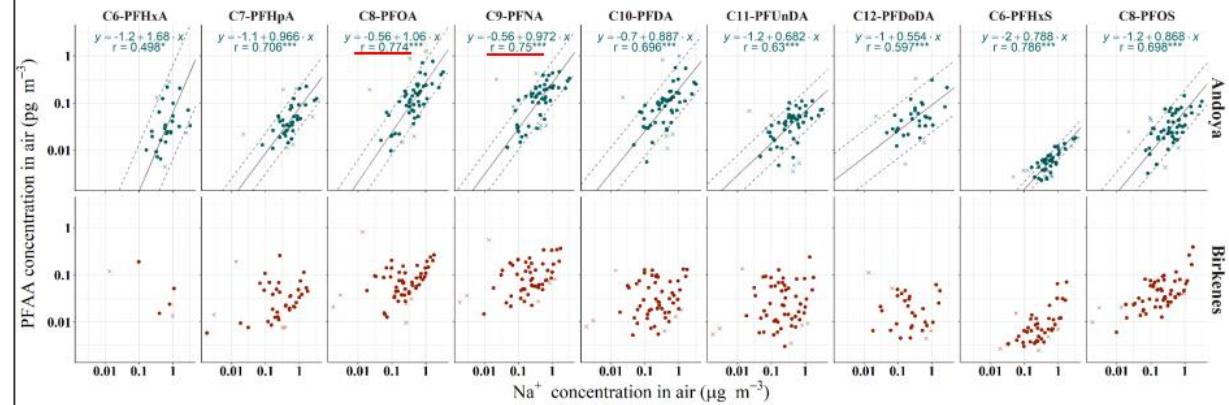
PFAS in sea-spray aerosols, BTO, June 2023

## Results – Correlations between PFAAs and $\text{Na}^+$



### • Andøya

- Significant correlations ( $p < 0.05$ ) between PFAAs and  $\text{Na}^+$  were observed for both PFCAs and PFSAAs
- Among the PFCAs, PFOA and PFNA have the strongest correlation with  $\text{Na}^+$



Sha et al. (unpublished) 17

Stockholm Universitet v. prof. Ian Cousin



# Undersøgelse på Fanø

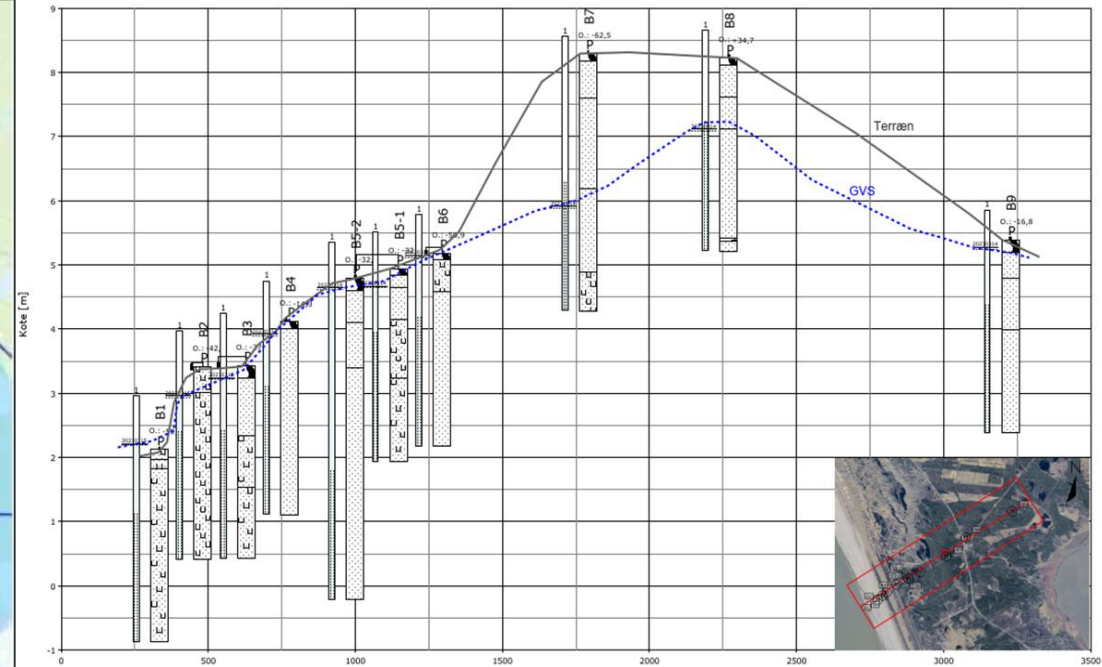
## Den Syddanske Udviklingspulje – Region Syddanmark



Fanø Vandværk © Peter Øvad Halkjær DR-Syd

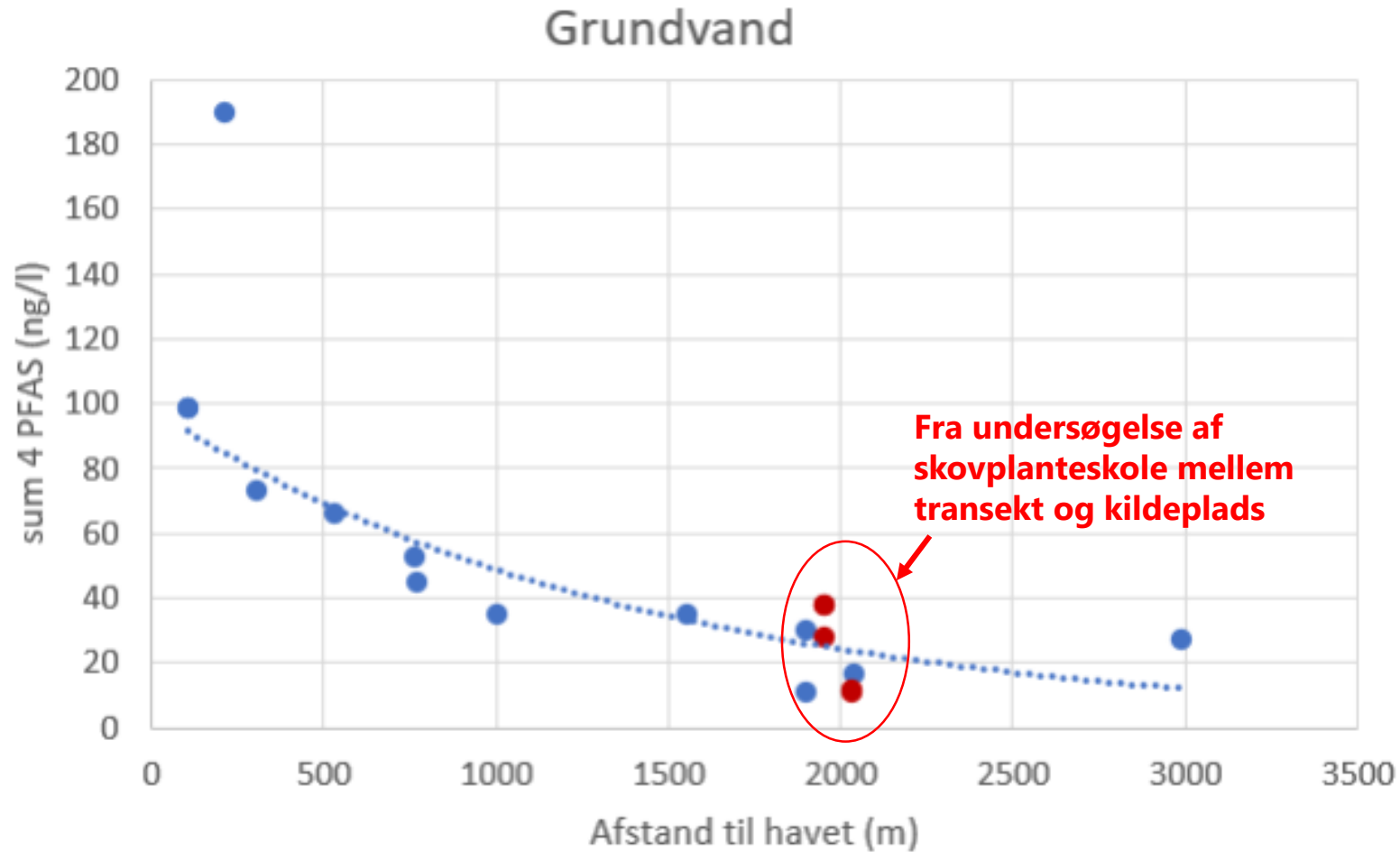
# Fanø – undersøgelse 2023

## Den Syddanske Udviklingspulje – Region Syddanmark



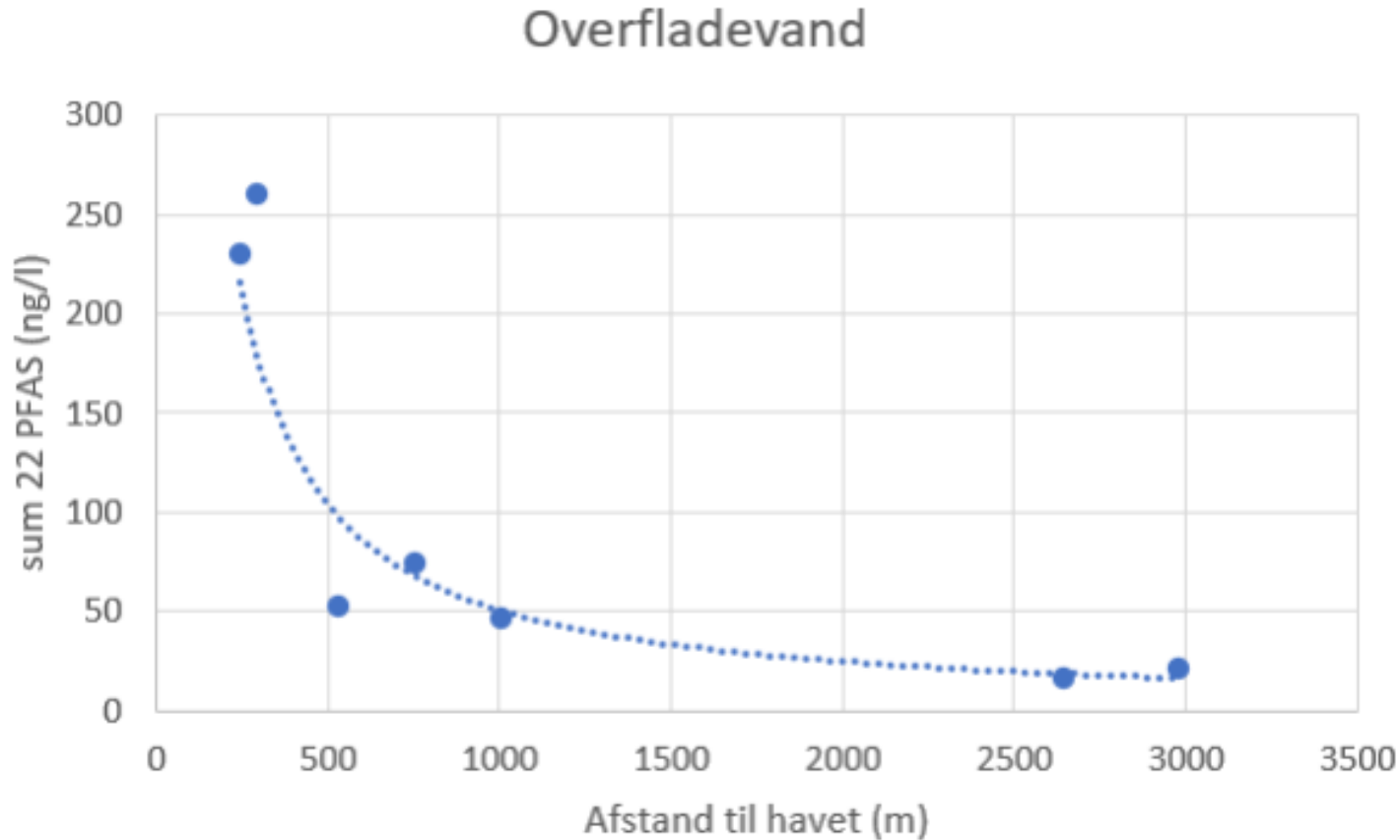


# Fanø – grundvand

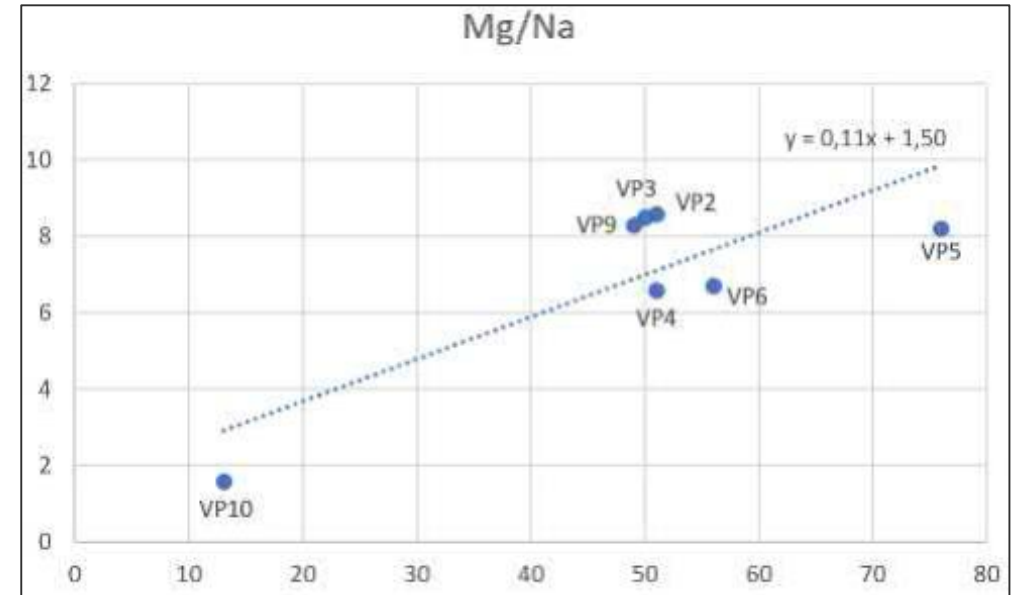


**Alle vandprøvers indhold af sum 4 PFAS overskrider grænseværdi for grund-/drikkevand (PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS) > 2 ng/l**

# Fanø – Overfladevand



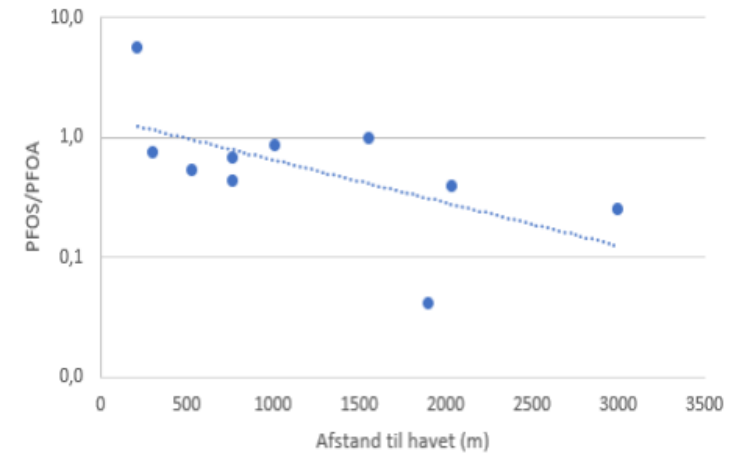
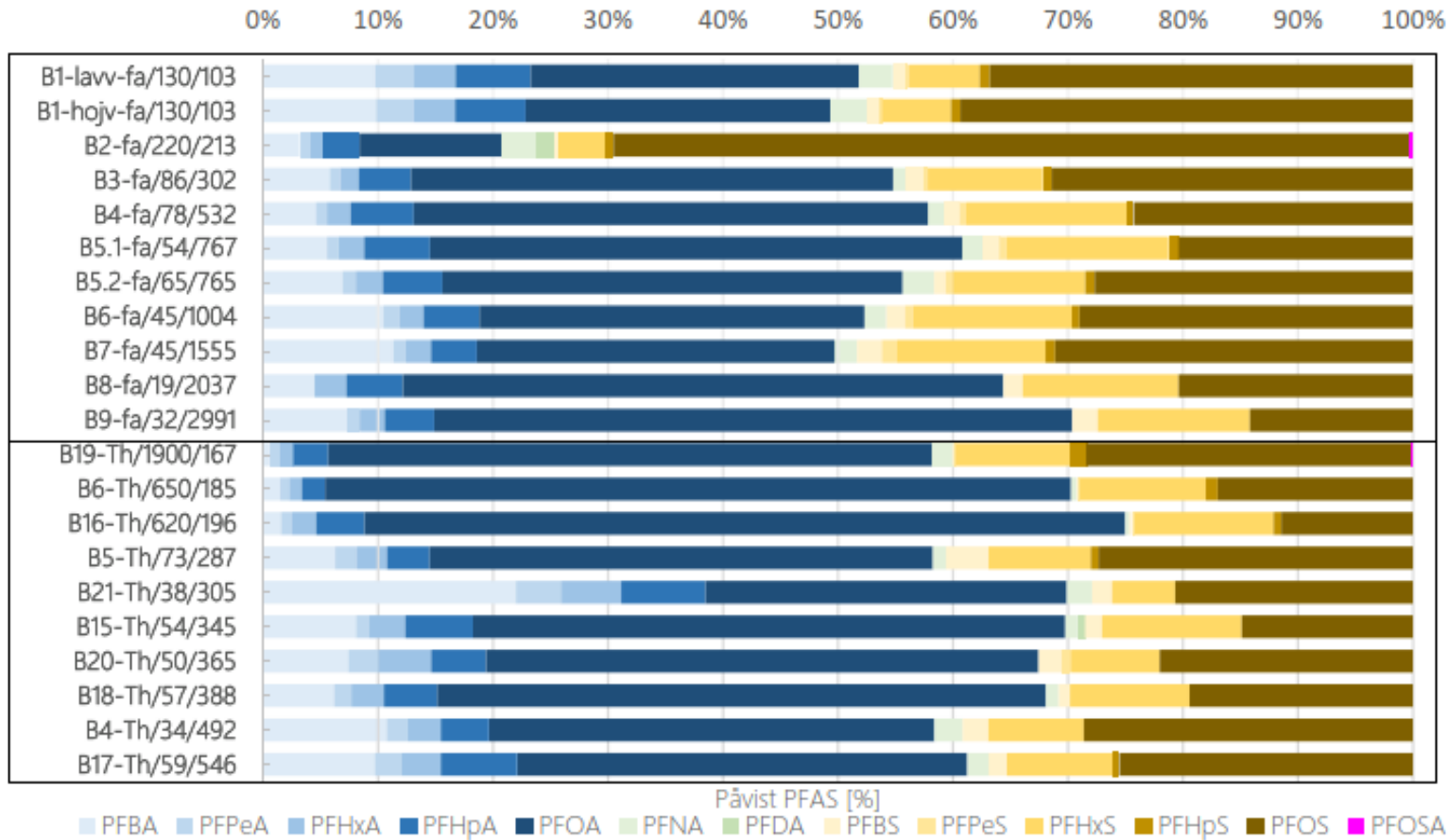
**Alle indhold af PFOS i overfladevand > 0,65 ng/l  
(EU vandkvalitetskrav for ferskvand)**



# Fanø - Kemisk sammensætning



## Grundvand



FANØ

Thyborøn  
(Lemvig  
kommune)

Dominans af enkeltstofferne PFOA og PFOS samt PFHxS og PFBA for både Fanø og Thyborøn

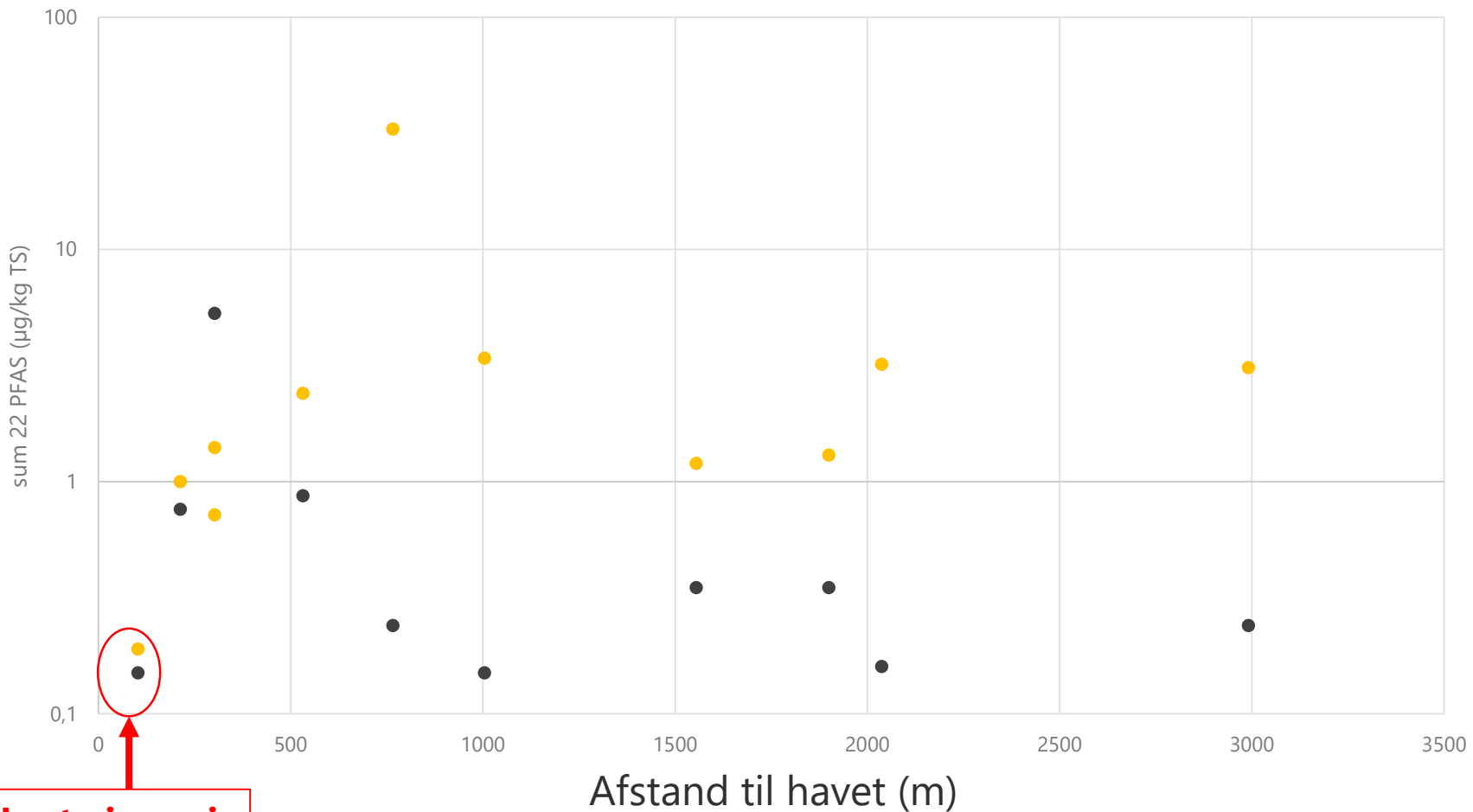
Forhold mellem PFOS og PFOA falder med afstand til kysten



# Fanø – Jord

## Jord

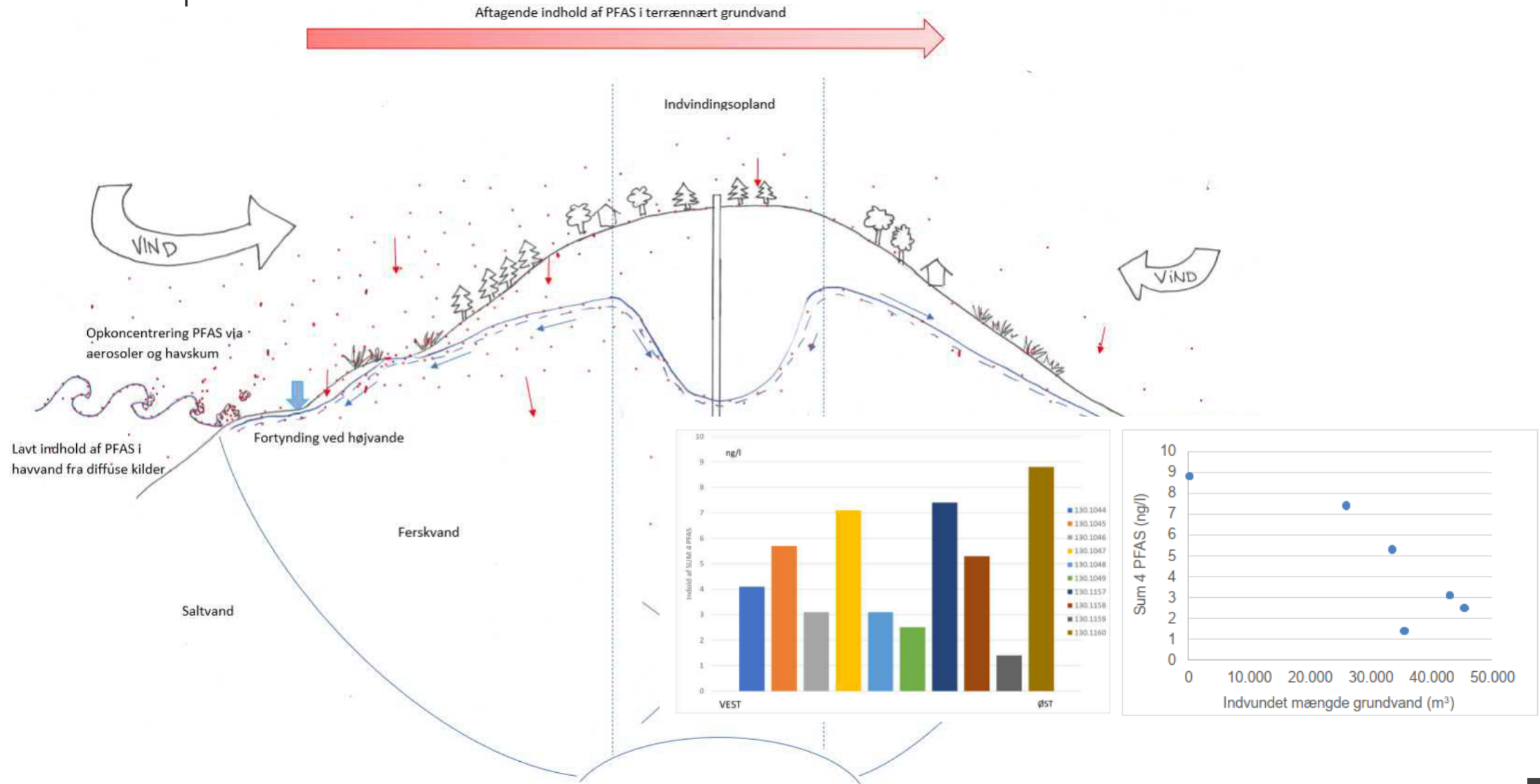
● 0,1 m u.t. ● 0,5 m u.t.



**Lavt niveau i  
strandsand!**



# Fanø – Konceptuel model

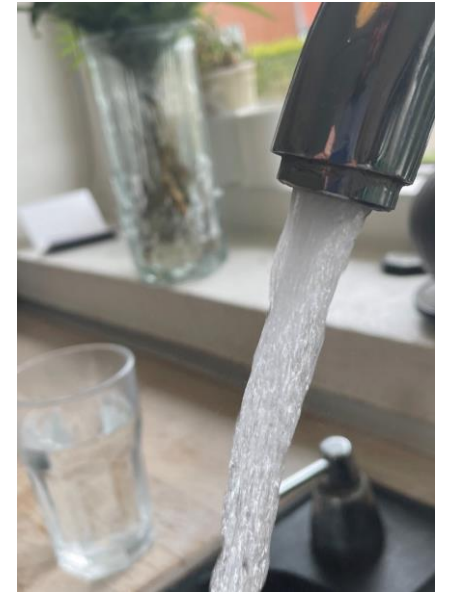


Link til rapport mv.: <https://regionsyddanmark.dk/om-region-syddanmark/presse-og-nyheder/nyhedsarkiv/2023/oktober-2023/ny-rapport-havskum-spreder-pfas-forurening-pa-fano>

# Problemstillinger?

**Grundvand, drikkevand, spildevand, grundvandssænkning, afgrøder, overskudsjord mv.**

- Påvirkning af kystnære vandværker (Fanø, Skagen, Hanstholm m.fl.)
- Private boringer – ukendt problem?
- Grundvandssænkning – afledning til recipient/kloak?
- Håndtering af overskudsjord fra byggeprojekter
- Kystnære arealer med afgræsning
- Indsivende grundvand i kloakker? Kan medføre problemer med forurenede slam samt udledning fra rensningsanlæg



God sammenhæng mellem overfladevand og grundvand – Prøvetagning af overfladevand kan være en billig metode til screening for, om der er et problem.





# Spørgsmål?

---

Anne Bomann Henriksen

Civilingeniør

NIRAS

Østre Havnegade 12

9000 Aalborg

M: 23215455

E: [anbh@niras.dk](mailto:anbh@niras.dk)