



PFAS - Erfaringer

på Forsvarsministeriets arealer

Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse

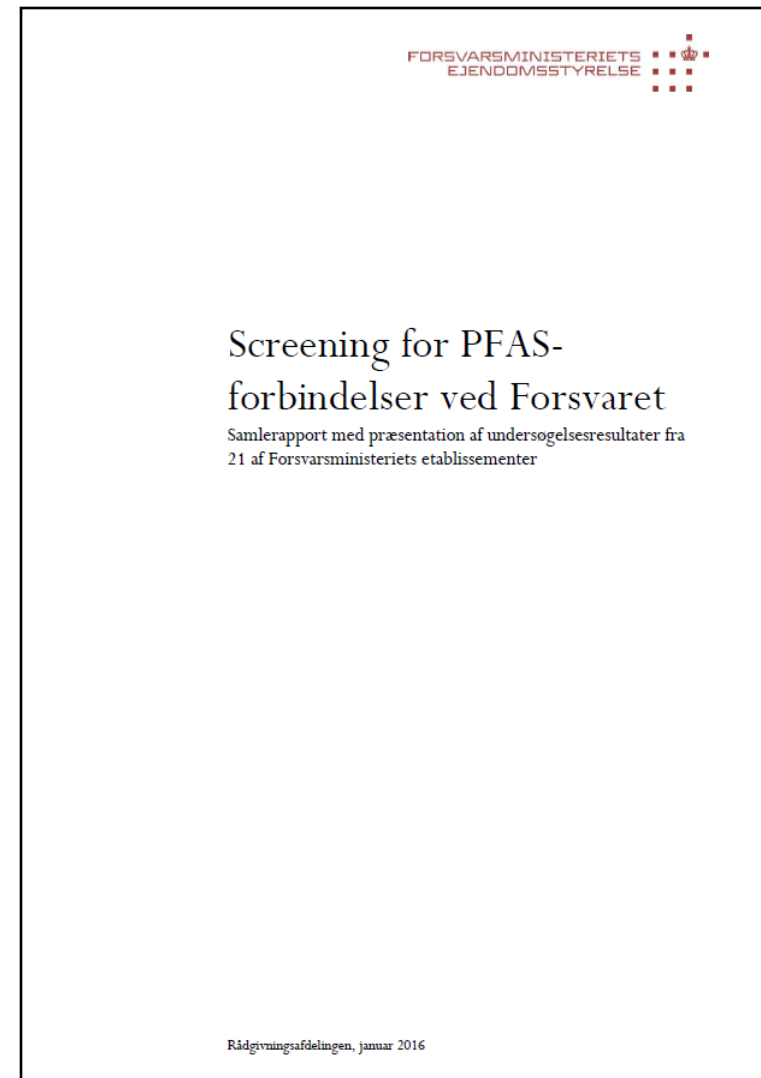
- Ejendomsstyrelsen varetager driften af Forsvarsministeriets bygninger og arealer.
- Jordforureningssektionen varetager miljømæssige forhold f.eks.
 - Kortlægning på vidensniveau 1
 - Frivillige undersøgelser iht. strategi
 - Nye spild



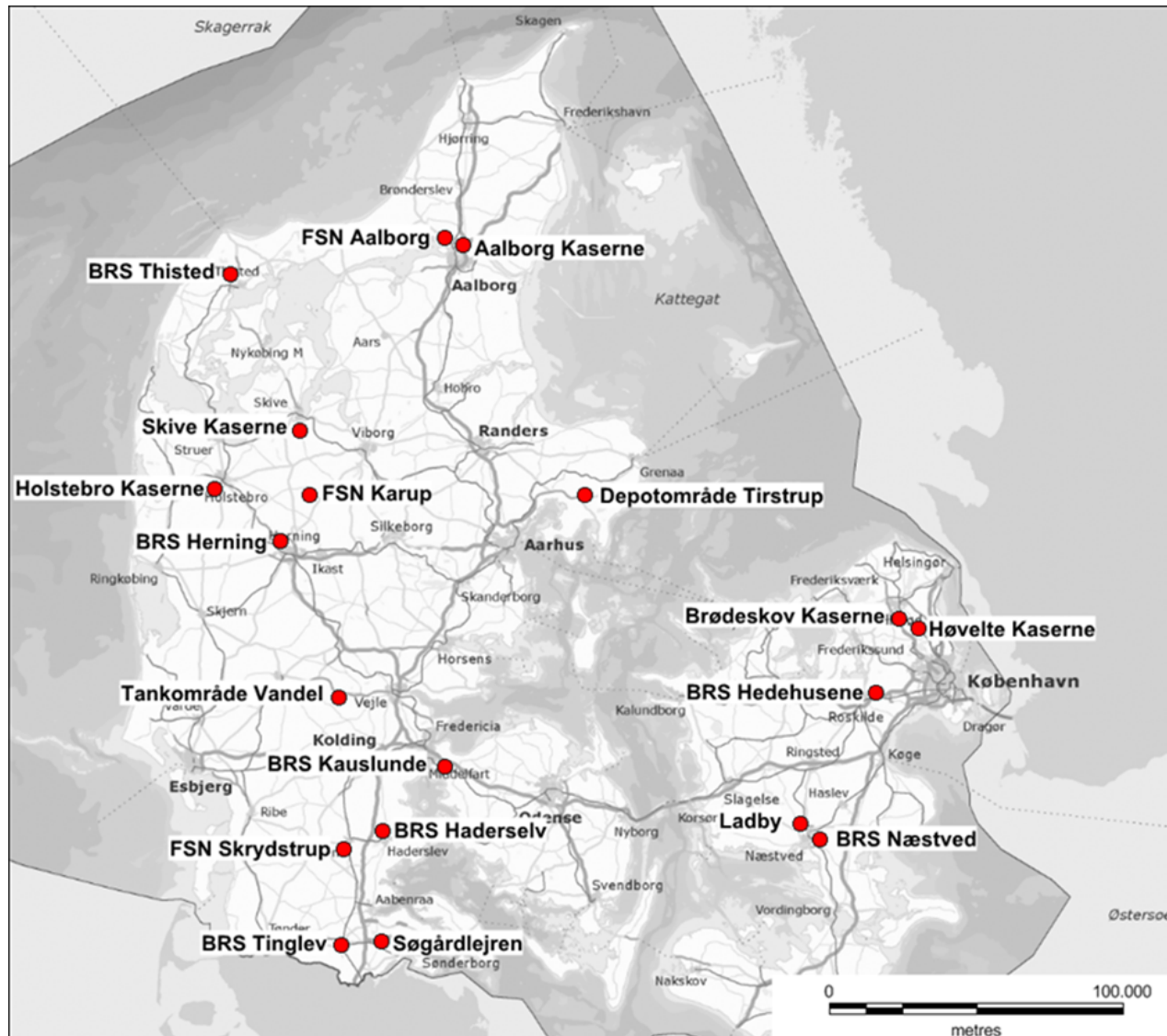
Screeningsrapport

Baggrund

- 2012 hører Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse (FES) første gang om PFAS problematikken i forbindelse med brandøvelsespladser.
- 2013 indgår i Miljøstyrelsens arbejdsgruppe om PFAS ved punktkilder.
- 2015 Beslutning om undersøgelse af PFAS problematikken.



Geografisk placering af undersøgelsessteder i Screeningen I dag undersøgt ved >30 etablissementer.



Grundvand

- Høje koncentrationer ved brandøvelsesaktiviteter udtaget ved kilden.
- Over grænseværdien nedstrøms værkstedsaktiviteter.
- Voks, polish og vaskemidler kan være en væsentlig kilde.

Jord

- Selv med høje koncentrationer i vandet – ses ikke tilsvarende i jorden.

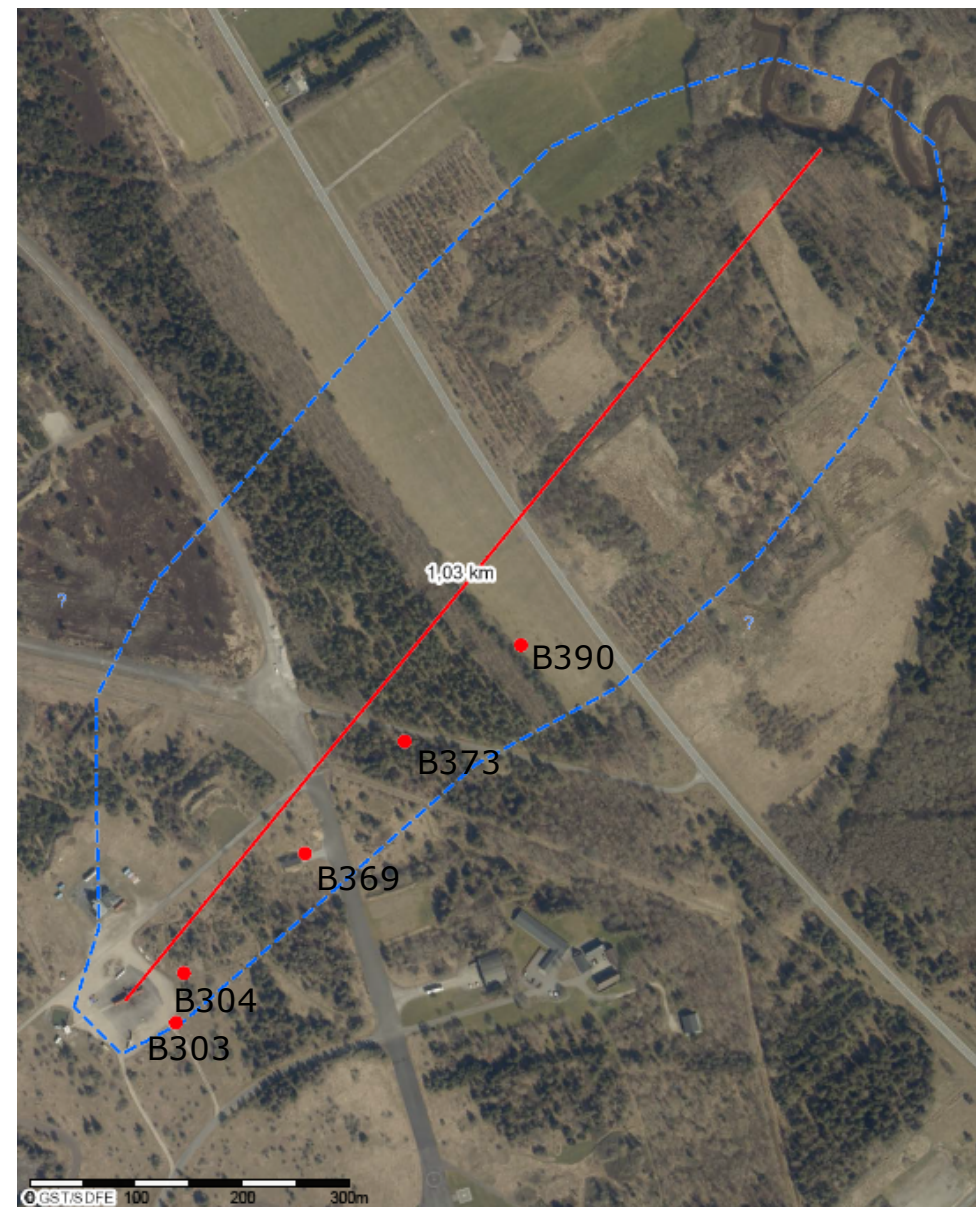
	Grundvand						Jord	
Kilde/aktivitet	Antal vandprøver	Andel med PFAS over detektionsgrænsen	Andel over grundvandskvalitetskriteriet for PFAS	Max. PFAS (µg/l)	Faktor over Miljøstyrelsens grundvandskvalitetskriterium	Afdækning af aktiviteten	Max. PFAS [mg/kg TS] (antal jordprøver analyseret)	Faktor over Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium
Brandøvelsespladser på Flyvestationer	35	92%	77%	92	920	Ved kilden	0,44 (7 stk.)	1,1
Beredskabsstyrelsen	43	98%	81%	28	280	Ved kilden og nedstrøms	0,063 (9 stk.)	-
Håndslukningspladser	19	37%	11%	5,7	57	Ved kilden	0,011 (2 stk.)	-
Sigteøvelser med og test af skumsprøjter	7	100%	100%	435	4.350	Ved kilden	4,43 (4 stk.)	11
Brand og Redning	9	100%	89%	8	80	Ved kilden og nedstrøms	Ikke undersøgt	-
Oplag af skumvæske og ildslukningsværksted	8	75%	50%	8	80	Ved kilden	0,12 (2 stk.)	-
Udspretningsarealer for skumslukningsvand og udlægning af skum	9	44%	22%	0,9	9	Stikprøve	0,022 (1 stk.)	-
Deponi/losseplads	12	17%	0%	0,012	-	Stikprøve	Ikke undersøgt	-
Metalliseringsværksteder	6	67%	33%	0,16	1,6	Nedstrøms	Ikke undersøgt	-
Hydraulikolie til flybremseser	11	55 %	27%	0,32	3,2	Nedstrøms	Ikke undersøgt	-
Maling af fly	4	0 %	0 %	<0,01	-	Nedstrøms	Ikke undersøgt	-
Voks, polish og vask af fly	5	80 %	80 %	0,80	8	Nedstrøms	Ikke undersøgt	-
Våbenværksteder	7	57 %	14%	0,18	1,8	Nedstrøms	Ikke undersøgt	-

Undersøgelseserfaringer 2016 – 2020

- Udvalgte resultater for:
- Spredning horisontal og vertikal i grundvand.
- PFAS i jord.
- Undersøgelser overfladevand.

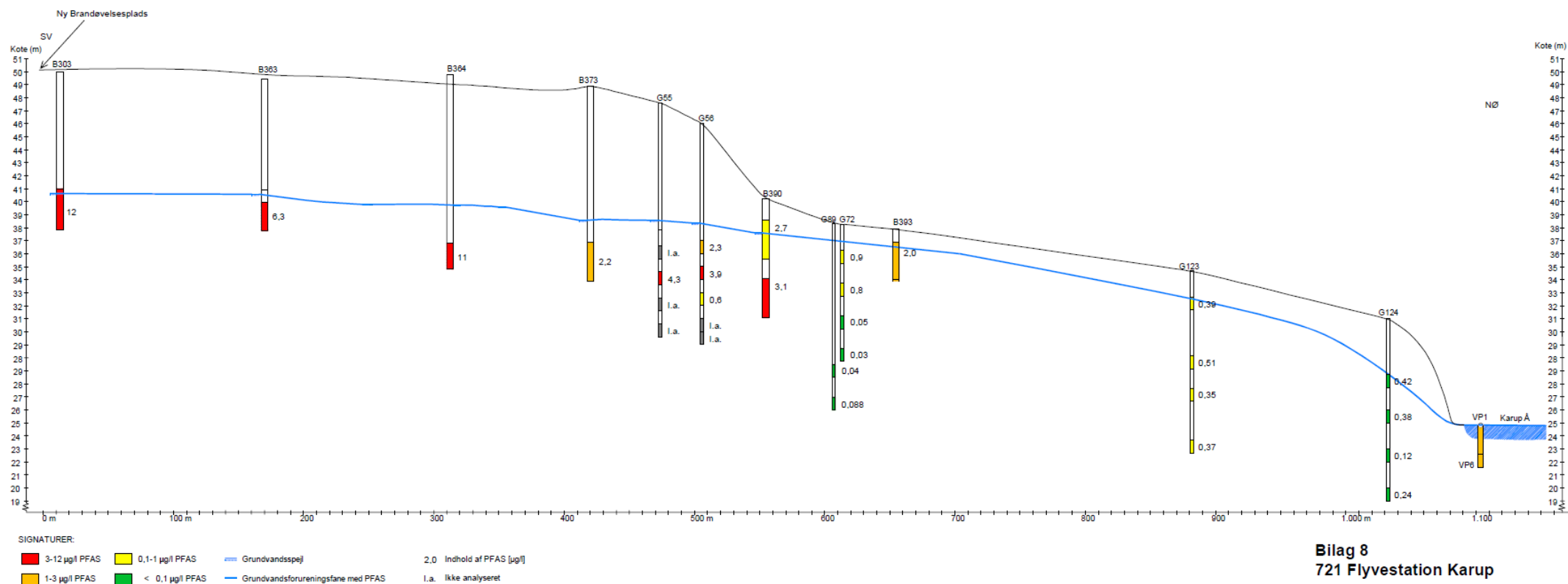
Grundvandsfanen

- Horizontal spredning ca. 1 km
- I kildeområdet: 2 – 5 µg/l
- Yderst i fanen: ca. 0,2 µg/l



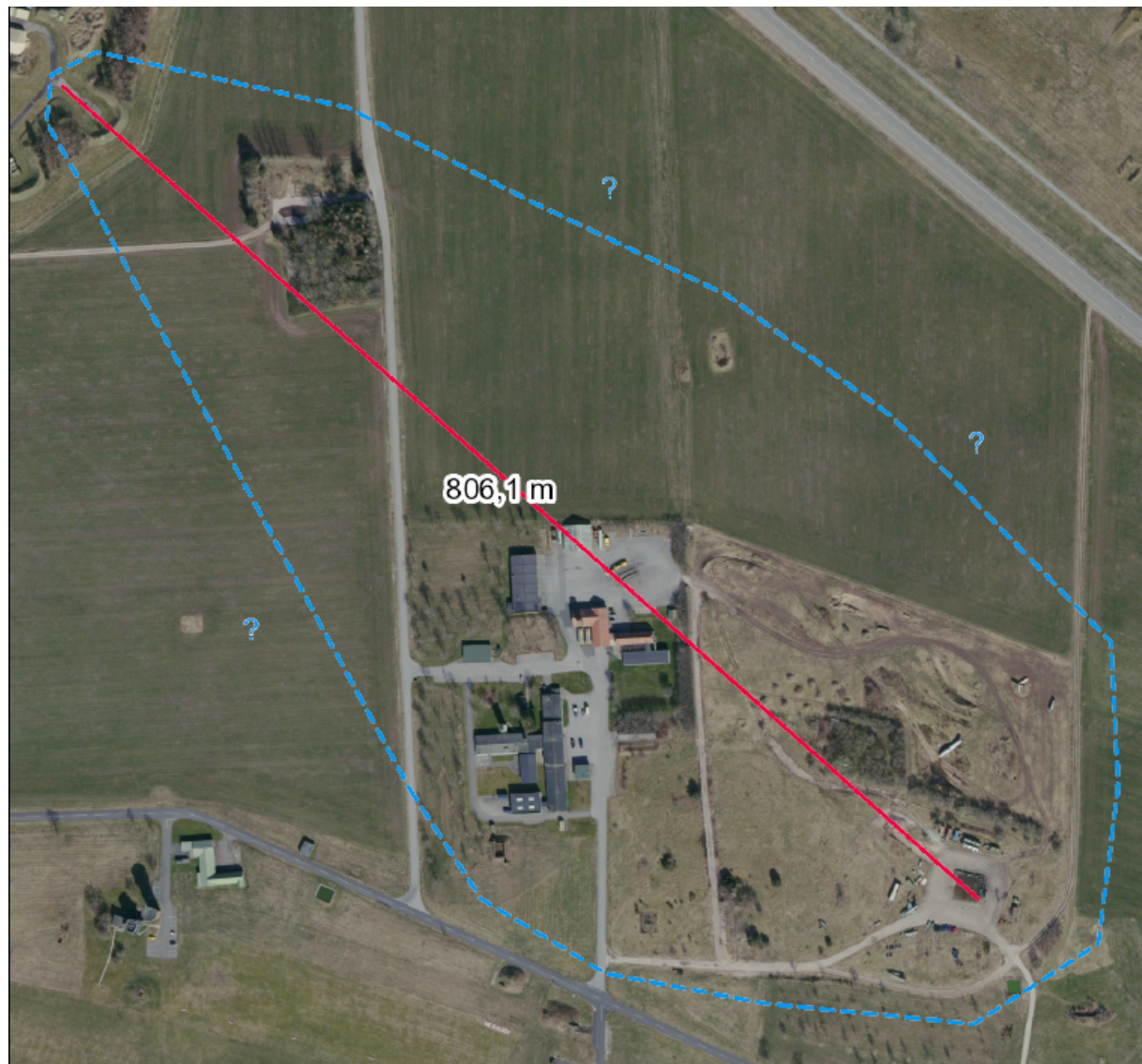
Tværsnit af PFAS fanen

- Dykkende fane 300 – 600m
- Ved G123 ca. 0,4 µg/l i alle niveauer



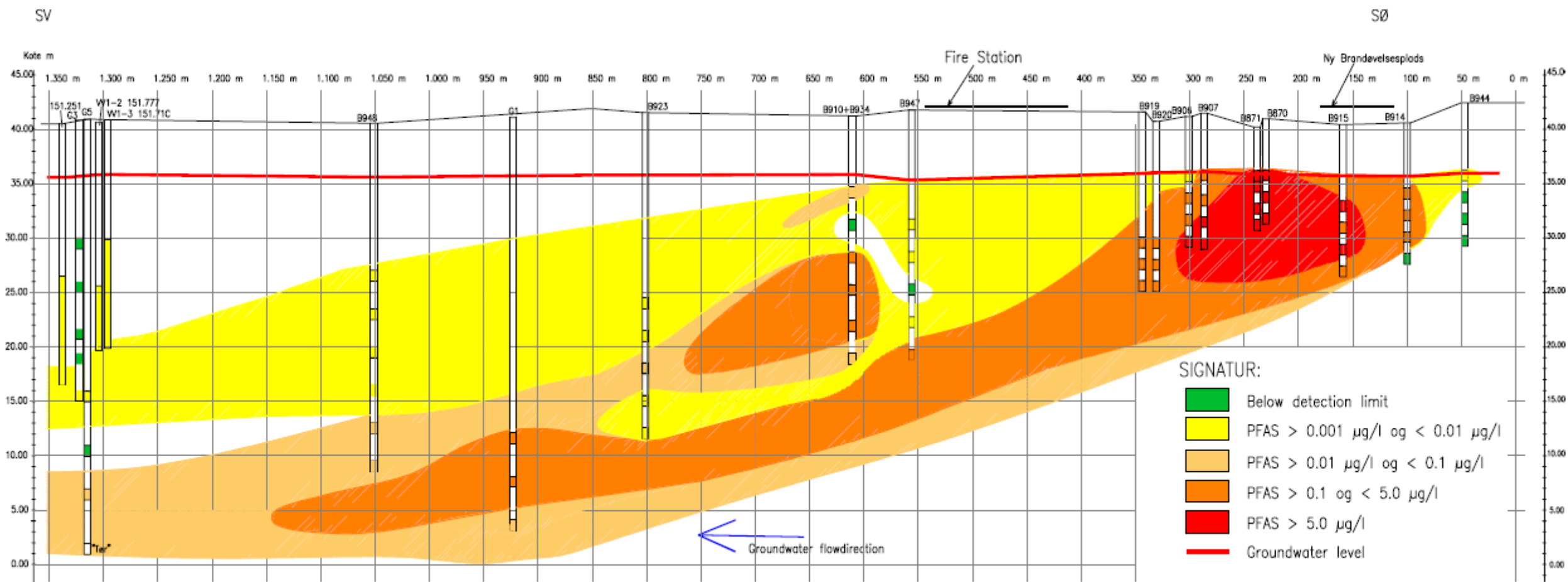
Grundvandsfanen

- Flere kilder
- Horisontal spredning ca. 800 m
- Ved brandøvelsespladsen målt op til 35 µg/l
- Hovedsageligt 6:2 FTS, PFHxA, PFHpA
- Yderst i fanen: 0,01 µg/l



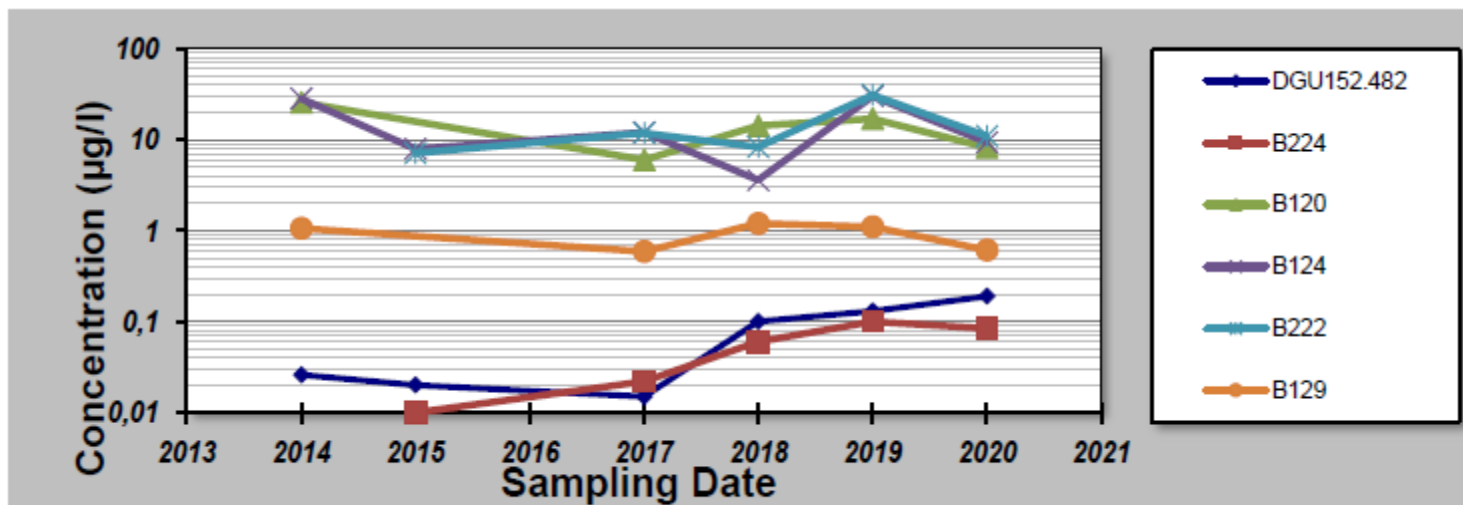
Tværsnit af fanen

- Dykkende fane
- Yderst i fanen højeste værdi ca. 30 m u.t.



Kildeområdet

- Vertikal spredning
- Terrænnært ca. 10 µg/l - stabilt
- Sekundære dybere grundvand ca. 0,1 µg/l – stigende



Figur 5.1: Sum af PFAS (µg/l) i udvalgte prøver udtaget i 2020. Grafer baseret på GSI Mann-Kendall.



Jordprøver

- Nye jordkriterier: sum PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS = 10 µg/kg
- Brandøvelsesplads: 6,19 µg/kg for sum 4 PFAS
- Muligvis en opbremsning i organisk materiale

Analyseresultater, jord PFAS-forbindelser (µg/kg TS)															
Kilde	Boring	Prøve dybde (m u.t.)	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFBS	PFHxS	PFOS	PFOSA	PFBA	PFPeA	PFDA	6:2 FTS	Sum PFAS
Mose	Moseprøve 2018*	0-0,05	0,53	-	-	-	-	-	0,90	-	2,51	0,84	-	-	4,8
	Moseprøve 2019*	0-0,1	-	-	0,42	-	-	-	2,01	-	0,94	-	-	-	3,5
	Moseprøve 2019*	0,1-0,2	-	-	-	-	-	-	0,76	-	0,61	-	-	-	1,4
	Moseprøve 2020*	0-0,1	-	-	-	-	-	-	1,46	-	-	-	-	-	1,5
Ny Brandøvelsesplads	MIS-BØ*	0-0,1	-	1,03	1,57	2,15	-	-	2,47	-	0,56	1,34	2,86	0,53	12,5
Jordkvalitetskriterium ¹⁾			I.f.	I.f.	I.f.	I.f.	I.f.	I.f.	I.f.	I.f.	I.f.	I.f.	I.f.	I.f.	400
Detektionsgrænse			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	10

Overfladevand

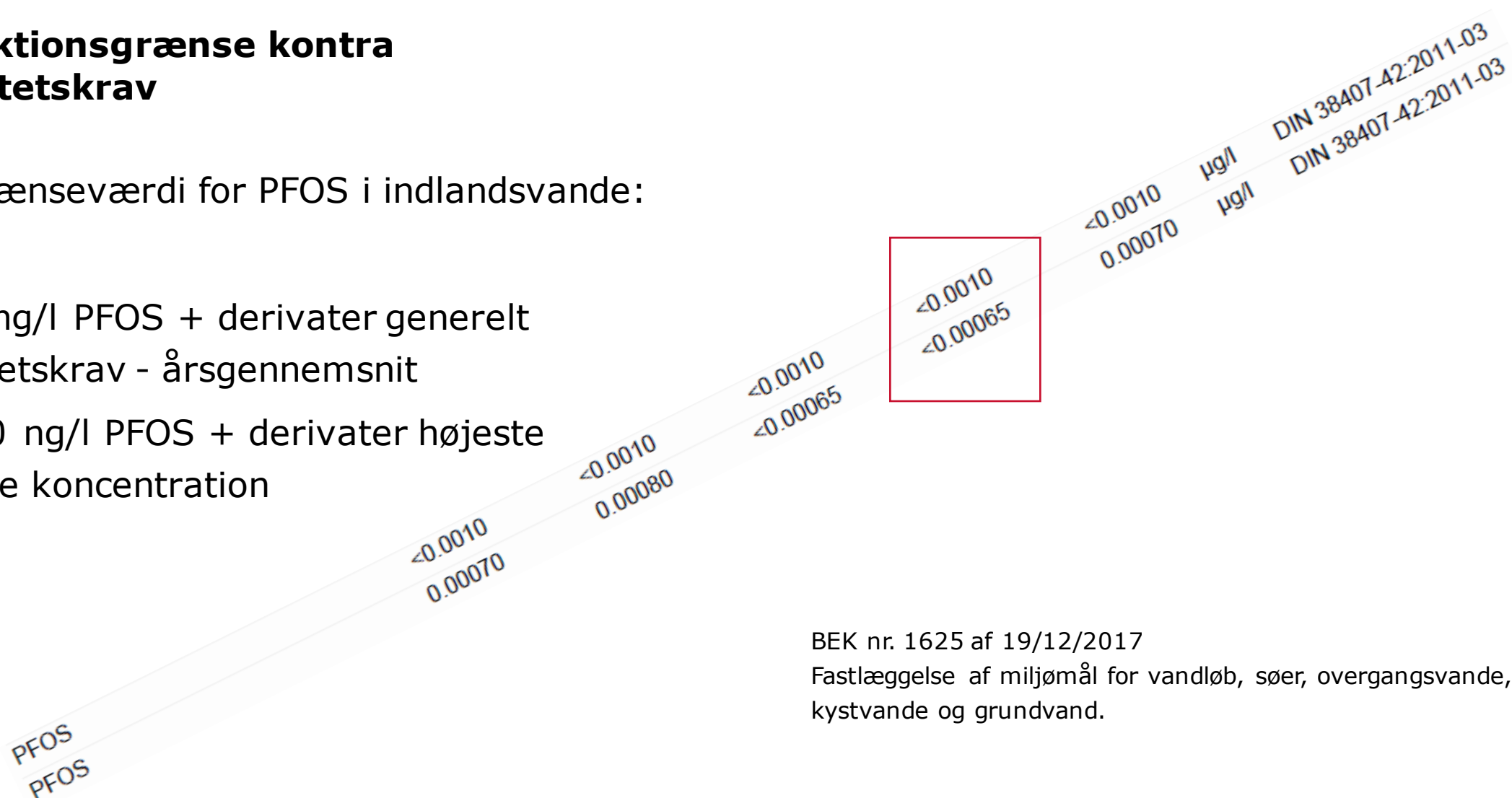


Detektionsgrænse kontra Kvalitetskrav

- Grænseværdi for PFOS i indlandsvande:

0,65 ng/l PFOS + derivater generelt
kvalitetskrav - årsgennemsnit

36000 ng/l PFOS + derivater højeste
tilladte koncentration



BEK nr. 1625 af 19/12/2017

Fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande,
kystvande og grundvand.

Vandløbets opførsel

- Variation tid – sted – rum
 - Vandføring på prøvetidspunktet.
 - Vandløbsvedligeholdelse – skåret grøde
 - Strømningsforholdene i vandløbet
 - Indstrømning af grundvand sider – bund
 - Tilførsel af overfladevand fra grøfter og dræn
 - Vandløbsopland



Fuld opblanding – Hvor er det?

Måling på tværs af Karup Å
Koncentrationer ng/l PFOS

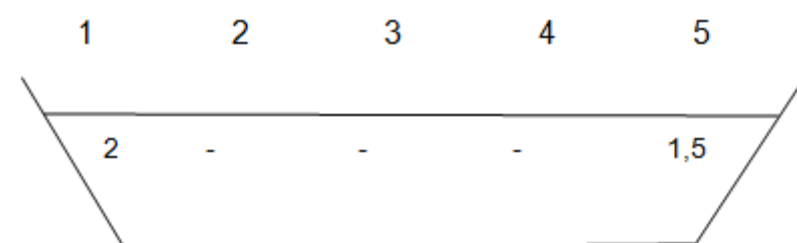
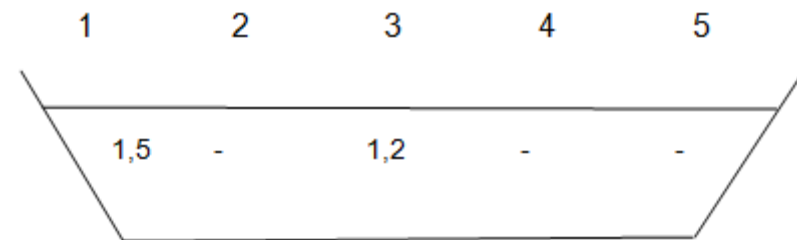


Ved fanen
ST 32.445

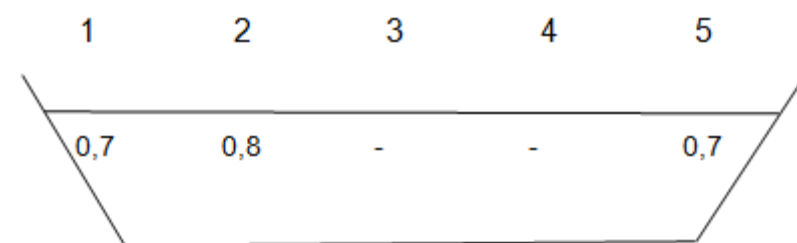
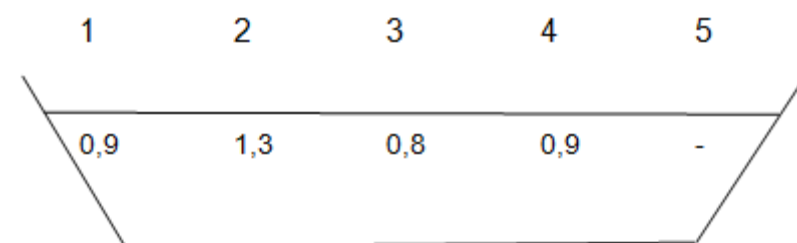
Nedstrøms 850 m
ST 33.106

Nedstrøms 900 m
ST 33.166

Nedstrøms 1000 m
ST 33.250



2019

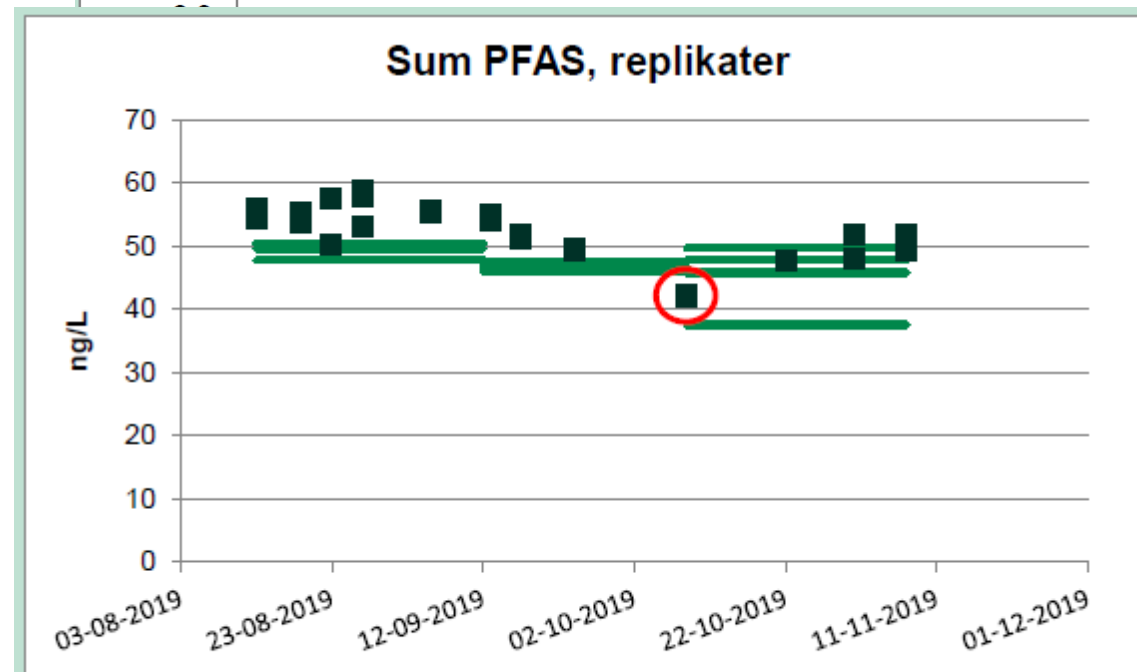
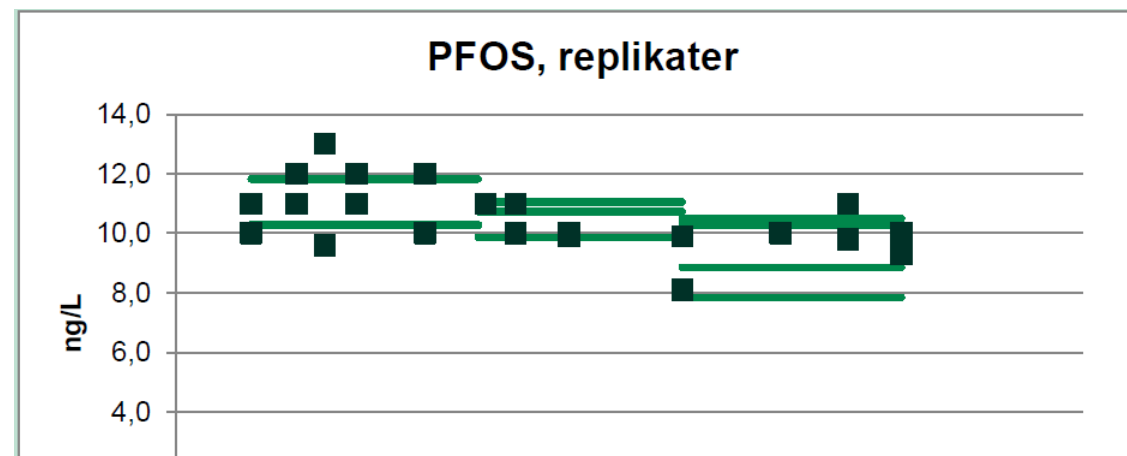


2020

Nogle resultater fra Miljøprojekt nr. 2168 April 2021

Anvendelsen af Sorbicell i vandløb. Sammenlignet med grab sample

- Grab samples – spredning skyldes en kombination af prøvetagnings- og analyseusikkerheder og tidsvariationen.
- For grab samples er der beregnet en kombineret prøvetagnings- og analyseusikkerhed til imellem 0,5 – 13% (gennemsnit 5 %)
- For Sorbicell er den beregnet til imellem 5 – 20% (gennemsnit 8,5%)
- Dag-til-dag variationen mellem grab samples indsamlet inden for en måned var fra 15% - 64% (gennemsnit på 30%).

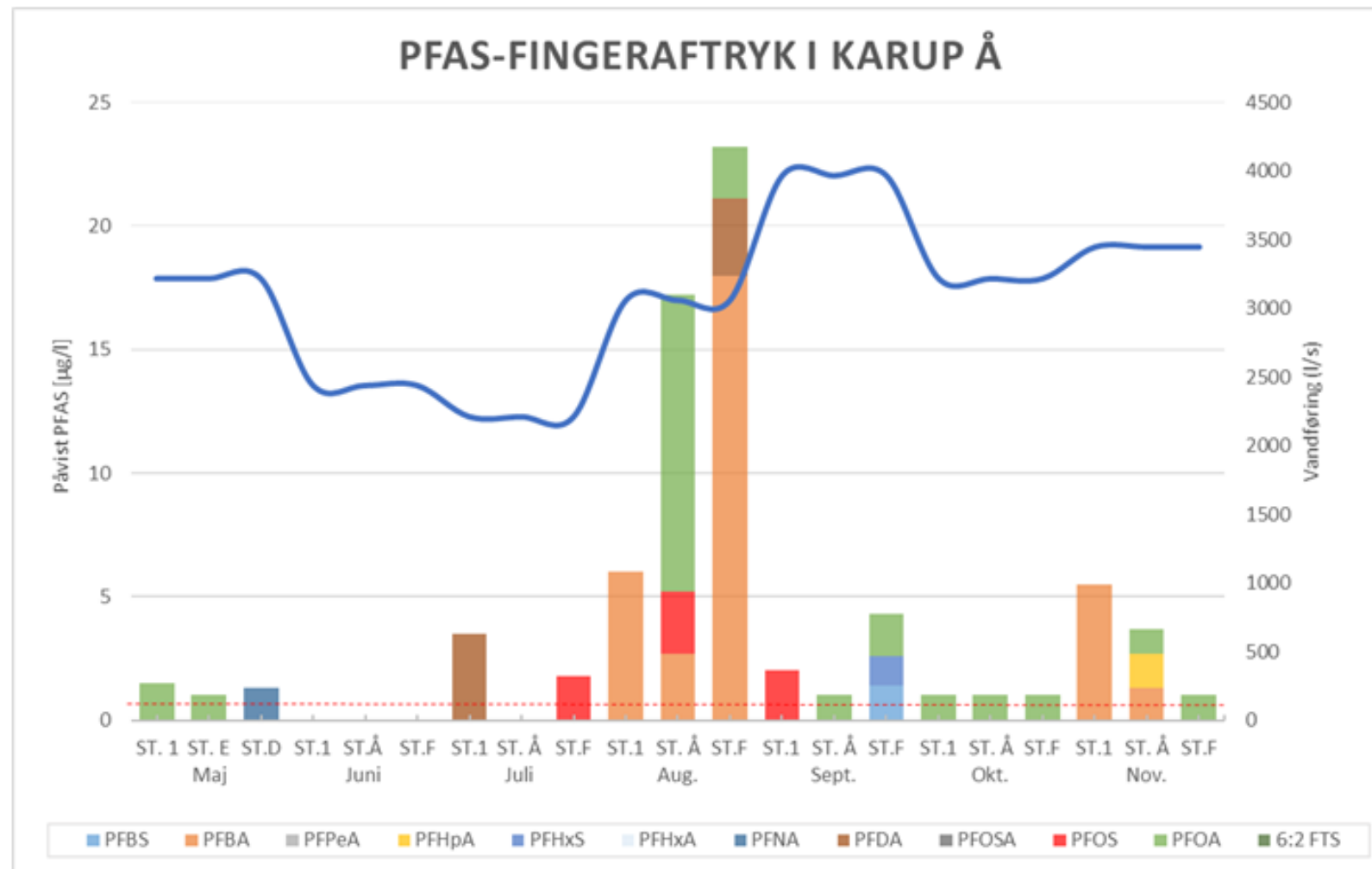


Figur 7.3. (fortsat) Plot af enkeltresultater for grab samples (sorte firkanter) og Sorbiceller (grøn linje). Den røde cirkel afspejler den laveste konc. ved den højeste vandføring i perioden.

Eksempel på variationen i målte koncentrationer henover året. (2018)

ST Å	PFOS ng/l	PFAS ng/l
Juni	<0,65	<10
Juli	<0,65	<10
Aug	2,5	17,2
Sep	<0,65	1
Okt	<0,65	1
Nov	<0,65	3,7

ST F	PFOS ng/l	PFAS ng/l
Juni	<0,65	<10
Juli	1,8	1,8
Aug	<0,65	23
Sep	<0,65	4,3
Okt	<0,65	1
Nov	<0,65	1



PFAS stoffer sammensætning igennem tiden

- Indhold i brandslukningsskum.
- Kan vi se en udvikling
- Omdannelse i miljøet.



PFAS sammensætning

3 Brandøvelsespladser brugt i forskellige tidsperioder:

1954 – 1977

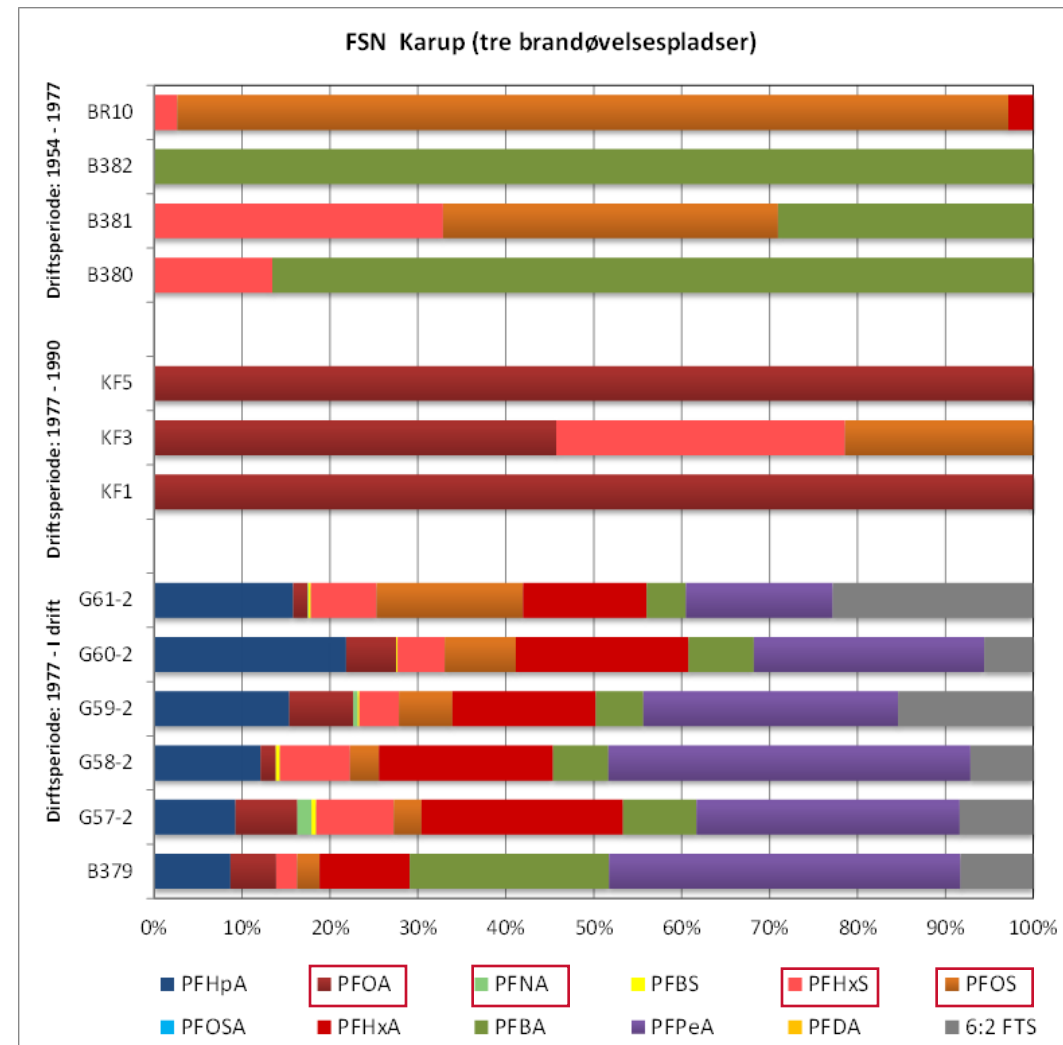
PFOS – PFBA – PFHxS

1977 – 1990

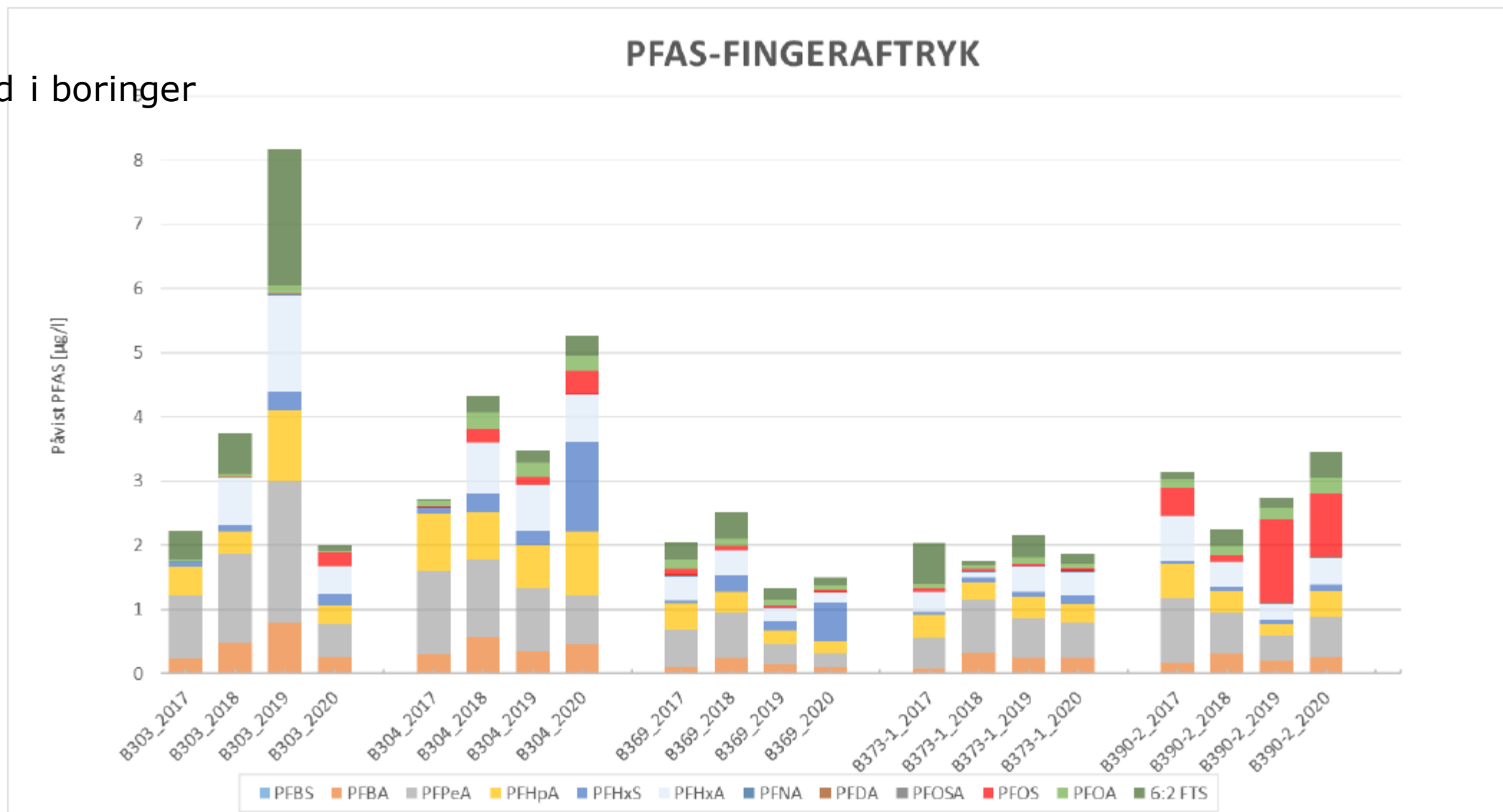
PFOA – PFHxS – PFOS

1977 – dd

PFPeA – PFHpA- PFHxA – 6:2 FTS - PFBA



- PFAS indhold i borer
- Precursor



Figur 6.4: Figur med historisk fingeraftryk af PFAS-sammensætning fra 2017-2020 opdelt for hver boring.

Test af Brandskum rapport fra 2018

Udvalgte resultater.

Prove ID	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFBS	PFHxS	PFOS	PFOSA	6:2 FTS	8:2 FTS	PFUnDa	PFDoDa	PFTTrDa	PFTcD/PFTA	PFDS	PFHpS	Sum PFAS*	Ændring i antal stoffer efter oxidation
BRS Thisted	-	-	13	-	-	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	+ 3
BRS Thisted	-	-	150	-	-	4,2	39	58	-	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	272	
BRS Haderslev	-	-	30	18	-	7,8	-	28	-	-	-	1.400	280	-	-	21	-	-	-	1.785	+ 3
BRS Haderslev	63	31	300	50	-	14	-	130	-	-	-	3.400	370	-	360	-	-	-	-	4.718	
FSN Karup (2017)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I.p.	0
FSN Karup (2017)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I.p.	
FSN Skrydstrup (2017-1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I.p.	+ 1
FSN Skrydstrup (2017-1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	52	

Noter:

: Analyseresultat for TOP- analyse

: Analyseresultat efter TOP-analyse

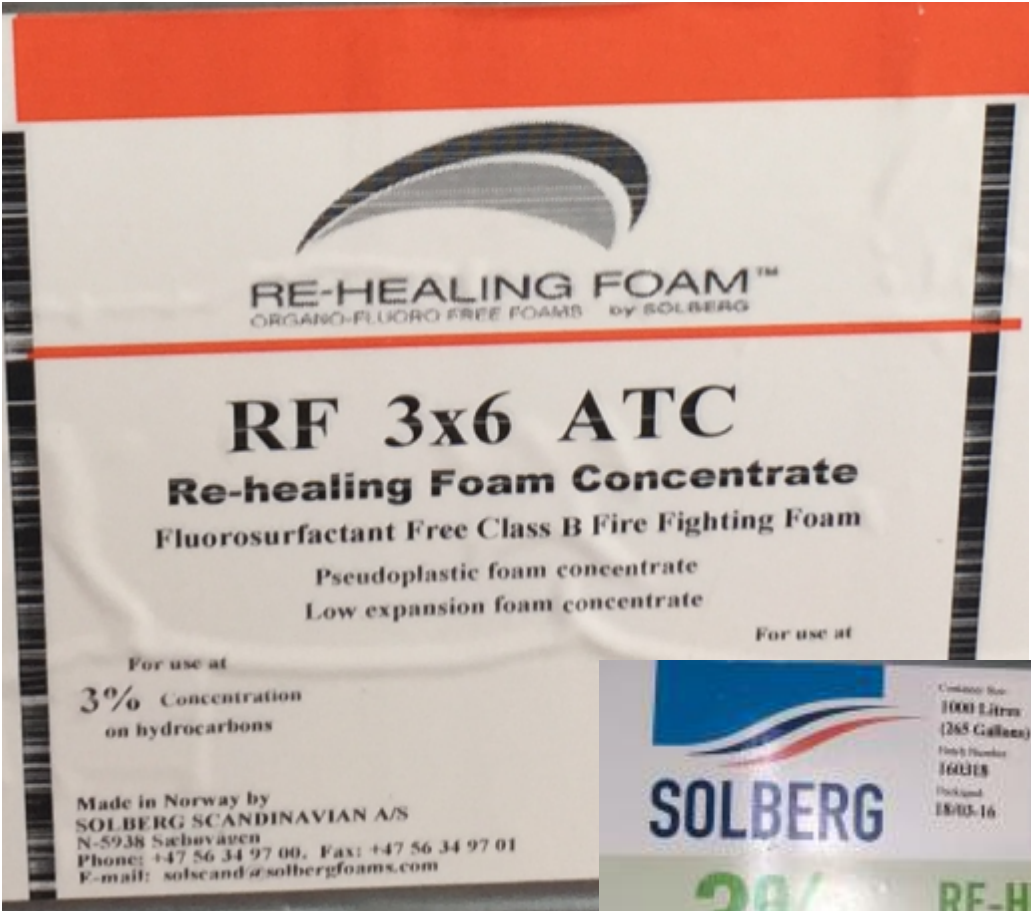
- : under detektionsgrænse for analysemetoden. Detektionsgrænsen er mellem 1-20 µg/l. Den enkelte detektionsgrænse ses i analyserapporter vedlagt i bilag 1.

I.p. : Ikke påvist

* : Der er analyseret for 21 PFAS-forbindelser

- PFAS fri skum
- Risikovurdering
- Pilotprosjekt

- PFAS fri skum
- Risikovurdering
- Pilotprosjekt



Arsenalvej 55

9800 Hjørring

Telefon: +45 7281 3000

E-mail: fes@fes.dk

www.ejendomsstyrelsen.dk

