
TUP-PROJEKT: ANALYSEMETODER TIL UNDERSØGELSE FOR PFAS- FORBINDELSER I JORD, GRUNDVAND OG OVERFLADEVAND

VINTERMØDE D. 7. MARTS 2023

JETTE KJØGE OLSEN - RAMBØLL

PETER MORTENSEN - EUROFINS MILJØ

MORTEN R. OLESEN - NIRAS



TUP-PROJEKT: ANALYSEMETODER TIL UNDERSØGELSE FOR PFAS- FORBINDELSER I JORD, GRUNDVAND OG OVERFLADEVAND

VINTERMØDE D. 7. MARTS 2023

JETTE KJØGE OLSEN - RAMBØLL

PETER MORTENSEN - EUROFINS MILJØ

MORTEN R. OLESEN - NIRAS



Region
Hovedstaden



REGION NORDJYLLAND



Region Syddanmark



Regionernes Videncenter for
Miljø og Ressourcer



FORSVARSMINISTERIET
EJENDOMSSTYRELSEN



G E U S

De Nationale Geologiske Undersøgelser
for Danmark og Grønland



KØBENHAVNS
UNIVERSITET



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

RAMBOLL

eurofins

NIRAS



DAGSORDEN

- Formål
- Dataindsamling
- Vidensopsamling: PFAS-analyser udført i Danmark
- Afprøvning af analysemetoder og testlokaliteter
- Gennemgang af udvalgte resultater fra analysearbejdet (vandprøver)
- Resterende del af TUP-projektet
- Foreløbig konklusioner på TUP-projekt - opsamling

FORMÅL

2-sidet formål:

1. At undersøge hvilke analysemetoder, der tilbydes i dag
2. At vurdere hvilke metoder, der skønnes mest velegnede til undersøgelse for PFAS i miljøprøver i Danmark

METODE

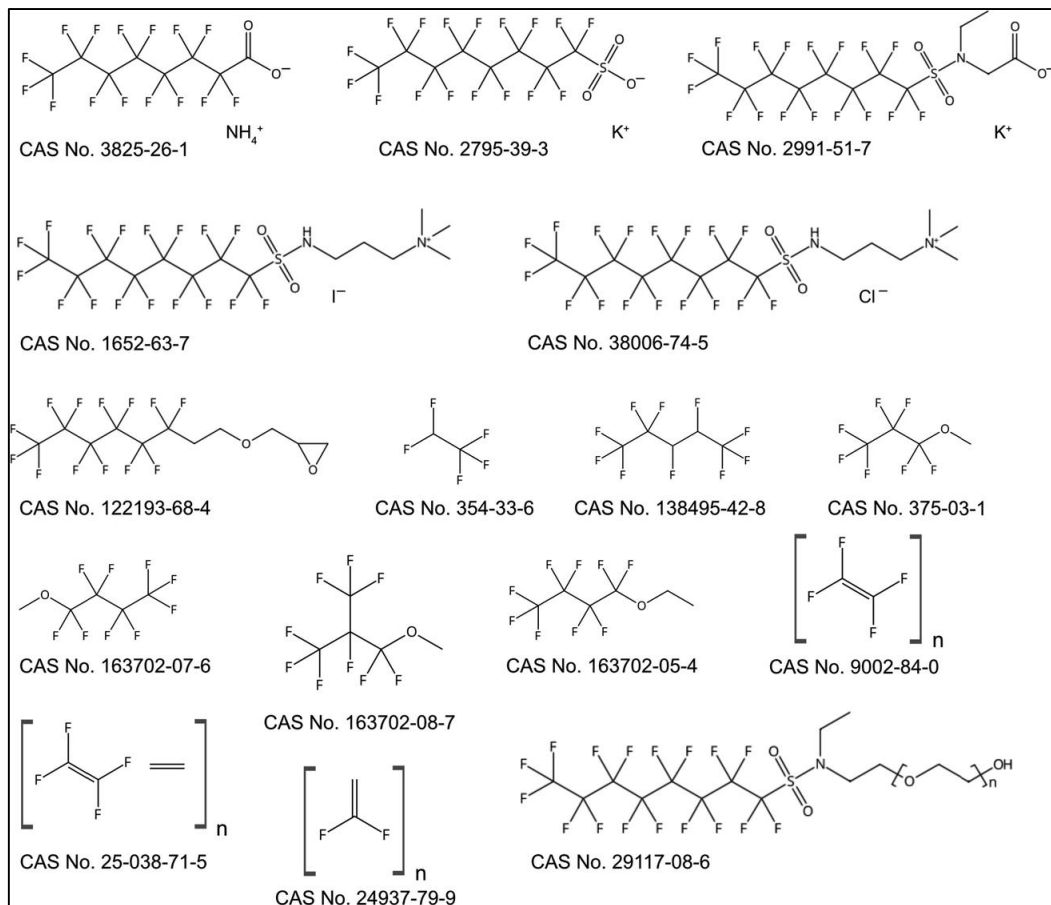
1. Kontakt til danske og udenlandske laboratorier
2. Forespørgsel til danske brugere af PFAS-analyser
3. Gennemgang af relevant litteratur og metodedatabaser
4. Afprøvning af en bred vifte af metoder på udvalgte jord- og vandprøver for at vurdere output fra de enkelte metoder og derved anvendeligheden



CENTRAL PROBLEMATIK

- 6.000 – 9.000 forskellige stoffer samlet under betegnelsen PFAS
- Analytisk urealistisk at løse på traditionel vis med target-analyser
- Lovgivning adresserer pt. op til 22 enkeltstoffer – men virkeligheden er en anden
- Flere forsøg med utraditionelle analysemetoder
- Behov for at skabe et overblik, så brugerne kan vælge udfra et (mere) oplyst grundlag

PFAS FORBINDELSER



PFAS-forbindelser med mere end 10 forskellige anvendelser.

An overview of the uses of per- and polyfluoroalkyl substances
 Glüge J et al: *Environ. Sci.: Processes Impacts*, 2020, 22, 2345-2373

DATAINDSAMLING

1. Hvilke metoder har været anvendt indtil nu af danske myndigheder m. fl.

- Spørgeskema til regioner, Forsvaret, GEUS, VMR, Københavns Universitet, Århus Universitet, MST, TI, DTU samt de 3 største vandforsyninger

2. Hvilke metoder udbydes af kommercielle laboratorier pt.

- Spørgeskema til alle laboratorier på det danske marked
- Spørgeskema til udvalgte internationale laboratorier udvalgt efter søgning på internettet
- Spørgsmål om metode, matricer, detektionsgrænser og eventuel akkreditering

3. Oversigt over metoder og metodereferencer

- Litteratursøgning i registre for DS, EN, ISO, DIN, ASTM samt US EPA

METODER SOM UDBYDES PÅ NUVÆRENDE TIDSPUNKT (1)

Type	Metode	Karakteristika
Target-analyser	LC-MS/MS	Kvantitative metoder til enkeltstoffer. Normalt akkrediterede
Gruppemetoder	TOF, AOF, EOF	Baseret på kvantificering af fluorid. Totalmåling, dog kan uorganisk fluorid udskilles. Ofte akkrediterede
Oxidérbare precursors	TOP	Baseret på analyse for udvalgte PFAS-forbindelser før og efter en simuleret "naturlig" nedbrydning af precursors ved forceret kemisk oxidation. Ikke akkrediteret.
Suspect Screening	LC-QTOF	Meget præcis bestemmelse af massen af stoffer og tilhørende fragmenter. Også target-analysemetode, hvis referencer er tilgængelige. Styrker: meget brede screeninger og muligheden for re-analyse (retrospektive analyser) Ikke akkrediteret

OVERSIGHT OVER METODE-REFERENCER M.M.

CAS number	Compound	Abbreviation	Precursorer OECD ¹⁾	Bruttoformel
375-22-4	Perfluorobutanoic acid	PFBA	0	C4HF7O2

CAS number	Compound	Abbreviation	Group 1	Group 2	Subgroup	Precursorer OECD ¹⁾	Bruttoformel	Perfluoroalkyl Chain Length	Antal F	Mw	EU Drikkevand	DK Jord/ grundvand	DK drikkevand	DIN 6407-42 911	DIN 38414-14 2011	ASTM D7979-20	ASTM D7968-17a	ASTM D8421-21	US EPA 537.1	US EPA 533	US EPA 8327	US EPA 1633 Draft	US EPA OTM-45	ISO 25101 2009	ISO 21675 2019	Draft prEN 17892 2022
375-22-4	Perfluorobutanoic acid	PFBA	Perfluoroalkyl carboxylic acids	PFAAs	PFCA	0	C4HF7O2	3	7	214	X	X	X	PFBA	PFBA	PFBA	PFBA	PFBA	PFBA	PFBA	PFBA	PFBA	PFBA	PFBA	PFBA	PFBA
2706-90-3	Perfluoropentanoic acid	PFPeA	Perfluoroalkyl carboxylic acids	PFAAs	PFCA	1	C5HF9O2	4	9	264	X	X	X	PFPeA	PFPeA	PFPeA	PFPeA	PFPeA	PFPeA	PFPeA	PFPeA	PFPeA	PFPeA	PFPeA	PFPeA	PFPeA
307-24-4	Perfluorohexanoic acid	PFHxA	Perfluoroalkyl carboxylic acids	PFAAs	PFCA	2	C6HF11O2	5	11	314	X	X	X	PFHxA	PFHxA	PFHxA	PFHxA	PFHxA	PFHxA	PFHxA	PFHxA	PFHxA	PFHxA	PFHxA	PFHxA	PFHxA
375-85-9	Perfluoroheptanoic acid	PFHpA	Perfluoroalkyl carboxylic acids	PFAAs	PFCA	3	C7HF13O2	6	13	364	X	X	X	PFHpA	PFHpA	PFHpA	PFHpA	PFHpA	PFHpA	PFHpA	PFHpA	PFHpA	PFHpA	PFHpA	PFHpA	PFHpA
335-67-1	Perfluorooctanoic acid	PFOA	Perfluoroalkyl carboxylic acids	PFAAs	PFCA	4	C8HF15O2	7	15	414	X	X	X	PFOA	PFOA	PFOA	PFOA	PFOA	PFOA	PFOA	PFOA	PFOA	PFOA	PFOA	PFOA	PFOA
375-95-1	Perfluorononanoic acid	PFNA	Perfluoroalkyl carboxylic acids	PFAAs	PFCA	5	C9HF17O2	8	17	464	X	X	X	PFNA	PFNA	PFNA	PFNA	PFNA	PFNA	PFNA	PFNA	PFNA	PFNA	PFNA	PFNA	PFNA
335-76-2	Perfluorodecanoic acid	PFDA	Perfluoroalkyl carboxylic acids	PFAAs	PFCA	6	C10HF19O2	9	19	514	X	X	X	PFDA	PFDA	PFDA	PFDA	PFDA	PFDA	PFDA	PFDA	PFDA	PFDA	PFDA	PFDA	PFDA
2058-94-8	Perfluoroundecanoic acid	PFUnA	Perfluoroalkyl carboxylic acids	PFAAs	PFCA	7	C11HF21O2	10	21	564	X	X	X		PFUnA	PFUnA	PFUnA	PFUnA	PFUnA	PFUnA	PFUnA	PFUnA	PFUnA	PFUnA	PFUnA	PFUnA
307-55-1	Perfluorododecanoic acid	PFDoA	Perfluoroalkyl carboxylic acids	PFAAs	PFCA	8	C12HF23O2	11	23	614	X	X	X		PFDoA	PFDoA	PFDoA	PFDoA	PFDoA	PFDoA	PFDoA	PFDoA	PFDoA	PFDoA	PFDoA	PFDoA
72623-34-8	Perfluorotridecanoic acid	PFTriDA	Perfluoroalkyl carboxylic acids	PFAAs	PFCA	9	C13HF25O2	12	25	664	X	X	X		PFTriDA	PFTriDA	PFTriDA	PFTriDA	PFTriDA	PFTriDA	PFTriDA	PFTriDA	PFTriDA	PFTriDA	PFTriDA	PFTriDA
151772-58-6	Nonfluoro-3,6-dioxaheptanoic acid	NFOHA	Per- and Polyfluoroether carboxylic acids	Perfluoroalkyl ether acid	PFCEA	0	C5HF9O4	6	9	236									NFOHA	NFOHA	NFOHA	NFOHA	NFOHA	NFOHA	NFOHA	NFOHA
377-73-1	Perfluoro-3-methoxypropanoic acid	PFMPA	Per- and Polyfluoroether carboxylic acids	Perfluoroalkyl ether acid	PFCEA	0	C4HF7O3	4	7	230									PFMPA	PFMPA	PFMPA	PFMPA	PFMPA	PFMPA	PFMPA	PFMPA
863090-99-5	Perfluoro-4-methoxybutanoic acid	PFMBA	Per- and Polyfluoroether carboxylic acids	Perfluoroalkyl ether acid	PFCEA	0	C5HF9O3	5	9	280									PFMBA	PFMBA	PFMBA	PFMBA	PFMBA	PFMBA	PFMBA	PFMBA
376-06-7	Perfluorotetradecanoic acid	PFTA	Perfluoroalkyl carboxylic acids	PFAAs	PFCA	10	C14HF27O2	13	27	714	X	X	X		PFTA	PFTA	PFTA	PFTA	PFTA	PFTA	PFTA	PFTA	PFTA	PFTA	PFTA	PFTA
		PFTeA													PFTeA	PFTeA	PFTeA	PFTeA	PFTeA	PFTeA	PFTeA	PFTeA	PFTeA	PFTeA	PFTeA	PFTeA

Perfluoroalkyl Chain Length	Antal F	Mw
3	7	214

EU Drikkevand	DK Jord/ grundvand	DK drikkevand
X	X	X

ISO 25101 2009	ISO 21675 2019	Draft prEN 17892 2022
	PFBA	PFBA

METODER SOM UDBYDES PÅ NUVÆRENDE TIDSPUNKT

TARGET-ANALYSER	Jord	Vand
Metode	LC-MS/MS	LC-MS/MS
Detektionsgrænser	0,02 – 0,4 µg/kg	0,3-50 ng/l.
Analysetid	Hurtig (timer/dage)	Hurtig (timer/dage)
Akkreditering	Ja	Ja
Fordele	Meget udbredt og anvendt Hurtige svartider Standardiseret	Meget udbredt og anvendt Hurtige svartider Standardiseret
Ulemper	Ser kun på forhånd valgte stoffer	Ser kun på forhånd valgte stoffer

METODER SOM UDBYDES PÅ NUVÆRENDE TIDSPUNKT

GRUPPEMETODER	Jord	Vand
Metode	TOF / EOF	AOF/EOF
Detektionsgrænser	50 µg/kg (TOF) 20 µg/kg (EOF)	1-10 µg/l (AOF) 20-150 ng/l (EOF)*
Analysetid	Hurtig (timer/dage) Obs. på transport	Hurtig (timer/dage) Obs. på transport
Akkreditering	Nej	Ja (AOF)
Fordele	Medtager alt org. fluor	Medtager alt org. fluor
Ulemper	Relativ høj DL Ikke stofselektiv Ikke standardiserede metoder til TOF og EOF	Relativ høj DL Ikke stofselektiv Ikke standardiserede metoder til EOF

*: udviklingsarbejde, ikke standardiseret pt.

BRUG AF GRUPPEMETODER TIL VURDERING AF PFAS INDHOLD

BRUG AF GRUPPEMETODER TIL VURDERING AF PFAS INDHOLD

eurolins

NIRAS A/S
Åboulevarden 80
Postboks 618
8000 Århus C
Att.: Morten Olesen (MNO)

Foreløbig rapport

Provetype: Grundvand
Provetagning: 05.12.2022
Analyseperiode: 07.12.2022 - 12.01.2023
Proveperiode: Anlæg 9
Lab prøver: 835-2022-13253402

PFAS-forbindelser

PFAS-forbindelser	Resultat
PFBA (Perfluorbutansyre)	80 µg/l
PFOA (Perfluorooctansyre)	0,041 µg/l
PFOS (Perfluorooctansulfonsyre)	80 µg/l
6:2 FTS (6:2 Fluorteleomersulfonat)	0,13 µg/L
AOF	0,095 mg/l

Forbindelse	Formel	Molmasse (g/mol)	Fluor (g/mol) *	Ratio	Målt PFAS koncentration (µg/l)	Fluorid (µg/l)
PFBA	$C_4HF_7O_2$	214,0	133,0	0,570	80	45,6
PFOA	$C_8HF_{15}O_2$	414,1	285,0	0,688	0,041	0,03
PFOS	$C_8HF_{17}O_3S$	500,1	323,0	0,646	80	51,7
6:2 FTS	$C_8H_5F_{13}O_3S$	428,2	247,0	0,579	0,13	0,08
					160,171	97,4 (97)

*: Molmasse fluor = 17 g/mol; PFOS: $17 \cdot 19$ g/mol=323 g/mol

METODER UDVALGT TIL DETTE TUP-PROJEKT

	Jordanalyser	Vandanalyser
Grundpakke	PFAS35 PFAS30-TOP EOF	PFAS35 PFAS30-TOP AOF
Supplerende analyser	PFAS75 Q-TOF	PFAS75 Q-TOF

VIDENSOPSAMLING: PFAS-ANALYSER UDFØRT I DANMARK

- I samarbejde med styregruppen blev der opstillet en liste med et repræsentativt udsnit af interessenter i Danmark der arbejder med PFAS-analyser. Listen opfattede **Regionerne, Forsvaret, GEUS, WMR, Københavns Universitet, Aarhus universitet, Miljøstyrelsen, Teknologisk Institut, DTU samt udvalgte vandforsyninger (Hovedstadsområdets Forsyningsselskab, Vandcenter Syd og Aarhus Vand).**
- Der blev spurgt specifikt ind til analysemetoderne TOP, AOF, EOF og PIGE og evt. andre analysemetoder.
- Tilbagemeldingerne fra de udvalgte interessenter viser samlet set, at der hovedsageligt er udført PFAS-analyser for PFAS 12/22 i henhold til gældende kriterier for jord, grund- og drikkevand.
- Flere har prøvet med TOP-analyse på grundvandsprøver.....”dårlig” erfaring og stop for brug af TOP.
- Tilbagemelding omkring TOP-analysen er måske et godt eksempel på, hvad der kan være af udfordringer, når nye analysemetoder inddrages i undersøgelser. **Vigtigt at håndtere disse udfordringer i dette TUP-projekt.**

AFPRØVNING AF ANALYSEMETODER OG TEST-LOKALITETER

			PFAS-35 PFAS-30-TOP AOF/EOF	PFAS-75 Q-TOF
Branche	Begrundelse	Medie for prøvetagning	Grund pakke	Supplerende analysepakke
Forkromning	Højt indhold af PFAS i grundvand.	Vandprøve (B1_T18) Jord fra boring (B412)	B1_T18 B412	B1_T18 -
Losseplads	Lavt indhold af PFAS i grund- og overfladevand. Afdækning af mulig ukendt PFAS-pulje.	Vandprøve fra B5 Overfladevand fra Sø2	B5 Sø2	- -
Papirfabrik	Branche (papirfabrik) med begrænset undersøgelseserfaring. Lavt indhold af PFAS i grundvand. Afdækning af mulig ukendt PFAS-pulje.	Vandprøve fra B106	B106	B106
Brandøvelsesplads	Højt indhold af PFAS i grundvand, overfladejord og øvelsesvand. Højt indhold og antal PFAS i prøverne der både domineres af PFOS (jord og grundvand) og 6:2 FTS (øvelsesvand).	Vandprøve B108 Overfladejord B202 Øvelsesvand fra anlæg 9	B108 B202 Anlæg 9	B108 B202 Anlæg 9

GRUND-PAKKE: GENNEMGANG AF UDVALGT ANALYSERESULTATER

- VANDPRØVER

Analyse-metode	B1_T18 (ng/l)	B5 (ng/l)	B106 (ng/l)	B108 (ng/l)	Sø2 (ng/l)	Anlæg 9 (ng/l)
PFAS 4	81.000	94	24	42.000	20	280
PFAS 4 TOP	71.000	80	25	36.000	20	440
PFAS 35	83.000	160	70	43.000	26	1.700
PFAS 30 TOP	73.000	150	54	44.000	30	4.700

Vandprøve	B1_T18	B5	B106	B108	Sø2	Anlæg 9
PFAS 4 – forhold mellem før og efter TOP	↓	↓	↑	↓	Samme værdi	↑
PFAS 35/30 – forhold mellem før og efter TOP	↓	↓	↓	↑	↑	↑

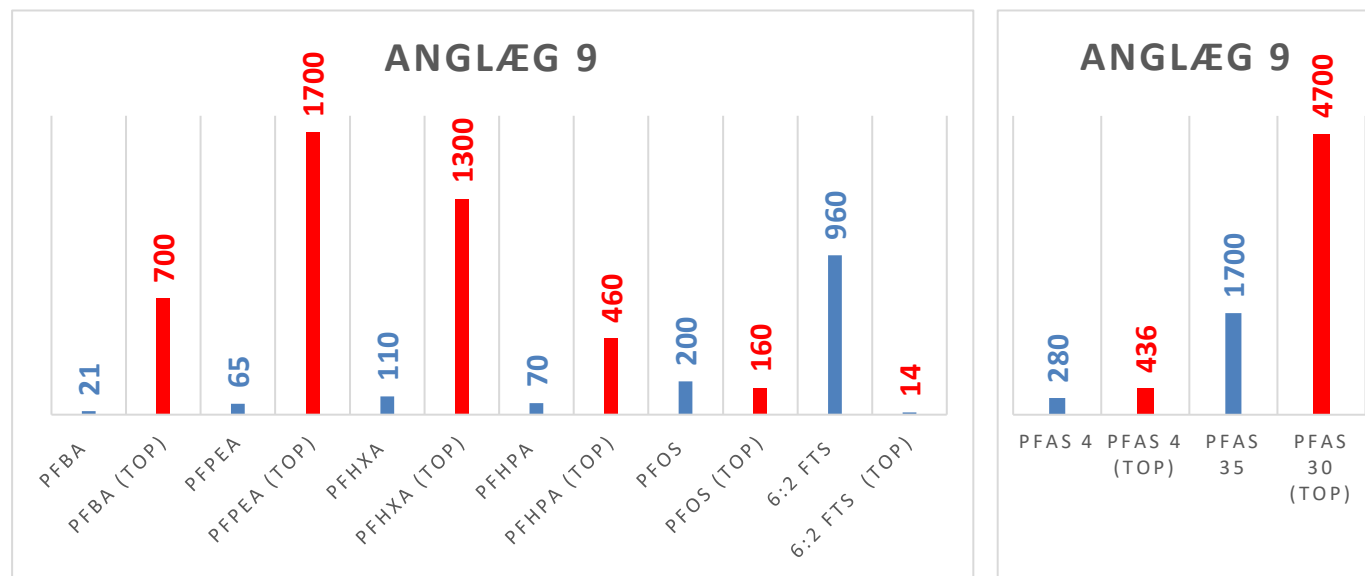
- **Stigende PFAS-indhold efter TOP:** Omdannelse af PFAS-forbindelser, som efter TOP-analyse er omfattet af analysepakken.
- **Faldende PFAS-indhold efter TOP:** Omdannelse af PFAS-forbindelser, som efter TOP-analyse ikke er omfattet af analysepakken, analyseusikkerhed eller forhøjede detektionsgrænser (specielt aktuelt ved lave koncentrationer)
- **Anlæg 9** har en ændring i indhold af PFAS efter TOP-analysen der er højere end analyseusikkerheden. Der er således potentielt set et indhold af precursorer, der ikke måles ved analysen ”før TOP-analyse”.
- Anvendelsen af TOP-analysen er ikke alene for at se, om der for sum 4 og sum 30/35 ses en ændring i forhold til før/efter TOP-analysen, da der ligeledes kan hentes relevante oplysninger på enkeltstofniveau.

GRUNDPAKKE: GENNEMGANG AF UDVALGTE ANALYSERESULTATER

- VANDPRØVER

PFAS-forbindelse	B1_T18 (ng/l)	B5 (ng/l)	B106 (ng/l)	B108 (ng/l)	Sø2 (ng/l)	Anlæg 9 (ng/l)
PFBA	<20	16	14	30	<20	21
PFBA (TOP)	72	<20	<20	600	5,4	700
6:2 FTS	130	0,85	<0,30	<10	<0,30	960
6:2 FTS (TOP)	<10	<3,0	<0,30	<10	<0,30	14
PFPeA	27	11	7,1	82	<0,30	65
PFPeA (TOP)	73	40	<10	780	0,58	1.700
PFHxA	22	9,4	11	250	0,88	110
PFHxA (TOP)	50	26	12	6.100	1,1	1.300
PFHxS	1.000	4,2	2,7	2.700	4,9	32
PFHxS (TOP)	990	4	3,3	2.300	4,3	32
PFHpA	12	7,3	5,9	93	1,2	70
PFHpA (TOP)	22	7,7	9,2	120	1,4	460
PFOS	80.000	23	0,28	39.000	11	200
PFOS (TOP)	70.000	19	<0,20	33.000	11	160
PFAS 4	81.000	94	24	42.000	20	280
PFAS 4 (TOP)	71.000	80	25	35.800	20	436
PFAS 35	83.000	160	70	43.000	26	1.700
PFAS 30 (TOP)	73.000	150	54	44.000	30	4.700

Tabel. Sammenstilling af udvalgte PFAS-forbindelser hhv. før og efter TOP-analyse. Fremhævede værdier med **fed skrift** er hvor der ses en signifikant ændring af indholdet hhv. før og efter TOP-analyse.



Tabel. Vandprøve anlæg 9. Sammenstilling af udvalgte PFAS-forbindelser hhv. før (blå) og efter (rød) TOP-analyse.

GRUNDPAKKE: GENNEMGANG AF UDVALGTE ANALYSERESULTATER

- VANDPRØVER

PFAS-forbindelse	B1_T18 (ng/l)	B5 (ng/l)	B106 (ng/l)	B108 (ng/l)	Sø2 (ng/l)	Anlæg 9 (ng/l)
PFBA	<20	16	14	30	<20	21
PFBA (TOP)	72	<20	<20	600	5,4	700
6:2 FTS	130	0,85	<0,30	<10	<0,30	960
6:2 FTS (TOP)	<10	<3,0	<0,30	<10	<0,30	14
PFPeA	27	11	7,1	82	<0,30	65
PFPeA (TOP)	73	40	<10	780	0,58	1.700
PFHxA	22	9,4	11	250	0,88	110
PFHxA (TOP)	50	26	12	6.100	1,1	1.300
PFHxS	1.000	4,2	2,7	2.700	4,9	32
PFHxS (TOP)	990	4	3,3	2.300	4,3	32
PFHpA	12	7,3	5,9	93	1,2	70
PFHpA (TOP)	22	7,7	9,2	120	1,4	460
PFOS	80.000	23	0,28	39.000	11	200
PFOS (TOP)	70.000	19	<0,20	33.000	11	160
PFAS 4	81.000	94	24	42.000	20	280
PFAS 4 (TOP)	71.000	80	25	35.800	20	436
PFAS 35	83.000	160	70	43.000	26	1.700
PFAS 30 (TOP)	73.000	150	54	44.000	30	4.700

Tabel. Sammenstilling af udvalgte PFAS-forbindelser hhv. før og efter TOP-analyse. Fremhævede værdier med **fed skrift** er hvor der ses en signifikant ændring af indholdet hhv. før og efter TOP-analyse.

- 6:2 FTS er en god markør for, om der er sket en omdannelse ved TOP-analyse, da det er en af de to PFAS-forbindelser (6:2 FTS og PFOSA) i MST-kriteriet på 22 PFAS-forbindelser der er precursorer. Dette er tilfældet for B1_T18 og Anlæg 9.
- Vandprøven fra B108 og Anlæg 9 viser markant stigning i indholdet af **PFBA**, **PFPeA**, **PFHxA** og **PFHpA** efter TOP, hvilket skyldes omdannelse af precursorer (herunder eksempelvis 6:2 FTS for Anlæg 9).
- Vandprøven fra B106 og Sø2 viser relativt stabile indhold af PFAS før/efter TOP, og der vurderes således ikke umiddelbart at være precursorer til de 30 PFAS-forbindelser omfattet af TOP-analysen.

GRUNDPAKKE: GENNEMGANG AF UDVALGTE ANALYSERESULTATER

- VANDPRØVER - "ABSORBABLE ORGANIC FLUORIDE" (AOF)

Analysemetode	B1_T18 (ng/l)	B5 (ng/l)	B106 (ng/l)	B108 (ng/l)	Sø2 (ng/l)	Anlæg 9 (ng/l)
PFAS 35	83.000	160	70	43.000	26	1.700
Fluorid (omregnet fra PFAS 35)	53.000	100	46	28.000	17	1.000
AOF	47.000	< 3.000	8.000	22.000	<3.000	10.000

Vandprøve	B1_T18	B5	B106	B108	Sø2	Anlæg 9
AOF i forhold til omregnet fluorid i PFAS 35	↓	Under detektionsgrænsen	↑	↓	Under detektionsgrænsen	↑

Øverste tabel viser indhold af PFAS 35, AOF og omregnet fluorid.
Nederste tabel viser med pile om indholdet af AOF er højere eller lavere end omregnet fluorid.

- Detektionsgrænsen for AOF-analysen er langt over indholdet af PFAS påvist i vandprøverne fra B5 og Sø2.
- For vandprøverne B106 og Anlæg 9 viser AOF, at der potentielt set er et større indhold af organisk fluorid i vandprøven end påvist i PFAS 35. **Der er dog ikke nødvendigvis tale om PFAS-forbindelser.**
- Tilsvarende viser vandprøverne fra B1_T18 og B108 et indhold af AOF, der er lavere end analysens indhold af PFAS 35 (dog inden for en analyseusikkerhed på 30 %). Der vurderes således ikke at forekomme pulje af fluorid (evt. PFAS), der ikke er påvist i analysen PFAS 35.

SUPPLERENDE ANALYSEPAKKE: GENNEMGANG AF UDVALGT ANALYSERESULTATER – PFAS 75 OG Q-TOF

Vandprøve	B1_T18	B5	B106	B108	Sø2	Anlæg 9
PFAS 35/30 – forhold mellem før og efter TOP	↓	↓	↓	↑	↑	↑
PFAS 4 – forhold mellem før og efter TOP	↓	↓	↑	↓	Samme værdi	↑
AOF i forhold til omregnet flourid i PFAS 35	↓	Under de- tektions- grænsen	↑	↓	Under de- tektions- grænsen	↑
Udvalgt til supplerende analysepakke	✓	÷	✓	✓	÷	✓

SUPPLERENDE ANALYSEPAKKE: GENNEMGANG AF UDVALGTE ANALYSERESULTATER – PFAS 75

Analysemetode	B1_T18 (ng/l)	B106 (ng/l)	B108 (ng/l)	Anlæg 9 (ng/l)
PFAS 35	83.000	70	43.000	1.700
PFAS 75	77.000	63	23.000	1.600
Nye PFAS (<u>antal</u>)	522 (2)	1,2 (2)	10 (2)	Ingen nye PFAS-forbindelser

- PFAS 75 indeholder analyse af 43 PFAS-forbindelser, der ikke er omfattet af PFAS 35
- Sammenlignelige værdier for PFAS 35 og PFAS 75 for B1, B106 og Anlæg 9
- Fald i indhold af PFAS 75 for B108 (skyldes primært indhold af PFOS på hhv. 39.000 ng/l (35) og 21.000 ng/l (75))
- Samlet 3 nye PFAS-forbindelser med op til samlet 522 ng/l (B1_T18), som ikke er omfattet af PFAS 35

SUPPLERENDE ANALYSEPAKKE: GENNEMGANG AF UDVALGTE ANALYSERESULTATER –Q-TOF

- Afventer Q-TOF-resultater – deadline i slutningen af februar, men desværre ikke modtaget endnu.
- Q-TOF kan bestemme et stort antal PFAS-forbindelser. Pt. omkring 2.300 (kun kvalitativt)
- I må afvente TUP-rapport, der udkommer senere på året 😊

OPSAMLING PÅ ANALYSEPAKKERNE I RELATION TIL PFAS 22 MST

PFAS 22	PFAS 35	PFAS 30 TOP	PFAS 75	AOF	Q-TOF
Påvist PFAS udover PFAS 22	4:2 FTS 8:2 FTS	PFTeDA 8:2 FTS	Perfluro-4-ethylcycloheanesulfonic acid Perfluoropropanesulfonic acid PEPA 8:2 FTS	Op til + 9.000 ng/l fluorid i relation til PFAS 35	?

RESTERENDE DEL AF TUP-PROJEKTET

- Sammenstilling af de teoretiske betragtninger for analysemetoderne med analyserne udført i forbindelse med TUP-projektet
- Opstilling af matrix med oversigt over de mulige PFAS-analysemetoder i jord, grundvand og overfladevand
 - Fordele – herunder hvornår den enkelte analysemetode er bedst egnet
 - Ulemper – herunder hvornår den enkelte analysemetode ikke er egnet
 - Detektionsgrænser
 - Guide til anvendelse og tolkning af analyseresultater
- Kigge ind i den analysefærdige fremtid for at se hvad der kan forventes inden for de næste 3-5 år

FORELØBIG KONKLUSION PÅ TUP-PROJEKT - OPSAMLING

- Nuværende target-metoder (f.eks. PFAS 22) fanger ikke alle PFAS-forbindelser
- Der er flere forskellige analysemetoder til rådighed i forbindelse med PFAS-undersøgelser
 - TOP kan påvise tilstedeværelsen af PFAS-precursors
 - AOF/EOF kan afdække evt. ukendt PFAS-pulje (inkl. øvrige organiske fluorholdige stoffer)
 - Q-TOF kan bestemme et stort antal PFAS-forbindelser. Pt. omkring 2.300 (kun kvalitativt)
- Vigtigt at TUP-projektet har fokus på guide til analysemetoderne og korrekt tolkning af analyseresultater
- Vigtigt at der er fokus omkring "output" fra de enkelte analysemetoder, så analyserne anvendes på de forureninger (prøver) hvor analyserne reelt bidrager med ny viden (eks. mere robust risikovurdering)

DELTAGERNE I TUP-PROJEKTET – OG TAK FOR SAMARBEJDET 😊

- Region Midtjylland – Thomas Ljungberg og Kaspar Rüegg
- Region Syddanmark – Agnieszka T. Bentzen og Klaus Bundgaard Mortensen
- Region Nordjylland – Henrik Nordtorp
- Region Hovedstaden – Rikke Mosevang Vinter Howitz
- Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse - Anne Mette Lindof
- VMR – Julie Kofoed og Christian Andersen
- GEUS – Claus Kjøller og Christian Nyrop Albers
- Kbh. Universitet - Jan H. Christensen
- Miljøstyrelsen – Maiken Lundstad Nielsen
- Rambøll – Jette Kjøge Olsen, Dorte Harrekilde m.fl.
- Eurofins Miljø – Peter Bondgaard Mortensen, Peter Rerup m. fl.
- NIRAS - Morten R. Olesen, Jacqueline Falkenberg m.fl.

TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN

- SPØRGSMÅL ?

JETTE KJØGE OLSEN



PETER MORTENSEN



MORTEN R. OLESEN

