

PFAS

Prøvetagning af jord, grundvand, luft og overfladevand

ATV vintermøde, d. 7. marts 2023

v/ Teamleder, civilingeniør Jette Kjøge Olsen

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.



TUP - Teknologi-
udviklingsprojekt
for Miljøstyrelsen



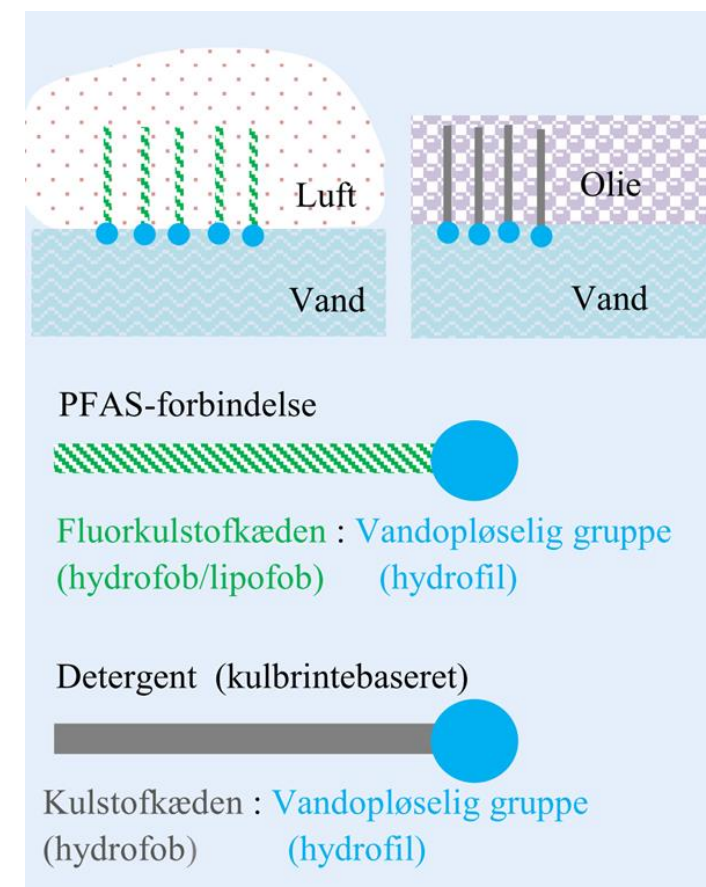
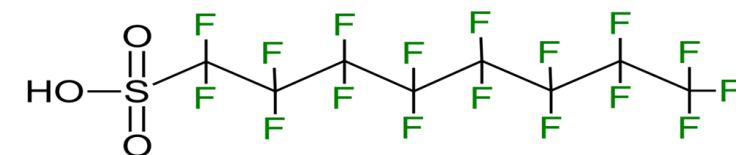
Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Hvad er PFAS?

PerFluorAlkylStoffer og PolyFluorAlkylStoffer

- Kemisk fremstillede forbindelser med lange fluor-kulstofkæder
- Overfladeaktive egenskaber
 - afviser både fedt og vand
- Dvs. både hydrofob/lipofob
 - modsat andre sæbestoffer
- Listen med nye PFAS, bliver længere og længere
 - 2017 >3.000 stoffer
 - 2021 >9.000 stoffer
 - 2023 >12.000 stoffer

PFOS - Perfluoroktansulfonsyre



Fra PFAS-håndbogen, 2022

Hvor findes PFAS?

Pga. de overfladeaktive egenskaber:

- Findes i **rigtig mange processer/produkter**
- Imprægnering af papir/tøj/sko, maling, voks...
- Kan spredes i **større afstande i grundvand**, da der ikke sker nedbrydning, men blot omsætning og fortynding.
- Problematiske ved **lave koncentrationer**... kriterier i ng/l – 1000 gange værre end pesticider!
- **Persistente miljøgifte**, dvs. nedbrydes ikke i naturen.
- **Bioakkumulerbare**, dvs. kan ophobes i planter, dyr og mennesker.



Branchebeskrivelser med PFAS:

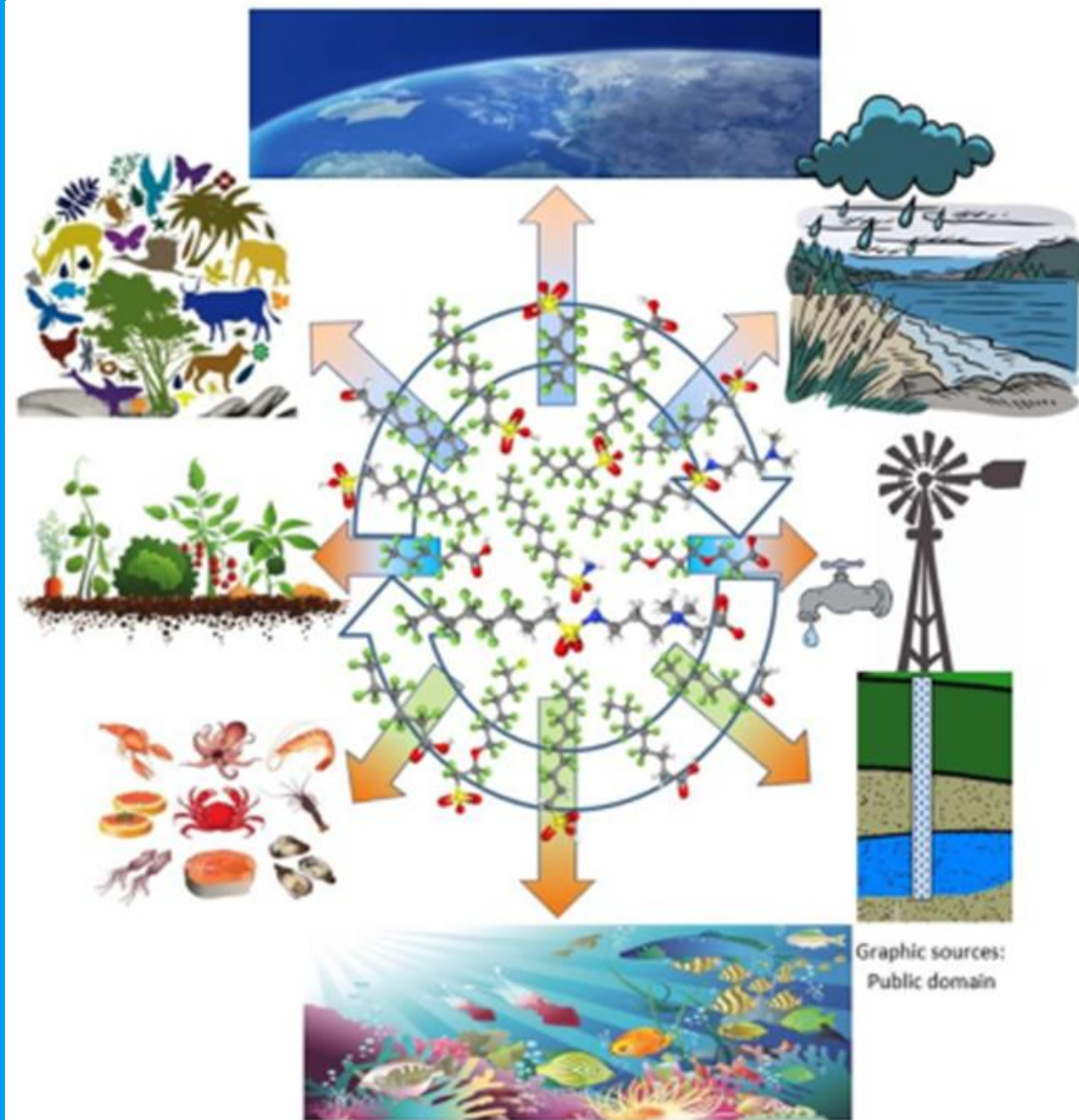
- 01 Brandøvelsespladser
- 02 Olielagre
- 03 Forchromingsanstalter
- 04 Tæppeindustri
- 05 PAP og emballage
- 06 Malingsindustri
- 07 Træ- og møbelindustri
- 08 Jern- og metalindustri
- 09 Anvendelse af produkter i vaskehaller
- 10 Renserier
- 11 Tekstil- og læderindustri
- 12 Gummi- og plastindustri
- 13 Trykkerier
- 14 Elektronik
- 15 Kemisk Industri

Branchebeskrivelser VMR:

<https://www.miljoeogressourcer.dk/udgivelser.php?lixtype=Branchebeskrivelse>

Farligheden for mennesker

- PFOS og PFOA:
 - Kræftfremkaldende
 - Reproduktions-toksiske
 - Mistænkte for at være hormonforstyrrende
- Fokus på fire PFAS: PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS
 - Ansvarlige for over halvdelen af eksponering
- Eksponering til mennesker sker via:
 - Madvarer, drikkevand, støv og indendørs luftforurening
- Fundet primært i madvarer:
 - Fisk, frugt, æg, kød, m.fl.



Figur fra: A DOUBTFUL FUTURE FOR SHORT-CHAIN PFAS? 9th Stockholm Convention of the Parties (COP9), 2019



Udfordringer ved prøveudtagning for PFAS

- Anvendes i mange produkter og feltudstyr
- Kvalitetskrav er på et højt niveau
 - Selv en lille krydskontaminering kan påvirke resultaterne
- Der er mange forskellige PFAS-forbindelser
 - Er stadig tilladt at bruge i dag.
- PFAS findes overalt bl.a. er det fundet i regn, havskum...
- **Formål med projektet:**
- Vi skal have ens procedure, når der udtages PFAS-prøver – så vi kan stole på resultaterne!
- Teste udstyr og udføre leverandør-henvendelse

Generelle anbefalinger

- inden og under prøvetagningen

- 1) Områder med lavest koncentrationen af PFAS undersøges først – **undgå krydskontaminering mellem prøvepunkter.**
- 2) Udtag prøve til at vurdere den **diffuse PFAS-belastning** i området.
- 3) Udstyr skal rengøres i **PFAS-frit vand** inden og mellem prøvetagninger. PFAS-frit vand kan være drikkevand, der er testet jævnligt for PFAS – OBS på anvendelse af koblinger/slanger!
- 4) Vær opmærksom på at beklædning, værnemidler, kosmetik, shampoo, myggespray og solcreme kan indeholde PFAS – **ikke i kontakt med prøven!**
- 5) Bær **nitril-handsker**, der skiftes mellem hver prøvetagning.
- 6) Brug **kun prøveemballage leveret af analyselaboratoriet**. Undgå overførsel fra en beholder til en anden, da PFAS adsorberer til mange materialer.
- 7) **Vejret noteres** – vigtigt hvis der regner – afsmitning fra tøj mv.
- 8) **Kontrolprøver** til tjek af udstyr og kan analyseres såfremt der påvises PFAS i prøven.



Hvad kan indeholde PFAS? - Hvad siger litteraturen?

Indeholder PFAS	Kan indeholde PFAS	PFAS-frit
PTFE (Teflon® og Hostaflon®) Anvendes f.eks. som belægning i slanger eller i tape til glideflader	Aluminiumsfolie	HDPE* Anvendes f.eks. i slanger, spande og beholdere
PVDF (Kynar®) Anvendes f.eks. i slanger, film/belægning på aluminium	Latex Anvendes f.eks. i handsker	PP* Anvendes f.eks. i slanger og poser
PCTFE (Neoflon®) Anvendes f.eks. i ventiler, pakninger og fødevareemballage	Glas Anvendes f.eks. til prøvetagningsudstyr	Silikone* Anvendes f.eks. i slanger
ETFE (Tefzel®) Anvendes f.eks. i ledningsisolering og foring til rør	Tyvek® Anvendes ofte i beskyttelsesdragter	Rustfrit stål (der ikke er forkromet) Anvendes f.eks. i redskaber som tænger, sakse og boresnegl og forerør
FEP (Teflon® FEP og Hostaflon® FEP) Anvendes f.eks. i ledningsisolering, foring til rør og noget laboratorieudstyr	Nitril Anvendes til handsker (Kan indeholde PFAS men er pt. det bedste alternativ)	Neopren* Anvendes f.eks. til waders
Gore-Tex Anvendes f.eks. til beklædning	Post-it notes	Gummi* Anvendes f.eks. i beklædning og slanger
Solcreme og myggespray	PVC* Anvendes f.eks. i filterrør	
Kosmetik og shampoo/balsam	Polyurethane Anvendes f.eks. i beklædning	
Skyllemiddel og pletfjernere	LDPE* Anvendes f.eks. i flasker, plastikposer, spande, slanger og rør	

Prøvetagningsprocedure: JORD

Direkte i kontakt med jordprøven		Indirekte i kontakt med jordprøven	
Boresnegl, håndbor, pælespade, karteringsspyd, golfsamler Forerør Spartel/kniv Plastbeholder og pose til opbevaring af jordprøven rekvireret fra laboratorie	Spande	Kuglepen	
	Nitril-handsker	Borejournal	
		Personlige værnemidler	
		Beklædning	
		Labels	
		Post-it notes	
		Børste	
		Tuscher	
		Køleelementer og -taske	
		Hudplejeprodukter/kosmetik	
Indeholder PFAS		Kan indeholde PFAS	PFAS-frit

- Entreprenøren skal gerne have højtryksrenset forerør og boresneglen inden prøvetagning. Evt. kan det skylles i PFAS-frit vand ude ved lokationen.
- Håndbor, pælespade eller lignende skal rengøres med PFAS-frit vand inden og mellem hver prøvetagning. Kan evt. børstes.
- Overvej altid at bruge af forerør for at undgå krydskontaminering vertikalt i boringen.
- Jorden må ikke komme i kontakt med andet end rene nye handsker og kniv inden det kommes direkte i emballage.
- Ved blandeprøver kan jorden blandes i en spand, der er foret med PFAS-fri prøvetagningspose.
- Der kan udtages kontrolprøver, hvor skyllevandet fra boresneglen eller håndbor opsamles.
- Udfyld checkliste til prøvetagning for PFAS i jordprøver.

Prøvetagningsprocedure: GRUNDVAND

Direkte i kontakt med prøven	Indirekte i kontakt med prøven
Plastbeholder til opbevaring af vandprøven rekvireret fra laboratorie	Prøvetagningsjournal
Slanger til vandprøvetagning (HDPE/PP/silikone)	Kuglepen
Inertipumpe	Labels
Bailer i HDPE	Post-it notes
Filterrør/blindrør	Personlige værnemidler
Engangspumper	Beklædning
Bailer i PVC	O-ring
MP1-pumper	Nitrilhandsker
Slanger til vandprøvetagning (PTFE (teflon))	Pejl
	Kabel på pejl
	Teflon tape
	Køleelementer og -taske
	Hudplejeprodukter/kosmetik
	Tuscher
Indeholder PFAS	Kan indeholde PFAS
	PFAS-frit

- Ved etablering af boringen bør det undgås at bruge o-ringe og teflon-tape i samlinger af filterrør og blindrør.
- Rengør pumper i PFAS-frit vand.
- Skyl prøveemballage med det oppumpede vand inden prøven opsamles.
- Hvis boringen er lavtydende bør prøven opsamles direkte i prøvebeholderen (ikke spand), og hvis boringen efterfølgende kan renpumpes, kan en ny prøve tages.
- Pejling undlades eller udføres efter prøvetagningen – undgå afsmitning fra pejl.
- Vand, der har været igennem målegris, bør ikke prøvetages.
- Udfyld checkliste til prøvetagning for PFAS i grundvandsprøver

Prøvetagningsprocedure: OVERFLADEVAND

Direkte i kontakt med prøven	Indirekte i kontakt med prøven
Plastbeholder til opbevaring af vandprøven rekvireret fra laboratorie (Waders af neopren) (Gummistøvler af neopren) Udstyr til misprøvetagning* (stang) i rustfrit stål	Prøvetagningsjournal Kuglepen Hegnspæle
Peristaltisk pumpe (Beklædning) Slange til pumpe Engangspumper (Waders i PVC) (Gummistøvler i PVC) Nitrilhandsker	Personlige værnemidler Labels Post-it notes Vadestok Sikkerhedsline
	Tuscher Hudplejeprodukter/kosmetik Kølelementer og -taske

Indeholder PFAS	Kan indeholde PFAS	PFAS-frit
-----------------	--------------------	-----------

Parenteser angiver at kontakten kun er aktuel i stillestående vande, hvor det ikke er muligt for prøvetageren at placere sig i forhold til strømningsretning.

- Særlig opmærksom på beklædning, som kan komme i kontakt med vandet, der prøvetages f.eks. waders.
- Prøven tages opstrøms for indsamleren, båden eller lignende.
- Undgå at medtage skum eller vand fra vandoverfladen, hvor PFAS kan være opkoncentreret. Åbn og luk låget på prøvebeholderen, når denne er under vandoverfladen.
- Overvej dybde af prøvetagningen pga. evt. lagdeling i vandsøjlen.
- Undgå at skabe turbulens. Vent et par minutter med at indsamle prøven, hvis sediment er blevet hvirvlet op.
- Udfyld checkliste til prøvetagning for PFAS i overfladevandsprøver.

Prøvetagningsprocedure: LUFTPRØVER

Direkte i kontakt med prøven	Indirekte i kontakt med prøven
Opsamlingsrør/emballage og pose til opbevaring af luftprøven rekvireret fra laboratorie	Prøvetagningsjournal
Værktøj i stål/jern til at skære rør Slange til pumpe og fittings	Kuglepen Filter til pumpe
	Beklædning Slange til pumpe Nitrilhandsker Personlige værnemidler Labels Post-it notes Pumpe Propper på luftudtag Skærm
	Tuscher Hudplejeprodukter/kosmetik Kølelementer og -taske
Indeholder PFAS	Kan indeholde PFAS

- Der kan være mange PFAS-kilder i indeklimaet (tæpper/tøj/sko/-maling/voks...), der kan afgive PFAS under prøvetagning. Disse registreres inden prøvetagning og prøvetagningen planlægges efter dette.
- Vær opmærksom på at diameteren af prøveopsamlingsrørene kan variere, hvorfor slanger med anden diameter skal anskaffes.
- Udreference - skærm prøven for regn og kraftig vind.
- Udfyld checkliste til prøvetagning for PFAS i luftprøver.

Checkliste - eksempel

Bilag 2. Checkliste – Jord

Sagsnavn:		Lokalitet:	
Sagsnr.:	Udført af:	Dato:	Boring nr.:
Vejr:		Temperatur:	

Checklisten fungerer ved, at hvis der sættes kryds i en af boksene, kan der være en risiko for PFAS-krydskontaminering. Prøvetageren beskriver afvigelserne og sammen med projektleder adresseres problemer forinden påbegyndelse af dagens arbejde. Hvis muligt skal materialer, der indeholder PFAS, flyttes til et andet område væk fra prøvetagningsstedet.

Beklædning og sikkerhedsudstyr (vær særlig opmærksom på beklædning ved regnvejr): ☐ Beklædning der indeholder Gore-Tex™ ☐ Beklædning der er behandlet med vandafvisende imprægnering ☐ Sikkerhedsfodtøj med Gore-Tex™ ☐ Prøvetager har ikke anvendt nye handsker mellem hver prøvetagning ☐ Prøvetager har brugt solcreme, håndcreme eller insektspray Kontrolprøve: ☐ Kontrolprøve er ikke udtaget under prøvetagning	Prøvetagningsudstyr: ☐ Udstyr indeholder ☐ Teflon®, ☐ PVDF, ☐ PCTFE, ☐ ETFE el. ☐ FEP ☐ Vandtætte feltbøger, -papir eller -flaske emballage, -skrivegenstande har været i kontakt med prøverne ☐ Plastikclipboards, Post-It Notes, labels eller plastikmapper har været i kontakt med prøverne ☐ Anvendt aluminiumsfoile Noter hvilke materiale udstyret er lavet af: <u>Forerør</u> Håndtering af prøve: ☐ Der er anvendt andre prøveglas/poser end de rekvi- rerede fra laboratorie ☐ Prøven har været overført mellem flere beholdere ☐ Prøven har ikke været sat på køl ☐ Prøven har været i kontakt med køleelement Rensning af udstyr: ☐ PFAS-frit vand til rensning af prøvetagningsudstyr er fra _____
---	---

Beskriv afvigelserne og udfaldene heraf og dokumenter, hvis der har været nogle materialer indeholdende PFAS i nærheden af prøvetagningsstedet:



Generelle anbefalinger

- efter prøvetagningen

- Prøverne opbevares i godkendte emballage, leveret af analyselaboratoriet specifikt til PFAS-analyser.
- Prøverne sættes direkte på køl indtil afsendelse til laboratoriet.
- Kan opbevares ved -20°C i højst 180 dage.
- Ved opbevaring ved højere temperatur f.eks. 4°C kan der ske omdannelse af nogle PFAS.
- Udstyr der genbruges skal efterfølgende rengøres i PFAS-frit vand.



Test af udstyr

- Undersøgelse af PFAS-afsmittning til vandfasen:

Prøvetagningsudstyr/beklædning

MP1 pumpe med kabel (brugt – rengjort)

Geo Duplo Plus pumpe med ledning (ny)

Eco Plus pumpe med ledning (ny)

Refleksjakke (Kansas arbejdsjakke) (ny)

LDPE-slange til MP1-pumpe (ny)

LDPE-slange til engangspumper (ny)

Nitrilhandsker cobalt basic-plus (ny)

Nitrilhandsker blue eco-plus (ny)

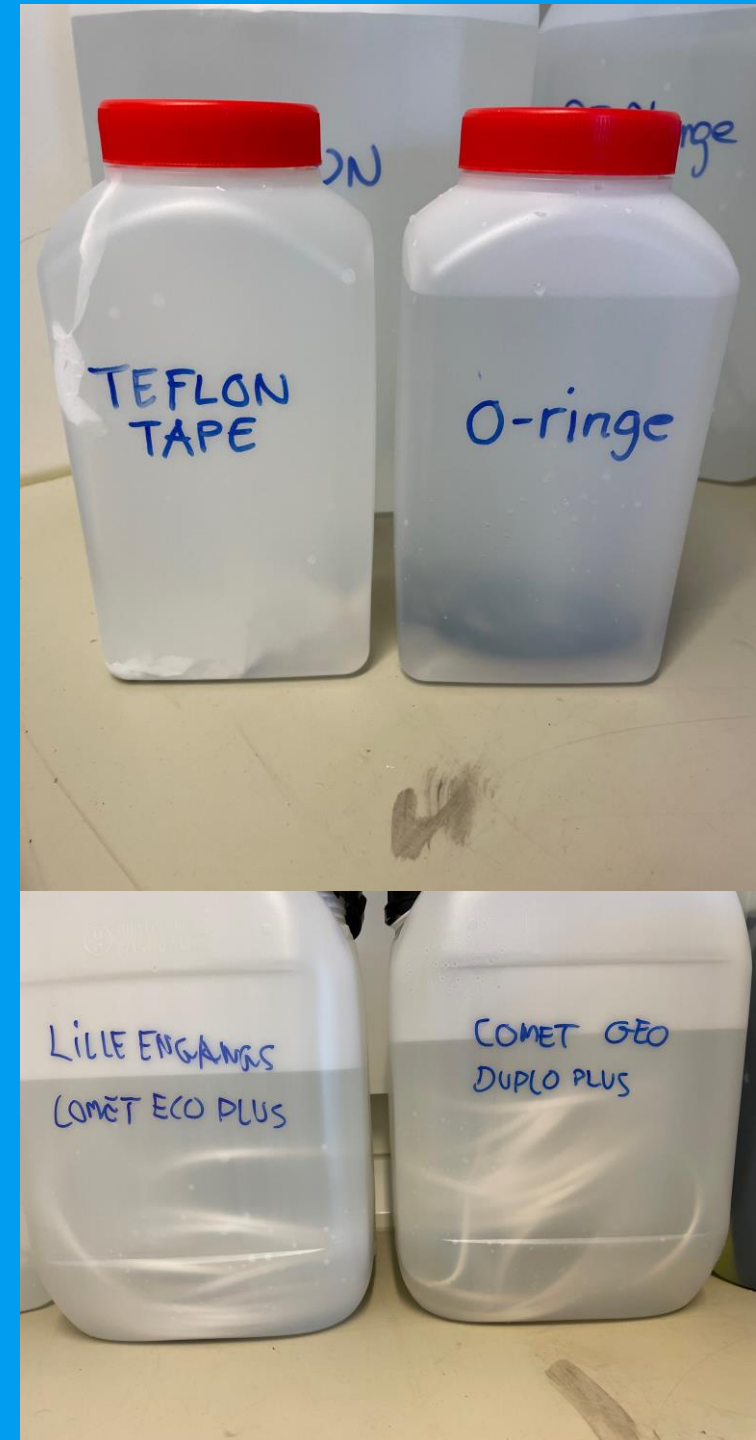
O-ring til PE rør og filtre (ny)

Teflon-gevindtape til samling af rør (ny)



Test af udstyr

- Udstyr blev overført til beholdere fra analyselaboratoriet, der er dokumenteret PFAS-frie.
- Beholderne blev fyldt med PFAS-frit drikkevand (testet for 22 PFAS).
- Kontakttid på 24 timer mellem udstyr og vandfasen (anses som et worst case scenarie ift. alm. prøvetagning).
- Vandfasen blev overhældt til prøveflaske fra analyselaboratoriet og indsendt til analyse for 22 PFAS ved Eurofins Miljø A/S.



Resultater - test af udstyr

Prøvetagningsudstyr	Sum af PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS [ng/l]	Sum af 22 PFAS [ng/l]
MP1 pumpe med kabel (brugt og rengjort)	i.p.	i.p.
Geo Duplo Plus pumpe med ledning (ny)	i.p.	i.p.
Eco Plus pumpe med ledning (ny)	i.p.	i.p.
Refleksjakke (Kansas) (ny)	1,8	820
LDPE-slange til MP1-pumpe (ny)	i.p.	i.p.
LDPE-slange til engangspumper (ny)	i.p.	i.p.
Nitril-handsker cobalt basic-plus (ny)	i.p.	i.p.
Nitril-handsker blue eco-plus (ny)	i.p.	i.p.
O-ring til PE rør og filtre (ny)	i.p.	i.p.
Teflon-gevindtape til rørsamling (ny)	35	39
Grundvandskvalitetskriterium¹	2	100

¹ Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord, Miljø- og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen, juli 2021

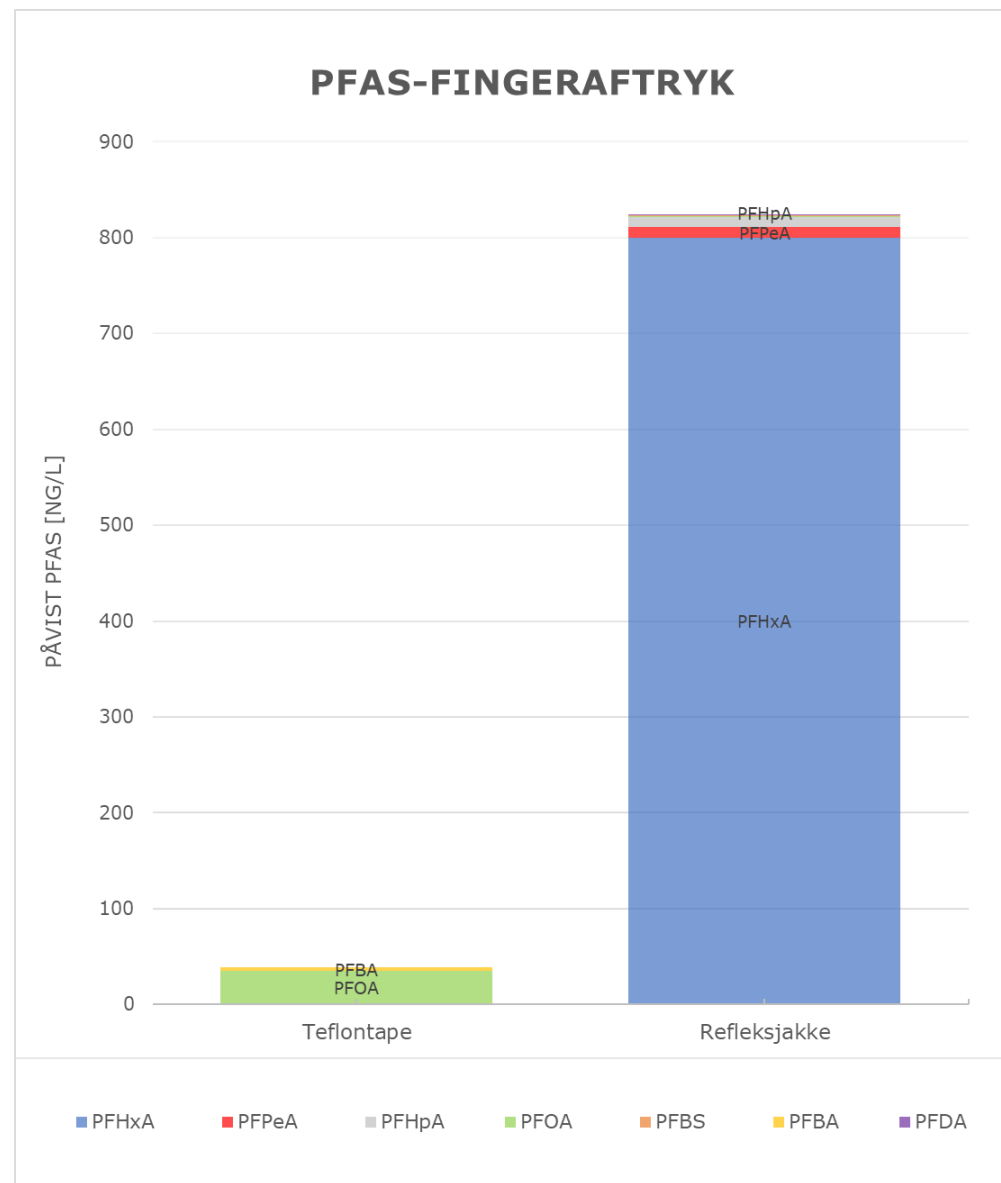
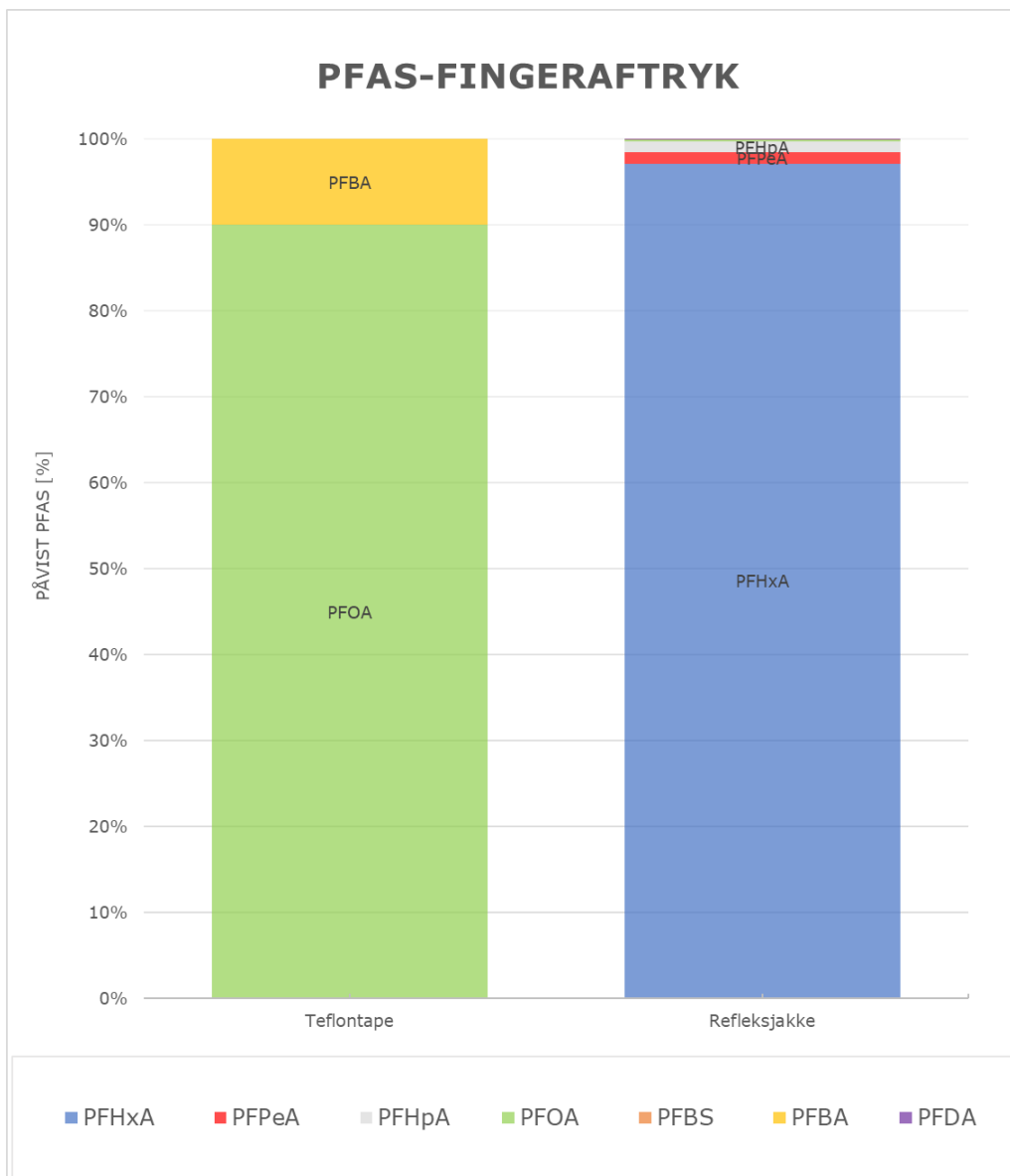


8,2 gange GKK PFAS22
Særlig OBS ved regnvejr hvor regn kan dryppe fra beklædning til prøven



17,5 gange GKK PFAS4
Undlad at benytte Teflon-gevindtape ved rørsamlinger

PFAS-fingeraftryk - Test af udstyr (PFAS 22)

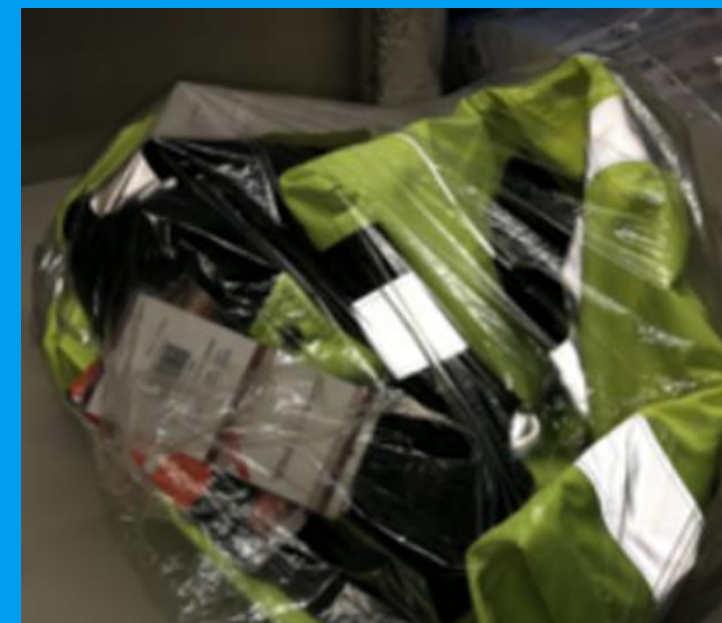


Undersøgelse udført af DMR

Testet følgende udstyr i jord og vand:

- 3 forskellige spande - jord
 - 2 Gripline X 12 L Grå (PE-plast) (ny/brugt)
 - 2 Gripline D 12 L Sort (LDPE-plast) (ny/brugt)
 - 2 Baueimer 12 L basic sort (HDPE-plast) (ny/brugt)
- Geoteknik-pose (PE-plast) – 7 dage vand
- Diffusionstæt Rilsan-pose (Polyamid 11/Nylon 11) – 7 dage vand
- Label til prøveglas – 4 timer vand
- Handske (Nitril) – 4 timer vand
- Slange (PE-plast) – 4 timer vand
- Regnbukser (100% polyester med polyurethan-coating) – 4 timer vand
- Regnjakke (100% polyester med polyurethan-coating) – 4 timer vand
 - PFAS påvist (PFNA 3,9 ng/L) – ikke samme PFAS-forbindelse og lavere indhold

Ref: "Kan man forurene sine prøver med PFAS under prøvetagningen" Dansk Miljørådgivning A/S, Miljø og ressourcer, 2022.





Konklusion på diverse udstyrstest

- Nitril-handsker – 3 typer testet – ikke påvist PFAS ***
- Pumper til vandprøver – 3 typer testet – ikke påvist PFAS ***
- PE-slanger til vandprøver – 3 typer testet – ikke påvist PFAS ***
- Spande – 6 test – ikke påvist PFAS ****
- Labels – 1 test – ikke påvist PFAS *
- Poser – 2 test – ikke påvist PFAS **
- O-ring til rørsamling – 1 test – ikke påvist PFAS *
- Teflontape – 1 test – PFAS påvist *
- Regnbukser – 1 test – ikke påvist PFAS *
- Regnjakke – 1 test – PFAS påvist *
- Refleksjakke – 1 test – PFAS påvist *

* Antal – betyder antal test udført

Videre forløb, konklusion og perspektivering

Rapport
forventes klar i
løbet af
sommeren

- Leverandør-henvendelse: Indeholder udstyr PFAS? Er det undersøgt for PFAS?
- Test viser - kun PFAS i vores beklædning og teflon-tape, dog kun en analyse!
- Kan vi frikende handsker, pumper, slanger mv.? Ved tre test? Flere prøver vil være mere repræsentativt.
- OBS! Kun PFOS og PFOA er forbudt i produkter, dog er 6 langkædet (bla. PFDA og PFNA) også pr. 25/2 2023 blevet forbudt, dog med undtagelse af brandslukningsskum og nogle tekstiler – der må bruges frem til hhv. 2025 og midt 2023 – alle andre må bruges endnu – regelret anvendelse!
- Hvad med de ca. 11.992 andre PFAS'er? Hvad med precursorer – ser vi kun på toppen af isbjerget? – Alternative analysemetoder.
- Kunne hjælpe med generel forbud mod PFAS i produkter - Måske et sted at starte 😊

Tak for opmærksomheden

Spørgsmål ?



Jette Kjøge Olsen
Teamleder, civilingeniør
Mobil: 5161 2406
Mail: JETK@ramboll.dk