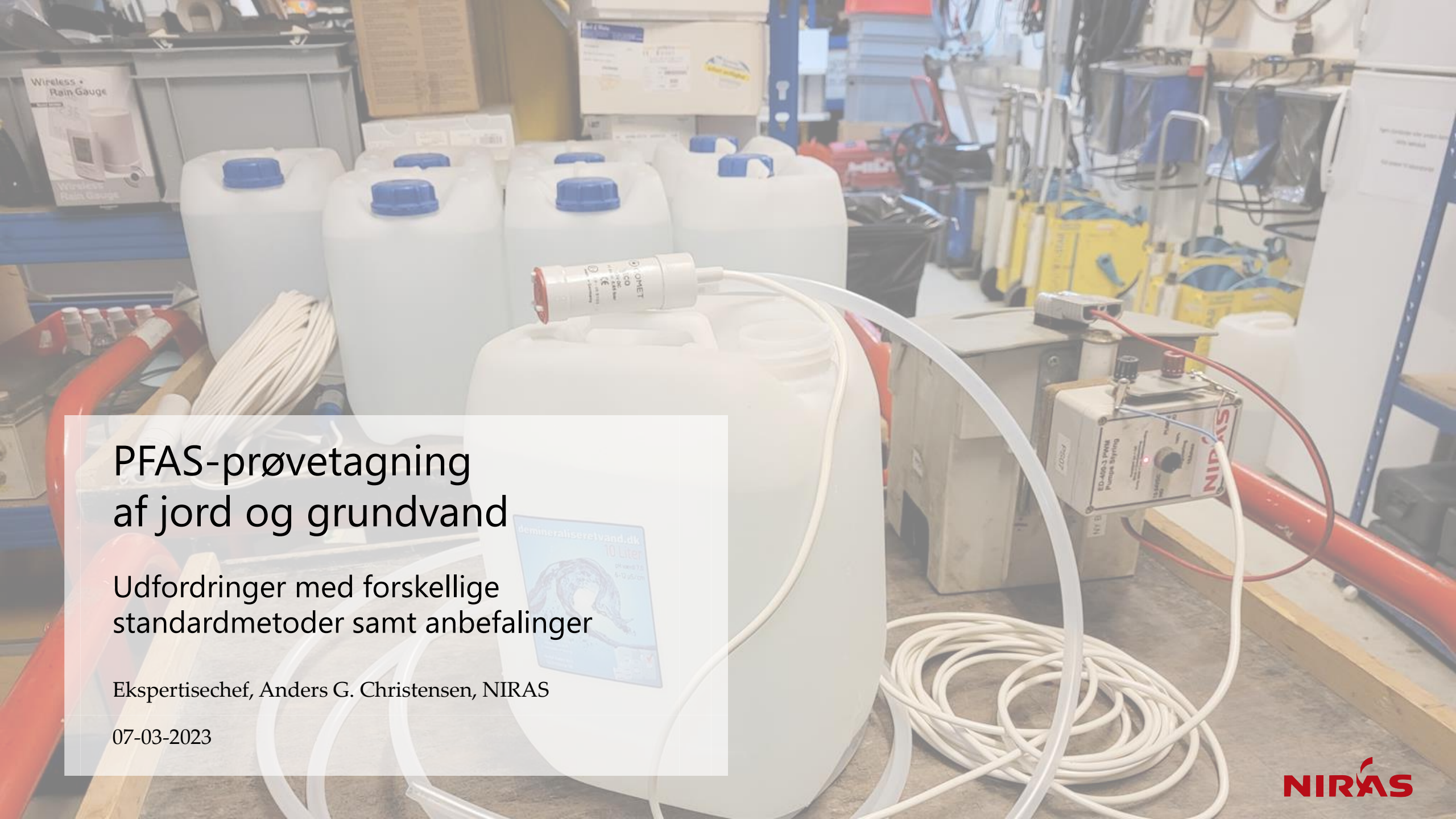


A laboratory setup for PFAS sampling. In the foreground, a large white 10-liter demineralized water container with a blue cap is connected to a white peristaltic pump. A clear plastic tube leads from the pump to a small electronic device, likely a flow meter or controller, which is connected to a power source. In the background, several more white containers are visible, along with various laboratory equipment and shelving units. A box labeled 'Wireless Rain Gauge' is visible on the left. The overall environment is a well-equipped laboratory.

PFAS-prøvetagning af jord og grundvand

Udfordringer med forskellige
standardmetoder samt anbefalinger

Ekspertisechef, Anders G. Christensen, NIRAS

07-03-2023

Agenda

Kort om PFAS-forbindelser i vores omgivende miljø

Kriterier for PFAS i forskellige medier og baggrunds niveauer – vores nye udfordringer

Udfordringer ved prøvetagning generelt (emballage, slangematerialer, pumpeudstyr, pejl)

Baggrund og formål med igangsætningen af vores interne PFAS-prøvetagningsprojekt i 2021

Udførte tests af prøvetagningsmateriel

- Standardmetoder til grundvand (MP1 m.v.)
- Standardmetoder til jordprøver (håndboringer)
- Direct push (Geoprobe) prøvetagning af grundvand

Konklusion og anbefalinger

PFAS i miljøet

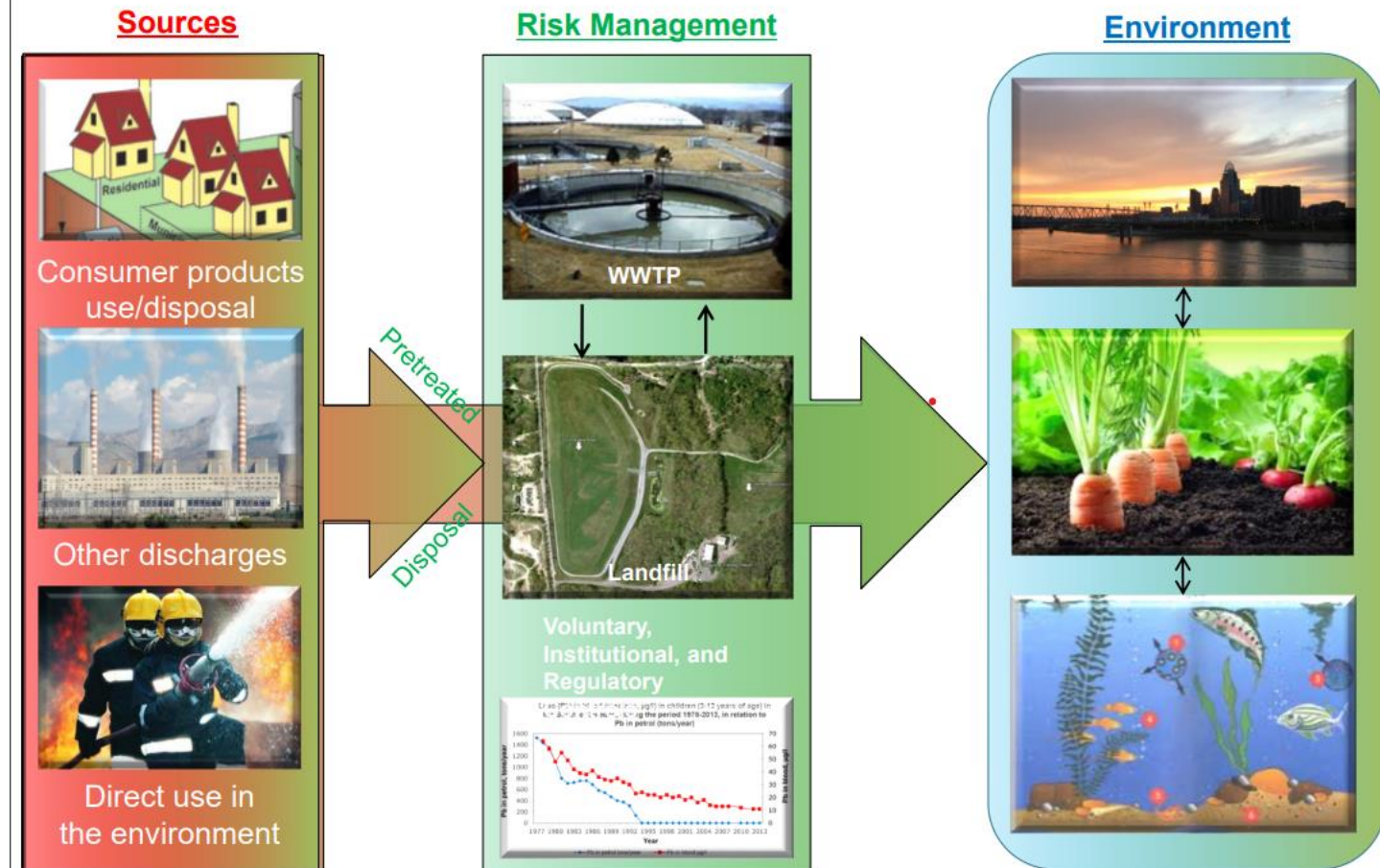
PFAS "The never-ending story"
(>6000 stoffer)

Mange punktkilder og diffus belastning
via nedbør og senest havskum (nu også
æg)

Risikoen for de fleste stoffer er ukendt

Nye medier undersøges nu mere rutine-
mæssigt (fx fisk, fugle, kvæg, planter og
mennesker)

PFASs enter the environment...



Kriterier for PFAS (udvalgte) er blevet meget lave

2018 EU quality criterium for **PFOS** in surface waters implemented from December 2018

Fresh waters: annual av. 0.65 ng/l **PFOS**
max. 36 000 ng/l **PFOS**
Marine waters: annual av. 0.13 ng/l **PFOS**
max. 7 200 ng/l **PFOS**

2021 New quality criteria for **Σ22 PFAS**
Groundwater: 100 ng/l
Soil: 400 µg/kg dw
Drinking water: 100 ng/l (pt. only Σ12 PFAS)

ΣPFOA, PFNA, PFHxS, PFOS

2 ng/l
10 µg/kg dw
2 ng/l

Σ4 PFAS

- Baggrunds niveauerne for PFAS er potentielt kun på niveau 1-100 x lavere end kriterierne for jord, vand, overfladevand, havvand og regnvand
- Selv et tilsyneladende lille bidrag fra evt. krydskontaminering kan lede til helt forkerte beslutninger

Prøvetagningsudfordringer ved PFAS-undersøgelser

- Kontaminering af prøver under selve prøvetagningen (tøj, handsker, myggespray, cremer, urene hænder, nedbør m.v.)
- Kontaminering af prøver ved brug af forkert emballage
- Kontaminering af prøver ved afgivelse af PFAS fra vores vandprøvetagningsmaterialer (slinger, pumper, pejl og Geoprobe SP16)
- Kontaminering af prøver ved afgivelse af PFAS fra vores jordprøvetagningsmaterialer (håndbor, snegl/foring, Sonic og Geoprobe kerneprøvetagning)
- Kontaminering af vandprøver fra materialer i fx gamle filtre, boringer med eksisterende installationer (pumper, ledninger, dataloggere m.v.), der kan afgive PFAS

Da vi reelt ikke vidste, om der var PFAS i vores mange forskellige materialer, der kom i kontakt med vores prøver, igangsatte vi i 2021 et internt projekt til afklaring af bl.a dette.



Internt NIRAS-projekt om PFAS-prøvetagning

Arbejdet har omfattet:

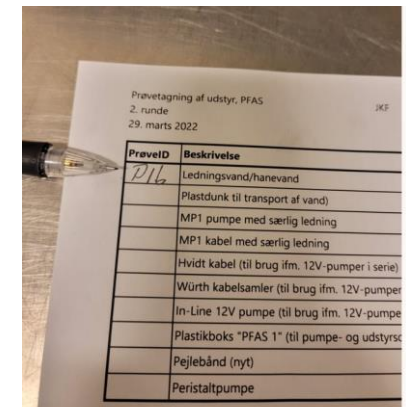
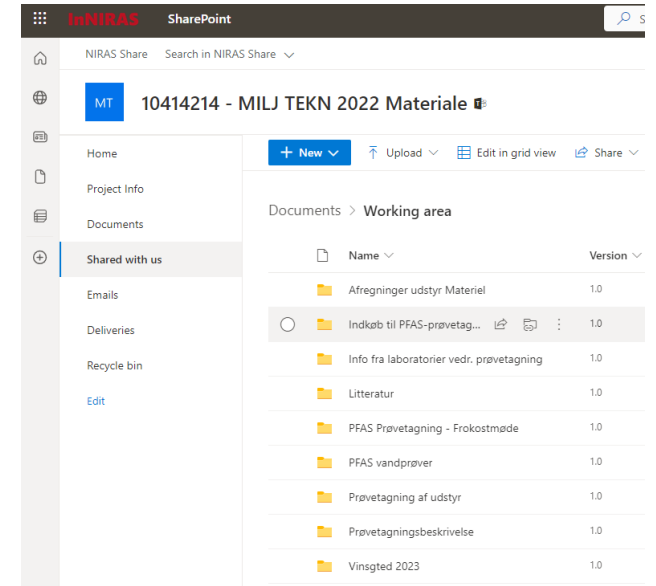
- Gennemgang af litteratur og "best practice" fra andre lande
- Test af forskellige materialer, der indgår i vores prøvetagning for PFAS
- Afprøvning og identifikation af rengøringsprocedure for udstyr
- Udarbejdelse af forskellige hjælpeværktøjer og checklister
- Dialog med vores større kunder om implementering af de nødvendige tiltag
- Udført mere end 70 specifikke PFAS-analyser i forbindelse med arbejdet
- Intern gennemgang af resultater fra forskellige sager sker løbende
- Alt indsamlet materiale, forsøg m.v. findes i separat bibliotek

Endemålet har været at udarbejde prøvetagningsbeskrivelser baseret på "best practice" og sikre kvaliteten af de (mange) prøver, vi løbende udtager for vores klienter

Tak til alle, der har bidraget :

Allerød: Ingrid, Albertha, Jens F., Søren D. m.fl., Gro, Martin m.fl.

Århus: Morten R., Henrik S., Søren R., Anne B. m.fl.



Vandprøvetagning - de første resultater.. 🤖

Forsøg med afsmitning udført ved at placere emnet i 20 l beholder med PFAS-frit vand i en time og herefter analysere for PFAS-22

- Pejl (tilfældigt brugt pejl) viser afsmitning af PFAS-stoffer (PFBA, PFOA, PFOS, PFDA og **sum-22 3 ng/l**).
- Nyt pejl fra fabrikant ingen afsmitning -> PFAS stoffer akkumulerer og kan frigives igen
- Motorkablet fra MP1 pumper kan afgive PFAS-stoffer (PFBA 120 ng/l, PFPeA 21 ng/l, PFOA 0,87 ng/l, PFHxA 0,46 ng/l + et par mere <0,35 ng/l – **sum-22 140 ng/l**)
- Selve MP1 pumpens interne pakninger kan afgive PFAS-stoffer (PFBA 5 ng/l, PFPeA 1,4 ng/l og **sum-22 6,5 ng/l**).
- Et andet type motorkabel blev også testet i et forsøg på at finde et kabel (plastmateriale) uden afsmitning, men påviste indhold af PFAS-stoffer (PFBA 0,72 ng/l, PFOA 0,37 ng/l, PFOS 0,58 ng/l og **sum-22 1,7 ng/l**)
- Printede etiketter til prøveglas viste afsmitning af PFAS-stoffer (PFBA 0,86 ng/l, PFBS 1,1 ng/l, PFHxA 2,2 ng/l, PFHpA 0,47 ng/l, PFOA 9,6 ng/l, PFDA 0,38 ng/l og **sum-4 9,6 ng/l** og **sum-22 15 ng/l** .

Så selvom sum-4 kriteriet ikke overskrides (etiketter undtaget), og kun PFAS_22 overskrides ved afsmitning fra motorkablet– så kan der sker **potentielt** ske en afsmitning med en bred vifte af PFAS stoffer i vores PFAS-22 analysepakke!

Dette har i første omgang fået os til at fraråde brugen af MP-1 pumper til PFAS-prøvetagning - og i stedet anbefaler vi brugen af helt PFAS-fri pumpe af plast (se senere)



Vandprøvetagning – de næste forsøg.....

Forsøg med afsmitning udført ved at placere emnet i en 20 l beholder med PFAS-frit vand i en time og herefter analysere for PFAS-22:

- PE-slanger til vandprøvetagning og ledninger til plastpumper viser ingen afsmitning
- Kabelbindere (strips) viser ingen afsmitning
- Nitril engangshandsker, der bruges ved prøvetagning, viser ingen afsmitning
- Vores feltnotepapir viser ingen afsmitning
- Transportkasse til opbevaring af rene PE-slanger viser ingen afsmitning

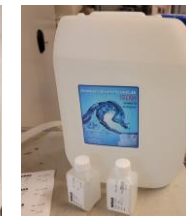
Forsøg med én-gangs ECO, ECO+ og Duplo er testet ved at recirkulere PFAS-frit vand gennem en 20 l dunk over 20 min:

- Ingen af pumperne viste nogen afsmitning fra selve pumpehuset

Vi kan derfor sammensætte et samlet system uden risiko for afgivelse af PFAS-stoffer ved at serieforbinde et antal Duplo-pumper og derved opnå de nødvendige løftehøjder – men desværre med en lavere ydelse end der kan opnås med MP-1 pumpen

Andre aktører på markedet indikerer, at de har set afsmitning fra plastikpumper!

Vi vil derfor løbende teste nye batch af pumper og slanger, der indkøbes, så vi opdager, hvis der pludselig skulle ske en ændring i produktet fra leverandøren.



Jordprøvetagning – håndbor (1 af 2)

Jordprøver udtaget med håndbor i den øverste meter i kildeområder er dem, hvor vi typisk finder de højeste koncentrationer. Vi gik derfor tilbage til et tidligere kortlagt kildeområde (> 500 ug/kg primært PFOS, men stort set alle stoffer i PFAS-22 er påvist). Her udtog vi igen prøver med to stk. af hvert af de tre typer af udstyr (håndbor, karteringspyd, pælespade), som derved forventes at blive markant forurenet.

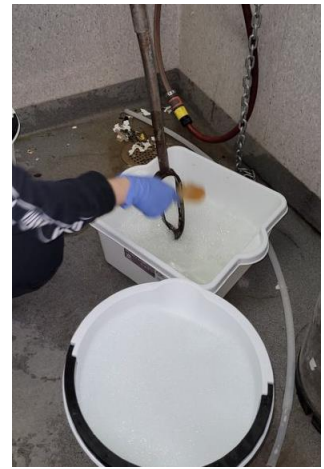
Vi var herefter interesserede i at undersøge, hvad der sad tilbage på udstyret, og hvordan man kunne rengøre det igen.

Vi testede med hanevand i 10 l vaskekar og brugte børster – alt testet PFAS-frit.

Rengøringsprocedure afprøvet:

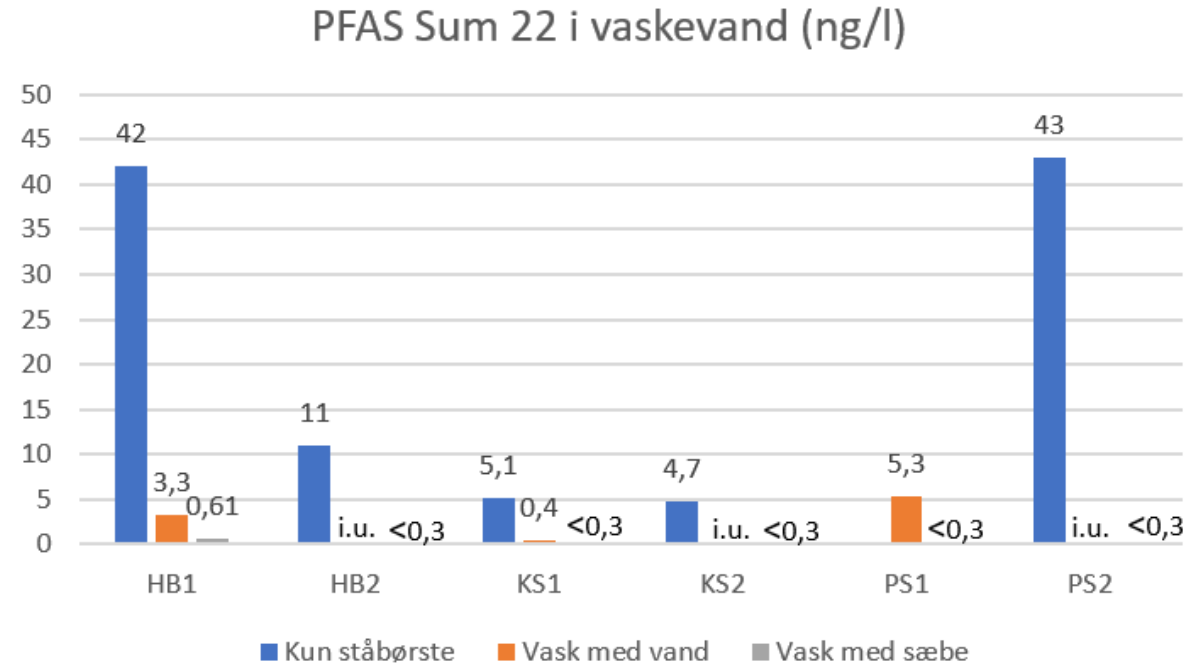
- kun afbørstning med stålborste af det groveste materiale
- yderligere mekanisk vask med børste i vandet
- yderligere mekanisk vask med børste i vandet og specialsæbe af mærket (ALCONOX)

Efter hver behandling er udstyret skyllet med ca. 1 l rent vand og rinsatet er herefter analyseret for PFAS-22.



Jordprøvetagning – håndbor (2 af 2)

- Efter håndboring i PFAS kraftigt (primært PFOS) forurennet jord (>500 ug/kg) ses (som forventet / ønsket) en tydelig afsmitning på alle 3 typer håndbor fra jordforureningen
- Rengøring med stålborste alene – mindst ved karteringsspyddet – men op til ca. 40 ng/l i rinsatet og totalt domineret af PFOS som i jorden
- Yderligere rengøring med vask i rent vand og brug af børste giver en reduktion på ca. 90 % ift. den mekaniske rengøring med alene stålborste
- Anvendelse af sæbe og børste giver >99% reduktion, og kun i 1 af 6 prøver påvises PFAS-22 stoffer
- Det er således muligt at rengøre udstyret relativt enkelt - og dermed forhindre en potentiel krydskontaminering- men det tager tid
- Vi anbefaler derfor, at denne type udstyr (håndbor, karteringsspyd, pælespade) er "passende" rengjort inden brug.



Grundvand – vandprøvetagning i praksis

Filtersatte boringer renpumpes og prøvetages med engangspumper af plastik (Eco, Eco+, Duplo) og PFAS-fri slangemateriale af PE.

For at kunne nå dybder over ca. 20 m skal pumper serieforbindes (billede)

Som udgangspunkt renpumpes 3 x stående vandvolumen i filterrøret.

Pejling udføres ved kun at dyppe pejlet til lyd registreres (ikke til bunden af boringen). Bør skylles med rent vand mellem hvert pejlepunkt.

Tidsforbrug til opsætning mere besværligt end ved anvendelse af standard MP1-pumpe setup.

For planlægning og priskalkulation af prøvetagning er internt regneark tilgængeligt (input: rørdimension, dybde til vandspejl og dybde til bund af filter). Regnearket viser også det samlede renpumpningsvolumen, som i visse tilfælde kan kræve separat håndtering og evt. bortskaffelse

Udtagning af en vandprøve for PFAS med VSP i ca. 24 m vil koste ca. 5.000 kr. mod ca. 3.500 kr. for en tilsvarende udtagning med en MP1 pumpe – fx for klorerede opløsningsmidler, pesticider, BTEX m.v. – dvs. ca. 50 % dyrere. Hertil kan komme udgift til bortskaffelse af vand fra renpumningen, hvis der er stillet krav hertil.



Grundvand – vandprøvetagning med Geoprobe

Vi ved, at vi kan komme i kontakt med PFAS-niveauer på lavt mg/l niveau - dvs. > 1 million gange større end detektionsgrænsen for vandprøver på <1 ng/l

Vandprøvetagning udføres gennem stålrør monteret med et slidset stålfiler (SP16), og udstyret bliver generelt genbrugt og kræver derfor løbende rengøring.

Som led i vores interne PFAS-prøvetagningsprojekt har vi derfor bygget et rensesystem, der (også) kan tages med i felten, så rør/filer og andet udstyr løbende kan rengøres.

Vi har netop testet rengøringen med samme sæbe som anvendt for håndbor og anvendelse af højtryksspuler i kombination med børster. Opsamlingen af vaskevand sker i en lukket beholder, og dette kan testes, hvis man vil have en ekstra sikkerhed.

Foreløbige resultater viser, at rensningsprocessen fjerner >99%

Vi anbefaler derfor, at også denne type udstyr er "passende" rengjort inden brug.



Konklusion og anbefalinger

- Ud fra litteraturen og vores målinger kan vi se, at PFAS-stoffer findes i en række af de materialer, der anvendes i branchen i forbindelse med specielt grundvandsprøvetagning
- Vores interne kortlægning af PFAS i alle relevante prøvetagningsmaterialer, som vi anvender, har overrasket og vist, at PFAS-stoffer er mere udbredte end forventet
- Som udgangspunkt forsøger vi helt at **undgå** at anvende prøvetagningsmaterialer, der afgiver PFAS-stoffer – og med omhyggeligt valg af testede dele kan vi anvende et PFAS-frit setup til specielt vandprøvetagning, hvor detektionsgrænsen for stofferne er meget lav og måske på vej længere ned
- For de materialer i vores prøvetagninger, der genbruges (fx stålrør, håndbor, geoprobe prøvetagere af metal m.v.), kan vi at se, at mere grundig rengøring og vedligehold er nødvendig for at undgå potentielle problemer med krydskontaminering (om vi er blevet for grundige, kan diskuteres)
- Vi bør - som branche – foranstalte, at der bliver udarbejdet 'best practice' dokumenter for PFAS-prøvetagning – herunder evt. nødvendige forsøg, så vi sikrer, at kvaliteten af de data, vi alle skal arbejde med, er ensartet og god.
- Der er både udbudstekniske, økonomiske, lovgivningsmæssige forhold samt etiske overvejelser, der skal tages i betragtning ved fastlæggelse af evt. 'best practice'.



Indhold	
1	Indledning.....2
2	Særlige forhold/begreber i forhold til tøj og udstyr.....2
3	Transport af prøver og udstyr.....2
4	Udtagning af jordprøver ved håndboringer.....3
4.1	Rengøring af udstyr f.m. håndboringer.....4
4.1.1	Rengøring af udstyr før og efter feltarbejde.....4
4.1.2	Rengøring af udstyr i felten mellem prøve-tagninger.....4
5	Udtagning af jordprøver ved aln. boring.....5
5.1	Rengøring af udstyr.....5
5.1.1	Rengøring af udstyr inden opstart af borearbejde.....5
5.1.2	Rengøring af udstyr under borearbejde.....5
6	Udtagning af grundvandsprøver.....7
7	Fylning af borerør.....8
7.1	Rengøring af pøj.....8
7.1.1	Rengøring af pøj før og efter feltarbejde.....8
7.1.2	Rengøring af pøj i felten.....8
8	Kvalitetsprogram for prøve-tagningsprogram af vandprøver.....8
9	Udtagning af overfladevandprøver (ikke udtæglet endnu).....9
10	Udtagning af sedimentsprøver (ikke udtæglet endnu).....9
11	Udtagning af slæmmeprøver (ikke udtæglet endnu).....9
12	Udtagning af græsprøver (ikke udtæglet endnu).....9
13	Udtagning af biotaprøver (fx fisk, fugle, insekter) (ikke udtæglet endnu).....9
14	Referencer.....10