

Rening av PFAS från vatten – erfarenheter från forskningsprojekt

2025-05-20

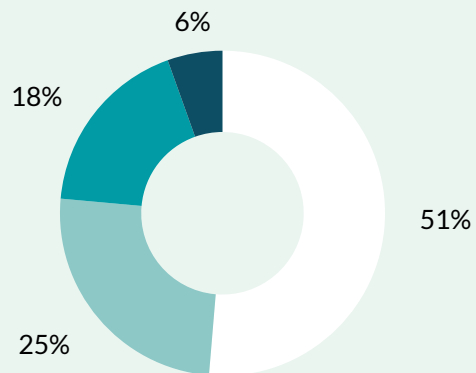


4 329

Nettoomsättning, Mkr

Justerat rörelseresultat: 145 Mkr

Justerad rörelsemarginal: 3,3 %



Fördelning av omsättningen

Näringsliv	2 222 Mkr
Offentliga finansiärer	1 087 Mkr
Statlig basfinansiering	783 Mkr
EU-medel	237 Mkr

Cirka

3 300

anställda

4:e

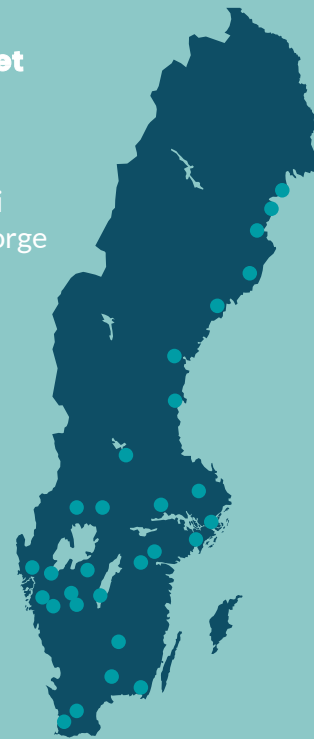
största institut i Europa
efter Fraunhofer, CEA och TNO

130+

Test- och demonstrationsmiljöer

Vår verksamhet
finns runtom i
Sverige

Dessutom har vi
verksamhet i Norge
och Frankrike



77

Nöjd Kund Index

Från idé till innovation och hela vägen ut till marknaden



Utforska och analysera

- Framtidsanalys
- Forskning och fördjupning
- Strategiska färdplaner
- Policyutveckling
- Utbildning



Utveckla och skala upp

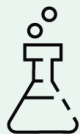
- Forskning och utveckling
- Problemlösning och expertstöd
- Test & demo
- Innovationsledning
- Utbildning



Utvärdera och verifiera

- Provning
- Certifiering
- Test & demo
- Kalibrering
- Utbildning

Per-and polyFluoroAlkylSubstanser



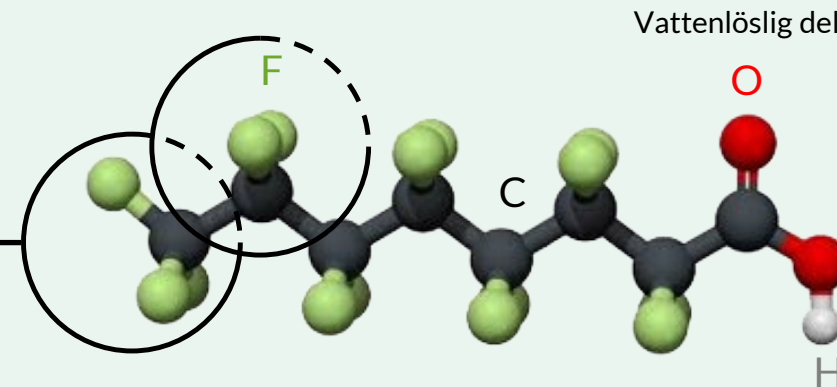
Syntetiska kemikalier



Över 10 000 ämnen



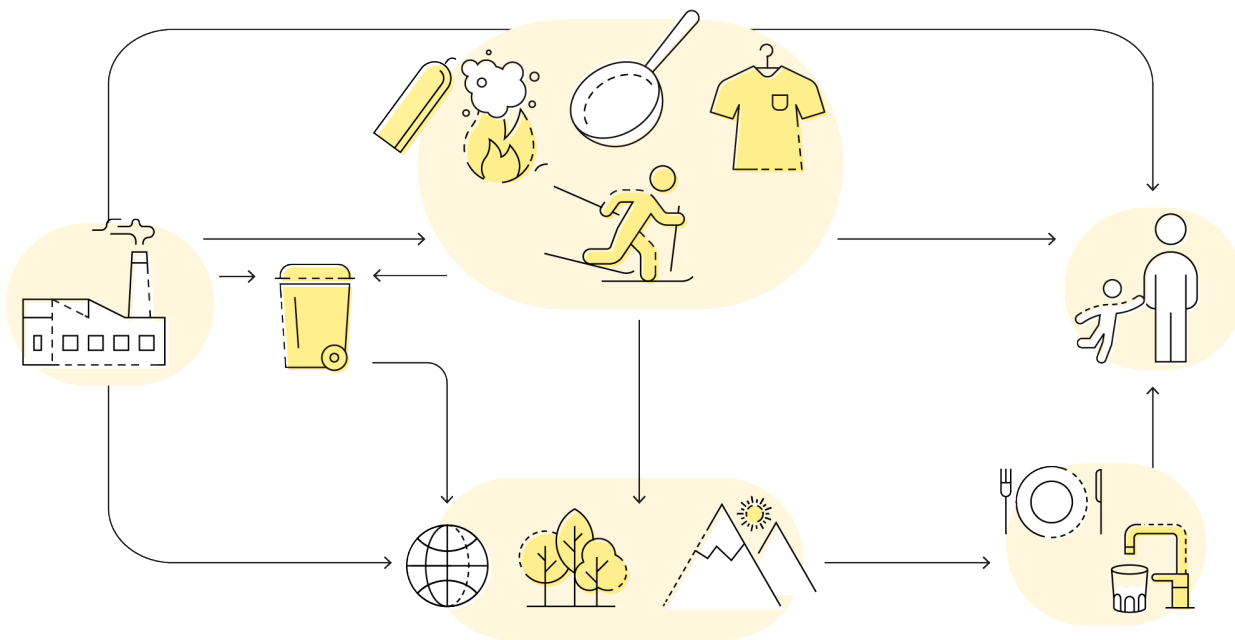
Minst en helt fluorerad metylgrupp (CF_3 -) eller metylengrupp ($-\text{CF}_2-$)



Vattenavstötande del

Kol-fluor-bindningen är den starkaste bindningen inom organisk kemi och ger en extrem persistens (och unika egenskaper).

Spridning of exponering av PFAS

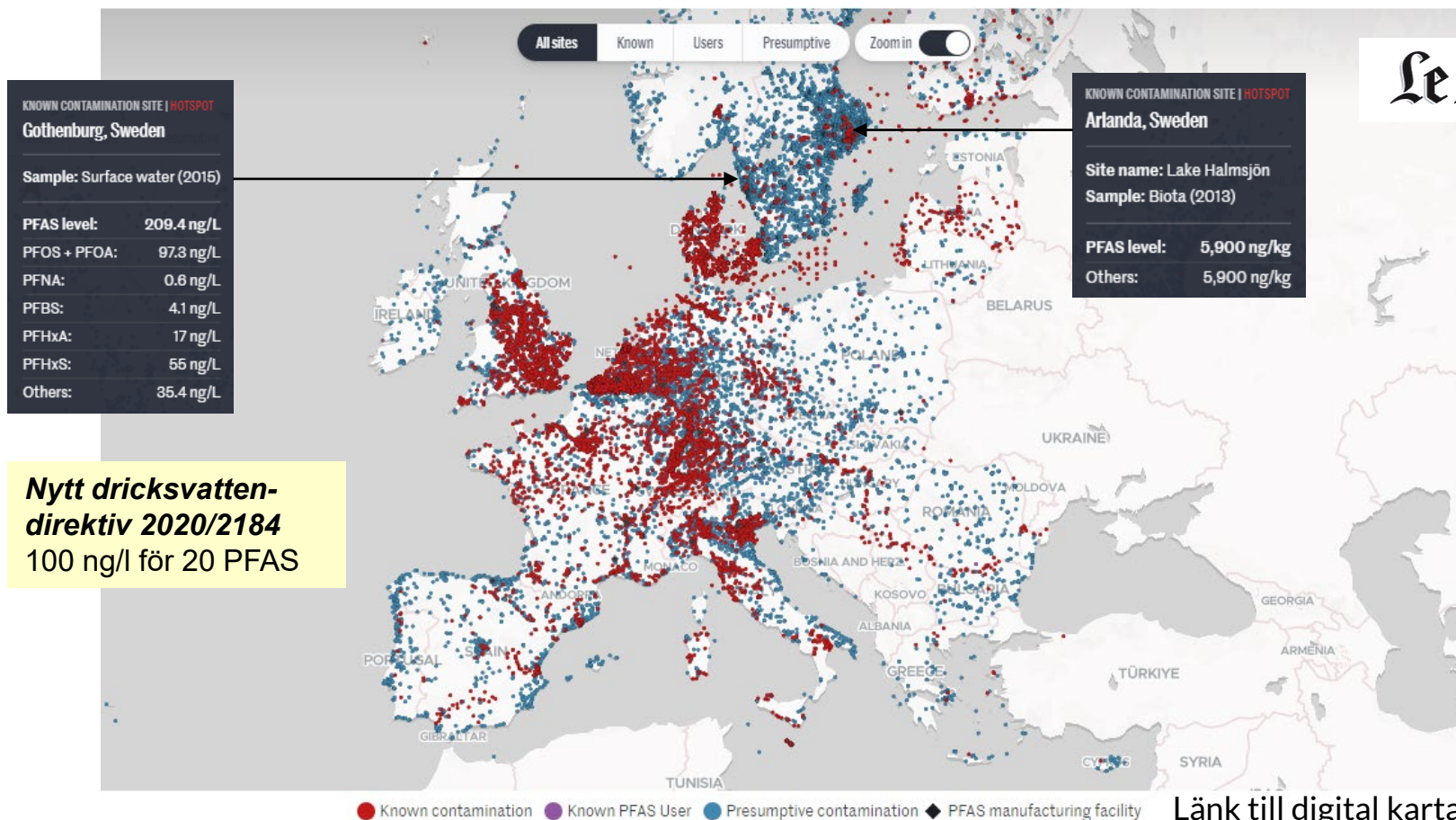


Fortsatt användning leder till ytterligare spridning och ökade nivåer av PFAS i miljön, med ökande risker för kända och okända hälsoeffekter.

Störst exponering via mat, vatten och damm.

“Forever Pollution in Europe”

Kända och troliga kontaminationsplatser i Europa.



Le Monde

[Länk till digital karta](#)

Testbed PFAS – ett projektexempel

Testbed PFAS – ett samarbetsprojekt med två spår

- **ARV** (efterbehandling av PFAS-kontamineringar)
- **FRAMTID** (substitution till nya PFAS-fria brandsläckningsmedel/metoder)
- Samarbetsprojekt mellan RISE och den svenska försvarssektorn: Försvarsmakten, Fortifikationsverket och Försvarets materielverk



SWEDISH ARMED FORCES



FORTIFIKATIONSVERKET
Swedish Fortifications Agency



Projekttroller och upplägg

PROBLEMÄGARE

- Arv: ägare av PFAS-kontaminerad mark & vatten
- Framtid: användare av PFAS-innehållande släckmedel

TESTARE

- Arv: tekniker för PFAS-rening av jord eller vatten
- Framtid: PFAS-fria släckmedel/metoder

Referensgrupp

Vägleder och stödjer projektet

RISE

- Oberoende
- Genomför standardiserade utvärderingar av testarnas metoder



ARV

Reiningstekniker

Utvärderingskedja

**Teoretisk
utvärdering**

**Utvärdering i
laboratorie-
skala ***

**Utvärdering i
pilotskala
(fälttest)**

Utvärderingskriterier

- Grad av PFAS-rening
- PFAS-koncentration efter rening
- Addition eller bildning av kemiska substanser

* 50-200 kg/liter jord eller vatten beroende på metod

Typisk PFAS-kontaminering (från brandsläckningsskum)

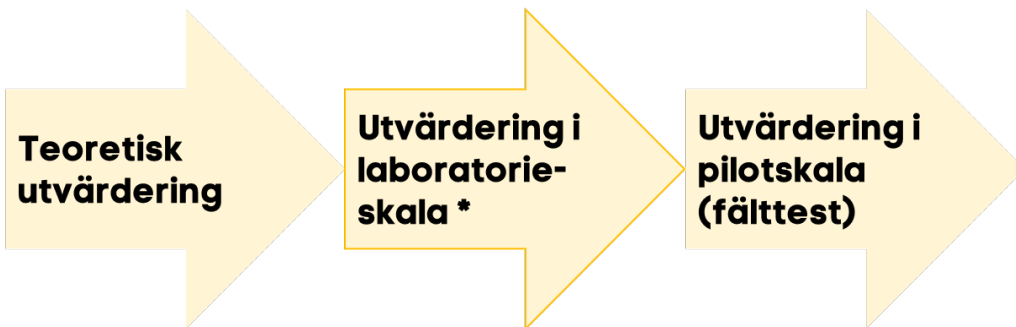
- PFOS (8 C)
- PFOA (8 C)
- 6:2 FTS (8 C – fluorotelomer)
- PFHxS (6 C)
- PFHxA (5 C)
- PFPeA (5 C)
- PFBA (4 C)
- PFBS (4 C)

X C = antal kolatomer i PFAS-molekylen



2020-2021:

10 st labbskaleutvärderingar rening av PFAS från mark & vatten



Laboratorieskale- utvärderingar (2020-2021)

- Teoretisk utvärdering av >35 olika reningstekniker
- 10 labbskaleutvärderingar har genomförts:
 - 8 vattenreningstekniker
 - 2 jordreningstekniker



Laboratorieskale- utvärderingar för vatten

- 💧 Skumfraktionering
- 💧 Kolbaserad teknik
- 💧 Ytmodifierade membrane kombinerat med omvänd osmos
- 💧 Jonbyte
- 💧 Cellulosabaserad adsorption
- 💧 Elektrokoagulering/flockulering kombinerat med MAC (= magnetiskt aktiverat kol)
- 💧 Superkritisk vattenoxidation
- 💧 Tillsats av kemikalie (detergent) kombinerat med ultrafiltrering



Pilotskaleutvärderingar på kontaminerade marker

2022 – Tullinge vattenverk

2023 – Ängelholms flygfält



Tullinge vattenverk

- 3 månaders utvärdering/teknik under april-oktober
- Fältförsök i pilotskala (totalt 300-400 liter/timme)
- Tre företag/vattenreningstekniker utvalda baserat på våra laboratorieskaleförsök



Tullinge vattenverk

- Relativt rent vatten, dricksvatten med 200-350 ng/L PFAS-22
- Förhöjda halter av järn och mangan i förhållande till SLV:s krav på dricksvatten
- Ett "polisfilter" (överdimensionerat aktiv kolfilter) installerat efter varje reningsteknik för att förhindra ev. utsläpp vid t.ex. ett genombrott av PFAS
- Provtagning och PFAS-analys av vatten före och efter reningsanläggningarna.
- Utöver detta även vanlig vattenanalys – för att se om vattenkvaliteten förändras i samband med rening av PFAS.

Testbed PFAS



Sammanfattande resultat/slutsatser

Kolbaserad teknik

- Testperiod april-juni; 84 dagar
- Halter under 4 ng/L PFAS-4
- Genombrott under de 12 veckorna

Jonbytesteknik

- Testperiod april-juni; 78 dagar
- Halter under 4 ng/L PFAS-4
- Inget eller eventuellt början på genombrott under de 12 veckorna

Membran/omvänd osmos

- Testperiod juli-september; < 7 dagar i drift
- Flera uppstartsförsök
- Stora problem med teknik, läckage, larm etc.
- Inga slutsatser om reningseffektivitet pga för lite data

Tullinge vattenverk - 3 reningstekniker

- Kolbaserad teknik
- Jonbyarteknik
- Membran i kombination med omvänd osmos

Testerna har gett ett underlag för upphandling av reningsteknik för att kunna ta vattenverket i bruk igen



Ängelholms flygfält

- Storskaliga tester på före detta F10 i Ängelholm
- Pågick 3 månader under våren – start i april
- Matris: Ytvatten (damm vid brandövningsplats)
- Mycket höga halter av PFAS
- Även andra föroreningar och partiklar

Testbed PFAS



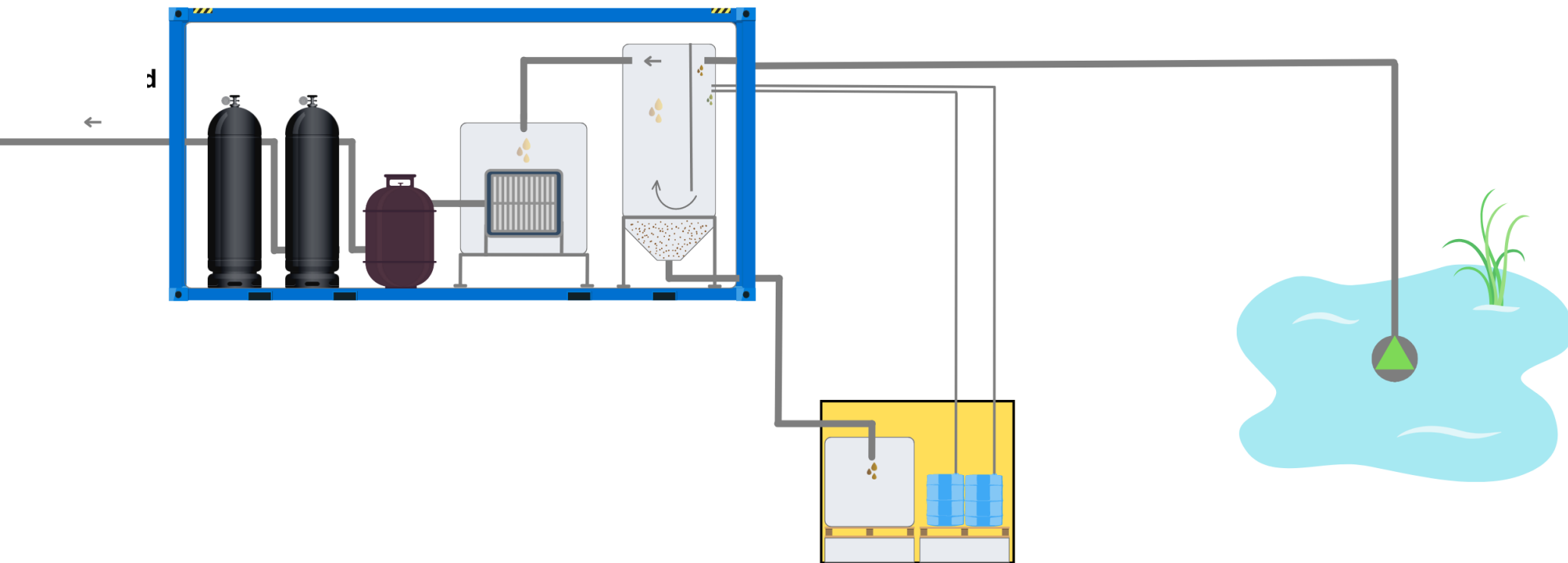


Uppstart mars/april 2023



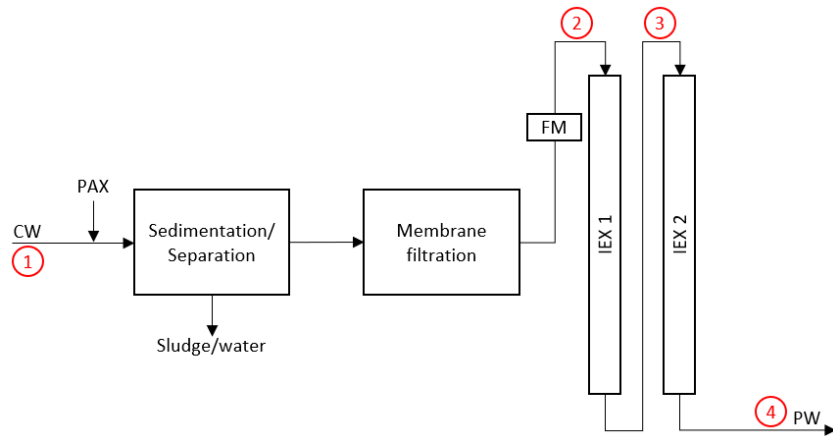
Treatment train – kombination av olika tekniker

- utvald baserat på typ av vatten, föroreningsgrad samt resultat för labbskaletester

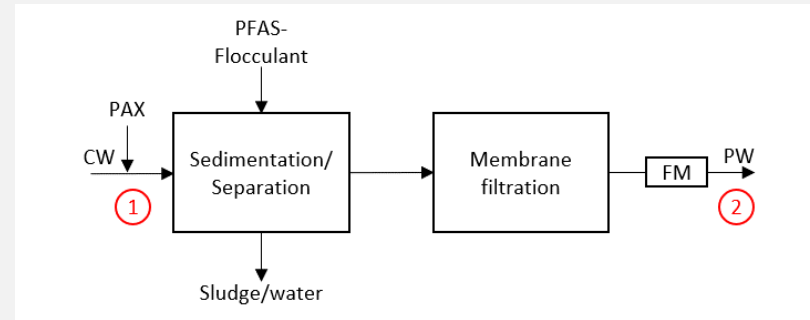


En container – Två utvärderingar

Jonbyte



PFAS-fällning



En container – Två utvärderingar

Jonbyte

- Förbehandling (främst fällning av organiskt material) + jonbyte
- Testperiod: 2023-04-03 – 2023-05-24 (51 dygn)
- Flöde 630–730 l/h, totalvolym 770 m³
- 94 g PFAS₂₂ renades ur vattnet
- **Reiningseffektivitet >99.98% under testet**
- Ingående PFAS₂₂: 90 000–200 000 ng/l
- Utgående PFAS₂₂: 15–20 ng/l
- Två jonbyteskolonner i serie, genombrott i den första
- Relativt problemfritt, några mindre manuella rengöringsinsatser

PFAS-fällning

- Förbehandling (främst fällning av organiskt material) + fällning med PFAS-fällningskemikalie
- Testdag: 2023-08-24
- Flöde 1 000 l/h, totalvolym 4,5 m³
- **Reiningseffektivitet >99.2% under testet**
- Ingående PFAS₂₂: 210 000 ng/l
- Utgående PFAS₂₂: 600–1 700 ng/l
- Kontinuerlig tillsats av fällningskemikalie – inget genombrott på samma sätt som vid adsorption
- Problemfritt, men kort körning

Sammanfattning av storskaliga fälttester

- 2022: 3 tekniker utvärderas på PFAS i dricksvatten vid **Tullinge vattenverk**
- 2023: En kombination av olika tekniker utvärderas på PFAS i branddamm vid **Ängelholms flygfält**
- Data och slutsatser från Testbed PFAS möjliggör upphandling av reningstekniker

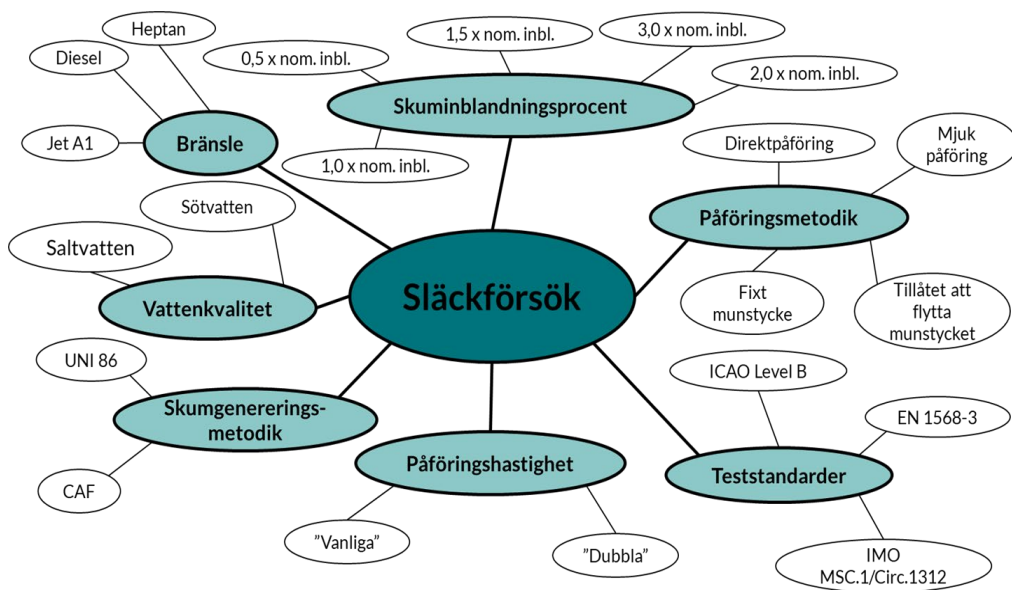


FRAMTID

Brandsläckningsmedel



2020-2021: > 100 släckförsök med PFAS-fria släckmedel



2022: Testbed PFAS möjliggör upphandling av ny släckvätska

- Flygvapnet går över till en släckvätska som inte innehåller PFAS
- FMV upphandlar den nya PFAS-fria släckvätskan
- Data och slutsatser från Testbed PFAS utgör underlag för upphandlingen

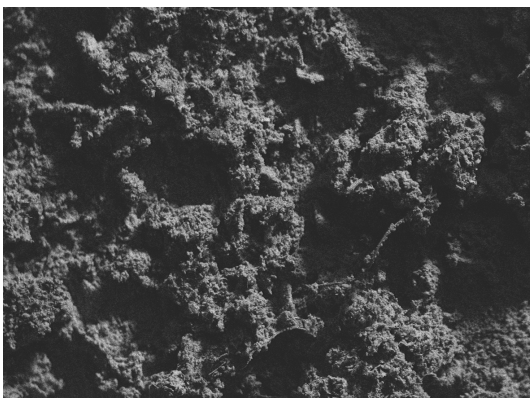
2023: Rengöring av utrustning

- Inventering och utvärdering av rengöringsmetoder för PFAS från material och utrustning
- Tester i labbskala
 - Kommersiell produkt jämfördes med vatten
 - Batchtester med olika rengöringsvätskor





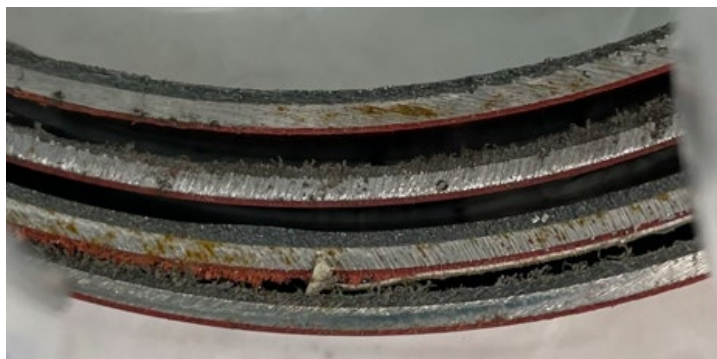
Bitar av rör från
fast installation



100 µm EHT = 15.00 kV WD = 9.0 mm Signal A = SE2 Mag = 100 X



Läs mer om Testbed PFAS:
Testbed PFAS
Länk till slutrapport:
Testbed PFAS - slutrapport | RISE



Handbrandsläckare



Brandslang



Svarta fläckar rika på Fluor

100 µm EHT = 15.00 kV WD = 9.0 mm Signal A = SE2 Mag = 100 X

Stålrör från koncentrattank

Andra relevanta projekt & länkar:

Mistra TerraClean (fallstudie med PFAS hos SAAB Linköping)

[Mistra TerraClean – Mistra](#)

PFAS-handboken (skrivs av RISE och Norconsult på uppdrag av Svenskt vatten – klar 2025)

POPFREE

[POPFREE](#)

Tove Mallin
tove.mallin@ri.se

