

PFA Srening i praktiken

Astrid Helmfrid, astrid.helmfrid@sweco.se

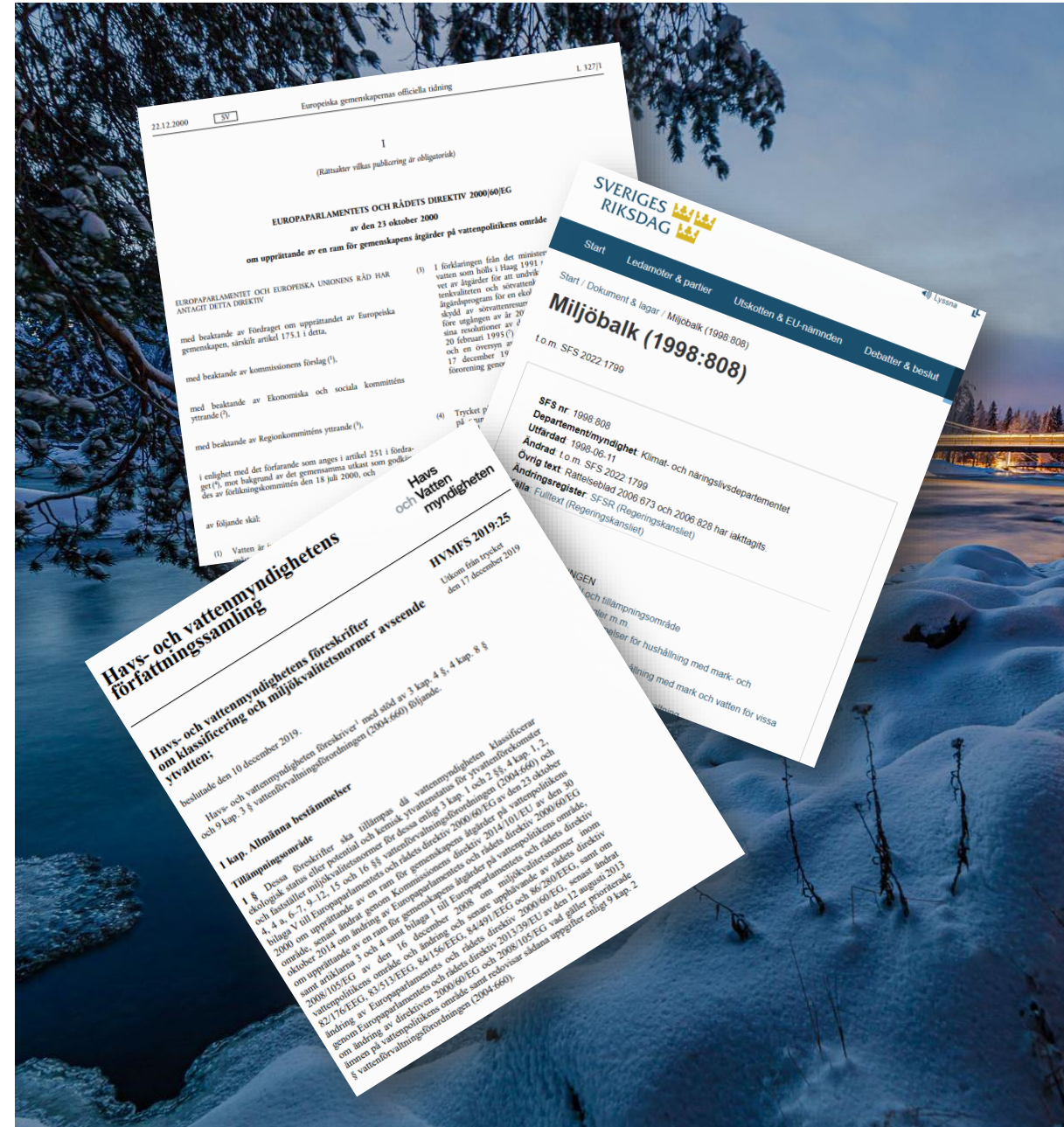
Agenda

- 1 Lagkrav och tillstånd 3
- 2 Påverkan och försöksupplägg 5
3. Reningstekniker: Vilka begränsningar finns och vad kan vi rena? 7

Krav och tillstånd

I tillståndsansökningsprocesser prövas verksamhetens tillåtlighet och utsläppskrav tas fram, ofta lyfts frågan om PFAS i vattnet.

- Utsläpp till **recipient** eller **ARV**
 - REVAQ-certifiering: Tolerabel nivå måste utredas.
 - Recipientbedömning: Miljökvalitetsnormer (HVMFS 2019:25) för PFOS och summa av PFAS11 får inte äventyras.
0,65 ng PFOS/l inlandsytvatten (årsmedelvärde), 36 µg PFOS/l (max)
0,13 ng PFOS/l andra ytvatten (årsmedelvärde), 7,2 µg PFOS/l (max)
90 ng PFAS11/l (max) i punkt som är representativ för råvattenintag
- Kommande lagstiftning: Nytt förslag i vattendirektivet innefattar PFAS24 (årsmedel), 4,4 ng/l summerat för 24 stycken PFAS-ämnen (omräknade till PFOA-ekvivalenter).



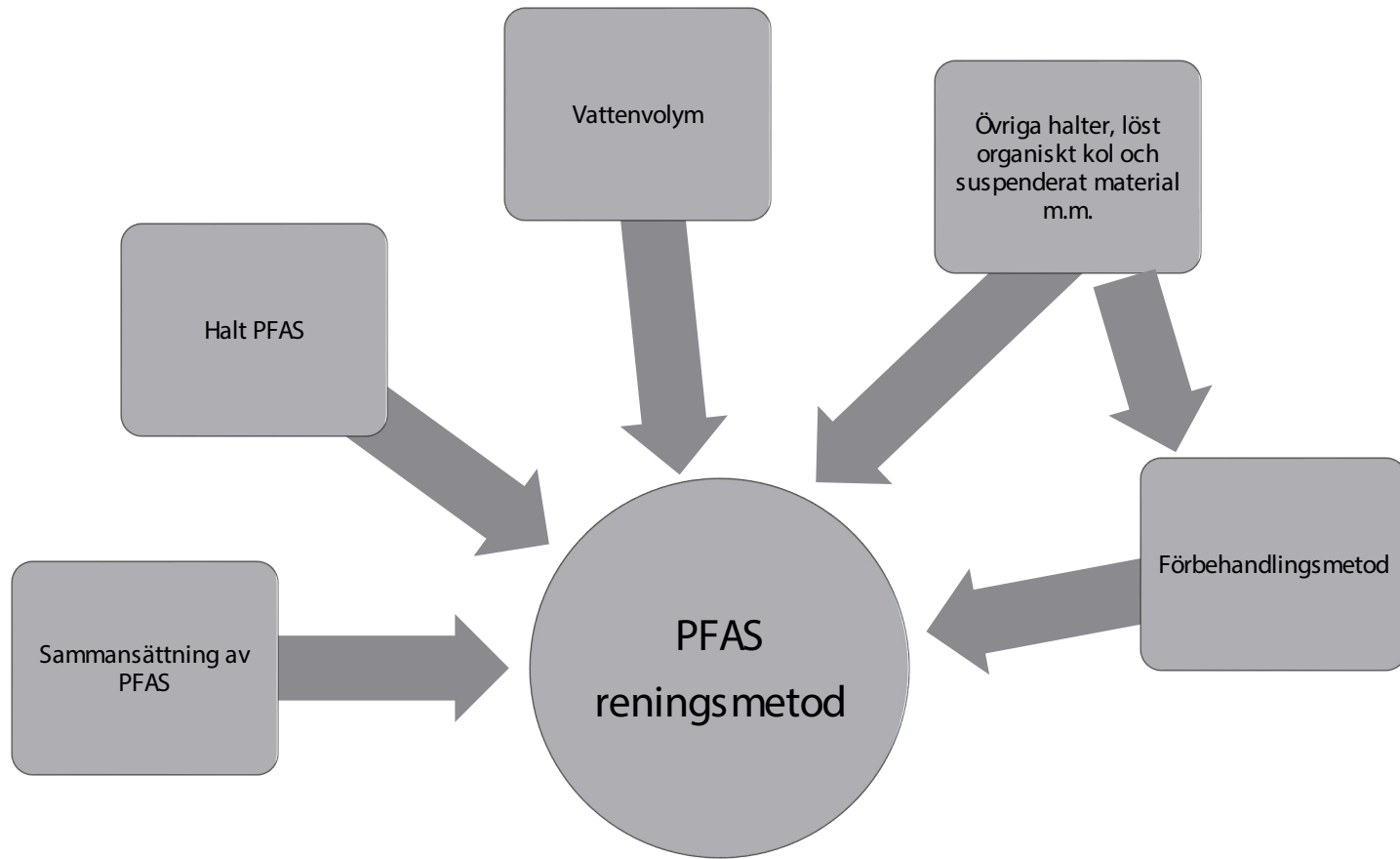
Krav och tillstånd

Men frågan om PFAS uppstår även utanför tillståndsprocesserna.

- **Industriutsläppsförordningen**
 - BAT-WT: Mätkrav för PFOS och PFOA. Utsläppsvärden i BAT-slutsatser är lika juridiskt bindande som villkor i tillståndet och gäller parallellt och uppdateras löpande.



Faktorer som påverkar rening



Provplan och utförande

- Inför tillämpning av teknik måste en karakterisering av vattnet ske.
- Förstudie om reningstekniken och förväntat mål tas fram.
- God kommunikation vid samarbete med leverantörer, utvecklingsprojekt och entreprenörer. Utveckling vinner alla på!
 - Många tekniker presterar bra i labbskala, tester är viktiga att utföra för att avgöra driftinställningar och underlag, men speglar inte verkligheten.
 - Fullskaleförsök kommer påverkas av flera faktorer.

Reningstekniker

Konventionella/traditionella reningstekniker på avfallsanläggningar som **sedimentering biologisk behandling i luftade dammar** och klassisk **kemisk fällning** är inte effektiva metoder för att avskilja PFAS, men kan vara viktiga vid förbehandling.

Metoder under utveckling för PFAS-avskiljning i mer komplicerade vatten:

- Adsorptionstekniker (aktivt kol och jonbytare)
- Skumfraktionering
- Filtrering med membrantekniker (NF/RO)
- Destruktions- och oxidationstekniker (SCWO/UV)
- Fytoremedieringstekniker
- Kombinationer av olika avancerade reningstekniker

OBS! Följande beskrivningar av tekniker gäller enbart generella scenarion utifrån dagens förutsättningar och kunskapsläge vid rening av lakvatten från avfallsverksamheter. Exempelen representerar inte varje enskilt fall med försök eller reningsteknik.

Reningstekniker

Adsorption med aktivt kol (GAK):

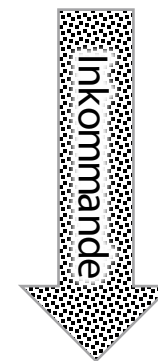
- Aktivt kol har länge använts vid rening av organiska ämnen och är en vanlig teknik som appliceras på "rena vatten".
- Känslig för mättnings- och igensättning.
- Passar för DOC-halt på <30 mg/l, är halten >70 mg/l är GAC ofta svårillämpad.
- Renar främst PFAS med fler än 6 kol, men kan även ha relativt god avskiljning av PFAS med sulfongrupper.
- Initial avskiljningsgrad för PFOS på 70-100 % men mättas snabbt av andra ämnen.
- Material- och destruktionskostnad.
- Analysera minst **PFAS1, suspenderade ämnen och DOC** kontinuerligt. Jämför mot antalet bäddvolymer.



Reningstekniker

Adsorption med jonbytare:

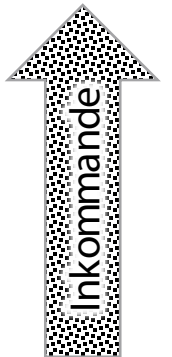
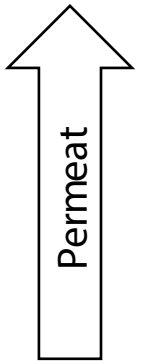
- Jonbytare selektiva för PFAS-ämnen.
- Känslig för igensättning och kan vara svår att backspola pga lätt för flykt av massa.
- Avskiljningsgraden för PFOS >80-100% med längre livslängd än aktivt kol.
- Avskiljer främst PFAS med fler än 6 kol men kan ha god avskiljningsgrad för kortare kedjor som ex. PFBS (4C)
- Material- och destruktionskostnad.
- Analysera minst **PFAS11** och **suspenderande ämnen** kontinuerligt. Jämför mot antalet bäddvolymer.



Reningstekniker

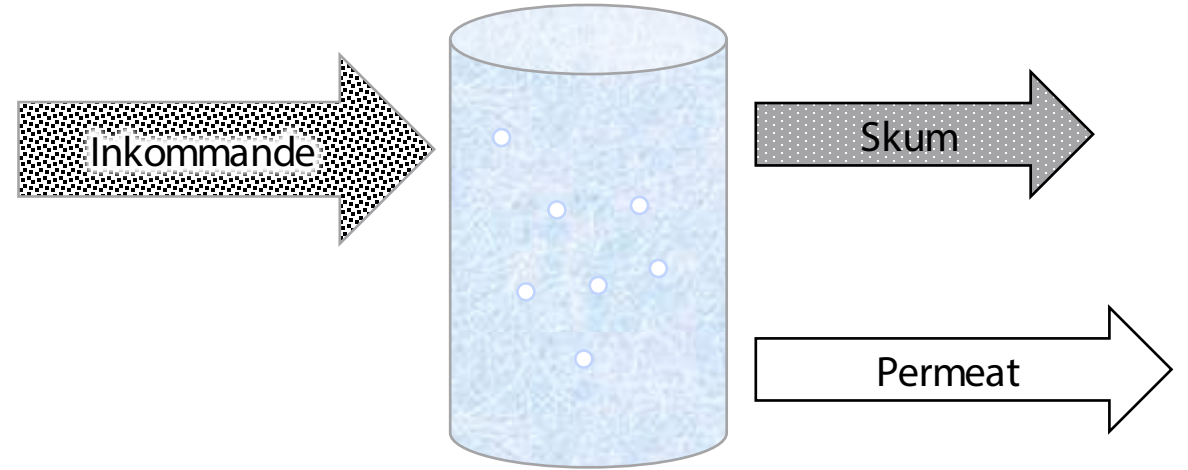
Adsorption med suspenderad jonbytare och PAK/GAC:

- Inte lika vanliga tekniker men lovande för vatten med höga halter suspenderade ämnen.
- Koncentrationsgradient i kolonner försvinner, kräver flera steg i serie.
- Adsorption med modifierad och regenererad GAC/PAC/Absorbent:
- Aktivt kol och absorbenter kan modifieras med funktionella grupper som antingen ökar adsorptionskapaciteten eller ökar möjligheten till regenerering av massan. Ex. kan magnetiserat aktivt kol (MAC) nå reningsgrader på >90% för PFAS med fler än 4 kol.
- Reningsanläggningar kan utformas för regenerering av absorbenter.



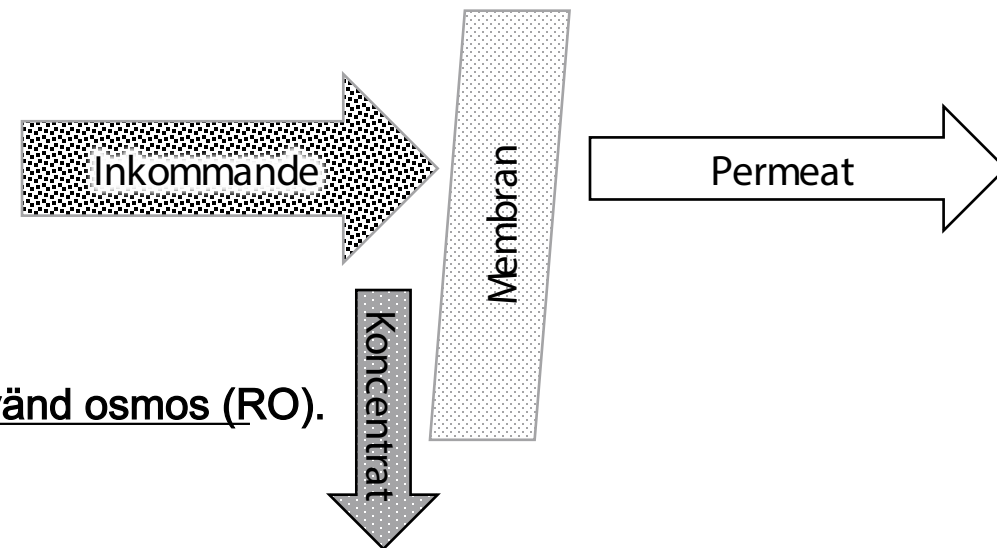
Reningstekniker

Skumfraktionering:



- Avskiljer effektivt PFAS med 6 kol eller fler upp till ca >85%.
- SAFF-teknik strävar att koncentrera skummet ytterligare.
- Investering- och destruktionskostnader.
- Analysera minst **PFAS11** vid start och slut. Eftersom få ämnen i inkommande vatten påverkar processen kan det främst vara intressant att följa om det sker någon form av oxidation av PFAS11.
- Tillsatser kan öka skumbildning eller möjlig ökning av ytkapacitet på bubblorna.

Reningstekniker



Filtrering med membrantechniker: Nano och ultrafiltrering (NF/UF) samt omvänd osmos (RO).

- Inte lika vanlig teknik på mindre avfallsanläggningar
- UF har begränsad avskiljningsgrad pga. att porstorleken är genomsläpplig för flertalet PFAS-ämnen.
- RO/NF avskiljer både korta och långa PFAS-kedjor.
 - PFOS och PFOA har en molekylvikt på >400 Da.
 - RO avskiljer >100 – 300 Da ($=\text{g/mol}$) vilket teoretiskt kan ge en reduktionsgrad på $>99\%$ för PFOS.
 - NF avskiljer >200 – 400 Da.
- Känsliga för scaling och fouling.
- Koncentrat/rejektvolym
- Energi- och destruktionskostnad.
- Analysera minst **PFAS1,1DOCsuspenderade ämnen** och **mangan** och **järn** initial. Om fällningskemikalier används vid förbehandling bör dessa också analyseras.

Reningstekniker

Destruktionsmetoder (SCWO/UV):

- Supercritical water oxidation – hög temperatur och högt tryck.
- Effektiva men ofta kostsamma och kräver små och koncentrerade volymer.
- Oxidering med bl.a. UVs effektivitet beror på övrigt innehåll i vattnet. Oxidationstekniker för lakvattenbehandling är även de under stor utveckling.

Fytoremediering

- Växtupptag av oönskade föroreningar.
- Utredds i kombination med andra tekniker.

Utvärdering av försök

- Kostnader, tillgänglighet och bästa teknik utvärderas och vägs mot miljönytta.
- Idag sker det fortfarande stor utveckling och det skapar svårigheter, men också möjligheter, vid valet av teknik.
- Kostnader utgörs inte enbart av investering och byggnationskostnader utan även materialförbrukning, energiåtgång, drift och personalbehov och destruktionskostnader. Något som ofta förbises vid utvärderingsperioden.

Tack för mig!