



LUND UNIVERSITY

Testsanering av tank innehållande PFAS- haltig skumvätska

Wester, Erika; Mussabek, Dauren

2022

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):
Wester, E., & Mussabek, D. (2022). *Testsanering av tank innehållande PFAS- haltig skumvätska*. Storstockholms brandförsvär.

Total number of authors:
2

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00



Storstockholms
brandförsvär

Testsanering av tank innehållande PFAS- haltig skumvätska

Vi skapar trygghet!

Erika Wester
Miljöstrateg, Storstockholms brandförsvär

Dauren Mussabek
Forskare, Avdelningen för teknisk vattenresurslära LTH, Lunds
Universitet

2022-11-02
Dnr:115-1201/2022

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
1 Testsanering tank	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Mål och syfte	7
2 Genomförande	8
2.1 Avgränsning	8
2.2 Förberedelser	8
2.3 Reningsprocessen	8
2.4 Provtagningsprocessen	10
2.5 Avvikelse	11
3 Resultat	12
4 Slutsats	14
5 Rekommendationer	14
6 Övriga frågeställningar	15
6.1 Vad är en tillräcklig sanering innan påfyllnad av fluorfri skumvätska?.....	15
6.2 Hur mycket PFAS finns i vattnet vi sanerar med?	15
6.3 Hur mycket PFAS innehåller provtagningsstanken initialt?	15
6.4 Vad är tillräcklig skyddsutrustning?.....	16
6.5 Kan avfallet minskas?	16

Sammanfattning

Många av Sveriges räddningstjänster står inför att destruera sin PFAS-haltiga skumvätska under höst och vinter 2022. Innan eventuell påfyllnad av ny skumvätska görs i befintliga skumtankar så behöver man säkerställa att tanken är tillräckligt ren från PFAS.

Storstockholms brandförsvär (SSBF) har tillsammans med Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) samt Lunds Universitet via MSB gjort en testsanering för att undersöka om det med rimliga resurser är möjligt att sanera en tank som innehållit PFAS-haltig skumvätska, för att göra det möjligt att fylla på med PFAS-fri skumvätska utan att PFAS-ämnen finns kvar i tanken. En specifik metod valdes ut för att testsanera/rengöra en tank.

Resultatet visar att trots att saneringen minskar PFAS-ämnen i tanken avsevärt när vi tittar på 11 stycken PFAS-ämnen (PFAS 11) så finns i detta fall ändå en stor mängd PFAS-ämnen representerade. Det finns tusentals olika PFAS-ämnen och alla är skadliga för miljön, vilket innebär att även om PFAS 11 sanerats till acceptabla nivåer är det fortfarande oklart om tanken kan anses tillräckligt ren för att fylla på med PFAS-fri skumvätska.

Således kan inte detta test ensamt utgöra underlag för beslut om saneringsmetoder för svensk kommunal räddningstjänst.

1 Testsanering tank

1.1 Bakgrund

Perfluorerade alkylsubstanser (PFAS) är en stor grupp ämnen som har tillverkats av människan och återfinns inte naturligt i miljön. PFAS-ämnen har använts sedan 50-talet till olika produkter där man efterfrågar en smuts- och vattenavstötande yta, exempelvis i fritidstextil som tält och kläder men även i smink, arbetskläder, matlagingsattiraljer, rengöringsmedel, papper och skidvalla. PFAS har också använts i släckskum avsett för att släcka vätskebränder tex olje- och drivmedelsbränder.

PFAS-ämnen har en negativ inverkan på miljön och människors hälsa. Då PFAS-ämnen i stor utsträckning är spritt över världen är det angeläget att förhindra fortsatt spridning av PFAS-ämnen till miljön.

Det finns ett antal stora nackdelar med ämnet. De är svårnedbrytbara och trots sin vattenlösliga förmåga så ackumuleras de gärna i levande organismer som djur och människor. Höga halter av PFAS-ämnen kan orsaka leverskador, cancer och nedsatt reproduktionsförmåga. PFAS är vida spritt i miljön och återfinns på oväntade och olämpliga ställen i naturen. Ämnena har hittats i fåglar, sälar och isbjörnar men också i vanligt kommunalt dricksvatten.

I Stockholmsområdet innehåller dricksvattnet idag mindre än 10 ng/L PFAS från dricksvattenleverantören. Regelverket föreslås att förändras efter årsskiftet 2022/2023 och lägre gränsvärden för PFAS 4 kommer att införas¹.

Skumvätska med avsedd funktion att vara filmbildande innehåller ofta fluortensider. Hos Storstockholms brandförsvär (SSBF) finns skumtankar som innehåller B-skumvätska med tillsatt PFAS i varje släckbil samt förstärkningsresurser med ytterligare skumförmåga. Under senaste åren hanteras räddningsinsatser med PFAS-haltigt skum som metodval med stor försiktighet och kännedomen om miljöriskerna är stor i förbundet.

Historiskt har brandskum innehållandes PFAS både övats och släckts med inom Storstockholms brandförsvär samt innan SSBF blev ett förbund. Sedan ett par år tillbaka förekommer det i huvudsak endast i två avseenden; under ett fåtal väldigt unika insatser samt vid impregnering av larmställ. Användningen vid räddningsinsatser har minskat avsevärt under senaste åren och numer är användningen av PFAS-haltigt släckskum en absolut sällanhändelse.

SSBF:s ambition att byta ut den PFAS-haltiga skumvätska som finns i förbundet och ersätta den med fluorfri vätska som kan klara släckning av brandfarlig vätska. SSBF har tillsammans med MSB under 2022 genomfört ett projekt med syfte att kunna sanera

¹ [Remiss - Förslag till nya föreskrifter om dricksvatten Dnr 2022/01733 \(livsmedelsverket.se\)](#)

tankar med tidigare innehåll av PFAS-haltig skumvätska. Detta så att ny fluorfri skumvätska som eventuellt tillförs tanken inte kontamineras och i sin tur förorenas.

Kunskapen om hur man sanerar en tank är låg då man inte vet hur mycket PFAS som finns kvar i tanken efter att man tömt och spolat ur den gamla skumvätskan. Endast två för SSBF kända saneringar har gjorts där saneringsvatten från tanken testades efteråt; Swedavia (PFOS analyserat) och Eskilstuna Airport (PFAS 11 analyserat).

SSBF har för testsaneringen anlitat Recond Concept, ett företag med tidigare erfarenhet från att ha renat en tank på en släckbil från PFAS med potentiellt gott resultat (testad för PFAS 11 analys i Eskilstuna).

1.2 Mål och syfte

Målet med projektet är att hitta ett saneringsalternativ för att möjliggöra utfasning av den fluorhaltiga skumvätskan som finns inom SSBF.

Syftet är att få kunskaper om hur effektiv en sanering av en tank innehållandes PFAS-skumvätska är och till vilken kostnad en sanering kan ske.

Testet är ett bidrag till den stora kunskapsökning nationellt som behöver ske för att möjliggöra utfasning av PFAS kopplat till bland annat brandskum.

Förhoppningen är att uppmätta PFAS-halter inte ska överstiga nivån för dricksvatten.

2 Genomförande

Tekniken som används består i ett antal cirkulationer med vatten samt med kemikalier och filtrering genom massafilter. I sköljvattnet mäts PFAS 32 och PFAS 11 samt PFAS 32 TOPA. I testsaneringen används det vanliga kranvattnet som kommer från dricksvattenproducent. Det vatten innehåller en del PFAS vilket innebär att resultatet aldrig kommer att understiga det värdet.

Entreprenören som anlåtats har tidigare genomfört tester i laboratorium samt en sanering av en tank innehållande PFAS-haltig skumvätska åt Eskilstuna Airport.

Testet hos Storstockholms brandförsvär gjordes på en släckbil med ett compressed air foam-system, så kallat Caf-system (CAFS). Till systemet finns två tankar om 100 liter vardera för koncentrerad skumvätska, där det i den ena det fanns cirka 40 liter koncentrerat PFAS-haltigt skum av märket One Seven B -AR.

Testet utfördes på Lidingö brandstation där ett bra utrymme fanns för ändamålet.

2.1 Avgränsning

För att avgränsa testsaneringen sattes en maxgräns på 2 500 liter destruktionsvätska. Destruktionsvätskan är det vatten som cirkulerat i de olika reningsstegen både med och utan kemikalier samt det vatten som kommer från massafiltret.

2.2 Förberedelser

Några dagar innan tömdes den ena tanken för B-skumvätska på sitt innehåll i ett fat om 200 liter och fick stå och droppa av innan saneringsarbetet.

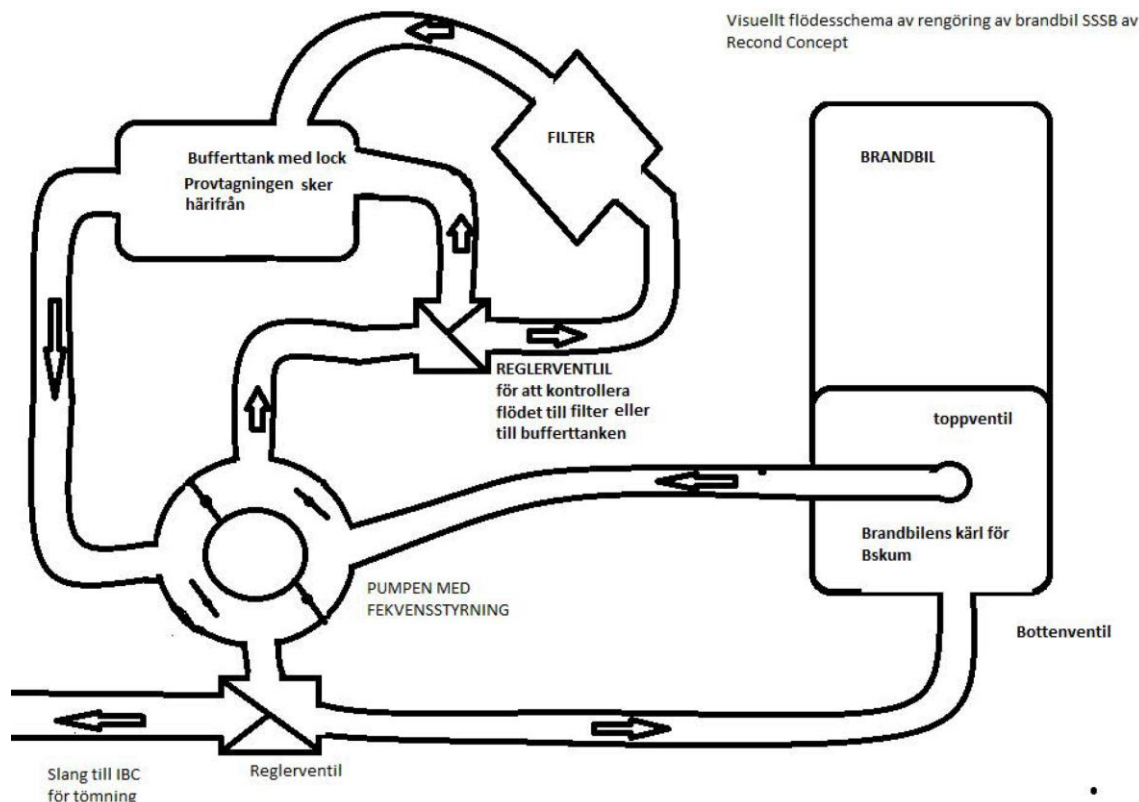
I arbetsutrymmet fanns en del brunnar som förseglades med plast och tejp för att förhindra spridning om läckage skulle ske. Absorbenter lades ut av Recond Concept runt släckbilen och de IBC-tankar där reningsvätskan skulle samlas.

2.3 Reningsprocessen

Nedan beskrivning på reningsprocess ska inte ses som en instruktion till att rena PFAS, utan som en generell översikt över hur processen gick till i just denna testsanering.

Reningsprocessen bestod i ett antal cirkulationsomgångar och sköljningar. Vanligt dricksvatten om 300 – 400 liter/timme pumpades runt med ett system kopplat till släckbilens tank i olika tidsintervall. Kemikalier tillsattes för att lösa PFAS-ämnena från tankens väggar. I slutskedet av reningen så trycktes vattnet genom ett filter med en jonbrytande massa. För ett visuellt flödesschema, se Figur 1.

Totalt 2 000 liter saneringsvätska skickades för destruktions (se Tabell 1).



Figur 1 Visuellt flödesschema av rengöring av släckbil.

Tabell 1 Schema över reningsprocessen (2022-04-20 till 2022-04-22).

Skede	Aktivitet	Tid	Volym (liter)	Saneringsvatten för destruktions (liter)
1	Tömning och därefter cirkulation men vatten	2 h	300	300
2	Tömning och cirkulation med vatten + 50 liter kemikalier	45 min	250 + 50	+300
Tömning med vatten + 50 liter kemikalier och stående över natten				
3	Cirkulation med samma vatten och kemikalier	2 h	250 + 50	+300
4	Tömning och cirkulering/sköljning 50°C	1 h	300	+300
5	Tömning och cirkulering/sköljning	1 h	250	+250
6	Tömning och cirkulering/sköljning	1 h 30 min	250	+250
7	Tömning och cirkulering	15 min	300	
8	Cirkulering genom filter (samma vatten)	18 h		+300

Totalt blev det 2000 liter saneringsvatten som skickades till destruktions.

2.4 Provtagningsprocessen

I projektet bestämdes att prover skulle tas innan varje tömning för att se hur och om PFAS-ämnen reducerades. Proverna analyserades i 250 ml provtagningsflaskor hos ALS Global och de provtagningsflaskor som användes var ALS egna 250 ml, avsedda för provtagning av PFAS-haltigt vatten.

Totalt togs 10 stycken prover men endast prov nummer 1, 3, 6 och 10 analyserades för PFAS-ämnen, resultatet visar summan av (Σ)PFAS 32 vilket också visar Σ PFAS 11.

Prov nummer 1, 3, 6 och 10 analyserades för (Σ)PFAS 32; prov nummer 1, 3 och 10 analyserades också för TOP (Total Oxidisable Precursor) assay (metod W-PFCLMSO₄ av ALS), ett sätt att få fram de ämnen som en vanlig mätmetod inte hittar. I Tabell 2 nedan visas resultatet av Σ PFAS 32 och Σ PFAS 32 TOPA vid de provtagningsstester där de analyserats.

TOP assay implementerades alltså på grund av det begränsade kvalitativa intervallet för den konventionella PFAS-analysen (endast 32 föreningar). Σ PFAS 32 är tekniskt blind för kvantifiering av någon annan isomer eller/och prekursor som finns i provet. Prov nummer 10 analyserades också för PFAS 32 med låg detektionsgrad (metod W-PFCLMSO₃ av ALS).

Tabell 2 Provtagningsschema med resultat (2022-04-20 till 2022-04-22)

Provtagning	Aktivitet	Tid	Resultat, ng/L Σ PFAS 32	Resultat, ng/L Σ PFAS 32 TOPA
1	Tömning och cirkulation	efter 2 h	23 000	4 700 000
2	Tömning och cirkulation med +50 liter kemikalier	efter 45 min		
n/a	Tömning och cirkulation med +50 liter kemikalier och stående över natten			
3 (nästa dag)	Cirkulation med samma vatten + kemikalier	efter 2 h	6 000	1 300 000
4	Tömning och cirkulering/sköljning 50°	efter 1 h		
5	Tömning och cirkulering/sköljning	efter 1 h		
6	Tömning och cirkulering/sköljning	efter 1h 30 min	60	
7	Tömning och cirkulering/sköljning	efter 15 min		

8	Cirkulation genom filter (samma vatten)	efter 3 h		
9 (nästa dag)	Cirkulation genom filter (samma vatten)	efter 12 h 30 min		
10	Cirkulation genom filter (samma vatten)	efter 18 h	6 (låg detektionsgrad)	4 300

2.5 Avvikelse

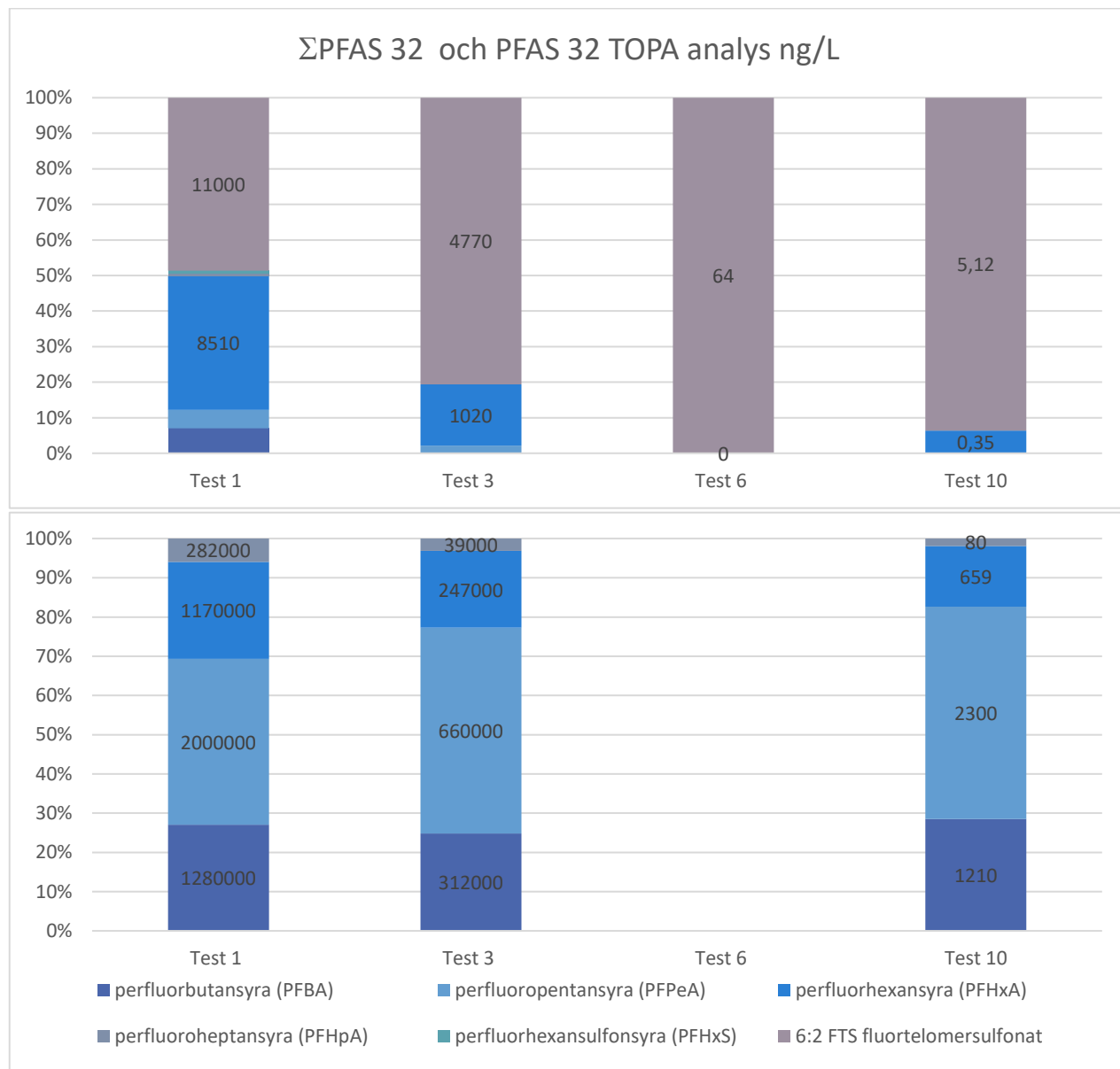
Under testet hanterades ett utsläpp i den första cirkulationen om cirka 1-3 liter vatten som förmodligen är kontaminerat. Även spill av skumrester i anslutningspunkten vid bottenventilen förekom, cirka 150 ml av skum koncentrat, samt ett spill under processen då en slang klipptes av mellan skumtanken och mixern där en okänd kontaminerad mängd förekom. Utsläppen togs om hand med absorptionsmedlet Absol som fanns på släckbilen och samlades upp. Materialet skickades tillsammans med annat kontaminerat material till regelmässig destruktion.

3 Resultat

Resultaten av saneringstesterna är inte övertygande. Med tanke på att tidigare kända saneringar utfördes med analys av Σ PFAS 11, kan minskningen av mängden Σ PFAS 11 dock indikera att metoden är framgångsrik. Samma bedömning skulle kunna tillämpas för försöken på SSBF:s skumtank. Σ PFAS 32 (och därmed Σ PFAS 11 i detta fall) visade under 6 ng/L i slutskedet av rengöringen. Dessa nivåer kan motsvara bakgrunds nivåerna av PFAS i dricksvatten (mindre än 5,5 ng/L, av Σ PFAS11, uppmätt vintern 2021, av ALS).

Den bedömning som gjorts av PFAS 11- och PFAS 32-analyserna ger dock en ofullständig bild av föroreningen. Detta eftersom det inte är möjligt att mäta alla PFAS-ämnen vilket kan innebära att kvarvarande PFAS-föroreningar släpps ut till miljön. Därför inkluderade vi TOP assay-analyser som försiktighetsåtgärd i vår bedömning (se figur 1 nedan).

Figur 1: Jämförelse resultat och fördelning av 6 relevanta PFAS-ämnen. I den övre tabellen har prov nummer 1, 3, 6 och 10 analyserats för Σ PFAS 32 och i den nedre har prov nummer 1, 3 och 10 analyserats för Σ PFAS 32 TOPA. Test 6 uteblev i TOPA.



Det finns en stor risk att man vid en sanering endast tittar på PFAS 11 och fyller på med fluorfri vätska i tronen om att det är rent. Om ingen TOP assay-analys utförs kan man alltså inte veta om det finns kvarvarande PFAS-ämnen i tanken.

Resultatet på vad analysen för TOP-assay gav så fanns fortfarande drygt 4 000 ng/L av PFBA, PFPeA, PFHxA och PFHpA kvar, som kommer släppas ut i miljön vid användning av tanken.

I fallet med detta saneringstest visar det tydligt på kvarvarande problematiska ämnen trots att PFAS 11 minskat avsevärt.

4 Slutsats

Resultatet visar att trots att saneringen minskar PFAS 11 avsevärt så finns i just detta fall ändå en stor mängd ämnen kvar som i sin tur kan lägga till PFAS. Även om PFAS 11 sanerats till acceptabla nivåer är det fortfarande oklart om tanken kan anses tillräckligt ren.

Man kan därför inte utesluta kvarvarande ämnen som kan bilda PFAS om man inte gör en TOP assay-analys. Slutsatsen efter denna testsanering blir att man bör utveckla saneringsmetoden ytterligare innan tankarna fylls på med ny fluorfri skumvätska. Detta eftersom TOP assay-analysen visar på höga värden vilket innebär att om ny skumvätska fylls på så kommer vissa ämnen fortsätta att släppas ut.

Bristen på tydlig vägledning och rekommendation från myndigheter på ett riktvärde för kvarvarande PFAS i tanken gör att det blir svårt för både innovativa entreprenörer och brandförsvär att avgöra när rent är tillräckligt rent.

5 Rekommendationer

Eftersom detta var ett enda test med flera provresultat under saneringens gång så är det flera ingående faktorer som kan påverka resultatet. För att riktigt bedöma metoden behöver flera tester genomföras.

I testet är det viktigt att titta på risker för redan kontaminerad utrustning. Till exempel togs inget initialt prov ur provtagningstanken vilket gör att vi inte vet om det fanns en PFAS-förorening där från början. Vid ytterligare utveckling av metoden är det viktigt att försäkra sig om att utrustning och material som används inte kan påverka resultatet.

Med en utveckling av tekniken bör man titta på att minska antalet liter kontaminerat vatten till destruktion. Ett PFAS-haltigt avfall i form av saneringsvatten är en biprodukt som är oundviklig men också en utmaning att destruera. Ambitionen bör vara att sänka antalet liter som behöver gå till destruktion.

6 Övriga frågeställningar

6.1 Vad är en tillräcklig sanering innan påfyllnad av fluorfri skumvätska?

Det råder stor oklarhet kring vilka halter av kvarvarande PFAS som är godtagbara vid en sanering då ett nollvärde är orimligt, eftersom dricksvattnet som testerna genomfördes med innehåller en viss mängd PFAS, och ett nationellt gränsvärde/riktvärde saknas.

Det är också oklart vilken myndighet som skulle kunna besluta om ett riktvärde för kvarvarande PFAS i brandförsvarens utrustning och verktyg. Att det inte finns något värde att förhålla sig till gör att det kan bli väldigt svårt och dyrt för brandförsvaren att byta ut sin PFAS-haltiga skumvätska mot en ny fluorfri i befintlig utrustning.

Behållaren för B-skum innehåller en högkoncentrerad PFAS-lösning, vilket gör att tröskelvärdena för vissa nivåer i ng/L kan vara omöjliga att uppnå. En faktor är att PFAS kan absorberas på behållarens ytor och transportsystem. Detta kan skapa en långvarig urlakningsprocess som fortgår även efter rengöring.

En annan faktor är hur man mäter, den analytiska representationen. I det här testet har vi mätt Σ PFAS 32 (och därmed Σ PFAS 11), och TOPA. Vid en analys letar dessa tre efter ett "mål" i en lista över specifika ämnen; 11, 32 eller fler. Alla ämnen som inte anges i listan kommer alltså att missas. Fördelen med TOPA-analys är att en omvandling sker av de PFAS-ämnena som inte syns till att visa sig. Då kan vi detektera och mäta dessa.

6.2 Hur mycket PFAS finns i vattnet vi sanerar med?

Under vintern 2021 mättes det dricksvatten som kommer ur kranen på Lidingö brandstation. Analysen begränsades till PFAS 11 som var relevant utifrån riktvärdet 90 ng/L som finns fastställt i Sverige för dricksvatten från kommunalt dricksvatten. PFAS 11 mättes till 6 ng/L. Alltså, samma värde som visades i sista provet i vattnet från tanken på den sanerade bilen. I saneringen togs även TOPA på några av proverna och den visade på att den faktiska PFAS-koncentrationen var mycket högre än vid PFAS 11. Eftersom ingen TOPA gjordes på dricksvattnet så vet vi inte hur det egentliga bakgrundsvärdet ser ut.

Strax efter årsskiftet 2022/2023 kan riktvärdet 90 ng/L för PFAS 11 att ändras. Det nya värdet föreslås som PFAS 4 till 4 ng/L²

6.3 Hur mycket PFAS innehåller provtagningstanken initialt?

Då tanken hos DESCALÉ™ Entrepreneur användes för att ta proverna från hade det varit intressant att ta ett prov initialt därifrån. Detta för att se om det redan fanns PFAS i den tanken från tidigare saneringar. Det kan vara av vikt att utvärdera graden av

² [Remiss - Förslag till nya föreskrifter om dricksvatten Dnr 2022/01733 \(livsmedelsverket.se\)](https://www.livsmedelsverket.se/Remiss-Forslag-till-nya-foreskrifter-om-dricksvatten-Dnr-2022/01733)

bakgrundskontamination i reningssystemet. En korskontamination kan inte bara påverka de uppmätta värdena utan också bidra till antalet detekterade PFAS då rester av PFAS kan följa med från en sanering till en annan.

6.4 Vad är tillräcklig skyddsutrustning?

Innan saneringen skyddade vi lokalen mot läckage i fastigheten med absorptionskuddar samt täckta avloppsbrunnar.

Även människor behöver skyddas. Vid en sanering eller hantering såsom vid påfyllning eller urtagning ska skyddsutrustning användas. I enlighet med säkerhetsdatabladet ska handskar och skyddsglasögon användas samt ytterligare skydd för hudkontakt om det finns behov.

Vid urtappning användes handskar och glasögon. Det finns all anledning att se över säkerhetsrutiner för hur man säkert hanterar PFAS-haltig skumvätska. PFAS är en risk, också ur arbetsmiljösynpunkt och det är viktigt att vara försiktig. Framför allt nu när MSB öppnat upp för Sveriges räddningstjänster att lämna över skumvätska med PFAS i så kommer hanteringen kanske att öka.

6.5 Kan avfallet minskas?

Under rengöringstestet verkade effektiviteten hos tekniken påverkas av antalet rengöringscykler. Rengöringssystemet måste fyllas på med "nytt" vatten för varje rengörings-/sköljcykel. Beroende på saneringsmålet kan rengöringsmetoden producera en betydande mängd förorenat vatten.

Även om vi hade en gräns på 2 500 liter (som blev 2 000 liter) för vatten till destruktion så uppnåddes inte den önskvärda minskningen av PFAS-nivåerna; ytterligare rengöring och en ökning av antalet rengöringscykler kan ha krävts. Vi fortsatte inte till 2500 liter på grund av tidsaspekter då testet dragit ut på tiden.

Det är viktigt att förstå att det förorenade vattnet från den här reningsprocessen är en oundviklig bieffekt. En överdriven produktion av vatten som behöver destrueras kan dock vara ohållbar och medföra vissa andra utmaningar relaterade till miljösäkerhet, logistik och inte minst ökade kostnader. I testet har leverantören producerat 2 000 l av vatten till destruktion, detta med Σ PFAS 32-nivåer mellan 4 300 och 4 700 000 ng/L (TOPA). Behandling av vatten med PFAS-föroreningen är en utmaning, både tekniskt och ekonomiskt.