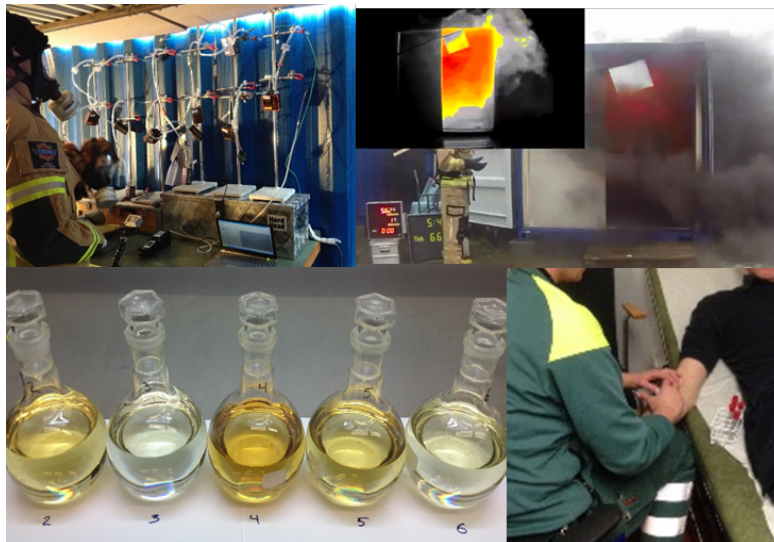


Studie av brandsläckningsmedel ur ett miljöperspektiv



Anna Kärrman, Örebro universitet
Nina Wennström, Ramböll Sverige AB

RAMBÖLL



På uppdrag av MSB och Kemikalieinspektionen har Örebro universitet under 2014-2015 utfört en studie där brandsläckningsmedel studeras ur ett miljöperspektiv. Syftet med studien var att bidra med kunskap om vilka kemiska ämnen miljön utsätts för vid användning av släckmedel på den svenska marknaden samt om olika släckmetoder orsakar olika mycket skadliga föroreningar under släckning. Denna broschyr sammanfattar resultaten av studien, satt i ett sammanhang utifrån dagens kunskap om föroreningsproblematiken vid släckningsarbeten.

Broschyren är en sammanfattning av tidigare publicerad rapport (Kärrman m.fl. 2016. Study of environmental and human health impacts of firefighting agents. Örebro University www.diva-portal.org) med tillägg av Nina Wennström på Ramböll Sverige AB

2016-09-28

MTM Forskningscentrum

Institutionen för naturvetenskap och teknik

Örebro universitet

Ramböll Sverige AB

Environment

Vädursgatan 6, Göteborg

Framsida: Anna Kärrman

Sammanfattning

Användning av släckmedel är på flera sätt unikt och saknar motsvarighet då släckmedel förutsättningslöst släpps ut i den miljö där insatsen behövs. Alla släckmedel kommer att ge en negativ miljöpåverkan. Ett urval av släckmedel på den svenska marknaden 2014 analyserades med avseende på dess kemiska innehåll och akuttoxicitet för vattenlevande organismer. Alla utvalda B-skum innehöll fluorerade tensider som tillhör klassen per- and polyfluoralkylsubstanser (PFAS). PFAS är extremt svåra att fullständigt bryta ned i naturen. Fluortensiderna i B-skum bioackumulerar sämre jämfört med den äldre generationen B-skum men anrikas istället i dricksvatten och vattenrika grödor. Livsmedelsverket har inkluderat dessa bland PFAS som inte bör förekomma i dricksvatten.

Alla testade släckprodukter visade tydliga effekter i de ekotoxikologiska testerna. Studien visar att klass A-skum inte behöver vara mindre akuttoxiska jämfört med klass B-skum. Fiskembryon var den känsligaste arten som testades och högst toxicitet erhöles för A-skum One Seven A. Tillsatsmedlet X-Fog gav lägst toxisk effekt. Den fungerar som näring åt de marina bakterierna vilket kan ge en övergödande effekt om upprepade utsläpp sker på samma plats. Den långsiktiga miljöeffekten av icke-organiska salter som återfinns i tillsatsmedlet är dock lägre jämfört med organiska tensider i A- och B-skum.

Tre släckmedel (vatten, X-Fog, One Seven A) och tre tekniker (strålrör, CAFS, skärsläckare) utvärderades i släcktester av rumsbränder i containers varvid emissioner i luft och på partiklar mättes. Skärsläckare med X-Fog genererade de lägsta koncentrationerna av biprodukter, minst volym vatten behövdes för släckningen, minst antal (inga) återtändningar inträffade och inget släckvatten kunde samlas från avsedda behållarna på containergolvet.

Det är viktigt att få till stånd en snabb och effektiv släckning med minimal mängd släckvatten för att minimera utsläpp av miljö- och hälsoskadliga ämnen via luft och till släckvatten. Utsläpp av släckvatten måste minimeras genom olika tekniska lösningar och genom att använda så liten mängd släckmedel som möjligt. Kemikalieinspektionen, Naturvårdsverket och MSB avråder från användning av fluorbaserade släckskum där skumvätskan/släckvattnet inte kan samlas upp och destrueras. MSB anser att släckvatten som innehåller alla sorters skum i största möjliga utsträckning ska samlas upp och skickas till destruktion. Kan detta inte genomföras rekommenderas användning av andra släckmetoder om det är möjligt.

Inledning

Brandsläckningsmedel innehåller kemikalier som kan ge oönskade skador i miljön. I flera svenska kommuner har höga halter av PFAS (per- och polyfluorerade alkylsubstanser) påträffats i grundvatten och dricksvatten. Detta har framförallt skett i anslutning till flygplatser, brandövningsplatser samt brandsläckningsplatser. I en del fall har halterna varit så höga att enskilda brunnar och till och med enskilda vattenverk behövs ta ur bruk. Det är inte bara PFAS som kan skada grundvatten och miljön. Vid brand bildas ofrånkomligt olika miljö- och hälsoskadliga ämnen i rök och på sotpartiklar. Vid släckning kan dessa ämnen tvättas ur aska och brandgaserna och hamna i släckvattnet, tillsammans med de ämnen som ingår i släckmedlet. Utsläpp av miljöskadliga ämnen från släckvatten kan ge stora konsekvenser på vattentäkter och på känsliga vattenmiljöer.

Släckmedel kan innehålla en mängd olika tillsatser och tillräcklig miljöpåverkansanalys saknas eller finns inte allmänt tillgänglig för de flesta släckmedel. Det har varit svårt för myndigheter och användare av släckmedel på den svenska marknaden att bilda sig en uppfattning om vilken miljöpåverkan användning av släckmedlen ger då det fullständiga innehållet inte har varit känt. Släckmedlens säkerhetsdatablad utgör inte någon fullständig innehållsdeklaration. Det finns ingen skyldighet att lämna information om innehållet av ämnen för vilka det endast finns misstankar om miljö- och hälsofarlighet (vilket är fallet med många PFAS). Enligt den europeiska kemikalielagstiftningen REACH ska ämnen registreras hos kemikaliemyndigheten ECHA vid olika tidsintervall. Ämnen som tillverkas eller importeras (till EU) i stora volymer och ämnen med de farligaste egenskaperna skulle registreras och testas först. Ämnen som tillverkas eller importeras i volymer på 1-100 ton per år ska registreras och testas sist, år 2018. Även om ett ämne är klassificerat så behöver det inte anges i säkerhetsdatabladet om halten är under 1 %. För ämnen med egenskaper som gör dem extra skadliga, CMR (cancerogena, mutagena och reprotoxiska), PBT (persistent, bioackumulerande, toxiska) samt vPvB (mycket persistent, mycket bioackumulerande) är halten som gäller istället 0,1 %. Det innebär att det på marknaden kan finnas ämnen i släckmedel som ännu inte har blivit testade och klassificerade eller att halten i släckmedlet understiger gränsen för att behöva redovisas i säkerhetsdatabladet. Förekomst av sådana ämnen i produkter är ofta konfidentiell då producenterna betraktar de ingående komponenterna som en affärshemlighet.

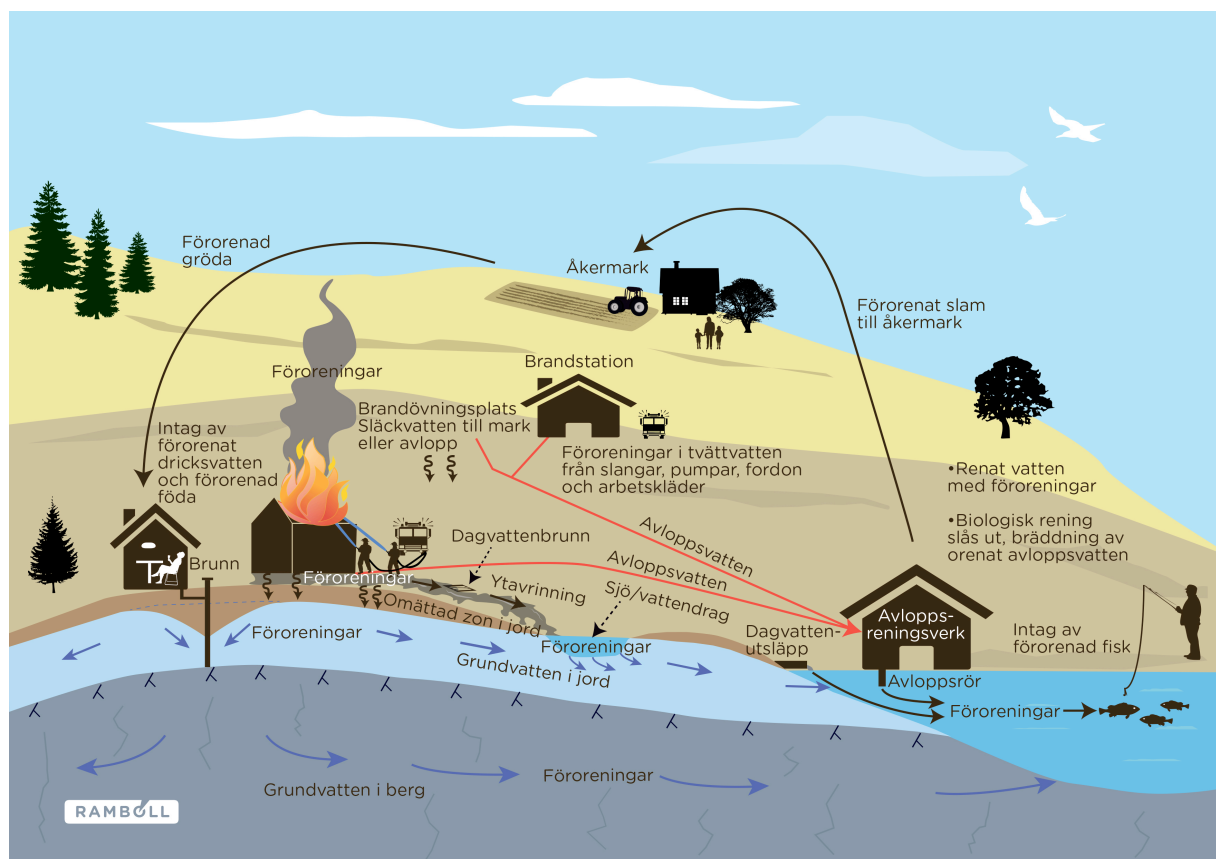
För att bringa mer klarhet i detta har Örebro Universitet genomfört en oberoende studie på uppdrag av MSB och Kemikalieinspektionen. Resultaten som presenteras här syftar till att öka kunskapen om utvalda släckvätskors innehåll och ekotoxikologiska effekter samt hur olika släckvätskor och tekniker påverkar bildandet av farliga biprodukter vid släckning av brand. En utförlig redovisning av metod och resultat finns presenterad i en teknisk rapport av Kärrman m.fl. (2016).

Miljöpåverkan i allmänhet vid släckningsarbeten

Vid en brand kan miljö- och hälsoskadliga ämnen spridas via luften och med släckvattnet till mark och vattenmiljö. Vilka ämnen som sprids i luft och med släckvattnet beror på en rad faktorer såsom innehåll i brandhärden, släckningens varaktighet, temperatur, släckmedlets förmåga att sänka temperaturen, släckmedlets innehåll etc. Olika släckmedel och tekniker släcker bränder på olika sätt (Särdqvist 2006). Några sänker temperaturen i rökgasen, medan andra sänker temperaturen i det brinnande materialet. Släckmedlets effektivitet i att sänka temperaturen är avgörande för att minska bildningen av farliga biprodukter. Beroende på sammansättningen finns det också risk att själva släckmedlet genererar farliga kemikalier vid kontakt med eld och heta ytor. En annan viktig parameter är hur släckmedlet påförs och fördelas i brandområdet. Generellt gäller att en intensiv och långvarig vattenbegjutning resulterar i lägre temperatur under längre tid och därmed en mer ofullständig förbränning (Lönnermark m.fl. 2007). Detta resulterar i att fler komplexa ämnen bildas såsom dioxiner.

Användning av släckmedel är på flera sätt unikt och saknar motsvarighet då släckmedel förutsättningslöst släpps ut i den miljö där insatsen behövs. Användningen av svårnedbrytbara, bioackumulerande och toxiska ämnen blir då problematisk.

Alla släckmedel oavsett sammansättning ger effekter i miljön. Även släckning med enbart vatten kommer att alstra ett förorenat släckvatten på grund av att föroreningar lakas ut ur brandhärden och till viss del från brandgaserna. Vattenlevande organismer är mycket känsliga och ett utsläpp i vattenmiljöer riskerar ge en mycket större miljöpåverkan jämfört med t.ex. utsläpp i luft. Föroreningar som kan hamna i släckvattnet kan exempelvis vara metaller, polyaromatiska kolväten (PAH:er), dioxiner, svårnedbrytbara ämnen och ämnen som ingår i släckmedlet eller bildas vid påförandet på brandhärden.



Figur 1. Översiktligt exempel på spridningsvägar för föroreningar i miljön i samband med Räddningstjänstens släckinsatser.

Effekterna på miljön kan vara både akuta och långsiktiga. Akuta effekter kan exempelvis vara negativ påverkan på grund av höga eller låga pH-värden, toxiska effekter och kvävning/syrebrist. Organiska ämnen förbrukar syre för att brytas ner, vilket kan medföra syrebrist i vattenmiljön.

Släckmedel med tensid innehåll verkar genom att sänka ytspänningen hos vatten. Tensiderna kan hjälpa till att lösa fettlösliga ämnen, t.ex. PAH:er och dioxiner i vatten och därigenom möjliggöra en större spridning av dessa ämnen i marken. Detta kan öka risken för kontaminering av grundvatten och brunnar. Släckmedel som består av oorganiska salter har inte samma påverkan på ytspänningen och förväntas därför inte transportera föroreningar till de underliggande marklagren och grundvattnet på samma sätt. Tensider kan också minska syreupptagningsförmågan i fiskars gälar och på så sätt orsaka fiskdöd.

Släckvattnet kan föra med sig sot och suspenderade partiklar med grumling i sjöar och vattendrag som följd. Grumling kan påverka vattenlevande

organismer genom beteenderubbningar och tilltäppning av andnings- och födoorgan vilket kan resultera i sämre överlevnad. Den försämrade sikten i vattenmiljön kan minska produktionen av växter och fytoplankton. Partiklar kan också täcka över och skada växtlighet och bottenlevande organismer.

Övergödande ämnen tillför näringsämnen, framförallt kväve och fosfor, till miljön vilket kan leda till igenväxning, algblooming och att arter som är anpassade till näringsfattiga förhållanden dör ut. En ökad biomassa leder också till ökad nedbrytning, som kan resultera i syrebrist i vattenmiljön.

Många miljöstörande ämnen såsom dioxiner, PAH:er, per- och polyfluoralkyl ämnen (PFAS) och metaller binder till partiklar och organiskt material (tex humus) och kan spridas till sjöar och vattendrag med släckvattnet genom partikelbunden spridning. Skum och ytspänningssänkande ämnen leder inte bara till en högre akuttoxisk effekt utan har också visat sig ge högre koncentrationer av PAH:er, flyktiga organiska kolväten (VOC:er) och långlivade dioxiner som bildas vid brand jämfört med släckning med enbart vatten (SP, 2005). Skumanvändning kan därmed bidra till att öka släckvattnets giftighet och långtidseffekt jämfört med släckning med enbart vatten.

Föroreningar som når grundvattnet eller ytvattentäcker riskerar att kontaminera dricksvattentäcker och kan medföra att vattnet inte längre är tjänligt som dricksvatten.

Sot (och föroreningar bundna till sotpartiklarna) kväveoxider, svaveldioxider mm kan spridas i luften och till slut falla ned till mark och vatten genom torrt eller vått nedfall. I luften reagerar kväveoxider och svaveldioxid med vatten och bildar syror som faller ned till mark och vatten som surt nedfall och kan på så sätt bidra till negativ miljöpåverkan genom försurning.

Långsiktiga effekter uppstår när det tar lång tid för organismer att bryta ner kemiska föreningar till dess beståndsdelar, s.k. fullständig nedbrytning. En släckprodukt kan vara biologiskt nedbrytbar till viss del, eller bara delvis nedbrytbar i kalla miljöer som t.ex. på vintern. En släckprodukt kan också innehålla svårnedbrytbara (persistenta) ämnen, t.ex. vissa PFAS.

Långtidseffekter som uppstår kan vara bioackumulering, biomagnifiering, påverkan på fortplantningsförmågan, mutagenicitet och cancerogenitet. Bioackumulation eller bioackumulering är anrikning och ackumulering av miljögifter hos en biologisk organism, där miljögifterna ansamlas i kroppen ju äldre organismen blir på grund av avsaknad av eller otillräcklig möjlighet till avgiftning och utsöndring av dessa ämnen. Ämnen som bioackumulerar är

exempelvis metaller såsom bly och så kallade POP:s, långlivad organiska föreningar. Exempel på POP:s är dioxiner, dibensofuraner och vissa PFAS. De ämnen som har bioackumulerat kan ge en rad negativa effekter i organismen såsom påverkan på nervsystemet, nedsatt fortplantningsförmåga etc.

Biomagnifiering innebär koncentrationsökning av ett ämne i en näringskedja. De som påverkas mest är organismer högst upp i näringskedjan, såsom rovdjur och människan. Miljögifter som PCB, DDT och perfluoroktansulfonsyra (PFOS) är ämnen som har en mycket hög förmåga att biomagnifiera.

De långsiktiga effekterna på en plats beror av en rad faktorer såsom hur lång tid det tar för föroreningarna att brytas ner i miljön, vilken exponeringen är under den processen, föroreningarnas farlighet samt arternas känslighet och möjligheter att förflytta sig. PFAS-ämnen är långlivade och genererar förr eller senare slutprodukter som i naturliga system aldrig bryts ner och försvinner.

Analys av släckmedel

För att bättre förstå vilka miljöeffekter släckmedel har analyserades ett urval på den svenska marknaden 2014 med avseende att studera dess kemiska innehåll. Brandskum avsedda för klass-A bränder, det vill säga brand i fibrösa material som t.ex. trä, tränger in i det brinnande materialet. Analys av ett urval av A-skum¹ visade att ett stort antal olika tensider används vilket komplicerar miljöbedömningen. Gemensamt för produkterna som ingick i studien är att de innehåller en eller flera kemiska föreningar som kan sänka ytspänningen. Inga PFAS-ämnen påträffades i A-skum. Exempel på tensider som identifierades i studien visas i tabell 1. Metoden tillåter inte en 100 % -ig identifiering utan ska ses som en indikation. En beskrivning av hur den kemiska analysen gick till återfinns i rapporten KEMI 2015.

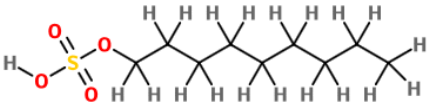
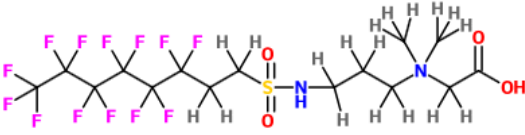
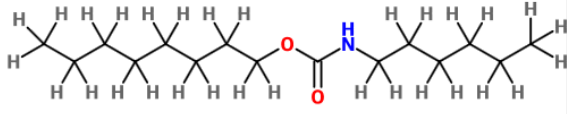
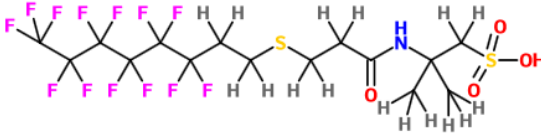
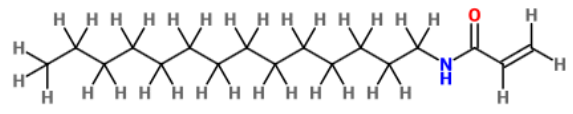
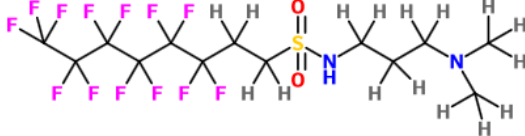
Analys av ett antal B-skum², varav 2 klassade som alkoholresistenta, på svenska marknaden visade att alla innehåller fluortensider i olika blandningar. Brandskum avsedda för klass-B bränder, brand i vätskor som t.ex. olja, innehåller fluortensider som hjälper till att bilda en täckande hinna som kväver elden. Brandskum för bränder i alkoholer och liknande vätskor innehåller tillsatser som förhindrar tensiden att lösa sig i den polära vätskan, t.ex. polysackarider. Tre fluortensider som identifierades i B-skum återges i tabell 1. Två av dessa har redan tidigare identifierats i B-skum som enligt Kemikalieinspektionens register inte förekommer på den svenska marknaden

¹ Forest (Dafo), OneSeven A (NFRS), Unifoam Bioyellow (Kempartner)

² Sthamex AFFF 3% (Dr Sthamer/Presto), Alcoseal 3-6% (Angus/Kidde), AFFF 3% (Dafo), Towalex AFFF master (Tyco), OneSeven B-AR (NFRS), ARC Miljö (Dafo)

och som därför inte ingick i den här studien, mer information om dessa finns i Kärroman m.fl. (2016). Den gemensamma grundstommen i alla tensider är en fluortelomersulfonsyra som benämns som 6:2 FTS (eller 6:2 FTSA) och som tillhör gruppen PFAS. 6:2 FTS tillhör de PFAS med korta kolkedjor och har visat sig brytas ner i miljön till ämnen som är lika svårnedbrytbara som PFOS, t.ex. perfluorhexansyra (PFHxA) (Wang m.fl. 2011). Dessa nedbrytningsprodukter detekterades också i alla B-skum som ingick i studien (KEMI 2015). De PFAS-ämnen och deras nedbrytningsprodukter som återfinns i B-skum idag är mer vattenlösliga jämfört med PFOS. Detta medför att uppehållstiden (bioackumuleringen) i levande djur och människor blir lägre men att koncentrationen fortfarande kan bli hög i dricksvatten och grödor som är vattenrika, t.ex. grönsaker. Livsmedelsverket har listat elva PFAS som inte bör förekomma i dricksvatten, bland annat 6:2 FTS och PFHxA (Livsmedelsverket 2016).

Tabell 1. Preliminär identifiering av några tensider i olika A- respektive B-skum som ingick i studien.

Exempel på tensider i A-skum	Exempel på tensider i B-skum
Nonylvätesulfat 	6:2 FTAB fluorotelomer sulfonamid alkylbetain 
Oktyl hexylkarbamat 	6:2 FTSAS fluorotelomermercapto-alkylamido sulfonat 
N-tetradecylakrylamid 	6:2 fluorotelomer sulfonamid amin 

Fluor (F), syre (O), väte (H), N (kväve), S (svavel). Strecken representerar kolkedjor.

PFOS detekterades i några prover av B-skum som erhöles från räddningstjänster vilket tyder på att kontaminering av tidigare produkter i kärl, slangar, packningar osv. förekommer. MSB visar på sin hemsida hur sanering av utrustning som misstänks varit i kontakt med PFOS-innehållande skum kan utföras (MSB 2016).

En tredje klass släckmedel, tillsatsmedel till vattendimma, inkluderades också i studien med endast en produkt, X-Fog från X-Fire AB. Med analystekniken som användes kunde inga organiska strukturer urskiljas. Det behöver inte betyda att det inte finns organiska ämnen i X-Fog men det visar tydligt att produkten skiljer sig avsevärt från skumvätskorna. Oorganiska salter såsom ammonium, acetat och klorid kunde identifieras.

Akuttoxicitet av släckmedel

Tester av ett urval av släckmedel på fiskembryon, kräftdjur, alger och bakterier visar att den koncentration som krävs för att se effekter i vattenmiljön varierar mellan olika produkter och arter (tabell 2). Akuttoxicitet anges här med EC₅₀ (Effect Concentration) och LC₅₀ (Lowest Concentration) vilka visar vilken inblandning i vatten som krävs för att 50 % av testorganismerna ska dö. Ett högt EC₅₀ eller LC₅₀ är önskvärt, och ju högre värde desto mindre akutgiftig är produkten. Resultaten visar att A-skum inte nödvändigtvis är mindre akutgiftiga jämfört med B-skum. Fiskembryon var den känsligaste arten som testades och högst toxicitet erhöles för A-skum One Seven A där halva populationen av fiskembryon dör vid en inblandning av 0,001 volym%. Den koncentration som med säkerhet inte ger fiskembryopåverkan är dock mycket lägre, kanske så mycket som hundratusentals gånger lägre. För att kunna ange en säker koncentration behövs mätningar i miljön där släckmedlet släppts ut. Det är dock inte bara släckmedlets toxicitet, utan den totala coctailleffekten från alla föroreningar som släckmedlet har tillfört vattenmiljön samt från de föroreningar som redan finns i vattenmiljön sedan tidigare, som inverkar på hur organismer påverkas. Även andra faktorer såsom pH och syrehalt inverkar på hur väl organismerna klarar ytterligare påfrestningar.

Tillsatsmedel utan organiska tensider (X-Fog) kan i de flesta fall släppas ut i högre koncentration jämfört med skumprodukter innan effekt syns. Den fungerar som näring åt de marina bakterierna och kan på så sätt verka övergödande om upprepade utsläpp sker på samma plats under lång tid. Det finns fördelar med släckmedel utan organiska tensider, t.ex. är det irrelevant att diskutera långtidseffekter som bioackumulerbarhet då innehållet är baserat på oorganiska salter.

Den akuta giftigheten i testerna ger en indikation att det för många produkter krävs mycket stor utspädning för att inga effekter ska uppstå i vattenmiljön. Därför bör släckvattnet samlas upp och omhändertas av mottagare med möjlighet att destruera eller rena vattnet.

Tabell 2. EC₅₀/LC₅₀ uttryckt i volym% inblandning för akuttoxicitet av ett urval släckvätskor.

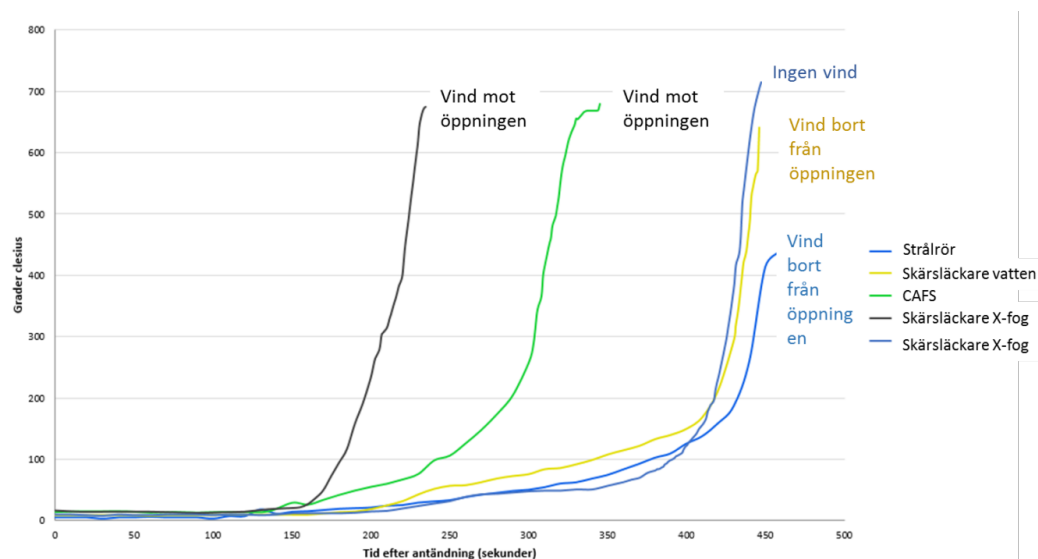
	X-Fog	One Seven A	ARC Miljö	Sthamex AFFF	Towalex Master
<i>Rekommenderad användning</i>	<i>A- bränder</i>	<i>A- bränder</i>	<i>B-bränder (alkoholer)</i>	<i>B- bränder</i>	<i>B- bränder</i>
Hämmad algtillväxt (72h)	0,442%	0,010%	0,168%	0,036%	0,260%
Fiskembryo - överlevnad (48h)	0,409%	0,001%	0,339%	0,037%	0,088%
Kräftdjur - överlevnad (48h)	0,057%	0,006%	0,152%	0,096%	0,169%
Marina bakterier (Microtox, 15min)	21%	0,030%	0,016%	0,085%	0,095%

Emissioner vid olika släcktekniker

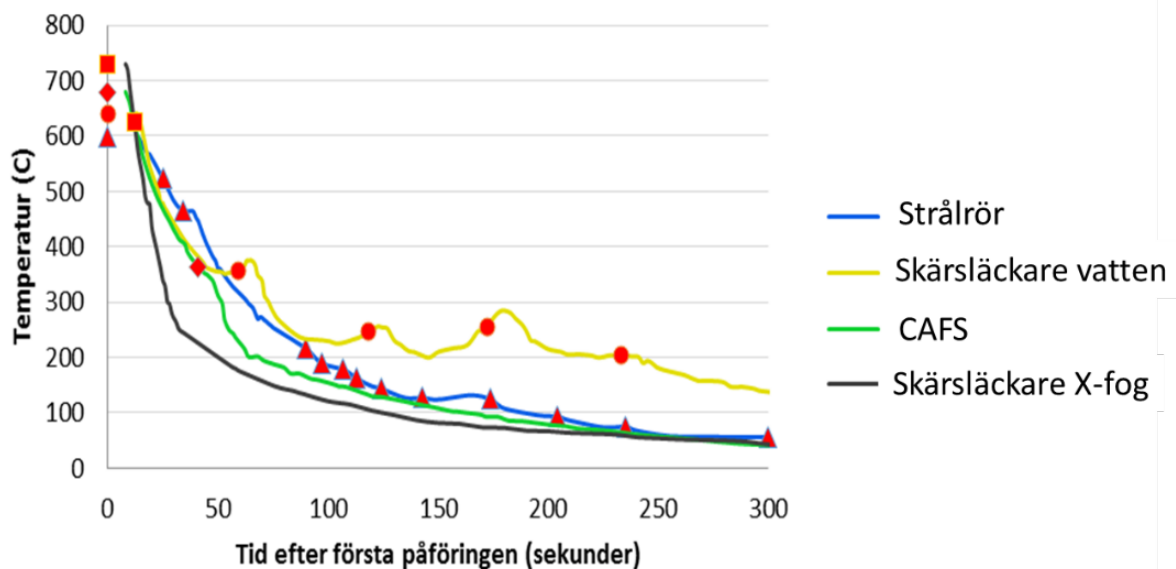
Släckmedel kan bilda farliga ämnen vid kontakt med heta ytor och bildandet av farliga ämnen från det brinnande materialet kan också påverkas av både släckmedlet och släcktekniken. En serie av brandsläckningstester i containers utfördes för att studera olika släckmedel och teknikers inflytande på bildningen av farliga biprodukter. Dessa mättes i gas och sotpartiklar under släckningsförloppet av en fullt utvecklad brand i identiska vardagsliknande rum. Fyra metoder testades under tre dagar vid Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbunds (SÄRF) anläggning i Guttasjön och förutom analys av farliga ämnen i rökgas och sot noterades mängd använt släckmedel och släckvatten som kunde samlas upp i plåtkärl på containergolvet. Brandsläckningsupplägget sattes upp i samråd med experter från SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, SÄRF och Lunds Tekniska Högskola. Följande tester med resultat som följd utfördes:

- Strålrör med vatten, 22 återantändningar dock utan fullständig släckning innan provtagningstiden (5min) tog slut. Totalt 121 liter släckmedel och ca 2 liter släckvatten
- Skärsläckare med vatten, 4 återantändningar, totalt 62 liter släckmedel och ca 0,3 liter släckvatten
- Skum (CAFS med OneSeven A), 1 återantändning, totalt 45 liter släckmedel och ca 0,2 liter släckvatten
- Skärsläckare med vatten och tillsatsmedel X-Fog (utfördes två gånger), 0 återantändningar totalt 21 resp. 28 liter släckmedel och inget släckvatten

Stor vikt lades vid att få jämförbara förhållanden för alla försök. Trots identisk interiör och behandling så påverkade yttre omständigheter brand- och släckförloppet vilket kan ses i figur 2 och 3 som visar temperaturkurvan under antändningsförloppet (figur 2) och under släckning (figur 3). Släckförfarandet utfördes av samma person för alla tekniker och med instruktionen att släcka som vore det en riktig rumsbrand. Mer information finns i Kärrman m.fl. 2016. För att studera hur variabler utom kontroll påverkade resultaten utfördes testet med skärsläckare och X-Fog två gånger.



Figur 2. Temperatur (°C) inne i containern under antändningsförloppet för de fem släcktesterna med information om den yttre vindriktningen.



Figur 3. Temperatur (°C) inne i containern under släckningen, samt antal påföringar (röda symboler), för de fem testerna (temperaturen vid övertändning 0 sek kunde inte mätas korrekt). Andra försöket med skärsläckare X-Fog visas inte då den var nästintill identisk med första försöket

Generellt sett bildas mindre farliga biprodukter vid hög temperatur medan ett släckförlopp där temperaturen sjunker långsamt ger en ofullständig förbränning och ökad bildning av farliga ämnen. En allmän trend i resultaten är att skärsläckare med X-Fog genererar de lägsta koncentrationerna av biprodukter. Det var i de testerna som minst volym släckmedel användes, minst antal återtändningar inträffade och inget släckvatten kunde samlas från behållarna på golvet. Högre koncentration av flyktiga kolväten (VOC) och bromerade dioxiner och furaner uppmättes när vatten och strålrör användes jämfört med skum (CAFS) och skärsläckare med X-Fog (tabell 3). Bildningen av polyaromatiska kolväten (PAH) var högre med skum och CAFS. Överlag uppmättes lägst halter i rökgas och sot vid släckning med skärsläckare och X-Fog. En utförligare presentation av de kemiska analyserna finns i Kärrman m.fl. (2016).

Vissa uppmätta ämnen, som t.ex. aldehyder och PAH, visade en stor variation mellan de två upprepade testen med skärsläckare och X-Fog, vilket betyder att eventuella skillnader mellan olika metoder ska tolkas med försiktighet för dessa ämnen. Vid försöken med X-Fog uppmättes ammoniak i rökgasen, förmodligen som en följd av ammoniumsalter som finns i släckmedlet X-Fog. Produkten innehåller också klor-salter men detta orsakade inte oönskade biprodukter som

exempelvis klorerade dioxiner. Det är viktigt att minimera mängden släckvatten för att minska utsläpp av släckmedel och brandrester. I försöken behövdes minst mängd släckmedel för X-Fog med skärsläckare och inget släckvatten kunde samlas upp i containern efter släckning.

Tabell 3. Koncentrationer av ett urval av ämnesgrupper som uppmätts i sotpartiklar och rökgas under släckning med fyra olika metoder.

BDF=bromerade dibensofuraner. VOC=flyktiga kolväten. PAH=polycykliska aromatiska kolväten.

		Strålrör	Skärsläckare	CAFS	Skärsläckare X-Fog (2 försök)
2,3,4,7,8-PentaBDF	S pg/m ²	230	220	340	320/140
1,2,3,4,7,8-HexaBDF	S pg/m ²	720	300	790	680/150
1,2,3,4,6,7,8-HeptaBDF	S pg/m ²	2 000	590	1 100	810/460
1,2,3,4,6,7,8-HpBDF	RG pg/m ³	7 400	2 300	2 900	1 800/1 200
VOC	RG µg/m ³	22 472	22 700	21 752	15 078/16 356
Summa av 16 PAHer	RG µg/m ³	1 764	1 585	3 244	1 445/446

S= sotpartiklar på kondensationsplåt. RG= rökgas

Begränsa effekten av en släckinsats

Det effektivaste sättet att begränsa effekten av en insats är att minimera mängden släckvatten. Baserat på den utförda studiens resultat bör strategin vara att välja det släckmedel som släcker med minst släckvatten som resultat och som är det minst dåliga alternativet. Ett alternativ som alltid bör övervägas är att inte släcka över överhuvudtaget. Kemikalier med innehåll av ämnen som har en lång eller obefintlig fullständig nedbrytbarhet bör alltid undvikas att användas om det inte finns förberedda möjligheter till att samla upp allt släckvatten. Oavsett släckmetod bör man sträva efter att samla upp så mycket som möjligt av släckvattnet på brandplatsen innan det når miljön. Släckning med enbart vatten kommer också att generera ett släckvatten med föroreningar som kan ge negativ påverkan på miljön. I praktiken kan det vara svårt att samla upp allt släckvatten. Till exempel kan PFAS och andra miljöskadliga ämnen finnas kvar på ytor som blivit belagda med släckmedel/släckvatten och riskera att sköljas ned av nederbörd och okontrollerat spridas i miljön efter en räddningsinsats. Viktiga aspekter att beakta är följande:

Det är viktigt att få till stånd en snabb och effektiv släckning och som ger minimal mängd släckvatten för att minimera utsläpp av miljö- och hälsoskadliga ämnen via luft och till släckvatten.

Släckvatten är toxiskt men även släckmedlet kan vara akuttoxiskt.

Utsläpp av släckvatten måste minimeras genom olika tekniska lösningar och metoder där så liten mängd släckmedel som möjligt används.

Ur miljösynpunkt avråder Kemikalieinspektionen, Naturvårdsverket och MSB från användning av fluorbaserade brandsläckningsskum för de allra flesta typer av bränder. I de få fall det är nödvändigt att använda fluorbaserade brandsläckningsskum ska skumvätskan samlas upp och skickas till destruktion. Släckvatten och rester av brandsläckningsskum hanteras som farligt avfall (KEMI, 2016).

MSB anser att släckvatten som innehåller alla sorters skum i största möjliga utsträckning ska samlas upp och skickas till destruktion. Kan detta inte genomföras rekommenderar MSB användning av andra släckmetoder om det är möjligt.

Tvättvatten från rengöring av fordon, arbetskläder slangar, pumpar och system kan innehålla betydande mängder föroreningar och bör renas innan det avleds till kommunala avloppsreningsverk eller enskilda avlopp.

Referenser

Kemikalieinspektionen, 2015. Chemical analysis of selected fire-fighting foams on the Swedish market 2014. PM 6/15.

Kemikalieinspektionen, MSB och Naturvårdsverket, 2016. Rekommendationer för minskad användning av brandssläckningsskum. Kemikalieinspektionen juni 2016. Artikelnummer 511202.

Kärrman A, Bjurlid F, Hagberg J, Ricklund N, Larsson M, Stubleski J, Hollert H. 2016. Study of environmental and human health impacts of firefighting agents. Örebro University www.diva-portal.org.

Livsmedelsverket, 2016. Riskhantering – PFAS i dricksvatten och fisk. <http://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskade-amnen/miljogifter/pfas-poly-och-perfluorerade-alkylsubstanser/riskhantering-pfaa-i-dricksvatten/>. Tillgänglig 2016-08-05.

MSB 2016.

https://www.msb.se/Upload/Insats_och_beredskap/Brand_raddning/SI%c3%a4ckmedel/Reng%c3%b6ring%20av%20tankar.pdf. Tillgänglig 2016-08-05

SP Fire Technology. Emissions from tyre fires. SP report 2005:43.

Särdqvist S. 2016. Vatten och andra släckmedel. Upplaga 2. ISBN: 91-7253-314-5.

Wang N, Liu J, Buck RC, Korzeniowski SH, Wolstenholme BW, Folsom PW, et al. 2011. 6:2 fluorotelomer sulfonate aerobic biotransformation in activated sludge of waste water treatment plants. Chemosphere 82:853-858.