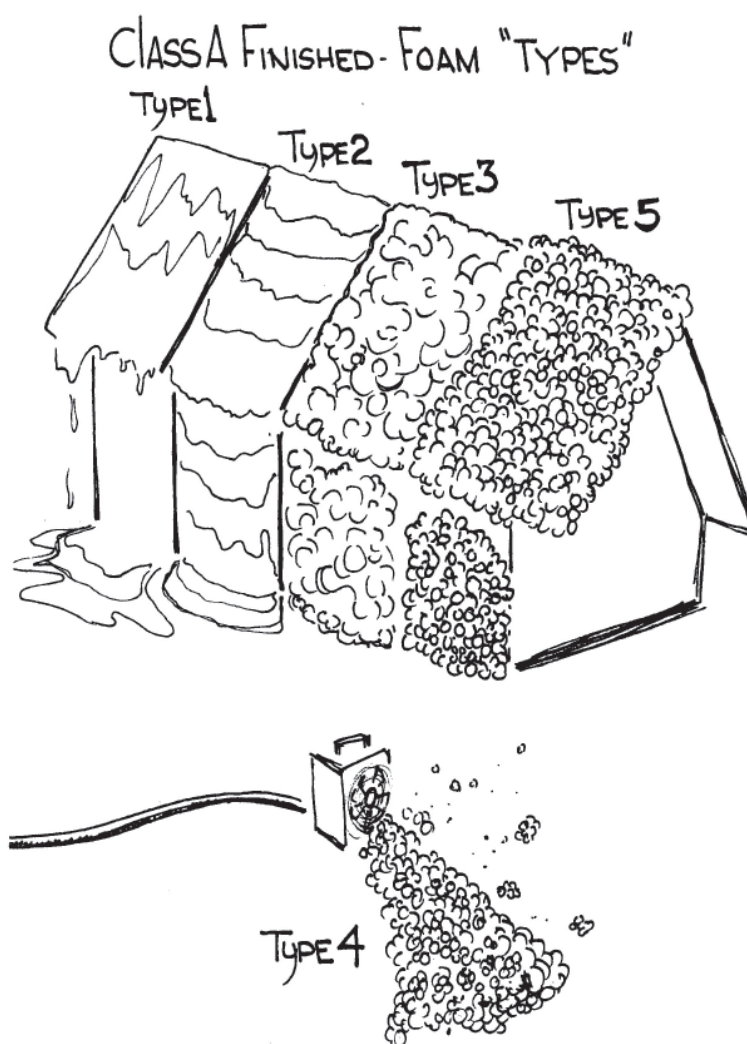


En sammanställning av kunskaper och erfarenheter kring Klass A-skum och CAFS

Brandforsk projekt 516-021



Med tillstånd från Dominic Colletti

Henry Persson

En sammanställning av kunskaper och erfarenheter kring Klass A-skum och CAFS

Brandforsk projekt 516-021

Abstract

Literature review on the use of Class A foam and CAFS

This report summarizes knowledge and experience on the use of Class A foams. These foams are mainly intended for fighting Class A fires, e.g. wild fires or structural fires. The literature review indicates that Class A foam, besides being used for wildland fire fighting, is used to a large extent in Compressed Air Foam Systems (CAFS). The review has therefore also included knowledge and experience from the CAFS technique.

Compressed Air Foam Systems or CAFS, is a high energy foam generation technique that utilizes an air compressor to generate the foam bubbles within the hose line. Despite the fact that the CAFS technique was invented in Denmark 1929, was further developed in Sweden during the 1930s and was used until the 1960s; there are no CAFS units in use in Sweden today. However, internationally CAFS are becoming widely recognized as giving quicker flame knockdowns, increased reach and more finished foam product variability for a wide range of tactical uses. This experience has been gained primarily from North America, presently the world leader in the development and use of CAFS. However, the interest for the technique is increasing in Europe, in particular in Germany, but also in the UK.

Fixed pipe CAFS represent a major innovation in fire suppression technology. Air is injected into a foam-water stream in a mixing chamber and significantly superior foam is produced. Primarily as a result of uniform, small, bubble sizes. This foam is transported through a piping system to rotary nozzles which distribute foam over a prescribed area.

The technology is, however, in its development stage and there are currently no specific fire suppression performance or installation standards for CAFS.

Key words: Class A foam, CAFS, Compressed air foam system, literature review

**SP Sveriges Provnings- och
Forskningsinstitut**
SP Rapport 2005:46
ISBN 91-85303-78-X
ISSN 0284-5172
Borås 2006

**SP Swedish National Testing and
Research Institute**
SP Report 2005:46

Postal address:
Box 857,
SE-501 15 BORÅS, Sweden
Telephone: +46 33 16 50 00
Telefax: +46 33 13 55 02
E-mail: info@sp.se

Innehållsförteckning

	Abstract	2
	Innehållsförteckning	3
	Förord	4
	Sammanfattning	5
1	Inledning och bakgrund	7
1.1	Kan A-skum och CAFS vara ytterligare verktyg för räddningstjänsten?	7
1.2	Informationssökning	8
2	Historik	9
2.1	Klass A-skum	9
2.1.1	Skillnad mellan Klass A- och B-skum	10
2.2	CAFS-Compressed Air Foam System	10
2.2.1	Dagens CAFS-utrustningar	13
3	Erfarenheter från forskning, försök och praktisk användning	14
3.1	Användningen av A-skum vid skogsbrandsbekämpning	14
3.2	Försök vid forskningsinstitutioner	16
3.2.1	National Institute of Science and Technologies (NIST)	16
3.2.2	National Fire Protection Research Foundation (NFPRF)	18
3.2.3	University of Canterbury	20
3.2.4	National Fire Laboratory (NRC)	22
3.2.5	Forschungsstelle für Brandschutztechnik (FFS), Universitetet i Karlsruhe	24
3.3	Brandförsök	26
3.3.1	Williamson Barn Burn	26
3.3.2	Salem tests, Connecticut samt Wallops Island	26
3.3.3	Tremonia trials, University of Wuppertal	27
3.3.4	Ingolstadt fire tests	28
3.3.5	Wattenscheid trials	29
3.3.6	Los Angeles Fire Department	29
3.4	Sammanställning av praktiska erfarenheter	30
3.4.1	Boston Fire Department, Engine Company 37 (1992-93)	30
3.4.2	Los Angeles County Fire Department, 2004	31
3.4.3	Montgomery County, MD, 2002	31
3.4.4	The Fire Service College, 2003	32
3.4.5	Holger de Vries, Hamburg, 2004	33
3.4.6	Användning i Australien	34
3.4.7	Erfarenheter från Sverige	34
4	Regler och standarder	37
4.1	NFPA 18	37
4.2	NFPA 1145	38
4.3	NFPA 1150	42
4.4	USDA Forest Specification 5100-307	44
4.5	DIN V 14430	44
5	Miljöaspekter	45
6	Slutsatser	47
7	Referenser	51

Förord

Denna rapport summerar kunskap och erfarenheter kring så kallade A-skumvätskor som är avsedda för bekämpning av Klass A-bränder, dvs för de bränder som är mest typiska för räddningstjänsten. Sammanställningen visar att A-skum till stor del används i så kallade CAFS-anläggningar (Compressed Air Foam System) och även denna teknik har därför inkluderats i rapporten.

I Sverige är användningen av A-skum mycket begränsad. Trots att CAFS-tekniken utvecklades i Danmark 1929, vidareutvecklades under 1930-talet och användes fram till 1960-talet så saknas CAFS-anläggningar helt i dagsläget. Kunskap har därför i första hand hämtats från Nordamerika som varit ett föregångsland. Användningen ökar dock även i Europa, framförallt i Tyskland och under de senaste åren i Storbritannien och även dessa erfarenheter diskuteras i rapporten.

En förutsättning för att kunna samla in och sammanställa kunskap och erfarenheter på det sätt som gjorts i detta projekt, är att man får hjälp med underlag från ett stort antal personer. Det blir en för lång lista om man skall räkna upp samtliga här, men jag vill ändå rikta ett stort tack till alla dessa. Utöver detta skulle jag vilja rikta ett speciellt tack till Lars Eriksson, numera bosatt i Danmark och pensionär sedan många år. Lars har jobbat inom skumsläckningsbranschen under hela sitt aktiva yrkesliv vilket sträcker sig tillbaka till 1930-talet och har därför kunnat bidra med mycket intressant historik som visar att teknikutvecklingen visserligen går framåt men samtidigt i en cirkelform.

Projektet har finansierats av Brandforsk (projekt 516-021) och arbetet har varit kopplat till referensgruppen ”Släckmedel och Släckverkan”. SPs interna projektnummer var BRs6089.

Sammanfattning

Den litteratur- och kunskapssammanställning som genomförts visar på en relativt omfattande användning av Klass A-skum i vissa länder. Ursprungligen utvecklades A-skum för vegetations- och skogsbrandsbekämpning men användningsområdet har därefter utökats och omfattar nu även användning vid släckning av brand i byggnad. Den primära effekt som tillsatsen av A-skum ger är att vattnets vät- och penetrationsförmåga ökar samtidigt som skumbildningen innebär minskad avrinning. Detta ger en effektivare täckning av den brinnande/pyroliserande ytan och en kontinuerlig vätning genom skummets dränering. Inblandningsförhållandet varierar mellan 0,1-1,0 %.

Studien visar också en stark koppling mellan användning av A-skum och CAFS (Compressed Air Foam Systems). Jämfört med en traditionell skumutrustning är den stora skillnaden att skummet alstras med hjälp av tryckluft innan det matas ut i slangen eller rörsystemet medan ”traditionellt” skum alstras vid skumröret. Användningen av CAF (Compressed Air Foam, fritt översatt ”tryckluftsgenererat skum”) innebär att man kan variera skumkvaliteten inom betydligt vidare gränser än med konventionell skumutrustning.

Under de senaste 15-20 åren har fokus för användningen av Klass A-skum och CAFS legat i Kanada/USA. I slutet av 1990-talet spred sig intresset för CAFS till Europa och framförallt Tyskland. Under de senaste 2-3 åren har även användningen av CAFS varit på stark frammarsch i England.

De övergripande slutsatser som kan dras av studerad litteratur är att:

- Förbrukningen av A-skum är fortfarande till största delen relaterad till skogs- och vegetationsbränder. Erfarenhetsmässigt innebär det en avsevärd förbättring av släckinsatsen. Appliceringen sker till största delen genom flygbombning.
- En tillsats av A-skum ger en effektivitetshöjning jämfört med rent vatten även vid släckning av brand i byggnad. Primärt erhålls förbättrade återantändningsegenskaper vilket reducerar det totala vattenbehovet.
- CAFS betraktas av många som en revolutionerande möjlighet för att ytterligare effektivisera släckinsatsen, reducera vattenskador samt öka säkerheten för insatspersonalen. En nackdel är att investeringskostnaden är relativt hög. CAFS kan också bli ett intressant alternativ till släckning av B-bränder då miljökraven på skumvätskorna ökar.
- A-skummen kan i jämförelse med de flesta förekommande B-skumvätskorna betraktas som ”miljövänliga”. Det är dock viktigt att beakta de hanterings- och användningsrekommendationer som ges.

Utifrån dessa slutsatser är det klart att en mer generell användning av Klass A-skum skulle kunna vara ett intressant alternativ för svensk räddningstjänst. Användningen medför dock naturligtvis både ökande kostnader och en ökad miljöbelastning och det är därför viktigt att utreda ”kostnad/nytta” innan definitiva rekommendationer ges.

Genom att introducera CAFS i svensk räddningstjänst skulle ge ytterligare ett nytt ”verktyg” som i vissa fall kan vara ett alternativ till befintlig taktik och i vissa fall medföra helt nya möjligheter. De erfarenheter som redovisas i litteraturen är mycket beroende av räddningstjänstens uppbyggnad och arbetssätt i respektive land och detta gör

det svårt att direkt översätta erfarenheterna till svensk räddningstjänst. Generellt sett kan man dock konstatera att erfarenheterna rent släcktekniskt är mycket goda men här är frågetecknen kring kostnad/nytta aspekterna ännu större än för användning av enbart A-skum. För att utreda både de tekniska och miljömässiga aspekterna ur ett kostnad/nyttaperspektiv borde en mer övergripande utvärdering av CAFS-tekniken genomföras med avseende på tillämpning inom svensk räddningstjänst.

1 Inledning och bakgrund

Den vanligaste insatssituationen vid brandsläckning är att hänföra till brand i byggnad, och då ofta brand i lägenhet eller småhus. Detta är ett brandscenario som per definition primärt kan klassificeras som en A-brand, det vill säga en brand i olika typer av fibröst material. Traditionellt släcks dessa bränder med vatten och trots att teknik och taktik utvecklats mycket under de senaste 25 åren finns sannolikt fortsatt utrymme för ytterligare förbättringar.

En frågeställning som kommit upp i detta sammanhang är vilken effektivitetshöjning som skulle kunna erhållas genom användning av så kallade Klass A-skum. De praktiska erfarenheterna kring användning av A-skum i Sverige är dock mycket begränsad. Detta projekt syftar därför till att göra en lättillgänglig sammanställning av information och forskningsresultat samt praktiska erfarenheter kring användning av A-skum och vätske medel i samband med släckning av bränder i fibrösa material.

1.1 Kan A-skum och CAFS vara ytterligare verktyg för räddningstjänsten?

I Sverige finns en väl etablerad kunskap kring användning av skum för släckning av brandfarlig vara (B-bränder). I de flesta kommuner finns en "Basutrustning för skumsläckning" baserad på Räddningsverkets rekommendationer som syftar till att kunna hantera en brand i t ex en tankbil eller järnvägsvagn.

Användningen av skum mot A-bränder är dock mycket begränsad. Sverige har istället varit ett föregångsland i att effektivisera den traditionella släckinsatsen med vatten. Användning av dimstrålrör där vattnet "pulsas" mot taket och det varma rökgaslagret har visat sig vara mycket effektiv och benämns ofta som "The Swedish method" i internationell litteratur. Metoden innebär inte bara en effektivare släckning och mindre vattensador utan också en ökad säkerhet för rökdykarna eftersom risken för en plötslig övervärmning av rökgaslagret reduceras.

Med syfte att utveckla insatstaktiken ytterligare har också användningen av övertrycksventilation (PPV) studerats, bland annat i några samarbetsprojekt mellan Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund (SÄRF) och SP Brandteknik på uppdrag av Räddningsverket. Även användningen av PPV har visat sig ge klara fördelar vid vissa insatser men kräver samtidigt en mer gedigen kunskap om när och hur PPV-tekniken kan tillämpas.

En annan taktisk utrustning som nu anskaffas av allt fler räddningstjänster är den så kallade skärsläckaren. Utrustningen använder sig av vatten under högt tryck med möjlighet att tillsätta slipmedel i vattnet vilket gör det möjligt att enkelt skära hål i en byggnadskonstruktion för att nå ett brinnande utrymme utan behov av extra håltagningsutrustning. När vattenstrålen tagit sig igenom konstruktionen stängs slipmedeltillsatsen av och den finfördelade vattendimman ger en effektiv kylning av brandgaserna i det brinnande rummet. Även här har SÄRF och SP samarbetat i ett utvärderingsprojekt åt Räddningsverket för att jämföra metodik och taktik med skärsläckaren gentemot en "konventionell" insats och vid användning av PPV.

I dessa sammanhang, när olika utvecklingsmöjligheter av effektivitet och insatsteknik och taktik diskuteras så har också frågan om nyttan av så kallade Klass A-skum kommit upp. Några orienterande försök med tillsats av A-skum i skärsläckarutrustningen har genomförts vilket pekade på vissa fördelar, framförallt avseende minskad återantändningsbenägenhet.

Även andra insatssituationer har föranlett funderingar kring A-skummens användningsområde. Eftersom de flesta räddningstjänster till största delen använder filmbildande, alkoholbeständigt skum (AFFF/AR respektive FFFP/AR) ger detta begränsningar när det gäller att producera bra mellan- och lättskum vilket är önskvärt i många situationer. I andra situationer kan man dra fördel av att tillsätta ett vätningsmedel till vatten, t ex för att släcka djupa glödbränder. Även här har vissa räddningstjänster bedrivit egen försöksverksamhet där man anser sig ha upplevt en tydlig effektivitetshöjning.

Hittills har detergent-skum varit alternativet till AR-skumvätskorna och en frågeställning är om A-skum skulle kunna vara ett alternativ till både detergent- och AR-skummen i vissa insatser samtidigt som det alltså eventuellt också skulle kunna ingå som en del i ”insatssystemet” och insatstaktiken vid bekämpning av brand i byggnad.

Innan detta kan realiseras krävs dock mer kunskaper för att kunna värdera nyttan av användningen av Klass A-skum. En viktig aspekt är naturligtvis miljöeffekterna av en sådan användning. Idag vet vi att fluortensiderna som används i filmbildande skumvätskor är under kritisk granskning. Det finns olika typer fluortensider vilka klassas något olika ur miljösynpunkt men generellt vet man att dessa är mycket toxiska för t ex vattenlevande djur och de har dessutom en mycket lång livslängd. En utbredd användning av Klass A-skum vid brandsläckning i byggnad skulle öka den årliga användningen av skum påtagligt och en bedömning av de totala miljöaspekterna är därför av stort intresse.

Syftet med detta projekt är således att ge en sammanställning av den kunskap och de erfarenheter som finns på det internationella planet kring användning av Klass A-skum.

I ett tidigt skede av litteraturinhämtningsfasen visade det sig också att användningen av Klass A-skum är starkt kopplat till användning av en speciell skumgenereringsteknik, CAFS (Compressed Air Foam System). Kunskap och erfarenheter om CAFS har därför också varit naturligt att inkludera i denna litteratursammanställning.

1.2 Informationssökning

Med hänsyn till att användningen av Klass A-skum har sina ”rötter” i Kanada och USA är det också där mycket information och erfarenhet finns att hämta. På senare år har dock intresset för användningen av A-skum och framförallt CAFS ökat även utanför Nordamerika och i Europa har användningen kommit längst i Tyskland men även i Storbritannien är den på stark frammarsch.

Sökning via Internet har varit den viktigaste vägen till information. En fördel är att informationen på Internet ständigt uppdateras, samtidigt är det ett problem då viss information tas bort vilket försvårar möjligheten att ”hitta tillbaka” till en viss referens efter en tid. Kvaliteten varierar också så det är viktigt att läsa materialet kritiskt.

En sökning på ”Class A foam” på Google gav cirka 6000 träffar och ”CAFS Compressed Air Foam System” cirka 800 träffar. Mycket av detta är reklam från olika tillverkare eller hängivna användare. Men det har också gett ett antal träffar där mycket omfattande och seriös information publiceras. Eftersom de flesta forskningsorganisationer publicerar Abstract eller fullständiga rapporter på sina hemsidor erhålls en bra överblick över tillgänglig information. Baserat på detta har sedan ytterligare referenser kunnat anskaffas, genom direktkontakt med ”nyckelpersoner”, etc.

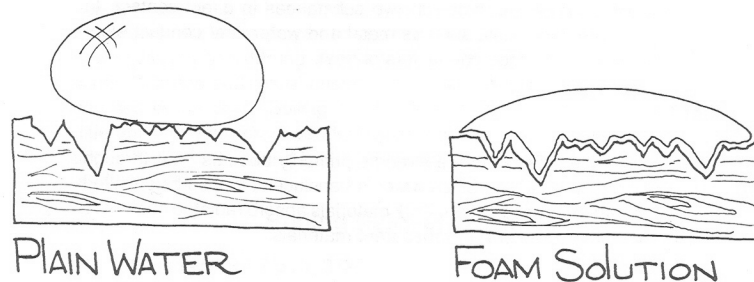
En mycket bra sammanställning av tillgänglig information kring A-skum och CAFS ges av Grimwood [1] respektive Colletti [2, 3] och rekommenderas för den intresserade läsaren.

2 Historik

Nedan ges en kort historik kring användningen av Klass A-skum respektive utvecklingen av CAFS (Compressed Air Foam System). CAFS är inte på något sätt begränsad till användning av Klass A-skum men den praktiska användningen på senare år är starkt kopplad till ”structural fire fighting”, det vill säga släckning av brand i byggnad där A-skum används.

2.1 Klass A-skum

Klass A-skum marknadsförs av ett antal skumvätsketillverkare och som namnet antyder är de i första hand avsedda att användas vid släckning av bränder i fibröst material. En av de primära effekterna som en skumtillsats ger är att det sänker ytspänningen på vatten så att man erhåller bättre vätning och penetration vid t ex glödbränder, se Figur 1. I detta fall är det egentligen ett vätningsmedel man eftersträvar och detta har funnits på framförallt den amerikanska marknaden i många år. NFPA publicerade en standard kring vätningsmedel, NFPA 18, Standard on Wetting Agents [4] redan 1949 och denna existerar fortfarande.



As shown in this exaggerated cross-section sketch of water and foam solution droplets, reducing the surface tension of water by adding Class A foam concentrate allows a greater surface area of contact at the foam solution/fuel interface.

Figur 1 Genom att sänka ytspänningen hos vatten erhålls bättre väteffekt (Med tillstånd från Colletti [2])

Det första ”riktiga” A-skummet togs fram av George Cowan och Eddie Cundsawmy i Kanada 1983, vilket numera marknadsförs som ”Silv-ex” [2]. Skummet var ursprungligen avsett för busk- och skogsbrandsbekämpning (wildland fires) och de första kraven för Klass A-skum publicerades 1989 i NFPA 298, Standard on Foam Chemicals for Wildland Fire Control. Intresset för användning av Klass A-skum även för traditionell släckning av brand i byggnad ökade dock, framförallt i form av CAF (Compressed Air Foam) och detta avspeglas också i NFPA-standarderna. I 1994 års utgåva hade titeln ändrats till ”Standards on Fire Fighting Foam Chemicals for Class A Fuels in Rural, Suburban, and vegetated Areas”. Vid revideringen 1999 fick standarden beteckningen NFPA 1150 för att hamna inom den grupp av standarder som hanteras av ”Technical Committee on Forest and Rural Fire Protection”. I 2004 års utgåva har titeln ändrats igen till ”Standards on Foam Chemicals for Fires in Class A Fuels” [5] för att avspegla den ökande

användning som Klass A-skum fått, även när det gäller brandsläckning i byggnader och tätbebyggda områden.

Även om A-skummen fått ett utökat användningsområde så används de fortfarande i stor utsträckning i samband med busk- och skogsbränder i USA och Canada. I USA gäller att skummen måste uppfylla krav uppställda av USDA Forest Service. Skumbeläggning sker både via traditionell utrustning på marken respektive genom ”bombning” med flygplan eller helikopter. Klass A-skum används även för busk- och skogsbränder i Europa, framför allt i Medelhavsländerna. (se vidare kapitel 3.1).

I dagsläget har de flesta skumtillverkare Klass A-skum i sitt produktsortiment.

2.1.1 Skillnad mellan Klass A- och B-skum

Även om båda skumvätskorna genererar skum som rent visuellt verkar vara lika så finns det vissa grundläggande skillnader [2, 3]. A-skummen utvecklades specifikt för bekämpning av A-bränder och deras kemiska sammansättning skiljer sig därför markant från B-skum. Några exempel på skillnader är:

Klass A-skum innehåller en blandning av tensider (och vissa andra kemikalier) som är besläktade med tensider som används för industrirengöring. Ingående kemikalier i A-skum är både ”oleophilic” (oljeälskande) respektive ”hydrophilic” (vattenälskande). Detta gör att alstrat A-skum har en affinitet (likhet) med kolväten vilket ger ideala förhållanden för att penetrera och väta det kolskikt som man vanligen får med typiska ”A-bränslen”.

Klass B-skum är formulerade för att vara ”oleophobic” (oljehatande), det vill säga de vill inte förena sig med kolväten. Detta är en viktig egenskap för B-skum och syftet med detta är att förhindra oljeupptagning (fuel pick-up) när skummet påförs över en petroleumprodukt.

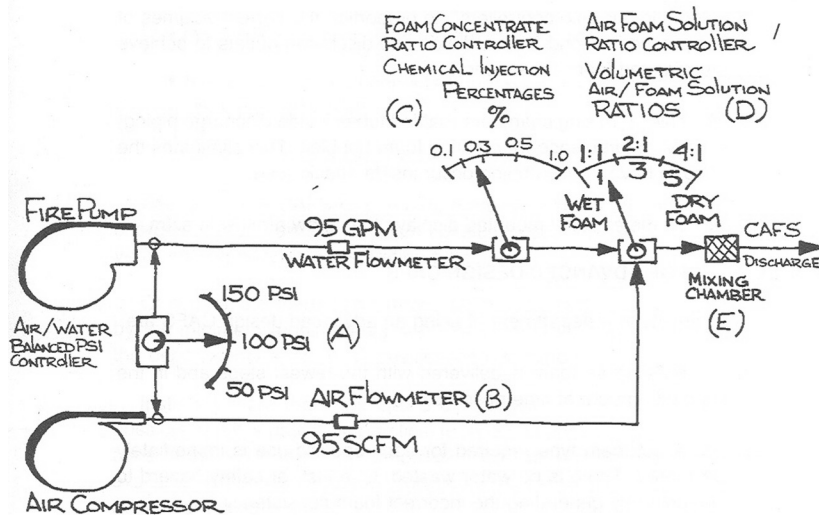
Till skillnad från Klass B-skum är A-skummen utvecklade för att användas med ett betydligt lägre inblandningsförhållande, normalt mellan 0,1 % och 1,0 %. Denna möjlighet till lägre inblandning var en förutsättning för att kunna bli ett intressant alternativ för skogsbrandsbekämpning med flyg, både med avseende på vikt och volym. Man kan också konstatera att utvärderingen och kraven avseende miljöpåverkan är betydligt mer omfattande än för B-skum. Stor vikt läggs även på korrosionsegenskaperna på grund av den omfattande användningen i form av flygbombning.

Även om det finns distinkta skillnader mellan Klass A- och B-skum och det inte rekommenderas att ”mixa” användningsområdena så visar praktiska försök att vissa A-skum eventuellt kan fungera mot B-bränder [6]. Man får dock räkna med längre släcktid och sämre återantändningsförmåga. Om man använder A-skum i CAFS-anläggningar finns det flera användare som anser att man kan nå nästan eller lika bra resultat med A-skum som t ex AFFF [7]. Ett undantag är naturligtvis polära bränslen där det krävs att man använder alkoholresistent skum.

2.2 CAFS-Compressed Air Foam System

I CAFS (Compressed Air Foam Systems) genereras skummet med hjälp av tryckluft och på svenska skulle man kunna kalla det ”tryckluftskumssystem” (på tyska heter det ”Druckluftschaumanlagen”). Bildat skum kallas således för CAF (Compressed Air Foam). Figur 2 visas en principskiss på hur en CAFS-anläggning fungerar. Vatten och skum blandas på traditionellt sätt med någon form av skuminblandningsutrustning. Denna måste dock vara anpassad för betydligt lägre inblandningsförhållanden än traditionell

utrustning, 0,1-1%. Efter inblandningssystemet tillsätts tryckluft från en separat kompressor och i en speciell skumalstringsdel blandas tryckluft och vatten till ett mycket homogent och finblåsigt skum. Därifrån distribueras skummet i slangar till strålföraren som alltså får ett färdigt skum direkt ur slangen. Då det är färdigt skum i slangen innebär detta också att denna väger betydligt mindre än en vattenslang och är mer lätt att manövrera. Utrustningsmässigt är alltså kompressorn och reglersystemet för tryckhållning och flödesreglering av vatten/luft de stora skillnaderna mot ett konventionellt skumsystem.



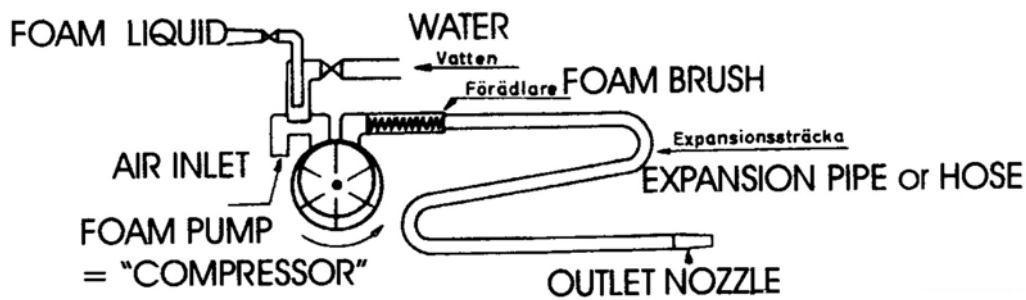
A few of the features of an advanced design CAFS: (A) air/water pressure balancing control; (B) scfm airflow meter; (C) automatic foam concentrate proportioning system; (D) air/foam solution ratio controller; and (E) a mixing chamber.

Figur 2 Schematisk skiss av en modern CAFS-anläggning (Med tillstånd från Colletti [2]).

Jämfört med en traditionell skumutrustning är alltså den stora skillnaden att skummet alstras med hjälp av tryckluft innan det matas ut i slangen medan "traditionellt" skum alstras vid skumröret. Denna typ av skumutrustning betecknar man numera som NAFS (Nozzle Aspirated Foam Systems).

CAFS är inte någon ny idé och Svenska Skumsläcknings Aktiebolaget (numera Svenska Skum AB) var en av pionjärerna [8]. Historiskt så var de första brandsläckningsskummen som utvecklades "kemiskt skum" där skumbildningen åstadkoms av att skumbildande kemikalier blandades med vatten och genom en kemisk reaktion erhålls gasbildning och därmed ett skum. Detta uppfanns år 1877 av engelsmannen Johnson men introducerades år 1904 av ryssen Laurent.

Det första "mekaniska skummet", det vill säga den typ vi använder idag där en skumvätskeblandning och luft blandas utvecklades av E. Schröder och A. van Deurs 1929 i Danmark. I detta läge hade inte aspirerande skumrör uppfunnits utan skummet tillverkades med en "skumpump" (The foam pump system) vilket i princip var en CAFS-anläggning, se Figur 3. Skillnaden var att vatten/skumvätskeblandningen och luft blandades i en skumpump (i princip en kompressor) och komprimerades till cirka 3,5 bar varefter skummet fick passera en "förädlare" innan det distribuerades ut i slangsystemet.



Figur 3 Principalskiss av den skumpumputrustning som uppfanns 1929 av Schröder och van Deurs i Danmark [8].

1933 köpte Svenska Skum patenträttigheterna till skumpumpen och skummet kallades då "Mekano-skum". Figur 4 visar en kopia av ett reklamblad från 1941. Svenska Skum samarbetade vid denna tidsperiod med Walter Kidde i USA som köpte patenträttigheterna för bland annat USA-marknaden. Patenträttigheterna såldes också till ytterligare företag för andra marknader, bland annat Australien, Tyskland, Italien, Frankrike och England. Under senhösten 1939, i samband med krigsutbrottet, utvecklade och levererade Svenska Skum tio skumbilar till det svenska flygvapnet. Även mindre utrustningar utvecklades, både i form av en bogserbar "skumspruta", ett bogserbar tryckluftskumaggregat samt ett stationärt tryckluftskumaggregat som monterades i marinens fartyg.

MEKANO-SKUM

Tryckluftaggregat
HELT SVENSKT FABRIKAT

T58-3

T58-5/10 med stopperning

T58-3 med stopperning

T58-8

Brombil med tryckluftskumaggregat
(inkluderar skum med stopperning)

T58-3

T58-20

SVENSKA SKUMSLÄCKNINGS AKTIEBOLAGET
Tel. växel 23 38 55 BIRGER JARLSGATAN 15, STOCKHOLM Tel. växel 23 38 55

Om Ni icke tror på
MEKANO-SKUMS egenskaper
rekommendera vi följande experiment:

*J*ag en hand full med färskt MEKANO-SKUM och stryk ut ett jämnt lager. Rikta därefter mot det samma en blåslampas 800° låga och Ni skall då finna hurusom MEKANO-SKUM utgör ett effektivt skydd mot hettan. Det är icke tillrådligt att göra experimentet, om MEKANO-SKUMMET utbytes mot vatten.

SVENSKA SKUMSLÄCKNINGS AKTIEBOLAGET
Tel. 23 38 55 STOCKHOLM Tel. 23 38 55

Figur 4 Informationsbroschyr (vänster) om olika utrustningar för generering av Mekano-skum samt en reklamfolder (höger) om Mekano-skummet överlägsna egenskaper. Materialet är troligen från 1940-talet [8].

Också engelsmännen nyttjade tekniken redan under kriget för vissa specifika applikationer [9]. US Navy började experimentera med konceptet 1947 men teknologin övergavs då man ansåg tekniken vara för komplex. Framförallt hade man problem med reglering och balanseringen av vatten/lufttrycket. Detta måste regleras nogga för att få en jämn skumkvalitet och reglertekniken fanns inte vid den tiden.

Under 1950-talet utvecklade Svenska Skum en större skumpump, MSM-20.000, vilken installerades i en specialbyggd haveribil, i Sverige benämnd TATRA 111 [8]. Denna såldes i ett 50-tal exemplar till flera länder i Europa, primärt som flygplatsbrandskydd och två stycken levererades till Luftfartsverket i Sverige. En av dessa finns fortfarande kvar i museisamlingen på Arlanda flygplats. Under 1960- och 1970-talen introducerades dock filmbildande skum och intresset för CAFS försvann och tekniken glömdes i princip bort.

I USA togs tekniken upp igen på 1970-talet av Cummins Industries men intresset var till en början mycket begränsat [9]. Efter att ha fått kontakt med Texas Forest Service, började dock intresset öka. Inledningsvis var de intresserade av att skydda bulldozers som skulle användas vid skogsbrandsbekämpning men man konstaterade snabbt att detta kunde vara ett effektivt sätt att bekämpa vegetations- och skogsbränder.

I mitten av 1980-talet var CAFS-tekniken väl etablerad som ett viktigt ”verktyg” vid skogsbrandsbekämpning men fortfarande var användningen mycket begränsad för bekämpning av brand i byggnad. Det var först efter att man i början av 1990-talet genomförde en rad försök som visade att CAFS var betydligt effektivare än en konventionell vattenattack som intresset började öka. Sedan dess har flera olika företag börjat tillverka CAFS-anläggningar och den primära inriktningen har varit att göra systemen enklare att använda. En viktig aspekt är att kunna variera skumkvalitén från ”vått” skum som ofta används vid en direkt attack eller vid eftersläckning till ”torrt” skum som används i förebyggande syfte som skydd vid värmestrålningspåverkan.

CAFS är numera en etablerad teknik hos många räddningstjänster i USA och i Los Angeles var för något år sedan över 200 brandbilar utrustade med inblandningsmöjligheter för Klass A-skum och cirka 25 % av bilarna var utrustade med CAFS [1, 10]. Intresset har också spridit sig till andra länder och i bland annat Australien och Nya Zeeland har man bedrivit en del forskning. I Europa har användningen kommit längst i Tyskland där man utrustade de första brandbilarna med CAFS 1997 [11] och i dagsläget finns sannolikt ett antal hundra brandbilar utrustade med CAFS. En debatt pågår dock i Tyskland om kostnad/nytta-effekten med CAFS [12]. I England har användningen av CAFS just tagit en början som resultat av en omfattande litteratur och erfarenhetsinhämtning [10]. I East Sussex har man fyra fordon utrustade med CAFS och ytterligare räddningstjänster har köpt eller är i färd med att köpa CAFS till sina fordon [13].

Sammanfattningsvis kan man alltså konstatera att CAFS är en ”ny-gammal” teknik som åter vunnit intresse, dels på grund av att tekniken hårdvarumässigt gått framåt och gjort systemen enklare att använda, dels tack vare introduktionen av Klass A-skum.

2.2.1 Dagens CAFS-utrustningar

I dagsläget finns en rad olika tillverkare av CAFS-utrustningar och den primära inriktningen har varit att utveckla systemen användarmässigt och öka tillförlitligheten. Systemen tillverkas både som små portabla enheter till större system som byggs in i brandbilar. Det finns även handbrandsläckare och större portabla släckaggregat som är

trycksatta eller försedda med en separat drivgasflaska och som blandar premix och luft så att man erhåller CAF vid aktiveringen.

Att CAFS åter vunnit intresse framgick på mässan ”Interschutz 2005” där en rad olika tillverkare visade upp olika typer av CAFS-utrustningar. För att erhålla en aktuell överblick av tillverkare, etc. rekommenderas en sökning på Internet.

3 Erfarenheter från forskning, försök och praktisk användning

I föregående kapitel gavs en kort historik kring Klass A-skum och CAFS. I detta kapitel ges en översikt av resultat från vissa försök, forskningsarbeten från 1980-talet och framåt samt några av de erfarenheter som finns från användningen hos olika räddningstjänster.

När det gäller publicerad information kring försök, forskningsinsatser och erfarenheter så är denna till mycket stor del inriktad mot släckning av brand i byggnad. Mycket av detta arbete har involverat jämförelser mellan insats med vatten, vatten med tillsats av A-skum samt användning av CAFS varför redovisningen nedan inte är uppdelad mellan A-skum och CAFS.

Det finns också en del litteratur specifikt inriktad mot användning av A-skum för skogsbrandsbekämpning vilket redovisas separat nedan.

3.1 Användningen av A-skum vid skogsbrandsbekämpning

Någon färsk information angående användningen av A-skum för skogsbrandsbekämpning har inte hittats. Vid ”International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop” [14] i Kanada 1994, gavs däremot ett antal presentationer som ger en bra historik och översikt av dåvarande erfarenhetsläge.

Lafferty [15] beskriver hur intresset för användning av skum för skogsbrandsbekämpning började spira i början av 1980-talet men det var inte förrän Cowan och Cundasawmy utvecklade ett A-skum (Silv-ex) för 0,1-1,0% inblandning som det blev praktiskt intressant. Detta medförde helt nya möjligheter att använda skumtillsats vid flygbekämpning med hänsyn till vikt och utrymmesbehov. Som ett resultat av intensiv marknadsföring gjordes de första riktiga fältförsöken med Silv-ex under 1984 med mycket gott resultat. År 1985 blev vändpunkten för A-skum i Kanada. Till en början var det problem med formella tillstånd att använda A-skum men i augusti uppstod en mycket omfattande brand i British Columbia. Distributören av Silv-ex tog tillfället i akt och skickade 100 dunkar att användas för demonstration. Efter fyra dagars försök köpte British Columbia Forest Service (BCFS) de 100 dunkarna och beställde ytterligare leveranser och totalt användes 6000 dunkar. Den generella erfarenheten var att det gick åt mindre vatten, bidrog till en reducering av erforderliga resurser och problemen med återantändningar minskade. Vid något tillfälle stoppade två mellanstora helikoptrar en brand som inte flera DC-6 flygplan utrustade med ”fire retardant” klarat av. Under 1986 skrev ett större skogsbolag i en ”intern standard”, att all brandsläckning, både på mark och via flyg skulle innehålla ”kemikalietillsats” vilket i praktiken avsåg A-skum. Vissa ”fire retardants” accepterades också. 1994 hade bolaget 150 brandbilar utrustade med skum. Framgångarna i Kanada ledde också till ökat intresse och användning också i andra länder, bland annat Frankrike och Spanien.

Lefebvre [16] beskriver utvecklingen i Québec och hur man där började prova A-skum 1987 i några enkla försök med ”markpåföring”. Försöken var positiva och under 1988 erhöles tillstånd (årsvis) för fortsatt utprovning med flygbekämpning med två vattenbombare av typ CL215. Erfarenheterna var mycket positiva och antalet flygplan som utrustades med skuminblandning ökade och i Tabell 1 ges en summering av användningen 1988-1993. Även i Ontario gjordes utvärderingar av A-skum i slutet av 1980-talet. Luke [17] redovisar erfarenheter från bränder där vatten och A-skum användes parallellt och medgav mycket bra jämförelser. En generell slutsats från de frågeformulär som insatspersonalen fått fylla i var att en vattenbombning med 0,7 % A-skum motsvarade cirka tre vattenbombningar med enbart vatten. Baserat på erfarenheterna utarbetades ett första regelverk för användning där man bland annat beskriver i vilka lägen man bör undvika skum, t ex i närheten av vattendrag och trafikerade vägar. Här ges också en del rekommendationer kring inblandning och hur länge detta är synbart från ett flygplan, 0,8 % - minst 30 minuter, 0,5 % - cirka 20 minuter, 0,3 % - cirka 5 minuter. Ett exempel ges även på hur man taktiskt nyttjade A-skum för flygbombning och på det sättet räddade en mindre by från att brinna ner på grund av en skogsbrand. Slutsatsen i Ontario var att A-skum definitivt ökade slagkraften vid släckinsatserna vilket gav färre okontrollerade bränder och därigenom också minskade brandskadekostnaderna.

Tabell 1 Antal flygbombningar med A-skum och flygplanstypen CL-215 under åren 1988-93 i Québec-provinsen i Kanada [16].

Chart 1. Use of foam with CL-215 on forest wildfires

Year	Foam drops on fires	Average concentration	Number of fires involved	CL-215 with injector systems	Total number of foam drops
1988	58	0.6%	14	2	2.6%
1989	469	0.5%	24	2	4.4%
1990	930	0.4%	53	3	10.0%
1991	2,506	0.4%	101	3	16.0%
1992	1,777	0.4%	56	18	40.0%
1993	1,253	0.4%	36	18	57.0%

Lefebvre [16] redovisar också resultaten från en mindre försöksserie som genomfördes i Québec för att försöka kvantifiera effekten av A-skum. Man hade två frågeställningar; 1) vilken effekt har A-skumtillsats på fuktinnehållet i det brännbara materialet jämfört med bara vatten och 2) vilken effekt har A-skum på extremt varmt (brinnande) bränsle. Den första frågeställningen undersöktes genom att genomföra två försöksserier med tre vattenbombningar i varje serie. Vattenbombning utfördes med endast vatten, 0,3 % A-skum respektive 0,6 % A-skum. Försöken gjordes på ett fyra år gammalt hygge och fuktprover togs både på humuslagret och brännbart material vid flera tillfällen, både före och efter bombningen. Som framgår av Figur 5 så kan fuktigheten bibehållas betydligt längre med 0,6% skuminblandning. Man noterade också att spridningen blir både större och jämnare med skuminblandning. Med vatten var spridningsytan cirka 225 m² (2500 sqft) medan den var cirka 360 m² (4000 sqft) vid 0,3% respektive 550 m² (6100 sqft) vid 0,6 % inblandning. Nackdelen med skuminblandning är att en eventuell vindpåverkan blir större. För att undersöka effekten på brinnande vegetation gjordes fyra försök, två med vatten och två med skumvätskelösning. Resultaten pekade inte på någon märkbar effektivitetshöjning med skum, bland annat tror man sig noterat att skummet förångades snabbare än vatten. Slutsatserna är dock osäkra och man påpekar att det behövs fler försök för att dra säkra slutsatser.

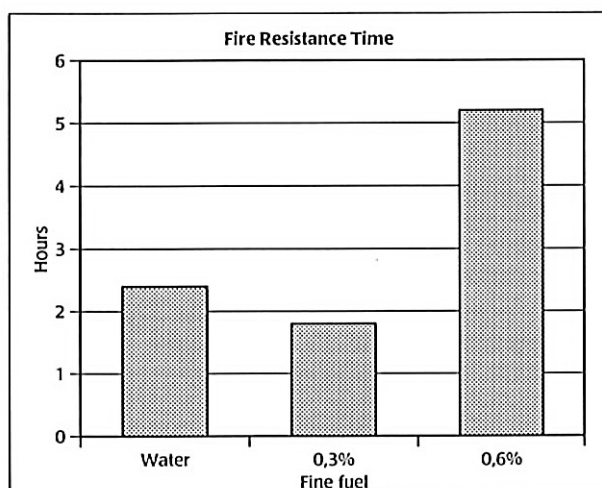


Figure 1. Fine fuel drying time, Water vs. Foam.

Figur 5 Uppmätt torktid hos "fine fuel" (topplagret på marken bestående av barr, mossa, grenar <1 cm) för vatten respektive två olika koncentrationer av A-skum [16].

Paul Schlobohm [18] anser att A-skums stora fördel erhålls genom att vattnet ges mer tid att fukta det brännbara materialet. Vanligt vatten rinner snabbt av det brännbara materialet (gräs, buskar, etc) medan skumbildningen gör att det hänger kvar betydligt längre. Skummet i sig är också bättre på att absorbera värmestrålning än en tunn vattenfilm. En annan stor fördel är att en skumbegjutning ger en direkt visuell effekt och är lättare att kvantifiera. Vill man t ex skapa en brandgata är det mycket enkelt att ge order om en viss bredd och en viss tjocklek av skumtäckat beroende på vilket skyddseffekt man vill ha. Med vatten är det svårt att få en lika jämn spridning och det är lätt att luckor uppstår av misstag. Han pekar också på möjligheten att lägga en skyddsbarriär med skum för att sedan kunna starta en kontrollerad moteld. Speciellt effektivt och arbetsbesparande är det att utnyttja denna taktik längs slutningar där man kan låta skummet (som mellan- eller lättskum) rinna ner långa sträckor.

3.2 Försök vid forskningsinstitutioner

3.2.1 National Institute of Science and Technologies (NIST)

Vid NIST i USA har man utfört ett antal forskningsprojekt för att studera möjligheten av att använda skum som skydd för att förhindra antändning av en yta. Grunden för detta är de busk- och skogsbränder (wildfires) som är ett stort problem i vissa delstater i USA och som i vissa fall drabbat bebodda områden hårt. Målsättningen är att kunna åstadkomma ett temporärt skydd när en brandfront närmar sig så att huset motstår den brand-exponering som uppstår, utan att antändas. En typisk "wildfire" passerar ett hus på cirka 5 minuter [19] vilket ger möjlighet att uppnå en tillräcklig varaktighet med bland annat skumbeläggning.

Madrzykowski [20] genomförde i slutet av 1980-talet laborieförsök där han täckte vertikala plywoodskivor med CAF-skum vilka han därefter exponerade för värme-strålning med hjälp av gaseldade strålningspaneler. Grunden i undersökningen var att använda lika mycket skum per ytenhet som en plywoodskiva lyckades "hålla" när man använde enbart vatten. Försöken visade att tiden till antändning fördubblades jämfört med

de ytor som skyddats med enbart vatten. Försöken visade också att skumtäckets skulle kunna göras betydligt tjockare utan att skummet gled av vilket ökade potentialen för skum ytterligare.

I mitten av 1990-talet fortsatte Boyd [19] med att utarbeta en modell för hur värmetransport och nedbrytning sker i ett proteinbaserat CAF-skum på en vertikal yta. Ett stort antal försök genomfördes med värmeexponering med hjälp av en strålningspanel. I dessa försök användes en skumtjocklek på 10 cm och temperaturvägen i skummet registrerades via ett antal termoelement placerade på olika djup i skummet. Både modellen och försöken visade att nästan all inkommande energi absorberas i skummet och leder till en förångning av detta.

I ett efterföljande projekt utvecklade Tafreshi mfl. [21] en provningsmetod för att på ett mer kvantitativt sätt kunna värdera olika skumtypers skyddsförmåga (till skillnad från släckförmåga). En småskalig CAF skumgenereringsutrustning utvecklades liksom provningsmetoder för att studera skummets bubbelstruktur samt att mäta skummets termiska egenskaper i form av expansion vid värmeexponering, termisk ledning respektive värme-strålningsabsorption. En försöksserie genomfördes med fem olika skum, fyra syntetiskt baserade och en proteinbaserad där bland annat skumtalet varierades mellan 15 och 30. Till viss del skiljde inte de testade parametrarna något större men sammantaget var proteinskummet överlägset de syntetiska skummen. Detta var betingat av skummets förmåga att häfta fast på vertikala ytor vid samtliga de provade skumtalen. För de syntetiska skummen påverkades "häftförmågan" kraftigt av skumtalet och i de flesta fall var de för "blöta" och därmed lättflytande för att fastna effektivt.

I ett annat projekt undersökte Tafreshi mfl skyddsförmågan hos vattengel i förhållande till proteinbaserat CAF-skum [22]. Försök genomfördes där en vertikal träyta belades med gel respektive skum och sedan exponerades för värme-strålning. För att registrera skyddseffekten mättes temperaturen på träytan och tid till antändning. Gelskiktet var 5 mm tjockt medan skumtäckets var 100 mm tjockt. Skumtalet var 20 vilket alltså innebär att i båda fallen var "vatteninnehållet" identiskt, 5 L/m^2 , vid provningen. Försöken visar tydligt att skyddseffekten är baserad på två olika mekanismer. För gelen dominerar värmeledning vilket medför att gelskiktet snabbt ökar i temperatur till ytan stabiliseras vid 100°C och vattnet förångas. Skum absorberar strålningen till stor del i ytskiktet vilket innebär att den skyddade ytan till en början inte utsätts för någon temperaturökning alls utan ligger kvar vid omgivningstemperatur. Mätningar visade att "värmevägen" nådde cirka 60 mm in i skummet vilket innebär att träytan började känna av en ökande temperatur först när cirka 40 mm av det ursprungliga skumtäckets brutits ner. Temperaturökning blir därefter något snabbare än för gelen men i försöken gav skummet ungefär 5 minuter längre skyddstid än gelen. I rapporten påpekas också att gel respektive skum har olika för- och nackdelar vid praktisk användning som måste beaktas. Skummet är mer känsligt för vindpåverkan vilket kan vara ett problem i samband med "wildfires" som ofta genereras kraftiga luftströmmar. Å andra sidan ger skummet en "volymfyllnad" vilket kan vara viktigt för att skydda mindre öppningar, ventilationsspringor, m m på en husfasad eller under takutsprång.

I slutet av 1990-talet genomförde NIST även ett mycket omfattande projekt med syftet att studera effektiviteten hos olika additiver avsedda att förstärka vattnets släckförmåga [6]. Samtliga additiver som ingick i försöken var upptagna på USDA Forest Service lista över godkända produkter för användning vid skogsbrandsläckning. Projektet omfattade både undersökningar av additivernas mer generella egenskaper, dess förmåga att skydda mot värmepåverkan, påverkan på rökproduktion, släckförmåga mot A-bränder (bland annat trä, plast, gummi), B-bränder (heptan, bensin) samt D-bränder (magnesium, titan). Rapporten är oerhört omfattande och det är svårt att få en bild av vilka resultat och slut-

satser projektet gav. De olika additiverna är dessutom anonyma vilket gör det svårt att avgöra vilka som är ”riktiga” A-skum respektive andra typer av additiver men följande slutsatser kan noteras.

Försöken avseende släckförmåga mot A-brand genomfördes dels mot en träribbstapel, dels mot en uppställning av gummidäck, dels med oaspirerande, aspirerande respektive CAFS-utrustning. Framför allt noterades en snabbare släckning och längre tid till återantändning av gummidäcken vid användning av CAFS och några av de provade additiverna.

Släckförmågan mot B-brand provades i två försöksserier, dels mot ett 4,6 m² bål med heptan, dels mot ett 92,9 m² bål med oblyad bensin som bränsle. Som referens användes en AFFF-vätska och generellt var denna effektivare än de övriga additiverna. I vissa av försöken nådde man bara kontroll men i några fall erhöll man också släckning, om än något långsammare än med AFFF-vätskan. Även återantändningsegenskaperna var genomgående sämre.

3.2.2 National Fire Protection Research Foundation (NFPRF)

NFPRF i USA genomförde i början av 1990-talet projektet ”National Class A Foam Research Project”. Bakgrunden var att det sedan länge fanns goda erfarenheter av Klass A-skum användning vid bekämpning av busk- och skogsbränder (wildfires) vilket också understötts med forskningsarbete vid bland annat NIST. Projektet syftade därför till att studera hur Klass A-skum skulle kunna användas av räddningstjänsten vid brandbekämpning i byggnader.

I en första del av projektet [23] genomfördes släckförsök mot en träribbstapel, cirka 1,6 m i fyrkant och 0,93 m hög (Class 20A enligt ANSI/UL 711). Vid släckförsöken användes (1) ett standard vattenstrålrör med sluten stråle och cirka 57 L/min (15gpm), (2) ett aspirerande strålrör med flödet 57 L/min samt (3) CAF (Compressed Air Foam) med ett flöde på cirka 28 L/min. Standardmunstycket gav ett skumtal på cirka 5 vid inblandning av Klass A-skum, medan det aspirerande respektive CAF-skummet gav ett skumtal på cirka 7,5.

Träribbstapeln antändes med hjälp av ett mindre heptanbål och gavs en förbrinntid på 7 minuter innan släckmedlet applicerades av en operatör på ett ”standardiserat” sätt under 60 sekunder. Dämpningen av branden registrerades liksom tid till eventuell återantändning. Totalt genomfördes 20 försök med vatten (enbart standardstrålrör), samt med en inblandning av 0,1%, 0,3% respektive 0,5% Klass A-skum.

I tillägg till släckförsöken genomfördes också ”värmeexponeringsförsök” för att kvantifiera en eventuell ökad skyddseffekt vid värmestrålningsspåverkan respektive ”begjutningsförsök” för att kvantifiera hur släckmedlet hängde kvar på en yta efter applicering.

Vid värmeexponeringsförsöken användes en ”panel” av träribbor som begöts med vatten/Klass-A-skum under 60 sekunder med samma utrustningar som vid släckförsöken. Inblandningen var dock högre i dessa försök, 0,3 %, 0,6 % respektive 0,9 % och CAF-försöken genomfördes dessutom både med ett påföringsflöde av 28 L/min respektive 57 L/min. 90 sekunder efter appliceringen monterades panelen framför en strålningspanel som exponerade ytan med 25 kW/m² respektive 50 kW/m² och tid till antändning noterades. Vid begjutningsförsöken användes en mindre träribbstapel som begöts med vatten/Klass A-skum enligt ovan under 15 sekunder respektive 60 sekunder och bålet totala viktökning registrerades därefter 15 sekunder 30 sekunder, 45 sekunder respektive

60 sekunder efter skumpåföringen avslutats som ett mått på hur släckmedlet hängde kvar på ytorna.

Släckförsöken mot träribbstapeln visar att det ej gick att släcka bålet helt med enbart vatten, varken vid 60 sekunder eller 90 sekunder appliceringstid. Med tillsats av Klass A-skum varierade släcktiden mellan 25 sekunder och 48 sekunder beroende på inblandning och typ av skumgenerering. Tid till återantändning varierade mellan 36 sekunder och 136 sekunder. Bäst resultat ur både släck- och återantändningssynpunkt erhöles här med det aspirerande strålröret och 0,1 % skuminblandning.

Vid värmeexponeringsförsöken (totalt 44 st) användes antändningstiden av en helt torr träpanel som utgångspunkt. Vid 25 kW/m² var det faktiskt rent vatten som gav den bästa skyddeffekten (cirka 500 sekunder) medan flera av försöken med applicerat A-skum t o m gav kortare antändningstid än torrt trä. För skum applicerat som CAF var antändningstiden runt 100-150 sekunder jämfört med cirka 380 sekunder för torrt trä. Någon förklaring till dessa något underliga försöksdata ges ej. Vid 50 kW/m² antände den torra träpanelen efter knappt 30 sekunder och med rent vatten ökades denna till cirka 55 sekunder. Försöken med Klass A-skum gav med några få undantag längre antändningstider än vatten och dessa varierade mellan cirka 40 sekunder och 110 sekunder beroende på inblandning och skumgenereringsätt. Bäst resultat erhöles även här med aspirerande skum och 0,6 % inblandning.

Vid begjutningsförsöken (totalt 40 st) användes resultaten från vattenbegjutning som utgångsdata. Dessa utgångsförsök visade att med 15 sekunder vattenapplicering erhöles ingen viktökning alls (viktökningsfaktor 0,9) medan försöken med 60 sekunder påföring ökade träribbstapelns vikt med en faktor cirka 1,3 mätt efter 60 sekunder. Motsvarande försök med skuminblandningen och 15 sekunder påföring gav en viktökningsfaktor på cirka 1,2-1,8, det vill säga en ökning på cirka 30 %-100 % jämfört med vatten. Vid 60 sekunder påföring var viktökningsfaktorn cirka 2,5-3,9, det vill säga en ökning på cirka 90 %-200 % jämfört med vatten.

I den andra delen av projektet [24] genomfördes en serie släckförsök mot en rumsmiljö. Rummet var 2,4 x 3,7 x 2,4 m och var invändigt beklätt med plywood och träpanel. Rummet hade en dörröppning med måtten 1,5 x 2,1 m och ovanför dörren fanns en kalorimeterutrustning för mätning av brandeffekten. Två försöksserier genomfördes, i den ena (7 försök) var rummet ”möblerat” på samma sätt som vid provning av ”residential sprinklers” enligt då gällande version av UL 1626 vilket innebär en träribbstapel i ena hörnet med två ”fåtöljsidor” placerade på var sin sida av bålet. I den andra försöksserien (17 försök) användes en riktig stoppad hörnsoffa. I samtliga försök antändes bålet/soffan och branden fick utvecklas fritt till övertändning. 5 sekunder efter övertändning påbörjades släckinsatsen med antingen en direkt eller indirekt påföring. Direktpåföringen innebär att släckmedelsstrålen riktades direkt mot den brinnande träribbstapeln/väggen/soffan medan indirekt påföring innebär att strålen först riktades mot taket, därefter mot träribbstapeln/väggen/soffan. I den första försöksserien användes ett flöde på 18,9 L/min (5 gpm) och i den andra försöksserien 26,5 L/min. Här genomfördes också några försök med indirekt påföring och 38 L/min (10 gpm). Resultaten redovisas som den tid det tog att reducera uppmätt brandeffekt till 500 kW.

Resultaten från försöksserie 1 visar på ungefär likartade resultat. I försöksserie 2 var resultaten genomgående något bättre vid tillsats av A-skum jämfört med vatten. Vid 26,5 L/min och direkt påföring var kontrolltiden 50-60 sekunder för vatten medan den varierade mellan cirka 30-45 sekunder för A-skum med de kortaste tiderna för CAF. Försöket med 26,5 L/min och indirekt påföring visade på de största skillnaderna. Här var kontrolltiden med vatten cirka 170 sekunder medan försöken med aspirerat A-skum gav

cirka 70 sekunder och CAF 65 sekunder. Vid 38 L/min och indirekt påföring var skillnaderna mindre och kontrolltiden för vatten var här cirka 55-60 sekunder medan den för A-skummen varierade mellan cirka 40-50 sekunder. Som jämförelse redovisas också ett försök med högre flöde och direktapplicering med rent vatten. Med ett flöde överstigande 114 L/min (>30 gpm) kontrollerades branden på knappt 20 sekunder.

3.2.3 University of Canterbury

University of Canterbury på Nya Zeeland genomförde två försöksserier 1998 där man gjorde en jämförelse mellan släckning av en rumsbrand med vatten under högtryck (HPD-High Pressure Discharge), vatten under högtryck med tillsats av A-skum samt med CAFS. I den första serien var branden öppen vilket medgav direktapplicering [25]. I den andra försöksserien var en del av branden dold vilket medförde en indirekt släckning [26].

Direktapplicering

HPD-systemet hade ett flöde på 170 L/min och ett arbetstryck på 26 bar. Munstycket gav en spridningsvinkel på 60°. Vid släckattacken var brandmannen placerad precis utanför dörröppningen till försöksrummet och riktade munstycket mot taket och applicerade vatten i ett cirkulärt mönster. Vid tillsats av Klass A-skum användes samma utrustning och taktik. Skumtillsatsen var 0,3 % vilket gav ett skumtal på cirka 2. Vid CAFS-försöken var också flödet 170 L/min vid ett tryck på 9 bar. Skummet applicerades via ett rakt, öppet munstycke. Släckinsatsen påbörjades 3 m framför dörröppningen och en slutna skumstråle riktades mot taket. Skuminblandningen var 0,3 % A-skum och skumtalet var cirka 5. I samtliga fall avbröts släckmedelspåföringen när operatören bedömde att branden var släckt (knock down).

Försöken genomfördes i ett försöksrum enligt ISO 9705 med måtten 2,4 x 3,6 x 2,4 m och med tillhörande utrustning för mätning av utvecklade brandeffekt. Till skillnad från "ISO-rummet" var dock dörrbredden 1,2 m för att underlätta släckinsatsen. Förutom brandeffektmätningar var rummet också instrumenterat med 16 termoelement placerade på olika positioner och nivåer i rummet.

Varje försök genomfördes tre gånger för att säkerställa resultaten. Som brandkälla användes tre träribbstaplar, 600 mm i fyrkant, placerade i rummets bakre hörn. Dessutom var väggarna i detta hörn klätt med fyra MDF-skivor, 4 mm tjocka. Efter antändning av träribbstaplarna fick branden utvecklas fritt till dess pappret på gipsskivorna i rummets främre del vid dörren fattat eld. Detta säkerställde en fullt övertänd brand innan släckinsatsen påbörjades. Totalt genomfördes tre försök med HPD respektive med tillsats av A-skum samt fyra försök med CAFS. I ett av vardera försöken påfördes samma mängd släckmedel (12 l) för att se skillnaden under helt identiska förhållanden.

I genomsnitt användes 19 l för att nå släckning (knock down) med HPD-systemet, 21 l vid tillsats av Klass A-skum samt 12 l vid användning av CAFS. Man poängterar dock att det i praktiken sannolikt inte var någon skillnad mellan rent vatten och tillsats av A-skum då man noterade att någon liter "spilldes" utanför dörröppningen vid den initiala attacken med A-skum. Rapporten innehåller mycket detaljdata från mätningar vilka inte kan presenteras här men i Tabell 2 återges den sammanfattning av resultaten som presenteras i rapporten.

Tabell 2 Sammanfattning av för- respektive nackdelar som noterats för de tre olika provade släckmetoderna (återgivning av tabell 7.4.4 i referens [25]).

	CAFS	HPD	Class A solution
Advantages	-Greater discharge distance, more comfortable conditions -Good visibility during application as less steam produced -Less water wasted because of good visibility -Less likely to have reignition of fuel load -Least amount of water used overall, less water damage	-Protective blanket of water mist protects operator from flame front	-Protective blanket of water mist protects operator from flame front
Disadvantages	-No protective blanket of water mist protects operator from flame front, so additional care required when entering compartment	-If same quantity of water is used as CAFS re-ignition of fuel load is more likely -Operator subjected to more adverse conditions than for CAFS due to smaller discharge distance -Poor visibility due to large quantities of steam	-No additional benefits when 0,3% foam concentrate added to HPD set up -Operator subjected to more adverse conditions than for CAFS due to smaller discharge distance -Poor visibility due to large quantities of steam

Indirekt släckning

Vid försöken användes samma försöksrum och mätutrustning brandeffekt som i försöken med direktapplicering. I dessa försök monterades dock en 1,7 m bred mellanvägg ut från ena rummets långsida och 1,2 m från baksidan. Detta innebar ett ”inre rum” som hade en öppning på 0,7 m. I det inre rummet placerades två träribbstaplar i det ”inre” hörnet och i det främre rummet en träribbstapel (synlig från dörren) i hörnet mot mellanväggen. Båda hörnen var klädda med MDF-skivor, totalt 4 skivor.

Även i denna försöksserie genomfördes tre försök med respektive släckmetod. Släckinsatsen inleddes när rummet nått full övertändning men i dessa försök användes en fast påföringstid av 10 sekunder (tiden baserade på ett antal förförsök). Efter denna insats noterades släckresultat och tid till eventuell återantändning. Vid en eventuell efter-släckning tilläts släckpersonalen gå in i rummet.

Även i denna rapport är resultatpresentationen omfattande men i Tabell 3 ges som ett exempel en summering använda släckmedelsmängder för att nå dämpning (knock down) respektive fullständigt släckt.

Tabell 3 Total släckmedelsåtgång (medelvärde respektive 95 % konfidensintervall) för att nå kontroll respektive släckning med de tre utvärderade släckmetoderna [26].

Method	Knock down flow (L)	Extinguishment flow (L)
CAFS	24±2	130±60
HPD	27±3	210±60
Solution	30±3	125±15

Några av de slutsatser som nämns är att det var mycket lite skillnad mellan de tre metoderna om man beaktar reduceringen av brandeffektutveckling. En fullt utvecklad brand ger egentligen maximala fördelar för ett vattendimbaserat system vilket indirekt stärker resultaten med CAFS. Man konstaterar också att samtliga släckmetoder hade en överkapacitet i förhållande till försöksbranden vilket gör att skillnaderna blir små. Alternativet vore att reducera flödet eller genomföra försöken i större skala. Som i tidigare försök noterades bättre sikt vid CAFS-försöken jämfört med HPD och A-skumtillsats. En viss tendens fanns till att CAFS gav en ”flampuls” 2-3 m ut genom dörren precis vid start av släckinsatsen men å andra sidan kunde alltså attacken inledas på större avstånd från dörröppningen.

Vid försöken mättes också temperaturer och temperatursänkingshastigheten vid släckinsatsen. Man konstaterar här att skillnaden i mellan de tre släckmetoderna inte var så stora som tidigare uppmätts av Colletti (”Testing CAFS in live burns”) [2], se kapitel 3.3.2.

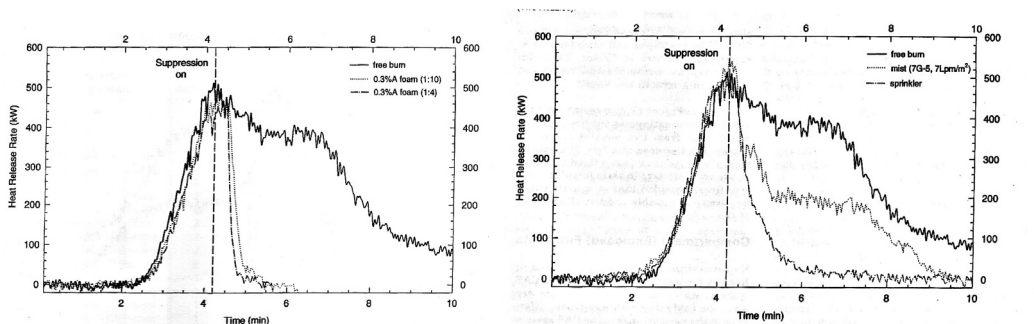
3.2.4 National Fire Laboratory (NRC)

3.2.4.1 Fasta system

I mitten av 1990-talet jämförde Kim och Dlugogorski [27] vid NRC i Kanada CAFS i en fast anläggning gentemot ett fast vattendimsystem respektive ett traditionellt vattensprinklersystem. Både Class A- respektive B-skum provades. Tre brandkällor användes, en träribbstapel (0,6 x 0,6 x 0,3 m), ett heptanbål respektive ett dieselbål (diameter 0,9 m). Två försöksserier genomfördes i ett ”rum” med 6,1 m x 6,1 m x 3,2 m. I den första serien simulerades välventilerade förhållanden genom att rummet i princip bestod av perforerad plåt utan tak. I den andra serien var rummet slutet med ventilation endast genom en dörr och ett fönster. Förutom brandeffekt mättes också temperaturer och strålningsnivåer på flera platser i rummet.

Heptanbålet gavs en förbrinntid på 1 minut medan trä- respektive dieselbålet hade en förbrinntid på 2 minuter. Maximal brandeffekt var cirka 500 kW.

Totalt genomfördes cirka 25 försök under välventilerade förhållanden och cirka 15 försök i rumssceneriet. I Figur 6 visas några exempel på resultat från de välventilerade försöken med träribbstapel och släckmedelspåföring via två munstycken.



Figur 6 Uppmätt brandeffekt vid fribrinnande förhållanden, släckning med CAFS (två olika skumtal), se vänstra figuren, samt med vattendimma respektive sprinkler, se den högra figuren [27].

Några av slutsatserna från försöken var att CAF är ett effektivt släckmedel för ett brett område av scenarier. CAF var effektivare i att släcka både vätskebränder och träribbstaplar än vattendimma vid välventilerade förhållanden. I rumsgeometrin fungerade CAF och vattendimma ungefär likvärdigt mot vätskebränderna medan CAF var mer effektivt mot träribbstaplarna. CAFS kräver också mindre skumvätskeblandning än i konventionella system. A-skummet tillsattes med 0,3 % medan man normalt rekommenderar 1,0 % i ”vanliga” aspirerande system. Klass B-skummet var en AFFF-vätska med en rekommenderad inblandning på 6 % medan försöken genomfördes med 1% inblandning. I dessa försök erhöles dessutom bättre resultat mot vätskebränderna med A-skummet jämfört med B-skummet.

3.2.4.2 Hangarförsök

Under 2002 genomfördes ett projekt med syftet att undersöka effektiviteten hos ett specialutvecklat CAFS för hangarbrandskydd [28]. Enligt NFPA 409 skall 90 % kontroll av en brand erhållas inom 30 sekunder och branden skall vara helt släckt inom 60 sekunder. Speciella munstycken utvecklades, dels för installation i taket, dels för placering i golvnivå. Varje taksprinkler täckte cirka 100 m² (diameter 11,3 m) och golvsprinklern cirka 66 m² (diameter 9,1 m).

För att verifiera systemet kördes försök med enbart taksprinkler, enbart golvsprinkler samt båda tillsammans. En försöksserie genomfördes med A-skum och en med AFFF. Som brandkälla användes ett cirka 4,5 m² stort bål med 40 l bensin och en förbrinntid på cirka 20-30 sekunder.

Försöken visade att enbart taksprinkler inte lyckades uppfylla NFPA-kriterierna medan golvsystemet ensamt respektive kombinationen av dessa uppfyllde kraven i samtliga försök. Generellt erhöles både bättre kontroll respektive släckning med AFFF-skummet men även A-skummet fungerade och visar att även icke filmbildande skum kan vara ett alternativ för denna applikation.

3.2.4.3 Jämförelse mellan skumsprinklersystem och CAFS-sprinklersystem

Under 2004 genomförde NRC en försöksserie där man jämförde ett CAF system med ett traditionellt skumsprinklersystem dimensionerat och installerat i enlighet med NFPA 16 mot Klass B brand [29]. Vid jämförelsen användes UL-162, den brandprovningmetod som används i USA för att prova skumsystem och skumvätskor. I metoden används ett kvadratisk, 4,65 m² stort bål med heptan som bränsle. Som krav gäller att det provade systemet skall ge en jämn distribution av skum över bränsleytan, branden skall vara helt släckt inom fem minuter och branden skall inte återantända vid ett särskilt återantändningstest.

Två olika CAF-munstycken provades. Ett roterande munstycke (TAR) med 25 mm (1”) kropp och två munstycksöppningar som medför att skummet distribueras jämnt över cirka 21 m² (cirka 5,2 m diameter). Den andra typen av munstycke (GDR) var också roterande och hade en större munstyckskropp, 101 mm (4”) i diameter, och täckte cirka 70 m² (cirka 9,4 m diameter).

Munstyckena installerades på ett rörsystem och heptanbålet placerades på golvet, antingen mellan fyra installerade munstycken (TAR) eller ”offset” ett installerat GDR munstycke. Det vertikala avståndet från munstyckena till golvet var cirka 4,2 m i en första serie med brandförsök och ökades till 7,6 m för en andra försöksserie.

Två olika typer av skumvätska användes. En Klass B vätska av typen AFFF, med 3 % inblandning för skumsprinklerssystemet och 2 % inblandning för CAF-systemet. Dessutom användes en Klass A vätska för CAF systemet med 1 % inblandning.

Heptanbålet fick brinna i 15 sekunder innan systemen aktiverades och skum påfördes i fem minuter. Efter påföringstiden lämnades skumtäcknet orört i 15 minuter varefter ett återantändningstest genomfördes. Baserat på erhållna resultat drogs följande slutsatser:

- Med TAR-munstycket var tiden till släckning kortare, både med Klass B och Klass A-skum, jämfört med skumsprinklerssystemet. I de flesta fall var även tiden till återantändning längre.
- Med GDR-munstycket var tiden till släckning kortare med Klass B skum jämfört med skumsprinklerssystemet. Med Klass A-skum var tiden till släckning bättre, men tiden till återantändning var kortare, i ett fall kortare än kravet i UL-162.
- När ett enda munstycke användes (Klass B skum) var tiden till släckning marginellt högre för CAF-systemet, men tiden till återantändning var nästan dubbelt så lång jämfört med skumsprinklerssystemet. Det bör noteras att skumflödet var över fyra gånger högre för skumsprinklerssystemet jämfört med CAF-systemet.
- Flera försök repeterades och repeterbarheten för både TAR och GDR munstyckena var god.
- Både skumsprinklerssystemet och CAF-systemet påverkades endast marginellt av att höjden över branden ökades. I vissa fall var effektiviteten bättre, i andra fall sämre.

3.2.5 Forschungsstelle für Brandschutztechnik (FFS), Universität i Karlsruhe

En serie på fem släckförsök med CAFS mot en större rumsbrand genomfördes av FFS i Tyskland under år 2000. Målsättningen var att prova ett CAFS mot ett mer realistiskt scenario jämfört med många andra försök som rapporterats. Man ansåg att de flesta försök utfördes i ett för litet rum med för koncentrerade brandkällor (t ex träribbstaplar), ofta i "lätta" byggnadskonstruktioner med relativt korta förbrinntider [10, 13, 30, 31].

Försöken genomfördes därför i ett 25 m² stort rum som var fullt möblerad vilket medför en mer realistisk brand. Väggar och tak i försöksrummet var massiva vilket innebar att betydligt mer värme finns lagrad i konstruktionen vid släckning. Försöksrummet var placerat på en vågutrustning som medförde att man kunde registrera avbränningen under förbrinnfasen och sedan följa hur mycket vatten som absorberades av det brinnande materialet vid släckning. Man samlade också upp spillvatten under rummet och därigenom kunde man också beräkna hur stor andel som förångades. Rummet innehöll 730 kg möbler, etc. och förbrinntiden valdes till 20 minuter varvid cirka 40 % av innehållet i rummet förbränts. Rummet var försett med ett fönster och en dörr. Fönstret var öppet under hela förbrinntiden medan dörren öppnades först vid släckinsatsen. Brandeffekten var cirka 7 MW under förbrinntiden.

I Tabell 4 sammanfattas resultaten från försöken som också innehåller jämförande försök med vatten och vatten med en gelbildande tillsats. Den totala släckmedelsförbrukningen har normerats i förhållande till rent vatten (100 %) och som framgår av tabellen så varierar denna avsevärt. Bästa resultat erhöles i försök ”DLS 3” där vattenförbrukningen var 105%.

Tabell 4 Resultatsammanställning från genomförda försök med vatten, vatten med gelltillsats ($W+Q_k$) samt CAF (DLS 1-5) [30].

Tabelle 1: Löschwasser-Effizienz bei Wohnungsbränden

Quelle	TÜ 31, 90 (C-MR)		DLS 1	DLS 2	DLS 3	DLS 4	DLS 5
	W+Q _k	Wasser	Hohlstrahlrohr				
1 (DLS. = unveröffentlicht)							
2 Löschmittel, Verschäumungszahl	W+Q _k	Wasser	S=12...9	S=15...9	S=5	S=7	S=7...20
3 Löschdauer [min]	10,5	13,5	33	16	41	10	15
4 Löschwassergesamtverbrauch [L]	163	260	722	410	273	342	320
5 durchgetropftes Löschwasser [L]	55	170	0	0	0	10	0
6 gebundenes Löschwasser [L]			380	200	38	223	57
7 verdampftes Löschwasser [L]	108	90	342	210	235	109	263
8 Löschwassergesamtverbrauch/ C-MR mit Wasser [%]	63	100	278	158	105	132	123

Stand Juni 2003

Baserat på resultaten dras bland annat följande slutsatser:

- Släcktid och total släckmedelsförbrukning är i samma storleksordning som för andra traditionella släckmetoder. Däremot är risken betydligt mindre för vattenskador.
- Användning av CAF innebär inte mindre produktion av vattenånga, utan korrekt använt, snarare tvärtom eftersom en mycket stor andel förångas. Vid en insats har skummet en klar fördel ur siktsynpunkt, då det vita skummet ”lyser upp” den annars mycket svarta omgivningen i brandrummet. Skummet signalerar var man släckt vilket reducerar risken för vattenskador.
- Kastlängden blir längre med CAF vilket ger en ökad säkerhet.
- Handhavandet underlättas på grund av att slangen väger mindre än hälften mot en vanlig vattenslang. Jämfört med en ”vanlig skuminsats” där injektorsystem används för skuminblandning så behöver en CAFS-insats inte vara kontinuerlig utan man kan jobba med korta ”skumstötter” utan att skuminblandningen störs.

Man konstaterar också att i ett försök fick man en mycket kraftig ”ångexplosion” som pressade ut en mycket kraftig flamma ur dörr- och fönsteröppningen när släckattacken inleddes. Här använde man indirekt släcktaktik, så till vida att skumstrålen riktades mot taket som vid en konventionell insats med dimstrålrör. Risken för detta fenomen är troligen ungefär detsamma vid användning av dimstrålrör på grund av den långa förbrinntiden och den stora ackumulerade värmemängden i rummet.

3.3 Brandförsök

3.3.1 Williamson Barn Burn

I september 1990 genomfördes den första större demonstrationen av CAFS för släckning av brand i byggnad som allmänt refereras till i litteratur kring CAFS. Williamson Fire Department fick tillåtelse att nyttja två skjul och en större lada. Över 100 brandmän deltog i demonstrationen [2].

De första demonstrationerna genomfördes mot de två skjulen där ett CAFS-aggregat, som gav 190 L/min (50 gpm) skumvätskelösning och 1,13 m³/min (40 scfm) tryckluft, matades via 30 m (150 ft) 38 mm (1½”) brandslang. Skjulen, som hade måtten cirka 3 x 7 x 2,4 m, kontrollerades inom 6 sekunder och efter ytterligare 6 sekunder var branden släckt. Total släcktid var 12 sekunder och total släckmedelsåtgång var knappt 40 liter (10 gallon).

Den större ladan hade måtten 15 x 10 x 2,4 m och innehöll trä, halm och annat vanligt förekommande i en ”normal” lada. CAFS-systemet var egentligen alldeles för litet i förhållande till denna brand men brandchefen ville ”se vad systemet gick för”. Enligt den princip för att beräkna erforderligt släckvattenflöde som används i USA, ”IOWA Rate-of-Flow Formula” [32], skulle det krävas minst 337,5 gpm, det vill säga i praktiken två strålrör a 250 gpm. CAFS-flödet var således bara 15 % av minimiflödet. Ladan antändes och efter 3:30 nådde lågorna cirka 8 m över taknocken. 03:45 gavs order om CAFS-attacken men på grund av problem med en brandmans skyddsutrustning dröjde släckinsatsen till 04:50. Åskådarna var nu helt säkra på att ”loppet var kört”. Släckinsatsen genomfördes dock som planerat och två brandmän attackerade branden genom fröntdörren. 05:11 var synliga flammor borta och 06:21 bedömde man att branden var 95 % släckt.

3.3.2 Salem tests, Connecticut samt Wallops Island

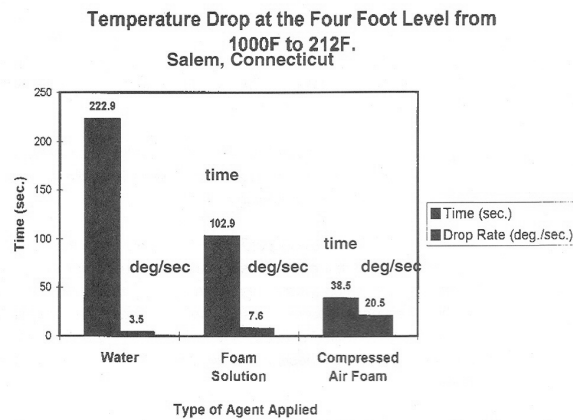
Under 1992 genomfördes två serier av instrumenterade rumsbrandförsök med CAFS, i Salem i Connecticut och Wallops Island i Virginia, USA [2, 33]. Ett stort antal företag och organisationer deltog i planläggningen och genomförande av försöken. Detta kanske är de mest refererade försöken när det gäller CAFS och dess effektivitet.

Syftet var primärt att mäta temperaturen inne i brandrummet för att se hur snabbt denna dämpades vid användning av CAFS kontra vatten respektive vatten med A-skumtillsats. För att få så repeterbara förhållanden som möjligt användes samma operatör vid släckinsatsen och alla rum var identiskt preparerade. Efter övertändning påfördes släckmedel kontinuerligt i 2 minuter.

I Salem-försöken skulle vattenflödet vara 95 gpm enligt NFPA 1403. Vid försöken användes dock endast 20 gpm för att få bättre utslag i förmågan att slå ner branden och enligt bedömningar var 20 gpm strax över ”kritisk påföringshastighet” för rummet ifråga. Insatsen gjordes från dörröppningen, första minuten med strålen riktat mot taket med cirkulära rörelser och under den andra minuten riktades strålen mot det brinnande innehållet i rummet. I försöken med vatten respektive vatten med A-skumtillsats användes ett dimstrålrör, dock inställt på sluten stråle. I CAFS-försöken applicerades skummet via en 16 mm (5/8”) kulventil.

Resultaten av temperaturmätningarna redovisas i Figur 7 och visar att vatten med A-skumtillsats var 110 % mer effektivt i att sänka temperaturen på 1,2 m nivå i rummet

jämfört med vatten. På samma sätt visade mätningarna att CAFS var 480 % effektivare. Skillnaderna noterades också tydligt av involverad insatspersonal.



Figur 7 *Temperatursänkning från 538 °C (1000 °F) till 100 °C (212 °F) på 1,2 m nivå för vatten, A-skumtillsats samt CAFS vid Salem-försöken (Med tillstånd från Colletti [2]).*

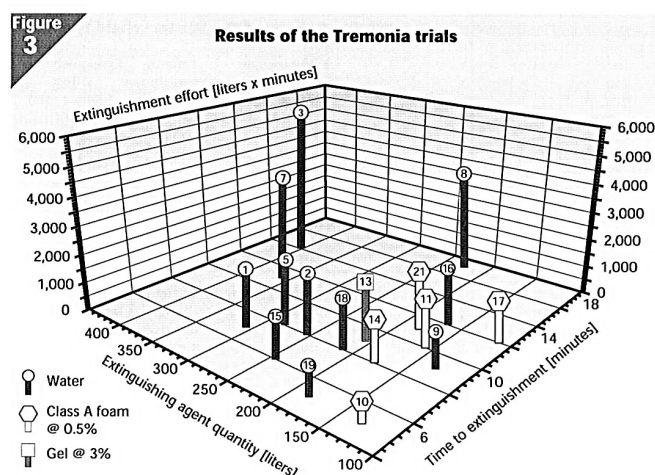
3.3.3 Tremonia trials, University of Wuppertal

Under 1997 genomförde universitetet i Wuppertal i Tyskland en försöksserie bestående av totalt 21 försök med vatten, vatten med A-skumtillsats samt vatten med gelbildare [34]. (CAFS ingick ej i dessa försök). Försöken genomfördes i ett rum som var cirka 5 m långt, 3 m brett respektive 3 m högt och ”möblerat” med 310 kg brännbart Klass A material. I rummet placerades 24 termoelement på olika platser och på tre olika platser mättes O₂, CO respektive CO₂.

Förbrinntiden var 15 minuter och därefter genomfördes släckinsatsen av några olika släckteam och därmed olika taktik. De flesta utnyttjade indirekt släckning. Insatsen inleddes med några pulser med spridd stråle mot taket varefter man applicerade vatten efter behov mot brinnande ytor. Vid ”direkt släckning” sprutades vatten direkt och kontinuerligt mot de brinnande ytorna. Trots skillnaden i taktik visade resultaten att det inte var så stor skillnad i total vattenförbrukning. Däremot innebar direktpåföringen att man fick en mycket kraftig ”ångexpansion” som pressade ut flammor genom dörr och fönster och exponerade brandmännen för betydligt mer värme.

Eftersom man ansåg att det är fel att bedöma släckeffektiviteten enbart på uppmätt temperaturgradient vid släckningen, (såsom i SALEM-försöken), så integrerade man temperaturerna under försöket för att på så sätt få ett mått på den totala ”energisituationen” i rummet. För att bedöma effektiviteten utnyttjade man både total släckmedelsförbrukning samt släcktid och genom att multiplicera dessa båda fick man fram ”släckansträngning” (”extinguishing effort”)(liter x min). En lång släcktid och stor totalförbrukning indikerar således en dålig släckeffektivitet medan en kort släcktid och en låg totalförbrukning indikerar ett effektivt släckmedel.

En summering av resultaten presenteras i Figur 8 och som framgår av denna tredimensionella bild är vatten med A-skumtillsats är betydligt effektivare än enbart vatten, framförallt genom lägre släckmedelsförbrukning. Användningen av geltillsats skapade dock många praktiska problem, främst genom igensättning av inblandningsutrustningen, den belade andningsskyddens visir och gav mycket hala golv och bedömdes därför inte som ett intressant alternativ.



Figur 8 Sammanställning av släcktid, släckmedelsförbrukning samt ”släckansträngningen” vid Tremonia-försöken [34].

3.3.4 Ingolstadt fire tests

Eftersom CAFS ej ingick i “Tremonia-försöken” 1997, beslöts att komplettera försöks-serien med två vatten- respektive två CAFS-försök vilka genomfördes i Ingolstadt i samarbete med universitetet i Wuppertal [11]. Försöken genomfördes i en 20 fot container där 15 träpallar samt halm fick utgöra brandlast. Fyra fönsteröppningar togs upp för ventilation av försöksutrymmet. Vid insatsen användes en 42 mm slang med ett öppet 11 mm munstycke. Vid CAFS-försöken användes en tillsats av 0,5 % A-skum.

Liksom i Tremonia-försöken har man också beräknat ”släckansträngningen” och Tabell 5 nedan ges en summering av rapporterade resultat.

Tabell 5 Sammanställning av resultat från containerförsöken i Ingolstadt

Försöks- beteckning	Total vattenför- brukning (L)	Släcktid (min:s)	”Släckansträngning” (L x min)
Vatten 1	380	07:45	2945
Vatten 2	242	05:30	1331
CAFS 3	66	02:50	186
CAFS 4	106	04:30	477

Slutsatsen i artikeln är att dessa och tidigare Tremonia-försök visar att användningen av Klass A-skum kan effektivisera släckinsatsen högst betydligt och ses som ett genombrott. I artikeln ger de Vries följande liknelse (fritt översatt); ”Att inte använda A-skum vore som att vägra använda hydrauliska verktyg vid bilolyckor utan istället fortsätta att använda bräckjärn och skärbrännare”.

3.3.5 Wattenscheid trials

Denna försöksserie genomfördes av brandförsvaret i Bochum på brandstationen i Wattenscheid i samarbete med universitetet i Wuppertal. Syftet var att studera möjligheten att effektivisera släckningen av anlagda bränder i pappersåtervinnings-containerar vilket skapat stora problem i kommunen [11]. Vid försöken användes en typisk insamlingscontainer med 3,2 m³ volym. Totalt genomfördes åtta försök, tre med vatten, ett med koldioxid samt fyra med skum. En summering av resultaten framgår i Tabell 6 där total släckmedelsförbrukning, släcktid samt ”släckmedelsansträngning” framgår.

Vatten hade mycket svårt att väta ner innehållet och släckinsatserna skulle sannolikt ha lett till återantändning. Koldioxid fungerade inte alls medan tillsats av skum gav avsevärd effektivitetshöjning. Bäst resultat erhöles med mellanskum (”Foam 2”) men medförde praktiska problem då skumröret var för stort för att kunna applicera skummet via tillgängliga öppningar i containern. Användning av A-skumtillsats, applicerat genom en lans som kunde tryckas ner i materialet genom befintliga öppningar i containern var det som bedömdes som effektivast i förhållande till arbetsinsats.

Tabell 6 Sammanställning av resultaten från släckförsök i pappersåtervinnings-container i Wattenscheid [11].

Försöksbeteckning	Total vattenförbrukning (L)	Släcktid (min:s)	”Släckansträngning” (L x min)
Vatten 1	1854	15	27810
Vatten 2	345	11	3795
Vatten 3	2400	Ej släckn.	∞
Koldioxid	(12 kg)	Ej släckn.	∞
Skum 1	251	6	1506
Skum 2	150	4	600
Skum 3	353	13	4589
Skum 4	339	7	2373

3.3.6 Los Angeles Fire Department

En försöksserie genomfördes 2001 av Los Angeles County Fire Department (LACFD) i tre identiskt möblerade bostäder i Palmdale med cirka 100 m² yta innehållande 4 större rum [1, 10, 35]. Målsättningen var att jämföra en insats med vatten, vatten med tillsats av A-skum samt CAFS. I försöken med vatten respektive A-skumtillsats användes ett dimstrålrör medan man vid CAFS-försöken applicerade skummet genom ett 25 mm öppet munstycke. Vid insatsen användes en vanlig 60 m lång 1 3/4” brandslang. Flödet var 340 L/min (90 gpm) vilket var baserat på beräkningar enligt IOWA Rate-Of-Flow formula. Inblandningen av A-skum var 0,5% vid vatten/A-skum och 0,2% vid CAFS-försöken. I Tabell 7 summeras resultaten från försöken som visar att tiden till kontroll var cirka 4,7 gånger längre för vatten jämfört med CAFS med motsvarande mindre släckmedelsförbrukning. Andra fördelar med CAFS som omnämns var att kastlängden med CAFS var betydligt bättre så att insatsen kunde inledas på betydligt större avstånd vilket ger ökad säkerhet för insatspersonalen. Vattenskadorna var också avsevärt mindre.

Tabell 7 Sammanfattning av resultat från försöken i Palmdale 2001 med möblerade lägenheter [35].

	Vatten	Klass A	CAFS
Inblandning (%)	-	0,5 %	0,2
Vattenflöde L/min	340 (90 gpm)	340 (90 gpm)	340 (90 gpm)
Luftflöde (m ³ /min)	-	-	0,85 (30 cfm)
Knockdown (s)	50	25	11
Vattenförbrukning (L)	284 (75 gpm)	167 (44 gpm)	61 (16 gpm)
Temp. reducering till 93 °C (200 °F) (min:s)	06:03	01:45	01:28

3.4 Sammanställning av praktiska erfarenheter

Nedan ges en kort summering av de praktiska erfarenheter som kommit fram från olika användare. Årtalet anges i rubriken för att ge en indikation på när dessa erfarenhets-sammanställningar gjorts.

3.4.1 Boston Fire Department, Engine Company 37 (1992-93)

Under större delen av 1992 och början av 1993 deltog Boston Fire Department i en praktisk utvärdering av CAFS för användning vid förekommande släckinsatser i en urban miljö [36]. Rapporten baserar sig på erfarenheter från manskapet på "Engine 37" som utrustats med CAFS under försöksperioden. Under denna tidsperiod utfördes 146 insatser, 99 släckinsatser och 47 eftersläckningsarbeten.

Generellt sett var erfarenheterna mycket positiva och i Tabell 8 ges en kortfattad summering avseende olika aspekter på CAFS-användningen.

Tabell 8 Summering av erfarenheterna från fältförsök med CAFS i Boston ("Summary of key issues") [36].

Aspekt	Kommentar
Strategi	Medger omedelbar attack med vatten från tanken i bilen. Uppkoppling mot brandpost som back-up.
Släckeffektivitet	CAFS fungerade bättre än vatten i några jämförande försök. Fälterfarenheterna visade att CAFS var lika bra eller bättre än vatten.
Utrustningens tillförlitlighet	Behöver förbättras.
Vattenförbrukning	Reducerat behov.
Brandslang	Lättare och enklare att hantera. Veck på slangen inget problem.
Värmeabsorption	Ingen stor skillnad noterades. Kyler bränslet under antändningstemperatur och väter bränslet så att återantändning förhindras.
Stråle	Kastlängden är kortare än för en motsvarande vattenstråle. Strålens penetrationskraft reducerad.
Exponeringsskydd	Utmärkt skydd mot brandexponering.
Eftersläckning	Begränsat behov av eftersläckning då vattnets penetrationen är klart överlägsen vanligt vatten.
Vattenskada	Markant mindre.
Brandplatsundersökning	Måste vänta till skummet brutits ner. Eventuellt kan ämnen i skummet störa normala analyser för att avgöra förekomst av brandfarlig vätska.

3.4.2 Los Angeles County Fire Department, 2004

LACFD började en intensiv utvärdering av A-skum redan 1990 [1, 35]. Från och med 1992 är det krav att alla nya släckbilar skall vara försedda med inblandningsutrustning för A-skum och flera parallella skumuttag. 1995 inköptes tre släckbilar utrustade med CAFS. 2004 hade LACFD totalt cirka 250 fordon utrustade med skuminblandningssystem för A-skum. Dessutom hade man 19 fordon utrustade med CAFS.

Utöver de konkreta försöksresultat som sammanfattats ovan i kapitel 3.3.6 så har LACFD listat sex punkter som man anser bör beaktas [1, 35].

1. Vid användning av CAFS för invändig släckning skall man använda samma flöde som vanlig vattensläckning. CAFS sparar vatten genom snabbare dämpning av branden, inte genom lägre flöde.
2. Den initiala reaktionskraften från slangen kan vara mycket kraftig.
3. En CAFS-insats kan oftast genomföras via en dörr- eller fönsteröppning. Detta ger möjlighet att stå på längre avstånd. Bäst resultat erhålls om man riktar stölen mot taknivån.
4. Det genereras initialt stora mängder vattenånga när CAF appliceras vilket kortvarigt kan pressa ut flammor och rök genom öppningar.
5. Även om CAF reducerar temperaturen snabbt i brandrummet kommer fortfarande det övre gaslagret att vara relativt varmt.
6. Utför alltid eftersläckning noga. Använd ”vått” CAF eftersom det maximerar penetrationsförmågan.

Man refererar också till några andra insatser då användningen av CAF visat på mycket stor potential.

Vid en brand i ett cirka 2,5 ha (5 acre) stort upplag av sönderklippta gummidäck syntes flammor och rök på ett avstånd av drygt 6 mil (40 miles). En släckinsats med vatten misslyckades och tre bilar utrustade med CAFS sattes in. Efter mindre än 6 timmar av manuell bekämpning hade branden dämpats och från miljömyndigheter konstaterade man mycket begränsade miljöskador.

Vid en skogsbrand tvingades en CAFS-utrustad bil att retirera från ett trähus som låg i farozonen. Innan man lämnade huset begöt man huset med CAFS med 1 % A-skuminblandning. När man återvände efter cirka två timmar var huset oskadat medan allt i omgivningen brunnit upp.

3.4.3 Montgomery County, MD, 2002

På grund av problem med vattenförsörjning inom vissa områden i Montgomery County, MD, genomfördes en förstudie och litteraturgenomgång för att undersöka om introduktionen av CAFS skulle kunna vara en alternativ lösning på problemen [37]. En summering har gjorts av publicerad litteratur och erfarenheter från andra räddningstjänster som använder CAFS redovisas och rapporten innehåller många referenser.

Som ett resultat av förstudien rekommenderas att anskaffa en CAFS-utrustning för att utvärderas i praktisk användning. Man föreslår också att samarbete inleds med något provnings- och forskningsorganisation för att validera CAFS effektivitet. Information saknas om hur projektet har framskridit sedan rapporten publicerades.

3.4.4 The Fire Service College, 2003

Som ett led i att bedöma om CAFS kan vara av intresse för räddningstjänsten i Storbritannien genomförde Large [10] en omfattande litteratur- och erfarenhets-sammanställning under 2002-2003. Studien är främst baserad på intervjuer med olika användare i Tyskland och USA och Large har här ställt ett antal specificerade frågor till samtliga dessa. Svaren har sedan poängsatts för att möjliggöra en statistisk behandling av erhållna svar.

Baserat på erhållna svar dras följande slutsatser:

- Majoriteten av de tillfrågade anser att CAFS släcker bränder snabbare och med mindre vattenförbrukning. Genom att skumkvaliteten hos CAFS går att variera betydligt kan man optimera användningen beroende på syftet med insatsen.
- Genom att släckmedelsförbrukningen reduceras, snabbare dämpning av branden erhålls och spillvattenmängderna är mindre, blir också den totala miljöpåverkan mindre. A-skummen är dessutom biologiskt nedbrytbara.
- CAFS har stora fördelar med hänsyn till hälsa och säkerhet. Genom bra kastlängd kan insatsen påbörjas på större avstånd och den snabbare temperatursänkningen inne i rummet minskar riskerna för insatspersonalen.
- Kostnadsökningen för en komplett brandbil utrustad med CAFS uppskattas till 10-15 %. Övriga tillkommande kostnader för t ex utbildning, etc. bedöms inte som omfattande och enligt Large bör den långsiktiga nyttan med marginal överträffa ökningen i investeringskostnad.
- CAFS skall ses som ett komplement till andra släckmedel, ej som en generell ersättning.
- Även om Large anser att övervägande del av publicerad litteratur från forskning och försök, erfarenheterna från en majoritet av användare och tillverkare pekar på mycket positiva egenskaper hos CAFS så krävs fortsatt forskning, både för att utveckla eller upptäcka nya användningsområden.

Den övergripande slutsatsen av studien är att CAFS är ett stort steg framåt för att förstärka vattnets effektivitet vid släckning av A-bränder. Large är också övertygad om att inom en femårsperiod kommer samtliga brandbilar i UK att vara utrustade med CAFS.

Enligt uppgifter från Chris Large i maj/juni 2005 [13] så har CAFS användningen tagit fart i England och man har nyligen bildat en ”användargrupp” och för närvarande deltar åtta räddningstjänster. Dessa är antingen användare eller är på gång att skaffa CAFS. I East Sussex (där Chris Large arbetar) har man nu fyra fordon utrustade med CAFS (One Seven från Gimaex-Schmitz) och man har beslutat att alla nya släckbilar fortsättningsvis skall utrustas med CAFS. Efter mer än två års erfarenhet av användning och träning med CAFS så har man över 200 brandmän utbildade på systemet och man använder systemet både för invändig respektive utvändig släckning. Large menar att hans från början positiva syn på CAFS bara har stärkts under senare år. Man har sett en effektivitetsökning

i form av att lyckas begränsa branden till startutrymmet (room of origin) från tidigare cirka 75% till numera 100% av antalet bränder. Man ser också tydliga kostnadsbesparingar vid större bränder genom snabbare släckning och att insatspersonalen snabbare kan frigöras efter en insats. I en enskild brand för en tid sedan uppskattades den besparade insatskostnaden i form av löner, etc. till £5000. I Brighton har man uppskattat att skadekostnaderna sänkts med cirka £500 000 under en 6-månadersperiod genom att bränderna kunnat begränsas till startutrymmet.

East Sussex använder också dimstrålrör och ”pulsationstekniken” för att bekämpa bränder i övertända rum och för att förhindra ”back-draft”-situationer. Man har dock nu, i samarbete med Gimaex-Schmitz, utvecklat en centrumslangrulle för att snabba på insatsen och minimera problem med bland annat veck på slangen vid användning av CAFS. Vid CAFS-insatsen använder man ett 32 mm öppet, rakt strålrör för bästa skumkvalitet. Taktiken innebär att insatsteamet gör en kort ”skumstöt” i takets centrum, därefter en skumstöt i respektive bortre hörn av rummet. Detta dämpar ner bränderna så mycket att insatsteamet därefter kan gå in i rummet och eftersläcka.

3.4.5 Holger de Vries, Hamburg, 2004

De första CAFS-utrustningarna i Tyskland anskaffades 1996-97 av räddningstjänsten i Ingolstadt [11]. Därefter har antalet system ökat kraftigt och någon exakt siffra finns inte men redan i början av 2004 sålde Ziegler, en av leverantörerna i Tyskland, sin 100:e CAFS-utrustning [38] Enligt uppgift från Gimaex-Schmitz [31], ytterligare en CAFS-tillverkare i Tyskland, har man sålt 182 CAFS i Tyskland (totalt 336 st world-wide) och man uppskattar att det finns 300-350 CAFS-utrustningar i hela Tyskland i dagsläget.

De Vries har varit en ledande person i utvärderingen av användningen av A-skum och CAFS i Tyskland och har rapporterat flera olika försök som genomförts [11, 34]. Genomgående tycks det finnas en positiv bild av användningen av framförallt A-skum medan de Vries uttrycker viss skepsis kring introduktionen av CAFS utifrån en kostnads/nytta-aspekt [12, 39].

Med utgångspunkt från den långa livslängden av brandbilar, innebär ett byte antingen att det tar mycket lång tid eller att många fordon får avvecklas i förtid. Förutom detta är merkostnaden för en CAFS-utrustad brandbil cirka EUR 50 000. Dessutom är inte CAFS lösningen på alla insatssituationer, vilket gör att tidigare fordon inte kan ersättas helt. För att få en enhetlig insats vid en större brand då flera räddningstjänster är involverade krävs ett enhetligt system. Detta är också en aspekt i utbildningssammanhang av ny personal. Till detta kommer utbildning av befintlig personal, etc. Sammantaget innebär detta att de Vries är tveksam till CAFS-introduktionen. Däremot förordar han starkt användningen av A-skum som tillsatts i släckvattnet då detta ger en betydande ökning av släck-effektiviteten samtidigt som det innebär marginella merkostnader då i stort sett all befintlig utrustning och befintlig taktik kan användas (se även kapitel 3.3.4). När det gäller miljöpåverkan anser han att de positiva effekterna av den ökade släckeffektiviteten överväger eventuella negativa effekter från skummet [40], se vidare kapitel 5.

I vilken mån de Vries uppfattning har en bred förankring i Tyskland eller ej är inte känt. Man kan dock konstatera att CAFS har fått ett rejält genombrott i Tyskland och att det borde finnas förutsättningar för en objektiv utvärdering av CAFS på basis av detta.

Tyvärr inträffade en olycka i Tübingen i Tyskland i december 2005 där två brandmän omkom under en rökdykarinsats med CAFS [41] Den officiella utredningen är inte klar men troligen har brandslangen fylld med skum smält sönder vilket ledde till att man tappade släckförmågan. Som ett resultat av detta rekommenderas, i varje fall temporärt,

att man inte skall använda CAFS vid invändig släckning med rökdykare på grund av den försämrade kylförmågan som skummet ger av brandslangen jämfört med en vattenfylld slang [42].

3.4.6 Användning i Australien

Enligt Dlugogorski [43] varierar användningen av A-skum och CAFS mellan staterna. Räddningstjänsterna är också uppdelade mellan städer och landsbygd vilka till stor del arbetar helt oberoende av varandra. Generellt sett är användningen av CAFS mycket begränsad och de enheter som finns är oftast monterade på 4-hjulsdrivna fordon och används primärt för skogsbrandsbekämpning. Användningen av A-skum är mer utbredd, t ex New South Wales Rural Fire Service använder A-skum i cirka 75 % av sina insatser, vilka till stor del är ”wildfires”. Normalt använder man 0,3 % inblandning. Räddningstjänsterna i tätorterna inom NSW fick tillgång till A-skum för cirka 3 år sedan och använder en fast inblandning på 0,3 %. I Queensland används A-skum även för släckning i tätort (brand i byggnad) och använder normalt 1 % inblandning. När det gäller ”wildfires” uppgår A-skum användningen till cirka 50 % av insatserna. Även Western Australia, South Australia och Northern Territory använder A-skum, om än i lite olika omfattning. I Western Australia finns en CAFS-anläggning i en gruvanläggning. Utöver detta kan det finnas ett mindre antal CAFS-anläggningar som används av Department of Conservation.

Baserat på egna försöks- och forskningsinsatser är Dlugogorski en förespråkare för CAFS eftersom det är ett utmärkt släckmedel som hänger kvar på vertikala ytor, det är mycket stabilt (långsam dränering), etc. Det som bromsar dess användning är den ökade kostnaden och begränsad kunskap.

3.4.7 Erfarenheter från Sverige

Användningen av Klass A-skum verkar vara mycket begränsad i Sverige och i de flesta fall är det i form av en ”experimenterande verksamhet”. Enligt uppgift från DAFO [44] (återförsäljare av Silv-ex Class A) har försäljningsvolymen uppgått till max 1000 L/år. För att underlätta användningen har man också utvecklat inblandningsutrustning i samarbete med RIGAB. Den begränsade erfarenheten och användningen av A-skum bekräftades också på ett seminarium kring användning av skärsläckare och skuminblandning som anordnades av Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund (SÄRF) den 29 september 2005 [45].

Seminarieret samlade drygt 60 deltagare från cirka 25 räddningstjänster och räddningsskolor runt om i Norden. Flera av deltagarna hade ingen kännedom kring A-skum och endast ett fåtal räddningstjänster hade använt A-skum vid övningar eller släckinsatser. Det man kan notera är att tillverkaren CCS nu utvecklat en indoseringsutrustning till skärsläckaren som möjliggör skuminblandning om så bedöms lämpligt.

Största enskilda förbrukaren har enligt DAFO varit SÄRF. Enligt uppgift från SÄRF [46] började man använda Silv-ex A-skum runt 1995 som ett led i metodutveckling för inomhusbrandbekämpning. Tidigare användes tillsats av detergentskumvätska när man önskade en ytspänningsminskning hos släckvattnet.

A-skum har under åren använts vid mer än 100 insatser för en rad olika typbränder:

- Brand i byggnad.
- Brand i fordon såsom bil, tåg, arbetsmaskiner.
- Brand i skog och mark.
- Brand i silo.
- Brand i flis och spånlager utomhus.
- Brand i gummi och skumplast.
- Glödbrandsläckning.

A-skum används inte rutinmässigt utan efter noggrant övervägande där man tror sig kunna uppnå ett bättre släckresultat. Detta i kombination med att man inte har något fordonsmonterat skuminblandningssystem har gjort att A-skum oftast använts i ett senare skede i branden. Inblandningen har varierat mellan 0,1 % till 0,3 %, i vissa fall upp till 3 % beroende på avsikten med insatsen. För att åstadkomma den låga inblandningen med existerande utrustning har man först spätt ut skumvätskan i 25 l dunkar till lämplig koncentration för att sedan nå det önskade inblandningsförhållandet efter befintlig skuminblandningsutrustning. I vissa fall har även portionsdoser använts som fyllts i tankar eller på släckbilar. En speciell inblandningsutrustning för 0,1 % till 0,3 % har också provats men denna har begränsningen att den inte är flödesoberoende.

Enligt Palmqvist [46] har man erhållit god effekt vid en stor del av insatserna med inblandning av A-skum. Det har vid ett flertal larm även noterats en slående förändring av branden och brandförloppet när A-skum satts in. Omnämningen som ”branden kom snabbt under kontroll”, ”avgörande effekt för släckningen”, ”otrolig snabb dämpning av branden”, ”sikten förbättrades snabbt”, osv. har varit vanliga. Man skall här beakta att den brandpersonal som lämnat dessa uppgifter har lång erfarenhet av konventionell brandsläckning och att värderingen därför görs i jämförelse mot en normal insats med enbart vatten som släckmedel. Det man kunnat notera generellt är att släckvattenmängderna kunnat reduceras påtagligt samtidigt som benägenheten till återantändning minskat.

Det som påpekas som mycket viktigt från SÄRF är att få fram ett flödesoberoende inblandningssystem. Detta skulle medge en snabbare insats men även kunna reducera den totala skumåtgången då man enkelt skulle kunna koppla in och ur skuminblandningen när behov föreligger under insatsen. Man påpekar också att det är viktigt att informationen om skumanvändningen beaktas vid restvärdesarbetet då det kan innebära ett utökat behov av avfuktning etc. även om mindre vatten använts totalt sett.

I samband med ett forskningsprojekt kring skärsläckaren har också tillsats av A-skum undersökts i några få försök [47]. Släckförsök utfördes i ett rum med väggar utförda i spånskivor och med en träribbstapel som primär brandkälla. Försök genomfördes med vatten, vatten med tillsats av 0,3 % A-skum, 1,0 % A-skum, 3 % AFFF-ARC samt Temper-S (kombinerat släck- och frostskyddsmedel). Försöken visade att tillsats av A-skum framförallt har en inverkan på återantändningstiden. Detta mättes genom att registrera tiden till dess att branden tog sig så mycket att temperaturen i taket åter nådde 400 °C. För rent vatten uppgick denna återantändningstid till 2,7 minuter, med 0,3 % A-skum 4,3 minuter och med 1,0 % A-skum 8,2 minuter. Motsvarande tider för AFFF-ARC var 6,4 minuter och Temper-S 3,4 minuter.

På senare tid har skärsläckaren också använts i kombination med A-skum vid ett antal släckinsatser där man fått en märkbart snabbare effekt med endast några deciliter förbrukning av A-skum. Speciellt tydlig har effekten varit vid där stora glödbränder bearbetats. Det höga trycket i kombination med A-skummet verkar ge en optimal penetration och släckeffekt.

Sammantaget är alltså bedömningen från SÄRF att användning av A-skum kan vara ett led i att nå en effektivare släckning genom snabbare släckning med mindre vatten.

På Öckerö används en skärsläckarutrustning monterad i en MB Sprinter som används som räddningsenhet [48]. Vattentanken innehåller en 0,3 % inblandning av A-skum. Man har inte noterat någon direkt ökning av släckeffektiviteten men återantändningstiden anser man ökar avsevärt.

I Stockholm genomfördes för ett antal år sedan ett antal försök med tillsats av protein-skum, dels i containers, dels i några villor som eldades ner. Någon rapportering av fortsatt användning finns ej.

Den begränsade användningen av A-skumtillsats bekräftas delvis också genom kontakter med några av Räddningsverkets skolor. Man får en del förfrågningar om användning av A-skum och den huvudsakliga användningen tycks vara i samband med skogsbränder. Någon formell utbildning i användning av Klass A-skum förekommer inte [49].

När det gäller CAFS, så existerar troligtvis ingen anläggning i Sverige. I februari 2005 genomfördes demonstrationsförsök av CAFS-systemet "One Seven" av den tyska tillverkaren Gimaex-Schmitz, dels vid Räddningsskolan i Revinge och dels vid SÄRFs övningsanläggning i Borås. I Revinge genomfördes dels ett släckförsök mot en dieselbrand på deras övningsplatta (cirka 7 m diameter), dels ett försök i en brandcell med träpallar [50]. Poolbranden släcktes övertygande, ungefär lika effektivt som med ett konventionellt 400 L/min skumrör och med tanke på flöde och hanterbarhet så är det mycket intressant. Försöket med lastpallarna var ännu mer imponerande. 10-15 pallar staplades på varandra och fick brinna fritt i välventilerad brandcell. CAF-påföringen startade först när branden var fullt utvecklad och effektutvecklingen uppskattades till ett antal MW. Branden släcktes inom 20-30 sekunder och det var dessutom omöjligt att återantända pallarna trots ihärdiga försök med bland annat tändvätska.

I Borås släcktes en bilbrand, en blandning av lastpallar och gummidäck respektive en träribbstapel placerad inne i en övningscontainer. Även om det är omöjligt att göra en kvantitativ bedömning av släckeffektiviteten baserad på denna typ av demonstrationer så visar försöken trots allt att tekniken kan ha en stor potential. Försöken med gummidäcken var imponerande och det är osannolikt att motsvarande resultat skulle kunna uppnås med vatten eller vatten och skumtillsats i en konventionell utrustning. Att lägga "brandsegel" på t ex en exponerad träfasad är visserligen ingen nyhet men skulle kunna få en "på-nyttfödelse" genom användning av CAFS. Den låga vikten och därmed ökade hanterbarheten av slangarna är naturligtvis också en klar fördel jämfört med en motsvarande slang fylld med vatten.

Under "demonstrationsturnén" besöktes även drygt 10 räddningstjänster i Norge och i samarbete med Landbrukets brannvernkommitté och räddningstjänsterna i Lillehammer och Øyer har även demonstrationsförsök genomförts mot en ladugårdsbrand [51]. Förmodligen kommer några räddningstjänster i Norge att investera i en CAFS-utrustning [52]. Även räddningstjänsten i Reykjavik planerar enligt uppgift att utrusta tre släckbilar med CAFS under 2007. Enligt återförsäljaren i Skandinavien existerar i dagsläget troligen endast fyra CAFS-utrustningar i hela Skandinavien och dessa finns alla på Island, två stationära system och två på släckbilar. Priserna (juni 2005) för ett system varierar mellan drygt 300 000:- till strax över 400 000:- SEK beroende på storlek av aggregat (1200-2400 L/min skumvolym). Till detta kommer inbyggingskostnaden som kan variera mellan 20 000:- och 100 000:- beroende på typ av fordon och om det är nybyggnation eller ombyggnation.

4 Regler och standarder

Det är framförallt NFPA i USA som har publicerat regler kring Klass A-skum. Samtliga dessa har som ursprung användning av Klass A-skum vid vegetations- och skogsbränder (wildland fires). En stor intressent i detta arbete är US Forest Service som också utarbetat miljökrav på de kemikalier som används vid dessa bränder och man ett etablerat miljögodkännandesystem där godkända kemikalier listas. På grund av en ökad tillämpning av Klass A-skum, också i traditionell brandbekämpning i byggnader och motsvarande samt det ökade intresset för CAFS, har också NFPA-standarderna reviderats ett flertal gånger och framför allt NFPA 1145 [53] och NFPA 1150 [5] kan anses vara relativt ”up-to-date”.

Några gemensamma Europa-standarder för Klass A-skum eller CAFS finns inte på samma sätt som för Klass B-skum. I Tyskland har dock publicerats ett förslag till DIN-standard, DIN V 14430 [54], angående krav för Klass A-skum- respektive CAFS-anläggningar .

Nedan ges en kort summering av innehållet i de NFPA-standarder som är direkt relevanta för Klass A-skum samt CAFS och dess användning. Vidare beskrivs kort USDA 5100-307 [55] samt DIN V 14430.

4.1 NFPA 18

Standarden NFPA 18, ”Standard on Wetting Agents” 1995 edition [4] ger generella krav och rekommendationer för användning av ”wetting agents” för kontroll och släckning av bränder. Rekommendationerna är primärt utarbetade för att ge räddningstjänsten, kravställare, eller andra användare underlag för att bedöma olika typer av kemikalier som marknadsförs som ”wetting agent”.

Enligt den allmänna beskrivningen i NFPA 18 är det primära syftet med en ”wetting agent” att reducera ytspänningen på vattnet så att penetrations- och spridningsförmågan underlättas. I vissa fall kan också medlen ha en emulgerande eller skumbildande effekt och kan alltså ge en släcke-effekt mot både Klass-A och Klass-B bränder. Skumbildning är ett naturligt resultat av en låg ytspänning i kombination med mekanisk bearbetning, t ex när det sprutas ut genom ett strålrör. En specifik egenskap för ”wetting agents” är att bildat skum bryts ner när det uppnår en temperatur på cirka 80 °C (175 °F) och återgår då till vätskeform med bibehållen penetrationsförmåga. Nedbrytningen av skum som begjuts på ett Klass-A bränsle medför således en effektiv och jämn påföring av släckmedel vilket i sin tur kan leda till en effektiv släckinsats. Även om det finns många olika kemikalier som kan reducera vattnets ytspänning så är det endast ett fåtal av dessa som lämpar sig som ”wetting agent” med hänsyn till krav på giftighet, korrosionspåverkan, stabilitet och åldringsegenskaper. Standardens syfte är alltså att ställa relevanta krav på dessa släckmedel.

I NFPA 18 specificeras vissa testmetoder som innebär bestämning av ytspänning (mindre än 33 dynes/cm²), påverkan på vattnets kok- respektive fryspunkt, släckmedelskoncentratets förmåga att blanda sig med vatten, dess stabilitet och åldringsegenskaper, inverkan av frysning och tining, pH (7-12 i koncentratet), inverkan på flöde och strålbild från t ex ett strålrör, samt viskositet.

När det gäller släckförmåga så ingår inte några specifika släcktester, vilket förklaras av att effekterna av ”wetting agents” är mer baserade på erfarenheter och bedömningar från användning i fält och man anser att denna typ av släckmedel tillhör en grupp som är svåra

att utvärdera. Om släckmedlet deklarerats vara tillämpligt för B-bränder anger man att släcktester skall genomföras vid ett provningslaboratorium, dock utan att ange någon specifik metod.

I standarden påpekas också tänkbara problem som kan uppstå vid användning av ”wetting agents”. Eftersom ytspänningen sänks innebär detta att släckvattnet kan tränga in i sprickor, skarvar, etc. där rent vatten inte förmår tränga in vilket t ex kan skapa korrosionsproblem och problem med elektrisk utrustning.

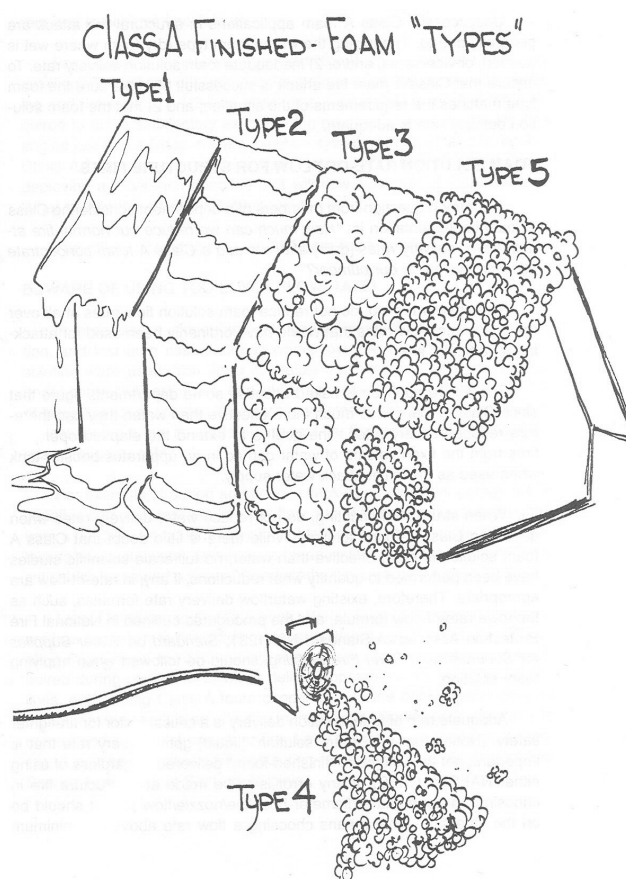
När det gäller toxicitet nämns bara kortfattat att man skall undvika direkt hudkontakt med koncentratet då detta kan ge hudirritationer. Några krav eller tester ur miljösynpunkt specificeras ej.

4.2 NFPA 1145

Standarden NFPA 1145, ”Guide for the Use of Class A Foams in Manual Structural Fire Fighting”, 2000 edition [53] ger grundläggande information för planering och användning av Klass A-skum i samband med släckning eller skydd av byggnader och andra konstruktioner (structural fire fighting). Standarden ger information om skumegenskaper och karaktäristik, inblandnings- och påföringsutrustning, påföringsteknik samt säkerhetsaspekter.

I kapitel 2 ges ingående information kring Klass A-skummens egenskaper och karaktäristik. När det gäller skumvätskan och skumvätskelösningen återkommer en del av den information som ges i NFPA 1150 (se nedan). Här ges också en del rekommendationer och varningar kring toxicitet och miljöpåverkan med hänvisning till de mer detaljerade krav som ges i NFPA 1150. När det gäller hälsorisker vid användning refereras till riskvärderingar som genomförts av USDA Forest Service [56].

Det som framhävs väldigt tydligt i standarden är vikten av att anpassa skumkvaliten (och därmed även använd påföringsutrustning) till olika situationer. När det gäller skumtyp så kan man liksom för vanliga skum dela in dessa i tung-, mellan-, respektive lättskum. Utöver detta definierar man också skummens karaktäristik som våta (wet), lättflytande (fluid), samt styva eller torra (stiff or dry), samt vilka egenskaper som definierar dessa typer, utrustning som kan användas för skumalstring samt typiska insatssituationer. Detta beskrivs tydligt av Colletti med principiella skisser, se Figur 8 [2].



The above sketch shows the five Class A finished foam "types" (foam consistencies). Each has specific tactical firefighting uses.

Figur 8 *Principiell skiss som visar olika typer av skumkvaliteter/skumkonsistenser som kan genereras med bland annat ett CAF-system (med tillstånd från Colletti [2]).*

Den skumkaraktäristik som används kan ha mycket stor inverkan på skummets skydds- och släckeffekt och det är därför oerhört viktigt för användaren att ha klart för sig syftet med användningen i olika situationer. De tre faktorer som primärt styr skumkaraktäristiken är inblandningsförhållande, skumgenereringsutrustning samt utrustningens aktuella driftsparametrar. Även vattenkvalitet, temperatur, luftfuktighet och vind kan ha inverkan.

Våta skum (Wet foam): Dessa kan variera från en skumvätskelösning, det vill säga helt oexpanderad, till ett "skum" med varierande stora och små skumblåsor med ett skumtal <5 och med en 25 % dräneringstid på mindre än 30 sekunder. Denna skumkaraktäristik kan användas för både direkt och indirekt påföring och lämpar sig primärt för att bidra till att vattnet lättare penetrerar in i bränsle. Ett typiskt användningsområde är vid efter-släckning då man vill komma åt dolda glödbränder etc. Våta skum kan genereras i alla förekommande utrustningar och system.

Lättflytande (Fluid foam): Skummen har en karaktäristik som påminner om vattnigt raklödder, med ett skumtal på 5-10 och en typisk 25 % dräneringstid på <90 sekunder. Lättflytande skum kan påföras både direkt och indirekt och kan användas för att belägga horisontella eller vertikala ytor för att ge dessa ett kortvarigt skydd mot brandexponering. Lättflytande skum genereras normalt med aspirerande skumutrustning eller i CAFS.

Styva/torra skum (Stiff/dry foam): Styva/torra skum har en karaktäristik som påminner om ramlödder, med ett skumtal >10 och en dräneringstid som är betydligt längre än för lättflytande skum. Skummet består av mycket homogena, små skumblåsor. Styva/torra skum är idealiska för att ge skydd mot brandexponering genom att skumbelägga ytor, speciellt vertikala eller inverterade ytor. Styvt/torrt skum alstras normalt i CAFS (hög-energisystem) via en helt öppen kulventil.

En summering av de olika skumtyperna och deras karaktäristik, typisk användningsområde och påföringsutrustning framgår av Tabell 9 nedan vilken återger Table 2.3.2 i NFPA 1145.

Tabell 9 Sammanfattning av typisk skumkaraktäristik för olika användningsområden och med olika utrustning (återgivning av Table 2.3.2 i NFPA 1145).

Foam Type	Low expansion			Medium Expansion	High Expansion
Characteristic Expansion ratio	Wet 1-5	Fluid 5-10	Stiff or dry 10-20	20-200	200-1000
Consistency	Watery, sloppy	Watery shaving lather, sloppy	Dry or stiff lather	Dry Foam, medium to large bubbles	Very dry foam, large bubbles
25% Drain time (sec)	<30	30-90	90-120	>120	>300
Generator	Non-aspirating, aspirating, CAFS	Aspirating, CAFS	CAFS	Large screened foam tubes	High-expansion generator
Usage	◀ Direct/indirect attack ▶ Penetration, ▶ Exposure protection overhaul blanketing			Indirect attack Exposure protection, blanketing, fill voids, overhaul	Fill voids and spaces

I kapitel 3 av NFPA 1145 ges en genomgång av olika släckmateriel som kan användas tillsammans med Klass A-skum. En stor del av denna information är fokuserad mot olika inblandningsutrustningar och deras för- och nackdelar. I förhållande till konventionella brandsläckningsskum är ett problem att inblandningsförhållandet varierar mellan 0,1 % och 1 %. Detta gör att det ställs ännu större krav på inblandningsutrustningen och att inställd inblandning skall upprätthållas även vid varierande driftsförhållanden, t ex olika slanglängd, varierande flöden. Även olika skumalstringsutrustning omnämns, vilka beroende på önskad skumkaraktäristik kan bestå av vanliga dimstrålrör, dimstrålrör med skumalstringstillsats, ”vanliga” skumrör samt CAFS.

Kapitel 4 ger mer specifika rekommendationer kring användningen av A-skum för olika brandscenarier och nedan ges en kortfattad summering av dessa.

Utvändig brand: En utvändig brand i en byggnadskonstruktion eller motsvarande medför normalt en direkt släckinsats och här är kylning av det brinnande materialet av primärt intresse. Vått eller lättflytande skum används här på samma sätt som vatten. Normalt sett används oaspirerande utrustning för att nå maximal kastlängd, penetration och möjlighet att justera strålbild. Aspirerande utrustning kan användas men begränsar kastlängd och möjlighet att justera strålbild. Om ett CAFS används skall detta vara inställt för att ge ett vått skum.

Vid eftersläckning är penetration och kylning av involverade bränslen av primärt intresse. Skumkvaliteten beror delvis på bränslets geometri men bästa penetration åstadkoms med vått skum. Ett lämpligt förfarande är att först begjuta bränslet med ett vått skum för att därefter täcka hela ytan med ett torrt skum. Detta kommer att dränera betydligt långsammare och alltså hålla ytan våt under en längre period. Skumbegjutningen underlättar också att hitta dolda glödbränder då detta kommer att leda till att skummet expanderar på dessa ställen och genererar en plym av vattenånga. Om det finns stora håligheter kan det vara lämpligt att fylla dessa med ett torrt tungskum eller mellanscum.

Närliggande byggnader/ytor kan ges ett förstärkt skydd mot värmeexponering med Klass A-skum. Om t ex en obehandlad träyta eller vegetation skall skyddas bör dessa ytor först ”förvätsas” med vått skum vilket följs av en skumbeläggning med torrt skum. Om det är icke vattenabsorberande ytor som skall skyddas, t ex metall, glas, plast, målade träytor, bör skumbeläggningen ske direkt på den torra ytan för att ge bästa vidhäftning. Skum producerat med ett CAFS ger normalt sett bästa resultat i dessa situationer. Denna typ av skum kan också användas för att skydda öppningar i byggnadskonstruktionen, t ex ventilationsöppningar, öppningar under takutsprång, eller andra känsliga delar av byggnadskonstruktionen. Vidare kan det användas för att skydda tak med tjärpapp från att antändas av kringflygande gnistor.

Invärdig brand: Vid släckning av invändiga bränder gäller i princip samma rekommendationer som ovan, alltså användning av ett vått skum på samma sätt som vatten för att nå bästa kastlängd och penetration. Man bör inte använda aspirerande utrustning eller liknande tillsatser på dimstrålrör då dessa begränsar personsäkerheten då man inte kan åstadkomma en skyddande vattenskärm. Bäst effektivitet vid indirekt släckning erhålls normalt sett genom användning av CAFS. Ur personsäkerhetsskäl bör även detta appliceras genom ett dimstrålrör även om detta medför reducerad kastlängd och försämrade skumegenskaper.

Sker släckningen från utsidan genom t ex genom dörr- eller fönsteröppningar kan både oaspirerande eller aspirerande utrustningar användas. Vid användning av ett CAFS kan ett öppet munstycke användas vilket kommer att ge en överlägsen skumkvalitet.

Vid användning av Klass A-skum erhålls normalt sett en snabbare dämpning av branden med mindre släckmedel vilket innebär att rökgastemperaturen i rummet kan vara högre än vid en konventionell insats. I samband med invändig släckning och en rökdykarinsats för att söka/rädda kvarvarande person bör insatsledaren alltid överväga användning av forcerad ventilation i samband med insatsen för att snabbt få ner temperaturerna. Vid eftersläckning rekommenderas som tidigare användning av vått skum följt av en skumbegjutning med torrt skum för att lättare detektera kvarvarande glödbränder.

Större upplag eller avfallshögar: Klass A-skum kan användas för att förstärka släckeffekten vid bränder i t ex upplag av virke, pallar, gummidäck, soptippar, sopcontainers eller andra Klass A-material som lagras öppet. Vid en direkt släckinsats är kylning och penetration av primärt intresse och ett vått skum är att föredra oavsett om konventionell utrustning eller CAFS används. Eftersläckning genomförs som beskrivits ovan, dvs. användning av vått skum följt av skumbegjutning med torrt skum.

I kapitel 5 ges allmän information om olika säkerhetsaspekter som bör beaktas vid användning av Klass A-skum. Liksom vid alla skuminsatser gäller det att ha rätt skyddsutrustning (handskar, skyddshandskar, stövlar, etc.) vid hantering av skumvätskan. Skumbegjutning kan innebära risker i form av att det kan dölja skador på byggnadskonstruktioner, man har inte full kontroll vad som finns under när man går igenom ett skumtäckte och skumanvändning innebär också att underlaget kan bli halt. Andnings-

apparater samt objektiven på IR-kameror, etc. kan beläggas med skum vilket kan försämra sikten/funktionen, etc.

På grund av den reducerade ytspänningen kan t ex elektriska utrustningar med ”vattentäta” kapslingar börja läcka och i närheten av elektrisk utrustning råder samma risker som vid användning av vatten.

Vid användning av mellan- eller lättskum kan brandpersonalen bli helt ”översvämmade” av skum vilket slår ut sikten helt, dämpar ljud och ger orienteringssvårigheter. Utan andningsapparat så uppstår också andningssvårigheter vilka ökar ju lägre skumtal som används.

Användningen av CAFS innebär också vissa specifika problem. För pumpsötaren innebär det inte bara att köra pumpen utan han måste också sköta kompressorn och skumblandningen så att strålföraren får den skumkvalitet som är mest lämplig för den rådande situationen. Skumgenereringen i slangen beror på rätt förhållande mellan vatten, skumvätska och tryckluft och de normala reglerna för friktionsförluster i slangar gäller inte. Eftersom skummet är ett komprimerbart media erhålls inga vattenslag vid avstängning av ventiler.

Om blandningen av vatten/skumvätska/luft inte fungerar till fullo kan man erhålla ”slug flow”, dvs fickor i slangen med nästan bara luft eller nästan bara vatten på grund av utebliven skuminblandning och därmed ingen skumproduktion. Detta kan naturligtvis medföra en säkerhetsrisk och det är därför av största vikt att säkerställa en kontinuerlig matning av skumvätska respektive tryckluft till vattnet.

För strålföraren innebär också användningen av CAFS förändrade betingelser. Reaktionskrafterna blir annorlunda och efter t ex att munstycket stängts av byggs det upp energi i slangen som sedan frigörs när munstycket öppnas igen vilket kan ge mycket kraftiga reaktionskrafter. Strålföraren måste därför stå stabilt och regleringen av munstycken måste ske mjukt och långsamt.

När det gäller CAFS nämns också att konventionella strålrör, begjutningsrör, etc. är användbara för CAFS. Flödet styrs av diametern på slang och munstycke. För bästa kvalitet bör munstycksöppningen vara lika stor som innerdiametern på slangen. Alla strypningar i slang eller munstycke leder till mekanisk nedbrytning av skumblåsorna vilket leder till ett mer ”vattnigt” (lättflytande eller vått) skum. Längre slang och rårare slangyta leder till torrare och styvare skum. För kortare slanglängder används fasta ”mixerinsatser” för att bidra till skumbearbetningen. För att uppnå ett skumflöde utan avbrott och ”slug flow” är det viktigt att slangarna inte veckar sig. Av denna anledning är det allra bäst att använda formstyv slang.

4.3 NFPA 1150

Standarden NFPA 1150, ”Standards on Foam Chemicals for Fires in Class A Fuels, 2004 edition [5] definierar relevanta acceptanskriterier och test metoder för skum och skumkoncentrat avsedda att användas för att kontrollera, släcka eller förhindra brand i Klass A material. Samtidigt påpekar man att acceptanskriterierna inte skall jämföras med funktionen i verkliga brandsläckningssituationer.

Standarden är vidareutvecklad i flera omgångar för att spegla den utveckling som skett både vad gäller släckmedlen i sig, materielen samt erfarenheterna från verklig användning. De första kraven kring Klass A-skum gavs i NFPA 298 (1989) med titeln ”Standard on Foam Chemicals for Wildland Fire Control”. I 1994-års utgåva hade titeln

ändrats till ”Standards on Fire Fighting Foam Chemicals for Class A Fuels in Rural, Suburban, and vegetated Areas”. Vid revideringen 1999 fick standarden numret NFPA 1150 för att hamna inom den grupp av standarder som hanteras av ”Technical Committee on Forest and Rural Fire Protection”. I 2004 års utgåva har titeln ändrats igen för att reflektera den ökande användning som Klass A-skum fått, även när det gäller brandsläckning i byggnader och tätbebyggda områden. Den är också uppdaterad för att vara i linje med de reviderade kraven i USDA Forest Service Specification 5100-307, som utgör underlag för godkännande av skum för användning mot vegetations- och skogsbränder.

Standarden specificerar alltså krav (kapitel 4) och provningsmetoder (kapitel 5) för Klass A-skum, både avseende skumvätskekoncentratet respektive skumvätskelösningen. Nedan ges en kortfattad summering av ställda krav.

Skumkoncentrat: Här ställs krav relaterade till hälsa, säkerhet och miljö genom att ange maximala toxicitetsgränser för däggdjur respektive vattenlevande djur, minimikrav på biologisk nedbrytbarhet samt krav på lägsta flampunkt.

Krav med avseende på fysikaliska egenskaper anges i form av lagringsstabilitet, viskositet hos koncentratet, blandbarhet med vatten samt lägsta användningstemperatur.

Kraven avseende korrosionsegenskaper och påverkan på olika syntetiska material är relativt omfattande, speciellt med tanke på användningen av flyg för applicering vid skogsbränder. Här anges därför maximal korrosionshastighet på speciella legeringar av aluminium, stål, mässing, magnesium, samt krav avseende hårdhetsförändring respektive svällningsegenskaper hos olika typer av plast och gummimaterial (PVC, tätningsmaterial, neopren-gummi, glasfiber, HDPE, flexibel polyolefin). Vidare anges att förpackningarna skall uppfylla gällande krav för land och flygtransport.

Skumvätskelösning: Provning sker med en inblandning inom spannet 0,1-1 %. Även här specificeras krav avseende toxicitet mot däggdjur och när det gäller de fysikaliska egenskaperna ställs krav på att mäta ytspänning och vätningsförmåga, vilket skall anges på produktens datablad. För maximal korrosionshastighet ställs samma krav som för koncentratet, men dessutom ställs krav på intergranulär korrosion beroende på vilken typ av flygfarkost som skall användas vid skumappliceringen (flygplan, helikopter med fast tank alternativt helikopter med hängande behållare). Även kraven avseende påverkan på plast och gummimaterial är densamma som för koncentratet.

NFPA 1150 innehåller inga krav (eller provningsmetodik) avseende släckförmåga för Klass A-skum. I tillhörande annex påpekas vikten av att man vid olika praktiska släck-situationer måste bedöma på vilket sätt Klass A-skummet på bästa sätt skall användas. För detta ändamål har man utarbetat NFPA 1145 som ger konkreta råd kring användning.

Till standarden hör också ett informativt annex (Annex A) som ger ytterligare information, förklaringar samt rekommendationer kring användningen av Klass A-skum. Här ges bland annat ytterligare rekommendationer kring användningen ur hälso- och miljösynpunkt. Man påpekar att ett varuinformationsblad för produkten alltid måste finnas tillgänglig. Generellt gäller också att undvika spill av koncentrat/skumvätskelösning på de platser där man bereder skumvätskelösningen, t ex för tankning av flygplan eller helikoptrar. Denna plats bör vara belägen minst 30 m (100 ft) från vattendrag eller sjöar. På samma sätt rekommenderas att man vid ”vattenbombning” undviker att släppa skumvätskelösningen närmare vattendrag än 30 m.

Standarden innehåller också ett annex B, där en relativt omfattande referenslista till relevant litteratur kring Klass A-skum presenteras.

4.4 USDA Forest Specification 5100-307

I USA används ett antal olika typer av kemikalier för bekämpning av vegetations- och skogsbränder (wildland fires). Generellt gäller att alla dessa kemikalier måste vara provade och godkända av US Department of Agriculture Forest Service (USDA Forest Service). Kemikalierna indelas principiellt i tre grupper, ”Long-term retardants”, ”Foam fire suppressants” och ”Water enhancers”. En godkännande-lista finns tillgänglig på internet [57] vilken uppdateras varje månad.

För Klass A-skum gäller specifikation 5100-307, ”International Specification for Fire Suppressant Foam for Wildland Fires, Aircraft and Ground Application” publicerad i juli 2000 [55]. Vissa mindre justeringar har därefter gjorts vilka redovisas på USDA websida [57]. Specifikationen är i sin helhet betydligt mer omfattande och detaljerad än NFPA 1150 även om viss samordning skett av krav och tester relaterade till hälsa och miljö. När det gäller de fysikaliska egenskaperna är kraven delvis utökade jämfört med NFPA 1150, och innehåller bland annat bestämning av densitet, pH, och viskositet. Vätningseffekten bestäms genom att ta tiden hur snabbt en 5 gram bomullstuss belastad med 1,5 gram sjunker i en premixlösning. Till skillnad från NFPA 1150 görs även mer ingående mätning av skumtal och dränering och dessutom ingår ett brandexponeringsprov. En brännbar provpanel beläggs med skum (genererat i en liten CAFS-anläggning), reses vertikalt och exponeras sedan för en värmestrålning på 40 kW/m² och en pilotflamma i en så kallade LIFT-apparat (likt ISO 5658 part 2). Det specificeras inga minimikrav, däremot redovisas tid till antändning för information.

Även lagringstesten är mer omfattande och innebär i praktiken en lagring under ett år på två olika specificerade platser i USA.

Enligt uppgift är en revidering av 5100-307 på gång men den är mer av redaktionell karaktär. Den nya specifikationen kommer sannolikt att betecknas 5100-307a.

4.5 DIN V 14430

Standarden DIN V 14430, Vornorm, ”Feuerwehrwesen - Druckzumischanlagen und Druckluftschäumenanlagen” [54] är primärt att beteckna som en komponent-/systemstandard där det ställs tekniska krav för att säkerställa säkerhets- och skyddsaspekter. Eftersom en CAFS-anläggning innehåller tryckluft innebär detta att ytterligare säkerhetsaspekter måste beaktas jämfört med ett helt vattenfyllt system. I tillämpbara fall hänvisas till andra DIN-standarder (kopplingar, inblandningsutrustning, etc) för att säkerställa kompatibilitet mellan utrustningarna. Funktionskrav ställs i form av inblandningsnoggrannhet (betydligt lägre inblandningar än i konventionell skumutrustning), CAFS-anläggningens driftsäkerhet och funktion. I standarden presenteras också ett enhetligt system för att beteckna systemen. En inblandningsutrustning för A-skum betecknas DZA2, 4, 8, 16 respektive DZA24 vilket motsvarar ett nominellt flöde på 200, 400, 800, 1600 respektive 2400 L/min. Efter denna beteckning anges inblandningsområde, t ex DZA 4 / 0,5-3, vilket anger att inblandningen kan varieras mellan 0,5 och 3 %.

CAFS-anläggningar betecknas utifrån tryckluftkapaciteten och tre storlekar finns angivna, DLS 1200, 2400 respektive 4800 vilket motsvarar ett gasflöde på 1200, 2400 respektive 4800 L/min.

5 Miljöaspekter

Användningen av Klass A-skum var till en början primärt inriktad mot vegetations- och skogsbränder. Detta innebär hantering av främmande kemikalier ute naturen, i vissa fall i närheten av känsliga vattendrag och miljöaspekterna har därför varit i fokus i stort sett sedan användningen inleddes. Som tidigare nämnts måste alla kemikalier som används för skogsbrandsbekämpning i USA vara godkända av USDA Forest Service.

Det är svårt att finna någon entydig slutsats när det gäller miljöpåverkan. Flera undersökningar och forskningsprojekt har genomförts men problemet är mycket komplext då en skogsbrand i sig har en mycket stor påverkan på flora och fauna varför det kan vara svårt att utvärdera den specifika påverkan från Klass A-skum. Eftersom branden i sig utgör ett stort miljöproblem och det är relativt entydigt att användningen av olika kemikalier också förhindrar spridning och underlättar släckning är en sammanvägd bedömning mycket svår att göra. Nedan ges därför exempel på studier och forskningsarbeten som kan vara relevanta att studera som grund för en eventuell framtida djupare analys av miljö- och toxicitetsaspekterna. Nyligen har också USDA publicerat en lång rad undersökningar på deras webbsida vilket rekommenderas för den intresserade [57]

Vid ”International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop” i Kanada 1994 [14], presenterades ett antal arbeten med koppling till miljöaspekterna. Några av dessa arbeten var primärt fokuserade mot påverkan på växtlivet [58, 59] medan andra var fokuserade mot djur och då framförallt vattenlevande djur och organismer [60-64].

Av dessa kan nämnas en undersökning som var specifikt inriktat mot effekten av A-skum [58]. Provområdet var orörd prärie i North Dakota där 30 provrutor med en storlek av cirka 0,4 hektar markerades. Områdena mellan dessa provrutor brandseparerades av en 5 m bred remsa som slogs med slättermaskin. I centrum av varje provruta markerades en mindre provruta med storleken 10 m x 10 m och inom denna markerades sedan ett antal mindre rutor om 1 m² respektive 0,25 m² för de specifika studierna. Varje 0,4 ha ruta behandlades enligt följande:

- 1) Applicering av 50 gallon, 0,5 % Silv-ex lösning (0,25 gallon koncentrat), skumtal 10.
- 2) Området avbrändes och applicerades därefter med Silv-ex som provruta 1.
- 3) Endast avbränning av området.
- 4) Provrutan lämnades helt orörd.

Det som studerades var inverkan på växthastighet, ackumulerad mängd biomassa, antal arter samt antalet plantor per art. Studien visade att Silv-ex inte hade någon inverkan på ackumulerad mängd biomassa oavsett om ytan brunnit eller ej. Skumpåföringen reducerade antalet av vissa arter och detta förstärktes när ytan bränts men det fanns vissa arter som inte påverkades alls. En del arter uppvisade en brunfärgning efter Silv-ex applicering (utan brand).

När det gäller undersökningar avseende effekten på djur, fiskar och andra vattenlevande organismer så omfattar flera av dessa samtliga förekommande kemikalier för skogsbrandsbekämpning, dvs både olika ”fire retardants” och skum. I samtliga fall kan man konstatera att toxiciteten varierar både beroende på den provade kemikalien och vilken fisk/organism som exponerats. Vyas och Hill [61] undersökte akuttoxiciteten hos tre ”fire retardants” och två A-skum på fåglar, möss (engångsdos) och maskar (14 dagars exponering). Toxiciteten rapporterades som LD₅₀ och var i samtliga fall >2000 mg/kg (aktivt ämne per kg kroppsvikt) förutom för maskarna där LD₅₀ uppmättes till >1000 mg/kg. Slutsatsen var att ingen av kemikalierna klassas som akut toxisk.

Hamilton et.al. [62] provade akuttoxicitet (48 respektive 96 timmar) på fiskar och andra vattenlevande organismer med samma kemikalier som användes av Vyas och Hill. Generellt sett var toxiciteten högre hos de båda skummen jämfört med de tre ”fire retardants”, däremot var det inge större skillnad mellan de enskilda produkterna i respektive grupp. Toxiciteten varierade starkt beroende på exponerad art. Som praktiskt exempel nämns att 96 timmar LC_{50} -värde för ”rainbow trout” var cirka 20 mg/L (Silvex) vilket alltså motsvarar 0,002 % inblandning i en premixlösning. Om skumblandningen är 1% vid appliceringen innebär detta alltså att spädningen måste vara minst 500 ggr för att nå ner till LC_{50} -värdet. En normal säkerhetsfaktor är 100, vilket innebär ett behov av spädning på minst 50 000 för att undvika skador.

Några presentationer fokuserade också på riskerna för insatspersonalen som hanterar och exponeras för kemikalierna [65, 66]. Den sistnämnda referensen är en riskanalys kring hantering av kemikalierna som utförts på uppdrag av USDA Forest Service. Ytterligare uppdateringar av riskanalysen har därefter genomförts, också på uppdrag av USDA Forest service vilka också refereras till i NFPA-standarderna [56]. Av denna kan man konstatera att riskerna varierar beroende på arbetsmoment och skiljer en hel del beroende på studerad kemikalie. Jämfört med t ex olika ”fire retardants” kan man konstatera att riskerna i relativa termer är låga för hantering av A-skum.

1999 hölls ”Australian Bushfire Conference” och här presenterades ett bidrag under titeln ”Ecological Effects of Fire Fighting Foams and Retardants” där påverkan på både växtliv och djurliv i Australien diskuteras [67].

Om man ser till miljöaspekterna och den generella användningen av skum så har dessa under senare år varit starkt fokuserat mot användningen av fluortensider. Dessa förekommer i AFFF och FFFP-skum samt i viss utsträckning i FP-skum, dvs skum som primärt är avsedda för bekämpning av B-bränder.

När det gäller påverkan av en mer generell användning av A-skum så har de Vries [40] försökt göra en sammanställning av kunskap och försöksdata som grund för en sådan avvägning. Dels hänvisar de Vries till flera av de undersökningar som presenterades vid ”International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop” [14], dels till ett större analysprogram av släckvatten genomfört i Tyskland av Wieneke och hans projektteam. Wieneke analyserade under 1997 totalt 35 släckvatten från olika verkliga bränder. Analyserna omfattade bestämning av pH, konduktivitet, COD (Chemical Oxygen Demand), SAC vid 254 nm (Spectral Absorption Coefficient), spädning för att erhålla 10% inhibering respektive inhibering i % (lumiscens bakerietest). I samband med att ”Tremonia-testerna” [34] genomfördes med bland annat A-skum, fortsatte analyserna så att det nu finns tillgång till totalt 86 analysresultat. Dessa försök är framförallt intressanta då de ger en direkt jämförelse mellan ”rent” vatten och A-skumanvändning under i princip identiska förhållanden. Generellt konstaterar de Vries att det inte finns någon korrelation mellan analysresultaten och släckmedelsanvändningen utan föroreningsgraden är i stort sett helt styrd av föroreningarna som branden/bränslet i sig genererar. När det gäller Tremonia-försöken kan man konstatera en viss koppling mellan användningen av A-skum och COD, där COD-värdet är något högre vilket indikerar närvaron av tensider. de Vries konstaterar också att det högsta uppmätta COD-värdet vid Tremonia-försöken faktiskt är något lägre (5578 mg/L) än de värden som uppmätts av ”Hygiene-Institut Gelsenkirchen” på en oförorenad, 0,5% premixblandning (5950 mg/L) beredd på samma skumvätsketyp i samband med typprovning av skumvätskan. Orsaken tros vara att tensiderna snabbt bryts ner vid exponering för höga temperaturer vilket sker vid användning och han hänvisar här till en undersökning av Keinath. COD-värdena från Tremonia-

försöken är dock inte på något sätt utmärkande jämfört med analyserna från de verkliga bränderna.

Den slutsats de Vries drar är således att föroreningsgraden av släckvattnet och dess toxicitet styrs primärt av det som sköljs ut från bränslet av släckvattnet och inte av en släckmedelstillsats, om användningen är korrekt. På grund av den förhöjande släckeffekt som erhålls redan vid en inblandning av A-skum på endast 0,5 % menar de Vries att det är fullt försvarbart att använda A-skum i ett ”standardmässigt” förfarande vid Klass A-bränder, inklusive lägenhets- och villabränder.

Utöver de arbeten som de Vries hänvisar till har vi funnit ytterligare ett, ännu så länge opublicerat arbete, som diskuterar användningen av A-skum och inverkan på toxiciteten hos släckvattnet [68]. I ett projekt vid universitetet i Leicester [69] genomfördes enkla försök där man studerat innehållet i släckvatten både med och utan användning av några typiska kemikalier förekommande i Klass A-skum. Den slutsats man drar är att resultaten av undersökningen inte ger grund till några specifika användningsregler men visar att vissa frågor måste utredas mer innan man får en mer omfattande användning av A-skum. Man måste mer i detalj visa på fördelarna med A-skumanvändningen och att miljöaspekterna sedan måste vara en del i beslutsprocessen.

6 Slutsatser

Den litteratur- och kunskapssammanställning som genomförts visar på en relativt omfattande användning av Klass A-skum i vissa länder. Det första specifika A-skummet utvecklades 1983 i Kanada för vegetations- och skogsbrandsbekämpning och i dagsläget har de flesta skumtillverkare A-skum i sitt sortiment. Användningsområdet har därefter ökat och innefattar nu även användning vid släckning av brand i byggnad. Den primära effekt som tillsatsen av A-skum ger är att vattnets vät- och penetrationsförmåga ökar samtidigt som skumbildningen innebär att man får en effektivare täckning av den brinnande/pyroliserande ytan och en kontinuerlig vätning genom skummets dränering. A-skummet kan användas både i konventionell vattensläckutrustning, t ex dimstrålrör eller i vanligt förekommande typer av skumrör. På grund av det låga inblandningsförhållandet krävs dock normalt sett en annan inblandningsutrustning. Inblandningsförhållandet varierar mellan 0,1-1,0 %.

Studien visar också på en stark koppling mellan användning av A-skum och CAFS (Compressed Air Foam Systems). Jämfört med en traditionell skumutrustning är den stora skillnaden att skummet alstras med hjälp av tryckluft innan det matas ut i slangen medan ”traditionellt” skum alstras vid skumröret. Användningen av CAF (Compressed Air Foam, (fritt översatt ”tryckluftsgenererat skum”)) innebär att man kan variera skumkvaliteten inom betydligt vidare gränser än med konventionell skumutrustning. Skall man släcka ”A-bränder” använder man Klass A-skum och vid B-bränder kan man använda vanliga skumvätskor, t ex detergent och AFFF. Genom att skumbildningen sker ”aktivt” med hjälp av tryckluft kan skumkvaliteten varieras på ett ”aktivt” sätt, från mycket ”vått” till mycket ”torrt” skum. Skumkvaliteten kan därigenom optimeras beroende på scenario. För manuell släckning av brand i byggnad lämpar sig ett vått skum för den primära släckinsatsen och första delen av eftersläckningen medan ett torrare skum kan vara bättre vid en indirekt påföring. Ett torrt skum har mycket bra vidhäftningsförmåga och dränerar mycket långsamt och är därför effektivt att använda för skydd mot värmeexponering. Ett torrt skum kan även användas som en sista fas i ett eftersläckningsarbete då det ger en bra långvarig väteffekt och tydligt indikerar eventuella kvarvarande glödhärdar.

Sammantaget kan man konstatera att det finns relativt mycket material publicerat runt A-skum och framförallt vid användning i CAFS. Den ursprungliga tekniken till CAFS

utvecklades i Danmark i slutet av 1920-talet och hade en framträdande roll i Sverige via Svenska Skum AB under 1930-talet fram till 1960-talet. Under de senaste 15-20 åren har dock fokus för användningen legat i USA. Detta återspeglas också i tillgänglig litteratur där en stor del är har sitt ursprung i USA, både i form av konventionella forskningsrapporter och i form av redovisningar från försök/demonstrationer genomförda av olika räddningstjänster. CAFS tycks även ha väckt intresse relativt tidigt i Australien och Nya Zeeland och i slutet av 1990-talet spred sig intresset till Europa och framförallt Tyskland. Under de senaste 2-3 åren är CAFS-användningen inom räddningstjänsten även på stark frammarsch i England. En mycket bra sammanställning av tillgänglig information kring A-skum och CAFS, vilket till stor del summerats tidigare i denna rapport, ges av Grimwood [1] och av Colletti [2, 3] och rekommenderas för den intresserade läsaren. När det gäller uppdaterad information kring miljö- och hälsoeffekter så rekommenderas USDA Forest Service webbsida [57].

När det gäller fasta system så anser bland annat NRC i Canada att CAF-system utgör ett stort steg framåt vad gäller släckteknik för vissa applikationer. Genom att skumkvaliteten kan styras och skummet blir mycket homogent kan det anpassas till aktuell risk och distribueras med roterande munstycken. Försök visar också att mycket bra resultat kan uppnås i förhållande till konventionella skumsprinklersystem även om inte filmbildande skum används vilket är mycket intressant ur miljösynpunkt. I dagsläget är dock teknologin i ett utvecklingsstadium och det finns inget regelverk som ställer krav på släckkapacitet eller som ger installationsanvisningar.

När man studerar och värderar publicerad litteratur kring erfarenheter, försök, etc. måste man kritiskt bedöma kvalitet och syftet med arbetet. Vissa redovisade försök har kanske fått betydligt större uppmärksamhet än de egentligen förtjänar om man ser till kvalitet av arbetet. Likaså är det naturligtvis en risk att de erfarenhetssammanställningar som gjorts är författade av någon med en mycket starkt tro på tekniken och som kanske omedvetet inte ser dess svagheter. Med dessa reservationer i minnet kan man dock dra följande generella slutsatser utifrån studerad litteratur:

- En tillsats av A-skum ger en effektivitetshöjning jämfört med rent vatten vid släckning av brand i byggnad. I första hand innebär effektivitetshöjningen att man erhåller förbättrade återantändningsegenskaper vilket både reducerar det totala vattenbehovet för släckning respektive återantändning. Detta är naturligtvis också positivt ur säkerhetssynpunkt för involverad brandpersonal. Användningen av en A-skumtillsats är relativt enkel då man använder konventionella system och taktik. Inblandningen är dock betydligt lägre än för konventionella skumvätskor vilket gör att speciell inblandningsutrustning krävs. Om man kör från tank är ett enkelt sätt att blanda ner skumvätskan direkt i tanken. Detta har dock nackdelen att man kanske måste hålla ut en del som ej använts, då det inte är att rekommendera att ha premixblandningen stående någon längre tid.
- A-skum har stora fördelar vid skogsbränder, speciellt vid flygbombning. Den allmänna erfarenheten från användningen i Kanada är att en flygbombning med A-skum motsvarar cirka tre flygbombningar med enbart vatten. Skummet är också effektivare än vatten när det gäller att åstadkomma begränsningslinjer för att förhindra brandspridning. En viktig aspekt är här att skummet är synligt, vilket underlättar för piloterna att träffa rätt och undvika ”luckor”. Användningen måste dock ske med urskiljning så att miljömässiga störningar undviks i möjligaste mån.
- CAFS betraktas av många som en revolutionerande möjlighet för att effektivisera släckinsatsen, reducera vattenskadorna samt öka säkerheten för insatspersonalen. I reklam och litteratur hänvisas ofta till en effektivitetshöjning med en faktor 4-5 jäm-

fört med vatten. Effektivitetshöjningen är dock svårdefinierad och angivna siffror skall inte tas för ”bokstavligt”. Effektivitetsskillnaden beror på vilka parametrar (t ex temperatursänkingshastighet, total vattenåtgång eller släcktid) man använder samt mot vilken utrustning och taktik jämförelsen sker. Generellt kan man dock konstatera att mängden överskottsvatten från släckinsatsen kan reduceras avsevärt och risken för återantändning reduceras markant vilket är positivt både ur miljö- och säkerhets-synpunkt. Genom att skumkaraktäristiken kan varieras kan också vattenanvändningen effektiviseras högst betydligt vid skydd av värmeexponerade ytor. En aspekt som aktualiserats det senaste är att en skumfylld brandslang är betydligt känsligare för värmepåverkan än en vattenfylld slang. Detta kan innebära en stor säkerhetsrisk för insatspersonal och måste således beaktas noga vid insatser.

- A-skummen kan i relativa termer betraktas som ”miljövänliga” och innehåller t ex inte några fluortensider. Utsläpp av koncentrat kan naturligtvis leda till lokala miljöstörningar, däremot pekar flera undersökningar på att normal användning inte ger någon markant och varaktig miljöpåverkan. Släckvattnets toxicitet verkar inte heller påverkas markant av en skumtillsats, den största föroreningskällan är normalt sett aska och sot som sköljs med i släckvattnet. Generellt sett måste dock alltid de släcktekniska fördelarna vägas mot eventuella miljömässiga störningar.
- När det gäller kostnad/nytta-aspekten så finns det egentligen inga entydiga resultat, varken för användningen av A-skum eller CAFS. Det finns uppskattningar gjorda från enskilda bränder som visar på tydliga besparingar/reducerade skador medan andra beräkningar som tar större helhetsgrepp med investeringskostnader, utbildningsbehov, etc. inte är lika entydiga.

Vid släckning i mindre, underventilerade utrymmen är användning av dimstrålrör och skärsläckare mycket effektivt när det gäller att slå ner branden. Med rätt taktik och utrustning kan förmodligen samma effektivitet erhållas med en CAFS-insats. Den stora fördelen som CAFS kan ge är förbättrade återantändningsegenskaper. Andra fördelar som nämns är också att skumtäckets syns tydligt vilket ger en visuell bild av var släckmedel har applicerats. Detta leder också till ökad sikt i rummet och gör det lättare att se vad som brinner. Skumtäckets underlättar också vid eftersläckningen då man kan notera rökplymer genom skumtäckets vilket indikerar var det finns kvarvarande glödhärdar.

CAFS har sannolikt stor potential för större, välventilerade bränder där man i dagsläget som enda alternativ tvingas ta till slutna stråle för att massbegjuta med vatten. Med CAFS finns potential att täcka både brinnande och icke brinnande ytor med skum vilket både ger kylning och strålningsskydd. Denna tillämpning kan vara ett mycket intressant alternativ för bränder i trähusbebyggelse, t ex olika kulturbyggnader och vindsbränder.

CAFS har också potential för användning mot B-bränder och en CAFS-utrustad släckbil kan därför bli mycket universal (lägenhetsbrand, bilbrand, mindre industri, skogsbrand). Även om A-skum inte har samma kapacitet mot vätskebränder som ett konventionellt B-skum så visar vissa försök och erfarenheter på att effektiviteten är fullt tillräcklig för t ex insatser vid bilbränder och mindre spillbränder. Det hävdas också att användningen av CAFS medför betydligt mindre problem med bränstoftkontaminering av skummet jämfört med vanligt aspirerande skum. Detta skulle kunna vara en potentiell möjlighet att minska beroendet av fluortensider i skummen då just den kraftigt bränstoftstötdande effekten är en av de viktigaste egenskaperna hos fluortensiderna.

CAFS kan också ha en intressant tillämpning i fasta system för vissa applikationer. I litteraturen redovisas försök med CAFS som bland annat hangarskydd och det finns också förslag att använda CAFS-sprinkler i vägtunnlar.

Medaljens baksida är investeringskostnaden. CAFS kräver en kompressor med hög kapacitet, dessutom måste systemet vara lätt att ”köra”, dvs det måste finnas en automatik som ger en noggrann skuminblandning samt blandning av luft och premix så att systemet blir tillförlitligt. Detta har varit en svaghet men enligt tillverkarna har man arbetat bort många av dessa ”barnsjukdomar”. Det är också viktigt att betrakta hela utrustningen som ett system, dvs själva hårdvaran, tillhörande utrustning (slang, strålrör) samt taktik måste utvecklas till en enhet.

I dagsläget tillämpar de flesta räddningstjänster konventionell utrustning i form dimstrålrör i kombination med ”pulsationsteknik” för släckning av bränder i mindre slutna utrymmen, t ex lägenhetsbränder. Erfarenhetsmässigt har detta visat sig vara en mycket effektiv kombination. På senare år har insatstaktiken förändrats ytterligare genom introduktionen av övertrycksventilation (PPV). Fördelarna med vattendimsläckning i slutna utrymmen har också gjort ”skärsläckaren” till ett mycket intressant alternativ med dess fördelar att vara lätt, snabb och kunna användas för håltagning och åtkomst i dolda utrymmen. Flera räddningstjänster försöker också hitta ett mellanting mellan den ”konventionella” tekniken med dimstrålrör och skärsläckaren och har börjat använda ”förhöjt lågtryck” (cirka 40 bar vid pumpen) i kombination med centrumslangrullar.

Oavsett appliceringsteknik pekar försök och erfarenheter på att en tillsats av A-skum kan förstärka släckinsatsen ytterligare. Om det skulle kunna vara ett alternativ för svensk räddningstjänst är således snarast en ”kostnads-/nytta-fråga”. I en sådan analys måste man också göra en värdering av de totala miljöaspekterna eftersom en mer generell användning också skulle leda till en mångfald större förbrukning av skum. En annan aspekt som behöver beaktas är i vilken mån saneringsbehoven förändras om A-skum används.

Att introducera CAFS i svensk räddningstjänst skulle ge ytterligare ett nytt ”verktyg” som i vissa fall kan vara ett alternativ till befintlig taktik och i vissa fall medföra helt nya möjligheter. Liksom övriga släckmetoder och släckutrustning kommer inte CAFS att kunna ersätta alla befintliga system/utrustningar men bedöms ändå som mycket intressant och värt att utvärdera närmare. I detta fall är det svårare att utifrån studerad litteratur värdera den effektivitetshöjning som en CAFS-användning skulle kunna leda till i Sverige. De erfarenheter som redovisas i litteraturen är mycket beroende av räddningstjänstens uppbyggnad och arbetssätt i respektive land och detta gör det svårt att översätta detta direkt till svensk räddningstjänst. Generellt sett kan man dock konstatera att erfarenheterna rent släcktekniskt är mycket goda även om det finns frågetecken kring kostnad/nytta-aspekterna.

För att kunna bedömma både de tekniska respektive kostnad-/nytta-aspekterna borde en mer övergripande utvärdering av CAFS-tekniken genomföras med avseende på tillämpning inom svensk räddningstjänst. Återigen måste naturligtvis också en värdering av de totala miljöaspekterna ingå.

7 Referenser

1. Grimwood, P., "CAFS-Compressed Air Foam Systems in Structural Fire-fighting", www.firetactics.com/CAFS.htm, 2004-12-03.
2. Colletti, D., *Class A Foam-Best Practice For Structure Firefighters*, Lyon's Publishing, 1998.
3. Colletti, D., and Davis, L., *Foam Firefighting Operations 1-The Essentials of Class A Foam, Awareness Level*, Lyon's Publishing, 2003.
4. NFPA 18, "Standard on Wetting Agents", 1995 ed., National Fire Protection Association, 1995.
5. NFPA 1150, "Standard on Foam Chemicals for Fires in Class A Fuels", 2004 ed., National Fire Protection Association, 2004.
6. Madrzykowski, D., and Stroup, D. W., "Demonstration Of Biodegradable, Environmentally Safe, Non-Toxic Fire Suppression Liquids", National Institute of Standards and Technology, NISTIR 6191, 1998.
7. Reicher, A., "CAFS-The Basic Mechanics", *Industrial Fire World*, 17, 6, 10-16, 2002.
8. Eriksson, L., " (fd Industrial Fire Fighting, IFP) Personlig kommunikation, kopior av rapporter, tekniskt underlag, etc." 2005.
9. Reicher, A., "CAFS-Compressed Air Foam Wins New Generation of Loyal Firefighters", *Industrial Fire World*, 17, 6, 5-9, 2002.
10. Large, C., "Compressed Air Foam Systems-The firefighting medium of the future", Fire Service College and University of Central Lancashire, 2003.
11. de Vries, H., "CAFS goes to Germany", *FIRE CHIEF*, August 1998, 116-121, 1998.
12. de Vries, H., "CAFS-die Lösung aller Probleme im Löschangriff?" 4. Int. Fachtagung Atemschutz in Pfarrkirchen/Ndb., 9 Oktober 2004, 2004.
13. Large, C., "(East Sussex Fire & Rescue Service) Personlig kommunikation", 2005.
14. "Proceedings-International Wildland Fire Symposium and Workshop", Thunder Bay, Ontario, 1996, 1994.
15. Lafferty, R. R., "A brief history of Class A fire control foam in Canada", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, 46-49, Thunder Bay, Ontario, 1994.
16. Lefebvre, F., "The use of wildland fire foam in the Province of Québec", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, Thunder Bay, Ontario, 1994.
17. Luke, G., "The utilization of foam with water scooping aircraft in Ontario", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, 97-100, Thunder Bay, Ontario, 1994.
18. Schlobohm, P., "Indirect applications with foam", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, 91-93, Thunder Bay, Ontario, 1994.
19. Boyd, C. F., and di Marzo, M., "Fire Protection Foam Behaviour In a Radiative Environment", National Institute of Standards and Technology, NIST-GCR-96-702, 1996.
20. Madrzykowski, D., "Study of the Ignition Inhibiting Properties of Compressed Air Foam", National Institute of Standards and Technology, NISTIR 88-3880, 1988.
21. Tafreshi, A. M., di Marzo, M., Floyd, R., and Wang, S., "Fire Protection Foam Thermal Physical Properties", National Institute of Standards and Technology, NIST-GCR-98-742, 1998.
22. Tafreshi, A. M., and di Marzo, M., "Foams and gels as fire protection agents", *Fire Safety Journal*, 33 (1999), 295-305, 1999.

23. Carey, W., M., "National Class A Foam Research Project Technical Report-Knockdown, Exposure and Retention Tests", Underwriters Laboratories Inc./ National Fire Protection and Research Foundation, 1993.
24. Carey, W., M., "National Class A Foam Research Project Technical Report-Structural Fire Fighting-Room Burn Tests-Phase II", Underwriters Laboratories Inc./ National Fire Protection and Research Foundation, 1994.
25. Dunn, M. J., "Full-Scale Testing of Fire Suppression Agents on Unshielded Fires", University of Canterbury, New Zealand, Fire Engineering Research Report 98/2, 1998.
26. Gravestock, N., "Full-Scale Testing of Fire Suppression Agents on Shielded Fires", University of Canterbury, New Zealand, Fire Engineering Research Report 98/3, 1998.
27. Kim, A. K., and Dlugogorski, B. Z., "Multipurpose overheated compressed-air foam system and its fire suppression performance", *J. of Fire Prot. Engr.*, 8 (3) 1997, 133-150, 1997.
28. Kim, A. K., "IRC-designed CAF fire-suppression system shows promise for use in aircraft hangars", In *NRC CNRC Construction innovation*, 2002.
29. Kim, A. K., Cramton, G., and Asselin, J. P., "A Comparison of the Fire Suppression Performance of Compressed-Air Foam and Foam-Water Sprinkler Systems for Class B Hazards", Institute for Research in Construction, National Research Council Canada, IRC-RR-146, 2004.
30. Föhl, A. C., "Bewertung des DLS-Löschverfahrens (PP-presentation)", Jahresfachtagung der vfdb e.V., Baden-Baden, 2003.
31. Laurentz, J.-H., "(Gimaex-Schmitz Fire and Rescue GmbH) Personal communication", 2005.
32. Wiseman, J. D., "The IOWA-Grimwood formula: rate of flow formula for confined fires-Firefighting Technology (from FIRE Magazine (UK) 2/04)", www.fire-flows.com, 2005-05-16.
33. Colletti, D., "Quantifying the effects of a class A foam in structure firefighting: The Salem tests", In *Fire Engineering*, 1993.
34. de Vries, H., "Foam follows function:The Tremonia and Wattenscheid trails", In *FIRE CHIEF*, 1999.
35. Cavette, C., "Bubbles beat water", FIRECHIEF, http://firechief.com/mag/firefighting_bubbles_beat_water/index.html, 2005.
36. Routley, G. J., "Compressed Air Foam for Structural Fire Fighting: A Field Test, Boston Fire Department, Engine Company 37", United States Fire Admonistration, Report 074.
37. Lohr, S. E., "The use of compressed air foam to enhance fire fighting water supplies in Montgomery County, MD", Montgomery County Fire Rescue Service, 2002.
38. de Vries, H., "(Hamburg Fire Brigade) Personal communication", 2005.
39. de Vries, H., "Löschmittelauswahl und Löschmittelwirksamkeit", Forum Fuerwehr, Munchen, 25.10.2001, 2001.
40. de Vries, H., "Foam and the Environment", In *Technical Paper*, 1999.
41. de Vries, H., "(Hamburg Fire Brigade) Personal communication", 2006.
42. "Hinweise für den Einsatz von Druckluftschäum bei der Brandbekämpfung", <http://www.atemschutzunfälle.de/inland-05.htm>, 16.1.2006.
43. Dlugogorski, B. Z., "(University of Newcastle Callaghan, Australia) Personal communication", 2005.
44. Eriksson, K., "(DAFO Brand AB, Sweden) Personal communication", 2005.
45. "Användardag för skärsläckare, 2005-09-29", Borås, 2005-09-29, 2005.
46. Palmkvist, K., "(Räddningstjänsten Södra Älvsborg) Personal communication", 2005.

47. Fallberg, R., Palmkvist, K., Edholm, U., and Ingason, H., "Övertrycksventilation kombinerad med skärsläckare (SÄRF/SP Brandteknik, ej publ)", 2005.
48. Ekeröth, K., "(Räddningstjänsten Öckerö) Personal communication", 2005.
49. Engström, L., "(Räddningsskolan, Skövde) Personal communication", 2005.
50. Nelson, L., "(Räddningsskolan Revinge) Personal communication", 2005.
51. Engdahl, Ö., "Slokkeforsök med vanntåke og skum ved brann i driftsbugninger", In *Brann&Sikkerhet Nr 6-05*, 2005.
52. Halldórsson, D., "(Scanfire, Island) Personal communication", 2005.
53. NFPA 1145, "Use of Class A Foams in Manual Structural Fire Fighting", 2000 ed., National Fire Protection Association, 2000.
54. DIN V 14430, "Vornorm: Feuerwehrwesen-Druckzumischanlagen und Druckluftschäumenanlagen", Jan 2004, DIN, 2004.
55. USDA 5100-307, "Specification for Fire Fire Suppressant Foam for Wildland Fires, Aircraft and Ground Application", July 2000 ed., U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2000.
56. "Human Health Risk Assessment: Wildland Fire-Fighting Chemicals", Prepared for Missoula Technology and Development Center, USDA Forest Service, Missoula, MT by LABAT, 2003.
57. "Wildland Fire Chemical Products-List of Qualified and Approved Products", USDA Forest Service, www.fs.fed.us/rm/fire.
58. Larson, D. L., and Newton, W. E., "Effects of fire suppressant foam on vegetation in North Dakota Prairie", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, Thunder Bay, Ontario, 1994.
59. Duchesne, L. C., and Hindrichs, T., "The ecological impact of fire protection and its role in forest ecosystem management", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, Thunder Bay, Ontario, 1991.
60. Finger, S. E., "Environmental implications of fire-fighting chemicals: A summary of current research by the National Biological Survey", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, Thunder Bay, Ontario, 1994.
61. Vyas, N. B., and Hill, E. F., "Toxicity of fire retardant chemicals and fire suppressant foams to vertebrate and invertebrate wildlife species", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, Thunder Bay, Ontario, 1994.
62. Hamilton, S. J., McDonald, S. F., Gaikowski, M. P., and Buhl, K. J., "Toxicity of fire retardant chemicals to aquatic organisms: Progress report", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, Thunder Bay, Ontario, 1994.
63. Poulton, B. C., and Finger, S. E., "Effects of fire suppressant foams on a prairie wetland ecosystem-A study of a North Dakota prairie wetland community", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, Thunder Bay, Ontario, 1994.
64. Langevin, R., and Marotte, P.-M., "Wildland fire extinguishing foams in Québec: The environmental aspect", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, Thunder Bay, Ontario, 1994.
65. Sabol, R. J., "Toxicity, health, and safety of wildland foams", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, Thunder Bay, Ontario, 1994.
66. Boivin, C., and Bailor, C., "Human health and ecological risk assessments: Wildland fire suppression chemicals", International Wildland Fire Foam Symposium and Workshop, Thunder Bay, Ontario, 1994.

67. Adams, R., and Simmons, D., "Conference Proceedings, Australian Bushfire Conference, Albury, July 1999", School of Ecology and Environment, Deakin University (Rusden), Victoria, Australia, www.csu.edu.au/special/bushfire99/papers/adams.
68. Bradley, M., and Harper, D., "Environmental solutions", In *Fire Prevention & Fire Engineers Journal*, 2004.
69. Bradley, M., "The effects of selected surfactants additives on the quality and quantity of fire fighting water run-off using straw as a representative Class A material (unpublished MPhil thesis, department of Biology, University of Leicester, UK)", 2003.

SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut utvecklar och förmedlar teknik för näringslivets utveckling och konkurrenskraft och för säkerhet, resurshushållning och god miljö i samhället. Vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling. Vår forskning sker i nära samverkan med högskola, universitet och internationella kolleger. Vi är mer än 500 ingenjörer och forskare som bygger våra tjänster på kompetens, effektivitet, opartiskhet och internationell acceptans.



SP Brandteknik
 SP RAPPORT 2005:46
 ISBN 91-85303-78-X
 ISSN 0284-5172



SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut

Box 857
 501 15 BORÅS
 Telefon: 033-16 50 00, Telefax: 033-13 55 02
 E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

A Member of

United Competence