

Brandøvelsespladser, brandstationer, større brande og skumfester

PFAS anvendes i hvilke produkter

Skumvæsken, der anvendes ved fremstilling af brandslukningssskum, kan indeholde PFAS-forbindelser. Skumvæske er et koncentrat, der blandes med vand i den af producentens anbefalede blandingsprocent (typisk 0,5–6%) for at danne brandslukningssskum til slukning af bl.a. brændstofbrand (benzin, petroleum, olie, mv.).

Funktion og sammensætning i produkter

Skumvæsken er med til at sikre dannelsen af luftbobler i skummet. Slukningssskum anvendes til at dække branden og hindre ilttilførsel, samt at vandindholdet i skummet afkøler branden. Det første skumlag nedbrydes under påvirkning af varme, og vand frigives, som enten fordamper eller synker gennem den brændende væske, som afkøles. Herefter dannes et skumtæppe over ilden, som forhindrer afdampning af de brandbare gasser. Skumvæske kan desuden anvendes til at bryde slukningsvandets overfladespænding, så dette lettere kan trænge ind i det brændende materiale, f.eks. ved halmbrande.

Skumvæske består af 69-80% vand, ca. 20-30% kulbrinter og op til 6% PFAS-forbindelser /1, 8/. Kulbrinteindholdet består af hjælpestoffer til skumdannelse; ofte detergenter, glykoler og alkoholer.

Ældre skum-produkter indeholdt ofte PFOS, som blev udfaset siden 2006 og forbudt siden 2011. PFOA er ligeledes udfaset siden 2020. Både PFOS og PFOA er baseret på **C8**-kemi (7-8 kulstofatomer i fluorkulstof-kæden) /2/. Siden 2000 har der været fokus på at omstille PFAS-produktionen fra anvendelse af **C8**-kemi til **C6**-kemi, dvs. fluorkulstofkæden med 6 kulstofatomer eller endnu kortere perfluorerede kæder, f.eks. C4. Produkter med **C6**-kemi bliver ofte omtalt som **PFOS-fri** og bliver markedsført som mere sundheds- og miljøvenlige end de tidligere produkter med **C8**-kemi. Produkter med **C6**-kemi kan dog indeholde mindre mængder af PFAS-forbindelser med længere perfluorerede kæder, som udgør en utilsigtet kontaminering. Der findes i dag også **fluor-fri (F3)** skumtyper uden PFAS-forbindelser.

De specifikke PFAS-forbindelser i en skumvæske bliver typisk ikke angivet med navn, men bliver omtalt som "fluorosurfactant" (fluortensider) eller **C6**-fluortelomer. Hvis der kun er angivet, at produktet indeholder **C6**-fluortelomer, indeholder produktet ikke PFOS eller PFOA. Angivelse af % i produktnavn angiver blandingsforhold med vand.

Typiske produktnavne

I nedenstående tabel er oplysningerne på skumvæsker, som stammer fra 5 brandkredse i Danmark og fra /3/, listet. Hvis produktbladet angiver, at produktet indeholder PFAS-forbindelser, er dette vist sammen med stofnavn og CAS-nr. for de pågældende PFAS-forbindelser, såfremt dette er angivet. Se også afsnit om erfaring med listen over mulige PFAS-forbindelser tilsat skumvæske.

Produktnavn	PFAS	Stofnavn (CAS-nr.)	Indhold	Anvendelsesperiode	Årligt forbrug	Produktdatablad vedlagt (udgivelsesår)
STHAMEX® AFFF 3% F-15 #4341	Ja	Fluorosurfactant (-)	<5%	?-2017		Ja (2018)
STHAMEX®-Class A 0,5% F-15 #9071	Nej	-	-	2017-2020-?	Ca. 100 liter til øvelser	Ja (2016)
STHAMEX®-class A Classic 1% F-15 #9144	Nej	-	-			Ja (2018)
STHAMEX® 3% F-15 #9348	Nej	-	-	?		Ja (2018)
STHAMEX® 3% F-6 #9302	Nej	-	-			Ja (2018)
MOUSSOL®-FF 3/6 F-5 #7942	Nej	-	-			Ja (2018)
Fomtec MB Trainer 3%	Nej	-	-	?-2015-?		Ja (2016)
Orchidex ME 3%	Muligvis	-	-	?-2010-?		Ja (2007)

(fortsættes)

Brandøvelsespladser, brandstationer, større brande og skumfester

Produktnavn	PFAS	Stofnavn (CAS-nr.)	Indhold	Anvendelsesperiode	Årligt forbrug	Produktdatablad vedlagt (udgivelsesår)
RF 3 x 6 ATC Rehealing Foam, Solberg	(nej)	-	-	?-2016/2017-?		Nej
Re-healing RF 3x6 ATC synthetic foam, Solberg	(nej)	-	-	?-2016-?		Nej
Training Foam	Nej	-	-	?-2017-?		Nej
Universal-skummiddel F-15	?	-	-	?-2017-?		Nej
Synthetic Foam Concentrate F-15	?	-	-	?-2017-?		Nej
Alcohol resistant AFF foam concentrate	Ja	-	-	?-2017-?		Nej
Bio Foam 5:2-5%	Nej	-	-	?-2014/15-?		Ja (2014)
Schaumgeist Protein skumvæske	Nej	-	-	?-1981-?		(Ja)

Analysemuligheder

Nye analysemuligheder udvikles løbende, men i juni 2021 er der ofte anvendt en standard PFAS analysepakke for jord og vand for de 12 PFAS-forbindelser, som er omfattet af Miljøstyrelsens sumkriterier (PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFBS, PFHxS, PFOS, PFOSA og 6:2 FTS). Ud over sumkriteriet for de 12 PFAS-forbindelser i jord, drikkevand og grundvand er der i juni 2021 desuden et mindre sumkriterium for PFOS, PFOA, PFNA og PFHxS i drikkevand. Disse kvalitetskriterier kan forventes justeret løbende.

Der kan også analyseres for flere PFAS-forbindelser med analysepakker med 15, 21 eller op til 33 PFAS-forbindelser hos de kommercielle laboratorier.

Kun få af de specifikke PFAS-forbindelser, som anvendes i produkter, jf. listen over mulige PFAS-forbindelser tilsat skumvæsken (se afsnit om erfaring), er blandt PFAS-forbindelser i standardpakker. Som alternativ kan der vælges en TOP analyse (total oxidizable precursors), hvor der analyseres for en standard- eller udvidet analysepakke for PFAS-forbindelser før og efter oxidation. Metoden betyder, at visse PFAS-forbindelser (precursorer) omdannes til andre PFAS-forbindelser, som eventuelt kan detekteres med disse standard- eller udvidede analysepakker.

En anden mulighed er en analyse for adsorberbare organiske fluorforbindelser, som giver et mål for summen af organiske fluorforbindelser, men ingen oplysninger om, hvilke PFAS-forbindelser der er tale om. Disse teknikker er blandt andet beskrevet i /10/.

Opbevaring af skumvæske

Skumvæsken (koncentrat) opbevares på brandstationerne i flydende form i 25 liters dunke på paller med spildbakker. På større brandskoler, lufthavne og Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelses områder leveres skumvæsken i 1.000 l palletank(e) grundet det høje forbrug. Nogle brandbiler har en tank til skumvæske, som fyldes op på brandstationen, mens andre har dunke med på bilen, som blandes med slukningsvandet via en separat tilblender. Der er som standard mellem 90 og 500 liter skumvæske på en brandbil. På lufthavne er der krav om, at der skal være 200% af bilernes kapacitet på lager, dvs. oplaget ud over, hvad der forefindes på køretøjerne.

Skumvæske er dyrt og opbevares derfor ikke på brandøvelsespladserne, men medbringes til de enkelte øvelser.

Flere brandstationer oplyser om et årligt indkøb af skumvæske på 1.000-1.500 liter.

Brandøvelsespladser, brandstationer, større brande og skumfester

Anvendelse af skumvæske

Skumvæsken (koncentrat) tilsættes slukningsvandet, og i skumhovedet (skumrøret) blandes slukningsvand med luft i et skumrør, så der dannes skum /4, 7/.

Skumvæsken tilsættes enten direkte på brandbilen via en intern tank på bilen eller i en ekstern tilblander, hvorfra skumvæsken suges direkte op fra leveringsdunkene. På lufthavnene hedder brandbilen "crash tender".

Der findes forskellige typer skumvæske, som anvendes til at producere forskellige typer af slukningsskum. Valg af skumvæske og dermed også skumtype afhænger af, hvilken type brand der skal slukkes. De forskellige skumvæsketyper og skumtyper er beskrevet kort under øvrige oplysninger.

Ifølge oplysninger fra flere brandkredse i Danmark anvendes typisk omkring 4-5 L skumvæske til slukning af en bilbrand, 25-50 liter til slukning af en villabrand og over 100 l til slukning af silobrande. Ved en stor silobrand er det oplyst, at der kan blive anvendt op til 3.000 L skumvæske, hvis branden strækker sig over flere dage. Generelt anvendes mindre mængder skumvæske i dag (2021) end for 10 år siden. I en brandkreds har de oplyst, at der anvendes omkring 100 liter skumvæske årligt til øvelser.

Foruden brandslukningsøvelser er der tidligere anvendt skum til skumfester i haller, på diskoteker og på fodboldbaner. Tre brandkredse i Danmark har oplyst, at der de fleste steder blev anvendt syntetisk skum til skumfesterne, da proteinskum lugter. Der er oplysninger om, at der blev anvendt øvelsesskum af typen klasse A skum (se øvrige oplysninger).

Det kan ikke afvises, at der enkelte steder er anvendt PFAS-holdige skumvæsker i forbindelse med skumfester. Den type skum, der anvendes til skumfester, er letsaum, som produceres med letsaum anlæg, da denne type skum giver det største skumvolumen pr. liter færdigt skum. Den specifikke mængde skumvæske pr. m³ skum fremgår af datablade for letsaum anlæg. Letsaum anlæg anvender typisk et blandingsforhold med 2-3 % tilsat skumvæske, og med 2-3 liter skumvæske kan der produceres skum nok til at fylde en almindelig bolig på 60 m² helt op. I nogle brandkredse blev der afholdt skumfester helt frem til 2015. Der er oplysninger om, at der årligt blev anvendt op til 200 liter skumvæske på skumfester. Der findes ingen registre over anvendte mængder og typer af skumvæsker anvendt til skumfester.

Mulighed for spild

Der er risiko for spild af skumvæsken (koncentrat) i forbindelse med påfyldning af skumvæske på brandbilen eller ved tilblanderen.

Lækage fra utætte dunke eller spild i oplagsrum eller fra lagertanke.

Foruden skumslukningsøvelser udføres sigteøvelser. Sigteøvelser udføres oftest på ubefæstede arealer og ikke nødvendigvis inden for selve brandøvelsespladsen. På Forsvarets Bygningsstyrelses områder udføres sigteøvelserne nogle steder ugentligt, og enkelte steder udføres daglige sigteøvelser. Ifølge oplysninger fra 5 brandkredse øves udlægning af skum på forpladsen ved flere brandstationer. Det er ikke oplyst, hvor hyppigt udlægningsøvelserne udføres. Det er oplyst, at øvelser af udlægning af skum stoppes, så snart skummet har den ønskede konsistens.

Ud over slukningsøvelser på brandøvelsespladser udføres der jævnligt øvelser i slukning af brand i siloer ved lokale landmænd eller virksomheder.

Der findes generelt ingen registreringer af, hvor og hvor ofte denne type af øvelser afholdes, eller hvor store mængder skumvæske der anvendes.

Når der udføres øvelser, står brandbil og evt. tilblander ikke nødvendigvis inden for det befæstede øvelsesareal, men i stedet ude på ubefæstede arealer, hvilket giver risiko for direkte nedslivning.

Der er stor forskel på, hvordan brandøvelsespladserne og forpladserne på brandstationerne er bygget op. Nogle har opsamling af slukningsvand, mens der andre steder er nedslivning på ubefæstede arealer eller nedslivning fra befæstede arealer via olieudskiller og nedslivningsanlæg. Tidligere blev de fleste brandøvelser udført på ubefæstede arealer eller på befæstede arealer uden membran og opkant. Der er derfor risiko for nedslivning af PFAS-holdigt brandslukningsskum på flere brandøvelsespladser.

Brandøvelsespladser, brandstationer, større brande og skumfester

Opsamlet/recirkuleret/genbrugt slukningsvand fra brandøvelsespladserne kan indeholde PFAS-forbindelser. Slukningsvand kan enten blive brugt til slukningsøvelser på befæstede arealer, blive ledt til recipient, opsamlingstank eller kloak enten direkte eller via eget renseanlæg.

Selve skumvæsken (koncentrat) er vandopløselig, men fluorkulstofkæden på PFAS-forbindelserne skyr vand og fedt, og molekylerne samles derfor ved grænsefladen mellem luft, vand- og olieholdige væsker. Dette betyder, at slukningsskummet potentielt kan "samle" olieprodukter op (fuel pickup effekt) og dermed facilitere spredningen af olieprodukter /3/. Dette er særligt interessant, idet slukningsøvelser flere steder tidligere blev udført ved, at en større mængde brandbart væske blev hældt i en form for kar og antændt, men hvor spild af olieprodukter sammen med brandslukningsskum kunne forekomme.

Grundet de fysiske og kemiske egenskaber for skumvæskerne kan de teoretisk set mobilisere oliestoffer og andre stoffer, hvilket kan medføre en øget udvaskning af disse stoffer til grundvandet. En undersøgelse har påvist en reduceret effekt af olieudskillere ved brandøvelsespladser ved tilstedeværelsen af PFAS-forbindelser eller andre overfladeaktive stoffer (tensider) i brandslukningsskum /3/. Dette kan medføre, at der udledes større mængder oliestoffer til nedslivningsanlægget, renseanlægget eller recipienten.

Slanger anvendt til skumslukning bliver skyllet/vasket og tørret og kan efterfølgende blive anvendt til både slukning med vand og skum. Grundet skumvæskernes fysiske egenskaber kan der fortsat sidde skumvæske i slangerne efter vask. PFAS-forbindelser kan desuden sorbere til slangernes indre overflade. Dette betyder, at PFAS-forbindelser kan blive frigivet løbende ved efterfølgende brug af slangerne.

Håndtering af affald/restprodukter

Tidligere kunne det ske, at der blev indkøbt for meget skumvæske, og anvendelsesdatoen derfor blev overskredet. Skumvæskens styrke reduceres, når anvendelsesdatoen overskrides. Ifølge oplysninger fra 5 brandkredse i Danmark sendte Beredskabsstyrelsen skumvæsker med overskredet anvendelsesdato til analyse for at få kendskab til væskens aktuelle styrke. Med viden om den aktuelle styrke i skumvæsken kunne skumvæske med overskredet anvendelsesdato fortsat anvendes, under hensyntagen til den lavere styrke. På Forsvarets områder blev skumvæske med overskredet holdbarhedsdato anvendt til øvelser. Syntetisk skum holder i dag i 15-25 år, mens proteinskum har en markant lavere holdbarhed på 5-10 år.

I forbindelse med udfasningen af PFOS-holdige skumvæsker i 2006-2011 blev resterne af PFOS-holdige skumvæsker i flere brandkredse samlet på en station, så resterne kunne blive anvendt, inden det endelige forbud trådte i kraft i 2011. Skumvæske er dyrt, så generelt set bliver der ikke smidt skumvæske ud. Tomme skumvæskedunke bliver nu bortskaffet efter de gældende regler. Palletanke til skumvæske sendes som udgangspunkt retur til leverandør og bliver genbrugt.

Hvor kan der findes oplysninger?

Der findes registre over indkøbte mængder ved de forskellige brandkredse/brandstationer, men der foreligger ingen registre over de anvendte mængder til øvelser på brandøvelsespladserne, til siløøvelser eller til sigteøvelser. En brandskole har oplyst, at den indkøbte mængde af træningsskum i 2019 var 1.800 kg (svarende til 72 dunke), og at forbruget tidligere har været højere, end det var i 2019.

Nogle brandkredse registrerer de anvendte mængder skumvæske i deres indsatsrapporter, mens andre blot angiver, at der er anvendt skumvæske. Der findes ikke et overordnet register med angivelse af anvendte typer og mængder af skumvæske ved slukning af brande.

Erfaring

Der er påvist indhold af PFAS-forbindelser i slukningsvand (i kloak), grundvand, jord og/eller overfladevand på danske flyvestationer, på Beredskabsstyrelsens øvelsespladser samt ved brandskoler og brandstationer /3, 6/. Ved disse undersøgelser analyseres typisk for de 12 PFAS-forbindelser, som er defineret i Miljøstyrelsens drikkevandskriterium /9/. Ud over PFOS og PFOA er der fundet PFHxS, PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA og 6:2FTS i grundvand, se /9 og 10/ for de fulde kemiske navne.

Med hensyn til de aktuelle PFAS-forbindelser tilsat til brandslukningsvæsker noteres det i /8/, at stofnavne og CAS nr. ikke angives i sikkerhedsdatabladene (SDS) ud over en betegnelse som fluortensider m.v.

Brandøvelsespladser, brandstationer, større brande og skumfester

I /8/ er der fundet oplysninger om mulige PFAS-forbindelser tilsat skumvæsker ved søgning i den videnskabelige litteratur.

PFAS-forbindelser tilsat skumvæske - oplysninger fra /8/ (se task 1.3)			
Antal i kulstoffer i fluorkulstofkæden	Fluortelomer*	PFCA'er*	PFSA'er*
≤C6	4:2 FTS 4:2FtTAoS 5:1:2 FTB 5:3 FTB 6:2 FTAB 6:2 FTS 6:2 FtSaAm 6:2 FtAoS 6:2 FtTHN+ ADONA GenX	PFBA PFPeA PFHxA	PFEtS PFPrS PFBS PFPeS PFHxS
≥C6 og <C8	7:1:2FTB 7:3FTB	PFHpA	PFHpS
≥C8	8:2 FTCA 8:2 FTAB 8:2FTS 8:2 FtTAoS 9:1:2 FTB 9:3 FTB 10:2 FTAB 12:2 FtSaB	PFOA PFNA PFDA PFUnDA PFDoDA	PFOS PFNS PFDS

* se /10/ for definition af stofstype. PFAS-forbindelser, der er omfattet af de 12 PFAS-forbindelser i Miljøstyrelsens drikkevandskriterium /9/, er markeret med rødt.

I /8/ noteres, at der ifm. miljøundersøgelser på lokaliteter, hvor der er anvendt brand-slukningsskum, findes mange andre PFAS-forbindelser end de fornævnte, men det er usikkert, om dette skyldes kontaminering ved produktion eller nedbrydning af fluortelomer forbindelser (de polyfluorede alkyforbindelser).

Flere af de fluortelomer stoffer er precursorer, dvs. kan nedbrydes til PFCA'er, f.eks. 6:2 FTS kan nedbrydes til PFHxA, PFPeA og PFBA. 8:2 FTS kan nedbrydes til PFOA. I datablade for STHAMEX® AFFF 3% F-15 #4341 angives, at "fluorosurfactant" ikke er nedbrydeligt, men der findes datablade, f.eks. [Angus Fire](#), hvor det angives, at der er tale om C6- eller C8-fluorosurfactants, hvor de specifikke PFAS-forbindelser ikke nævnes, og produktet angives som bionedbrydeligt, antageligvis fordi de andre komponenter i produktet udgør 10 – 20 % af indholdet og er bionedbrydeligt.

Krav til deklaration i sikkerhedsdatablade

Deklarationskrav iht. sikkerhedsdatablade: PFOS og PFOA er POP stoffer (persistent organic pollutants), og er forbudt med undtagelse af nogle få specifikke anvendelser /5, 11 og 12/. Ifølge arbejdstilsynet er der et deklarationskrav, såfremt indholdet er ≥0,1% ved lovlige anvendelser af PFOS og PFOA /11 og 12/. Ifølge Miljøstyrelsen er PFOS totalt udfaset i Danmark, men PFOA i brandslukningsskum, som allerede er påfyldt eksisterende systemer, kan anvendes frem til 4. juli 2025, dog underlagt en række restriktioner /12/. For PFOS, PFOA og PFOA-beslægtede stoffer er det defineret, at en utilsigtet sporforurening (f.eks. kontaminering i andre PFAS-holdige blandinger) under henholdsvis 0,001%, 0,0000025% og 0,0001% er tilladt /11, 12, og 13/. Generelt er der et deklarationskrav iht. REACH Forordning, såfremt koncentrationen af et stof overstiger 0,1% /14/. Umiddelbart er fluortensider (fluorosurfactant) i brandslukningsskum ikke omfattet af deklarationskrav, da de ikke fremgår af sikkerhedsdatablade, muligvis fordi de ikke opfylder kriterier i EU-Forordning /14/ vedrørende fysiske farer, sundhedsfarer eller miljøfarer, eller fordi de foreliggende data hos ECHA ikke er tilstrækkelige for klassifikation.

Øvrige oplysninger

Brandøvelser: Generelt er skumslukningsøvelserne udført med samme type skum, som de enkelte brandkredse anvender til slukning af den type brand, der øves med, da det er vigtigt at lære, hvordan skummet opfører sig, da de forskellige skumtyper har forskellige egenskaber.

Brandøvelsespladser, brandstationer, større brande og skumfester

Skumdensitet: Skummet genereres ved at blande skumvæske i det ønskede blandingsforhold med vand i en tilblander. Fra tilblanderen føres vand-skumvæskeblanding ud til et skumrør eller et CAFS (compressed air foam system). Der er forskellige former for skumrør, og afhængig af, hvilke skumrør der anvendes, kan der dannes skum med forskellige densiteter, dvs. et skum med lav, mellem eller høj densitet. Alle skumtyper skal dog have en mindre vægtfylde end de brændende væsker, som bekæmpes med skum.

Tungskum anvendes ofte ved væskebrand, hvor der ofte er behov for stor kastelængde. Ved brande, hvor der er behov for stor dækkeevne og hindring af afdampning, anvendes **mellemskum**, mens **letsikum** anvendes, hvor der er behov for et stort volumen.

Brandklasser: Arten af det brændbare materiale definerer brandklassen, f.eks. **brandklasse A**, er træ, papir, pap, tekstiler, enkelte plastmaterialer og alle glødedannende materialer, mens **brandklasse B** er benzin, olie, alkohol, glasfiber, maling og lignende produkter. Andre brandklasser findes for brandfarlige gasser, brandfarlige metaller og elektriske brande, men der anvendes ikke skum for disse type brandklasser /8/.

Klasse A-skum er derfor et slukningsmiddel til slukning af almindelige bygningsbrande og oplag af faste materialer. Skummet har en skumvæskeprocent på 0,3-0,5%. Skumvæsken har til formål at øge vandets slukningseffekt. Skumvæsken danner bobler, hvilket giver en øget varmeabsorberende overflade og dermed en øget mulighed for, at varmeenergien fra branden omdanner vandmolekyler til damp. Desuden medvirker den tilsatte skumvæske til, at overfladepændingen brydes, og vandet dermed lettere kan trænge ind i det brændende materiale /4, 7/.

Klasse B-skum anvendes ved brandfarlige væskebrande, og tidligere har disse klasse B-skum indeholdt **PFAS-forbindelser**. Der findes fleres forskellige klasse B-skumvæsker, herunder AFFF, AFFF-AR og FFFP (se nedenunder). Disse skumtyper har tidligere indeholdt PFOS (Perfluoroktansulfonsyre) i en blanding med andre PFAS-forbindelser, men PFOS er udfaset og forbudt siden 27. juni 2011 /11/. PFOA (perfluoroktansyre) er ligeledes uønsket og udfaset siden 4. juli 2020 /12/. Disse ældre PFOS/PFOA-holdige PFAS-produkter er senere blevet erstattet af produkter, som indeholder andre PFAS-forbindelser, typisk kortkædede fluortelomere, f.eks. 6:2 FTS (**C6-kemi**) /1, 8/.

Der findes desuden en række **fluor-fri** skum-typer (**F3-produkter**), som kan anvendes på både brandklasse A og B brand /8/.

Skumvæsker: Der anvendes forskellige skumvæsker, alt efter hvilken type skum der ønskes. De oftest anvendte skumvæsker er:

AFFF, Filmdannende syntetisk skumvæske (Aqueous Film Forming Foam) er syntetisk skumvæske tilsat filmdannende stoffer, men denne type skummer mindre end den alm. syntetiske skumvæske. AFFF-skum slukker branden ved at kvæle og afkøle branden, men desuden dannes der et vandholdigt lag, som spredes hurtigt over den brændende væske. Denne type skumvæske indeholdt tidligere PFOS og kan i dag indeholde andre PFAS-forbindelser (**PFOS-fri**) eller være fluor-fri (**F3-produkter**). De anvendes med en skumvæskeprocent på 2-3 % og er velegnet til brande med høj temperatur og anvendes især af lufthavnsvesenet /3, 4/. Denne type skumvæske kaldes også for **B-skum**, da den anvendes ved brandklasse B brande /7/.

AFFF-AR, Alkohol resistent filmdannende syntetisk skumvæske (Aqueous Film Forming Foam-Alcohol Resistant),- **B-skum AR** - er en syntetisk skumvæske tilsat filmdannende stoffer samt en polymerdannende gel. Med denne skumvæske dannes et gel-lag oven på væsken og et skumlag oven på gelen. Geltæppet beskytter skumlaget mod nedbrydning. Skumvæskeprocenten ved slukning af oliebrande er 3%, mens det er 6% for brand med vandopløselig væske som alkoholer /3, 4/.

Brandøvelsespladser, brandstationer, større brande og skumfester

Syntetisk skumvæske (S eller S-AR) består hovedsageligt af kulbrinte-detergenter. Syntetisk skum anvendes generelt til slukning af **klasse B**-væskebrande, men kan også anvendes til **klasse A** brand. I modsætning til AFFF dannes ingen vandholdige lag over den brændende væske, og virkningen opnås med at afkøle og kvæle branden. Anvendes med en skumvæskeprocent på 2-3% /3, 4, 7/. Denne type skumvæske kaldes også for **S (syntetisk)** eller **S-AR (syntetisk alcohol-resistant)** /7/.

Desuden findes disse typer af skumvæsker, som anvendes mindre hyppigt:

Protein skumvæske (P) består af animalske og vegetabiliske æggehviteproteiner. Skumvæsken er mørk og ildelugtende og giver skum med en høj klæbeevne, der er meget varmebestandig. Protein-skumvæske kan kun anvendes til at fremstille tungt skum og anvendes med en skumvæskeprocent på 6% /3, 4/.

FFFP, Filmdannende fluoroproteinskum (Film Forming Foam Protein) er proteinskumvæske tilsat filmdannende PFAS-stoffer. Væsken danner en film over brændstofferoverfladen /3, 4/.

MBS eller MBS-AR(multiskum) er en syntetisk skumvæske med et bredt anvendelsesområde, da det kan anvendes til både let-, mellem og tungskum. Disse typer skumvæske kan anvendes med alle typer tilblandere og anvendes typisk med en skumvæskeprocent på 3% /7/.

Håndholdte brandslukkere

Der findes forskellige typer håndholdte brandslukkere /15/, som egner sig til de forskellige brandklasser (se ovenover). Generelt kan der skelnes mellem pulver-slukkere, vand/vandtågeslukkere, kulsyreslukkere, fritureslukkere og skumslukkere. Både pulver- og skumslukkere er velegnet til brandklasse A og B brande.

Håndholdte pulver-slukkere indeholder et fint pulver af natrium- og kaliumbicarbonat eller monoammoniumphosphat, som dækker ilden og hindrer ilttilførsel. Ofte kaldes de ABC-pulver, da de anvendes til brandklasse A, B og C.

Håndholdte skumslukkere kan godt indeholde PFAS-forbindelser i form af fluortensider (fluorosurfactant), dog uden PFOS /16/. Flere producenter af skumslukkere angiver desuden, at skummet er PFOA-fri. På sikkerhedsdatablade for håndholdte skumslukkere angives sjældent oplysninger om, hvorvidt skummet indeholder PFAS-forbindelser, dog angiver hos nogle leverandører, at slukningsmiddel er et AFFF-skum. På nogle få sikkerhedsdatablade angives, at skummet har et indhold af "fluorosurfactants" med indhold på f.eks. <0,07% eller <1%. En leverandør (Gloria-2016) har en "ECO" skumslukker baseret på den nederlandske økomærkede Milieukeur, som opnås, såfremt indholdet af "fluorosurfactant" er mindre end 0,04%. Herudover findes fluorfri skum i visse håndskumslukkere ([BerkiCold](#), [Saval- B6P-F3](#)).

Friturebrande er svære at slukke, og anvendelse af de andre typer håndholdte brandslukkere er farligt. Håndholdte fritureslukkere (brandklasse F) kræver en anden type skum, baseret på kaliumacetat, som danner et blødt, sæbeagtigt lag over ilden og forhindrer, at det kogende fedt sprøjtes ud af gryden.

Litteratur

1. Spredning og sammensætning i grundvand ved PFAS-forureninger. Litteraturstudie. Miljøprojekt nr. 1892. Miljø- og Fødevareministeriet, Miljøstyrelsen. November 2016.
2. Short-chain Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). A literature review of information on human health effects and environmental fate and aspects of short-chain PFAS. Danish Ministry of the Environment, Environmental Protection Agency. Environmental project No. 1707, 2015.
3. Analyse og fingeraftryk af PFAS i brandsluknings-skum. Rådgivningsafdelingen, Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse. Februar 2018.
4. Indsats. Skum. Beredskabsstyrelsen 2006
5. ESWI-Expert Team to Support Waste Implementation, Study on waste-related issues of newly listed POPs and candidate POPs – Final Report. Service request under the framework contract, No ENV.G.4/FRA/2007/0066. Umweltbundesamt, BIPRO, Enviroplan. 25 marts 2011 (Update 13. April 2011)
6. Screeningsundersøgelse af udvalgte PFAS-forbindelser som jord- og grundvandsforurening i forbindelse med punktkilder. Miljøprojekt nr. 1600, 2014. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.

Brandøvelsespladser, brandstationer, større brande og skumfester

7. Erfaringer med taktisk og miljørigtig brandslukning med skumvæske. Beredskab Øst og Hovedstadens Beredskab. Marts 2018.
8. WOOD. 2020. The use of PFAS and Fluorine-free alternatives in fire-fighting foams. European Commission DG Environment / European Chemicals Agency (ECHA). Final report specific Contracts No 07.0203/2018(791749/ENV.B2 and ECHA/2018/561.
9. Miljøstyrelsen. Datablad Perfluorerede alkylsyreforbindelser (PFAS-forbindelser) inkl. PFOA, PFOS og PFOSA. Juli 2019.
10. Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer. 2018. Håndbogen om undersøgelse og afværge af forurening med PFAS-forbindelser. Teknik og Administration nr. 2 2018.
11. Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EU) 2019/1021 af 20. juni 2019 om persistente organisk miljøgifte.
12. Kommissionens delegerede forordning (EU) 2020/784 af 8. april 2020 om ændring af bilag I til Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EU) 2019/1021 for så vidt angår opførelse af perfluorooctansyre (PFOA), salte heraf og PFOA-beslægtede forbindelser.
13. Kommissionens forordning (EU) 2017/1000 af 13. juni 2017 om ændring af bilag XVII til Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) nr. 1907/2006 om registrering, vurdering og godkendelse af samt begrænsninger for kemikalier (REACH) for så vidt angår perfluorooctansyre (PFOA), salte heraf og PFOA-beslægtede stoffer.
14. Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EF) 1272/2008 af 16. december juni 2019 om klassificering, mærkning og emballage af stoffer og blandinger og ophævelse af direktiv 67/548/EØF og 1999/45/EF og om ændring af forordning (EF) nr. 1907/2006.
15. Danskbrandteknik.dk. 2021. Guide til brandslukkere for erhverv og den offentlige sektor. <https://www.danskbrandteknik.dk/vejledning/guide-til-brandslukkere/>
16. IPEN F3 Panel. 2019. 9th. Stockholm Convention of the Parties (COP9). Firefighting foams and other sources – going fluorine free.