

Olielagre

PFAS anvendes i hvilke produkter

Ved olielagre er der risiko for brand, hvorfor der etableres automatiske brandslukningssystemer, hvor der anvendes brandslukningsskum. Skumvæsken, der anvendes til brandslukningsskum, kan indeholde PFAS-forbindelser. Skumvæske er et koncentrat, der blandes med vand i den af producenten anbefalede blandingsprocent (typisk 0,5–6%) for at danne brandslukningsskum til slukning af væskebrande (olie- og petroleum produkter såsom benzin og jetfuel samt alkoholer såsom ethanol og methanol).

Funktion og sammensætning i produkter

Skumvæsken er med til at sikre dannelsen af luftbobler i skummet. Slukningsskum anvendes til at dække brandbare væsker 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 består af 69-80% vand, ca. 20-30% kulbrinter og op til 6% PFAS-forbindelser /1, 10/. Kulbrinteindholdet består af hjælpestoffer til skumdannelse; ofte detergenter, glykoler og alkoholer.

Ældre skum-produkter indeholdt ofte PFOS, som blev udfaset i 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 tre olielagre i Danmark. Hvis produktbladet angiver, at produktet indeholder PFAS-forbindelser, er dette vist i tabellen sammen med stofnavn og CAS-nr. for de pågældende PFAS-forbindelser, såfremt dette er angivet.

Produktnavn	PFAS*	Stofnavn (CAS-nr.)	Indhold	Anvendelsesperiode	Årligt forbrug	Datablad vedlagt (udgivelsesår)
Arctic Foam 603EF ATC™ 3%-3%	Ja (C6-fluorosurfactant)	-	-	Før 2003-d.d.	-	(Produktblad, 2006)
Fomtec® ARC3x3 AFFF-AR	Ingen PFOS el. PFOA	-	-	Før 2012 – 2019	-	Ja (2019)
BIOEX® Filmopol	Ja (C6-fluorosurfactant)	-	-	2019 . d.d.	-	Ja (2017)
ABERDEEN FOAM 3% AFFF-LF-C6	Ja (C6-fluorosurfactant)	-	-	2013 – d.d.	-	Ja (2018)
UNIVEX 6 F15 (6% AFFF skumkoncentrat)	Ja fluoroprotein	?	?	Før 2013	-	Nej
3M ATC-plus (3% AFFF skumkoncentrat)	?	?	?	Før 2013	-	Nej

* Jf. Europæisk Regulativ EU 2017/1000 er der krav om, at urenheder i C6-fluorosurfactant reduceres til:
 > mindre end 25 ppb for PFOA eller salte herfra
 > mindre end 1.000 ppb for en kombination af PFOA-relaterede substanser

Olielagre

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 33 PFAS-forbindelser hos de kommercielle laboratorier.

Kun få af de specifikke PFAS-forbindelser, som anvendes i produkter, 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 /16/.

Opbevaring af skumvæske

Skumvæske (koncentrat) kan være opbevaret centralt i tankanlæg eller i decentrale tankanlæg. Tankene kan både være overjordiske og nedgravede. Der er oplysninger om tankstørrelser fra 1 m³ til 100 m³. Skumvæske kan leveres både i palletanke og med tankvogn. Derudover kan der findes skumvæske i nedgravet rørsystem samt i mindre 25 l dunke til brug på brandbiler eller på skumtrailere.

På en middelstor oliehavn er der oplysninger om et samlet oplag på omkring 40 m³, fordelt på 30 m³ i tanken, og de resterende ca. 10 m³ ligger i rørene, og brandslukningsanlæggene er dimensioneret til at kunne producere brandslukningsskum til omkring 3 timers slukningsarbejde.

På en større oliehavn er der oplysninger om et samlet oplag på 100 m³ skumvæske.

Anvendelse af skumvæske

Flere olielagre har et fælles skumslukningssystem. I de fleste af de nyere systemer er der fastmonterede skumslukningsanlæg med en skumcentral og flere lokale skumnicher. Fra skumcentralen opbevares og udpumpes skumkoncentrat i nedgravede PE ledninger til lokale skumnicher også kaldet manifolds (ventiler). Antallet af pumpestationer afhænger af oliehavnens størrelse. I manifolden blandes skumkoncentratet med vand til premix, der anvendes til diverse brandslukningssystemer, der kan aktiveres fra manifolden. Fra manifolden ledes premix ud til området med brand. I ældre systemer blev skumvæsken blandet ved pumpecentralen, og brandslukningsskummet blev fordelt ud til oliehavnen via nedgravede rør. Jf. /3/ er det ikke unormalt, at der skal påregnes et forbrug på omkring 1.200 liter skumkoncentrat pr. minut.

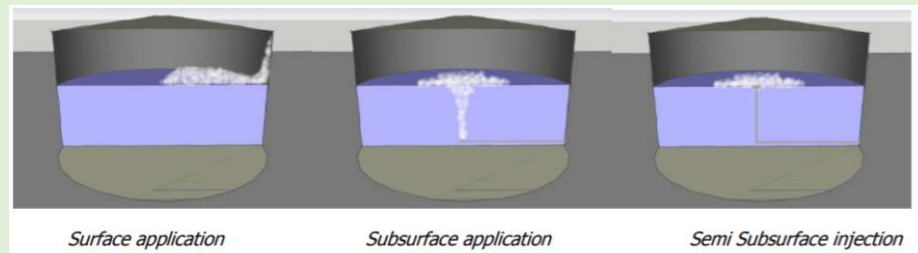
Der anvendes primært fastmonterede skumslukningsanlæg på større tanke indeholdende klasse I og II væsker. Tanke med oplag større end 10.000 oplagsenheder af væsker af klasse I og II samt tilhørende bassiner skal forsynes med skumslukningsanlæg jf. /3/. Klasse I omfatter brandfarlige væsker med flammepunkt under 21°C, (f.eks. benzin, BTEX, acetone, ethanol), hvor en oplagsenhed er 1 liter væske. Klasse II omfatter brandfarlige væsker med flammepunkt mellem 21°C og 60°C, (f.eks. petroleum), hvor en oplagsenhed er 5 liter væske. Klasse III omfatter brandfarlige væsker med flammepunkt mellem 60°C og 93°C, (f.eks. diesel eller fyringsolie), hvor en oplagsenhed er 50 liter væske, men der er ingen krav om et skumslukningsanlæg /3/.

Dernæst benyttes skumslukningsanlæg også på tankgårde (bassiner rundt om tanken). Nogle steder kan tankgårde (og betonbunden heri) have stået i flere årtier, hvilket kan have betydning for betonbundens kvalitet.

På figur 1 illustreres metoder til at påføre skummet i tanke med fasttag /3/.

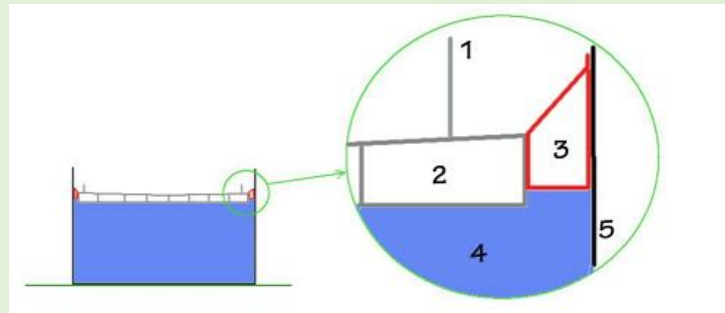
Olielagre

1. Overfladepåføring med fastmonteret skumrør, hvor skummet ledes via tankvæggen ned til væskeoverfladen (Surface application with fixed foam discharge outlets).
2. Skum indføres nede i tanken under væskeoverfladen og flyder op gennem væsken til overfladen, hvor den etablerer sig som et skumlag (Subsurface application).
3. Skum indføres i tankens bund til en slangekassette, der udfoldes og hæves mod væskeoverfladen, eller en slange eller rør udstyret med en "flyder" har et skumudtag liggende i væskeoverfladen (Semisubsurface injektion)



Figur 1: Snit gennem tank, der viser, hvor skummet påføres i forhold til væskeoverfladen /3/.

Der er også tanke med flydetag, se figur 2, hvor branden og skummet er begrænset til kanten (inden for område 1+3).



Figur 2: Skitseret detalje af flydetagets forbindelse til tankinderside. Brand kan opstå i "rim-seal" område omkring "3", og skum begrænses af lodret metalplade "1" /3/.

Det faste skumslukningssystem kan suppleres med mobile systemer (hvor der skal tilkobles mobile pumper, skumtilblander og skumvæske mv. samt etableres vandforsyning).

Tidligere har der været flere mobile skumsystemer i form af brandbiler og skumtrailere tilknyttet en eller flere brandstationer ved olieoplaget. På en oliehavn er der oplysninger om en kapacitet på ca. 10.000 l skumvæske på brandbiler/tankvogne og ca. 5.000 l på skumtrailere. Se i øvrigt datablad for brandøvelsespladser /5/.

Skumvæsken anvendes desuden ved årlig kontrol af skumslukningsanlæg samt tidligere ved øvelser på brandøvelsespladser. Ved olieraffinaderier, hvor fareklassen er større, har der sandsynligvis været afholdt brandøvelser oftere end ved olielagre.

På fastmonterede skumslukningsanlæg aktiveres brandslukningsanlægget, og det kontrolleres, at der kan distribueres og produceres skum. Som hovedregel føres skum kun til ventil i nicher, men bibeholdes enten i anlæg eller opsamles i en beholder, inden det blandes med vand og føres efterfølgende tilbage til tank for skumvæske. I enkelte tilfælde bliver der ved kontrollen produceret skum. Det kan være, når et nyetableret anlæg skal testes. I det omfang, der produceres skum ved kontrollen, opsamles skummet i rene slamsugere og bortskaffes til modtagecenter eller spildevandskloak eller føres retur til skumvæsketanken.

Ved olielagre med brandstationer har der ligeledes været afholdt brandøvelser. Der er eksempel på et tidl. raffinaderi, der har haft eget brandvæsen, hvor der har været afholdt adskillige øvelser på øvelsesplads. Efter raffinaderiets ophør har det kommunale brandvæsen lejlighedsvist anvendt øvelsespladsen. Fra 2011 har der ikke været anvendt skum til brandøvelser ved den pågældende lokalitet.

Olielagre

Skummet er sandsynligvis ikke opsamlet efter øvelser.

Mulighed for spild

Der er risiko for spild til miljøet ved utætte tanke, beholdere til skumvæske, ved utætheder eller spild ved skumnicher/manifolds, ved brud på rørledningerne, ved til- og fra koblinger til rørsystemerne samt i forbindelse med påfyldning af skumkoncentrat fra palletanke til tanken(e) med skumkoncentrat, ved utætte olieudskillere samt ved øvelser.

Der er ikke kendskab til rengøring af de nyere anlæg, men det må formodes, at brandstationer har rengjort slukningsudstyr (se /5/), ligesom slamsugere formentlig rengøres.

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 forbindelser (tensider) i brandslukningsskum /6/. Dette kan medføre, at der udledes større mængder oliestoffer til nedsivningsanlægget, renseanlægget eller recipienten.

Slanger anvendt til skumslukning bliver skyllet/vasket og tørret og kan efterfølgende blive anvendt både til slukning med vand eller 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

På flere oliehavne er brandslukningsanlægget blevet opgraderet. I forbindelse med opgraderingen er der flere steder blevet skiftet til et andet og mere tidssvarende skumkoncentrat. Det gamle skumkoncentrat blev enten afhændet til godkendt modtageanlæg (fx. Fortum eller Stena Recycling) eller arvet af den lokale brandstation.

Skumkoncentrat fra kontrol af anlæg genanvendes eller afhændes til godkendt modtager.

Ved brand anvendes brandslukningsskum og kølingsvand på tankene. Tankgården er typisk opført, så de kan tilbageholde minimum tankvolumen + et ekstra volumen til brandslukningsskum (omkring 15 %). Hvis niveauet i en tankgård skulle nærme sig et kritisk niveau, pumpes vandet over i en tankgård ved siden af eller i nærheden eller til offentlig kloak. Det er muligt, at brandslukningsvandet, inkl. brandslukningsskum, tidligere kan have været ledt direkte ud i havnen. Brandslukningsvand og brandslukningsskum fra tankgravene suges op med slamsuger eller pumpes op til skib og afhændes til godkendt renseanlæg.

Hvor kan der findes oplysninger?

På oliehavnene er der de fleste steder fælles indsatscentre og fælles skumcentraler. Driftslederen på de enkelte anlæg kan oplyse om, hvor meget skumkoncentrat der er på lager de enkelte steder.

Erfaring

Der er kendskab til et tilfælde, hvor et rør er blevet pågravet, og en udgravning blev fyldt op med skumslukningsvæske.

I en miljøtilsynsrapport for et olieoplæg (anonymt) oplyses det, at brandslukningsskum har været anvendt ved et oliespild for at forebygge brand /8/.

Der er tidligere udtaget prøve af skumvæske, der er deklareret PFAS-frit, men kemiske analyser viser alligevel indhold af PFAS-forbindelser i skumvæsken /9/.

Se i øvrigt erfaring fra forureningsundersøgelser og indhold af PFAS-forbindelser i skumvæske på baggrund af litteratursøgning /10/, hvilket er nærmere beskrevet i datablad for brandøvelsespladser /5/.

Olielagre

Krav til deklaration i sikkerhedsdatablade

Deklarationskrav ift. sikkerhedsdatablade: PFOS og PFOA er POP stoffer (persistent organic pollutants) og er forbudt med undtagelse af nogle få specifikke anvendelser /11, 12 og 13/. Ifølge arbejdstilsynet er der et deklarationskrav, såfremt indholdet er $\geq 0,1\%$ ved lovlige anvendelser af PFOS og PFOA /12 og 13/. 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 /13/. 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%, 0,000025% og 0,0001% er tilladt /12, 13, og 14/. Generelt er der et deklarationskrav iht. REACH Forordning, såfremt koncentration af et stof overstiger 0,1% /15/. Umiddelbart er fluortensider (fluorosurfactants) i brandslukningsskum ikke omfattet af deklarationskrav, da de ikke fremgår af sikkerhedsdatablade, muligvis fordi de ikke opfylder kriterier i EU-Forordning /15/ vedrørende fysiske farer, sundhedsfarer eller miljøfarer, eller fordi de foreliggende data hos ECHA ikke er tilstrækkelige for klassifikation.

Øvrige oplysninger

Tidligere blev skummet produceret ved pumpestationen og pumpet i rørsystemet ud til de forskellige tankanlæg på havnen. Dette betød, at der i tilfælde af en brand skulle pumpes en mængde "gammelt" skum ud af systemet. Det "gamle" skum havde en lavere effektivitet end ny-produceret skum, og der skulle derfor produceres en større mængde skum.

Bladder-tanke (ståltanke med en "blære" indeholdende skumvæske, der frigives og blandes med vand, når trykket på blæren øges) kan også have været anvendt til produktion af brandslukningsskum, men der er ikke oplysninger herom på de interviewede oliehavne.

I datablad for brandøvelsespladser /5/ er diverse skumtyper og klasser forklaret nærmere. Ved oliebrande og væske-brande anvendes klasse B-skum (benzin, olie, alkohol, glasfiber, maling og lignende produkter). De skumvæsker er af typen AFFF-AR (Aqueous Film Forming Foam-Alcohol Resistant) og AFFF-LF (Aqueous Film-Forming Foam, Low Freeze).

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. Vejledning om brandfarlige og brændbare væsker. Beredskabsstyrelsen, november 2020.
4. Analyse og fingeraftryk af PFAS i brandslukningsskum. Rådgivningsafdelingen, Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse, Februar 2018.
5. Regionernes Videnscenter for Miljø og Ressourcer. Datablad for brandøvelsespladser, 2021.
6. Analyse og fingeraftryk af PFAS i brandslukningsskum. Rådgivningsafdelingen, Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse. Februar 2018.
7. Screeningsundersøgelse af udvalgte PFAS-forbindelser som jord- og grundvandsforurening i forbindelse med punktkilder. Miljøprojekt nr. 1600, 2014. Miljøstyrelsen, Miljøministeriet.
8. <https://dma.mst.dk/>. tilgået april 2021.
9. Ikke-publiceret interne undersøgelse hos Rådgivningsafdelingen, Forsvarsministeriets Ejendomsstyrelse. 2018.
10. 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.
11. 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).
12. Europa-Parlamentets og Rådets forordning (EU) 2019/1021 af 20. juni 2019 om persistente organiske miljøgifte.
13. 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 perfluoroctansyre (PFOA), salte heraf og PFOA-beslægtede forbindelser.
14. 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 perfluoroctansyre (PFOA), salte heraf og PFOA-beslægtede stoffer.

Olielagre

15. Europa-Parlaments 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.
16. Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer. 2018. Håndbogen om undersøgelse og afværge af forurening med PFAS-forbindelser. Teknik og Administration nr. 2 2018.