

Toelichting: Dit artikel is een onderdeel van een whitepaper van de firma Fomtec (Tyresö, Zweden, info@fomtec.com).

De vertaling is door mij gemaakt om informatie te delen binnen de brandweer. Ik heb dit naar beste weten vertaald en aanvaard geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten. Jeroen Konijnenberg, Gezamenlijke Brandweer 5 februari 2016.

Onze eigen ervaring (Dafo Fomtec AB)

Dafo Fomtec heeft vele jaren gewerkt aan het ontwikkelen van AFFF schuimtypen en ook aan fluorvrije typen (FFF-typen). In dit werk hebben we veel ervaring opgedaan op de manier waarop deze schuimsoorten werken – op het gebied van werkzaamheid en milieuaspecten.

In onze visie is zijn goede bluseigenschappen het allerbelangrijkst ter bescherming van levens, inrichtingen en milieu. Een brand is een zeer gevaarlijke situatie welke kan omslaan van klein en controleerbaar tot een oncontroleerbare vuurstorm binnen een fractie van een seconde.

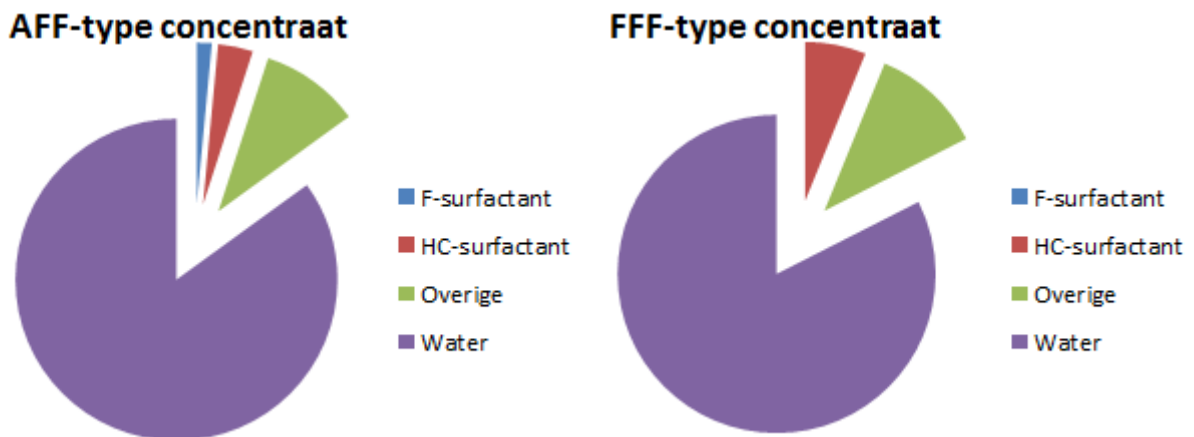
In een brandsituatie staan mensenlevens op het spel zowel van burgers als van brandweermannen die de brand bestrijden. Een brand vernietigt installaties van grote waarde – hoe langer een brandsituatie voortduurt hoe meer waarde er opgaat in rook. Bovendien is een brand vervuilend tenzij het een gecontroleerde brandsituatie betreft welke is geoptimaliseerd voor een grotendeels- of volledige verbranding op hoge temperatuur, zoals in een krachtcentrale waarbij voornamelijk water en koolstofdioxide vrijkomt.

Een brand gaat meestal gepaard met een gebrek aan zuurstof waarbij onvolledige verbranding (pyrolyse) de oorzaak is van ernstige vervuiling. De vervuilende stoffen zijn dan bijvoorbeeld polycyclische aromatische koolwaterstoffen (bijv. benzopyreen) welke mutageen en carcinogeen zijn en voortkomen uit onvolledige verbranding van organische stoffen. Een van de meest gebruikte plastics, PVC, vormt dioxinen (nader genoemd poly-gechloreerde di-benzodioxine) tijdens verbranding hetgeen bekend staat als een milieuvervuilende stof. Vandaar dat hoe langer een brand voortduurt, des te meer vervuilers vrijkomen onder vorming van dikke zwarte rook welke zich wijd verspreid. Het is ook van belang om te benoemen dat veel van deze stoffen ook het bluswater vervuilen. Dit is een andere belangrijke reden waarom het belangrijk is om zo snel mogelijk te blussen en de hoeveelheid bluswater te minimaliseren zodat er achteraf minder vervuild bluswater verzameld hoeft te worden.

Er is veel aandacht voor de milieuaspecten van fluorhoudende schuimconcentraten zoals in AFFF-schuimtypen en in fluorvrije schuimconcentraten (FFF). Men komt reclamespotjes tegen waarin brandweerlieden bloemen schieten vanuit hun schuimgeneratoren, planten gedijen en groener zijn dan ooit. Dit is, helaas een simplificatie van de realiteit. Het is niet zo eenvoudig om ervan uit te gaan dat het weglaten van één component de zaken milieuvriendelijker maakt. Zoals hierboven is omschreven, hebben de nieuwe kortketenige fluorosurfactanten een zeer goed milieu-, gezondheids en veiligheidsprofiel. Zij- en hun afbraakproducten hebben aangetoond zo goed als non-toxisch te zijn. Ze worden niet beschouwd als bio-accumulatief of persistent. Aan de andere kant hebben zij een wezenlijke bijdrage in de bluseigenschappen van de schuimconcentraten.

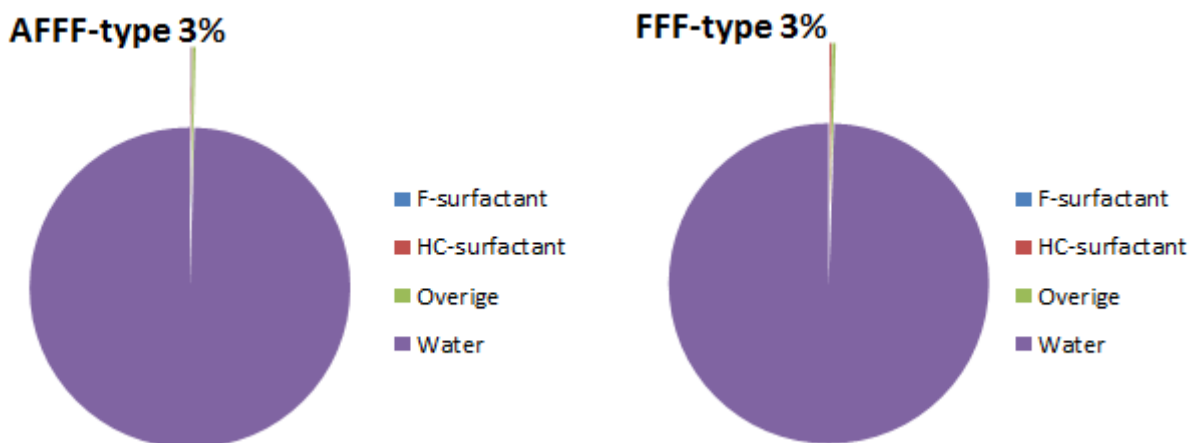
Als we kijken naar een algemene weergave van de samenstellingen van twee typen schuimconcentraat in figuur 1. Dan zien we drie belangrijke zaken: (i) het grootste gedeelte is water, (ii) er zijn geen fluorosurfactanten aanwezig in FFF-type schuimconcentraat en (iii) de hoeveelheid koolwaterstof surfactant in FFF-type schuim is groter dan in AFFF-type schuim. Het is duidelijk niet

mogelijk om zonder een bepaalde compensatie de fluorosurfactanten weg te laten en de brandperformance op een behoorlijk niveau te houden.



Figuur 1. De bovenstaande grafieken representeren het verschil in samenstelling tussen een doorsnee AFFF-type schuimvormend middel en een FFF-type schuimvormend middel. Het grootste gedeelte bestaat uit water en de kleine delen zijn de surfactanten. Let er op dat de koolwaterstofcomponent in het FFF-type schuim groter is dan in het AFFF-type.

Echter, dit is in het concentraat, maar dat is niet zoals het middel wordt gebruikt. SVM wordt namelijk verdund tot een premix en dat verandert de situatie aanzienlijk. In figuur 2 wordt de samenstelling getoond van beide schuimtypen als premix. Ondanks dat de toevoegingen gering zijn, zijn zij cruciaal voor de blusprestaties voor beide schuimtypen.



Figuur 2. De samenstelling van een gebruiksklare premix van water en schuimconcentraat. Merk op dat alle actieve ingrediënten nog geen 1% van de totale samenstelling uitmaken.

Brandprestatie

Als we de brandprestaties van beide schuimtypen beschouwen dan is onze ervaring de volgende. Een goed FFF-type schuim kan de EN1568-3 met een goede rating. Ons Enviro3x3 Ultra heeft klasse 1B, wat betekent dat het blust binnen drie minuten en het haalt de terugbrandproef met meer dan 15 minuten. Kijkend naar een goed AFFF-type schuim halen we ook klasse 1B, maar met een groot verschil. In de eerste situatie treedt blussing op aan het einde van de 3 minuten maar met het AFFF-schuimtype wordt al in 1,5 minuut geblust. Dus in ongeveer de helft van de tijd. De terugbrandproef blijft hetzelfde maar de cruciale snelle blustijd is dus aanzienlijk verschillend.

Een brandproef volgens UL 162 Type III wordt vaak uitgevoerd met twee schuimkwaliteiten- één met een lage expansie van ongeveer 4 en met een hogere expansie van ongeveer 7. Als we een vergelijkende test uitvoeren tussen AFFF-schuim en FFF-schuim, dan zien we duidelijk verschillen bij lage schuimconcentraties. Een hoge kwaliteits AFFF-schuim werd getest op een verschuimingsgetal van 3,8 en een dosering van 7,6l/min gedurende 3 minuten. Hierbij werd blussing bereikt na 2:14 minuten. Het FFF-schuimtype met een verschuimingsgetal van 4,3 en een dosering van 11,4 l/min gedurende 5 minuten bluste na 3:24 minuten. Vanuit beide resultaten kunnen we berekenen hoeveel premix nodig is voor blussing. De uitkomst is dat AFFF 17,0l premix nodig heeft en FFF 38,8l hetgeen 2,3 maal zo veel is. Bij het uitvoeren van terugbrandproeven op deze beide situaties haalde AFFF de test zonder problemen. Voor het FFF-schuim was de situatie aanzienlijk anders. Zodra de terugbrandbuis werd opgetild, spreidde het vuur zich uit naar de hoeken van de pan en daarna was binnen ongeveer 1 minuut de hele pan weer in brand.

Dezelfde brandproef met een hoger verschuimingsgetal van rond de 7 gaven opnieuw verschillen te zien in blusprestaties. Met behulp van dezelfde berekening als hierboven kunnen we bepalen dat FFF-type schuim 1,9 meer schuim nodig heeft dan het AFFF-type. Aan de andere kant, de terugbrandproef slaagde deze keer wel met FFF-schuim want er trad volledige her-blussing op.

Er is geen twijfel dat de FFF-schuimtypen goed zijn en dat zij voldoen aan de tests. Echter, telkens zien we verschillen in prestaties ten opzichte van de AFFF-schuimtypen. Er is een factor 2 in blusprestaties welke telkens terugkomt. Sterker nog, de resultaten geven duidelijk aan dat er een speciale aandacht nodig is voor het kiezen van een FFF-schuimtype voor een bestaande toepassing. Er moet niet alleen naar de brandrating en de blusprestaties gekeken worden maar er moet ook worden beschouwd of het verschuimingsgetal past bij de installatie.

De vraag dient zich aan: hoe goed zijn de FFF-schuimtypen op echte grote branden?

Tot slot betekent dit dat een AFFF-type schuim ongeveer twee keer zo snel blust als een FFF-type. In een daadwerkelijke brandsituatie betekent dit op zijn minst een dubbele hoeveelheid benodigde premix, wat resulteert in meer vervuild bluswater dat moet worden opgevangen en gereinigd.

Dit leidt ons tot de milieu-discussie.

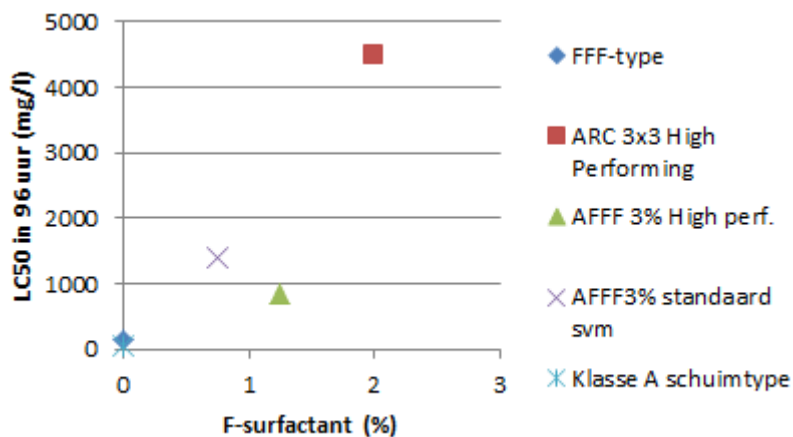
Milieu-impact

Zoals bovenstaand (zie de whitepaper van FFFC) werd aangetoond worden de fluorosurfactanten gebaseerd op C6-telomeren niet beschouwd als toxisch, bio-accumulatief of persistent volgens POP¹. De surfactanten verschillen wat dat betreft niet veel van gewone koolwaterstofsurfactanten. Feitelijk, er bestaan koolwaterstofsurfactanten welke wat dit betreft veel schadelijker zijn (in de richting van PFOS) maar deze worden verrassend genoeg in deze discussies niet meegenomen. Een voorbeeld hiervan zijn de geetoxyleerde nonylfenolen. Deze stoffen degraderen tot nonylfenol hetgeen bekend staat als persistent, bio-accumulatief en niet biologisch afbreekbaar. Maar bovenal is nonylfenol een endocrine verstoorder welke het hormoon oestrogeen nabootst waardoor organismen vervrouwelijken (hoe vertaal je feminization??). Het is van belang om te benoemen dat

¹ POP: Persistent organic pollutant: klassificering volgens de EPA (Environmental Protection Agency), afkomstig van de Stockholm Conventie.

het toepassen van nonylfenol-surfactanten in Europa sterk beperkt wordt ondanks dat het nog wel te koop is. Dafo Fomtec heeft nooit dergelijke surfactanten gebruikt.

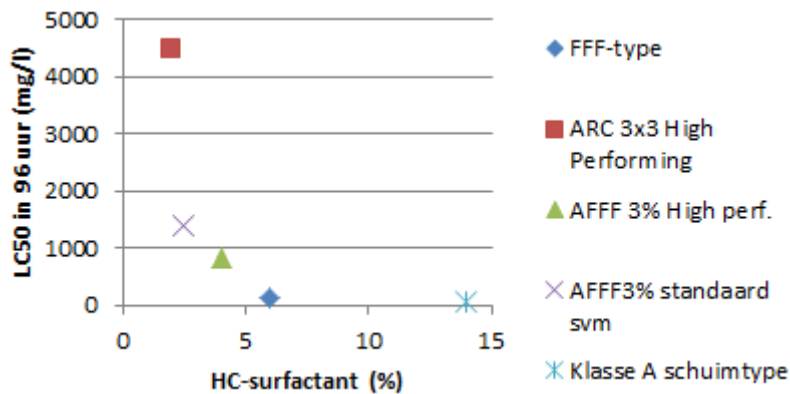
Zoals we eerder hebben benoemd worden FFF-schuimen regelmatig in de handel gebracht met overdreven verklaringen alsof deze producten de wereld zouden verbeteren juist omdat ze fluorvrij zijn. Zoals we hebben gezien is dat niet het volledige plaatje. De realiteit is veel gecompliceerder dan alleen de aan- of afwezigheid van een bepaalde stof als onderdeel van een product. In plaats van elkaar hierover te betwisten is het beter om naar de echte cijfers betreffende de watergiftigheid te kijken en te zien hoe dit in verhouding staat met de samenstelling van het schuimvormend middel. Gegevens zoals deze werden gepubliceerd in de literatuur en we hebben besloten om ons eigen onderzoek uit te voeren waarin we de resultaten kunnen relateren aan de samenstelling van het SVM. De watergiftigheid werd onderzocht met Regenboogforel door een onafhankelijk laboratorium. De geselecteerde schuimen waren een high-performance FFF-type, high performing ARC- en AFFF-typen, een gewoon AFFF-type en een Klasse A type schuim.



Figuur 3. De giftigheid als functie van de concentratie van fluorosurfactanten in de samenstellingen.

In figuur 3 is de watergiftigheid afgebeeld als functie van de hoeveelheid gefluoreerde surfactanten. Om de resultaten goed te kunnen interpreteren is het van belang om te beseffen dat een hoge LC₅₀-waarde beter is. Men kan meer van de stof toevoegen totdat het de oppervlaktewaterpopulatie beïnvloedt. In dit geval meten we de LC₅₀-waarde welke gelijkwaardig is aan de concentratie (in mg/liter) welke nodig is om 50% van de populatie te doden. Zoals gezien kan worden is er geen sprake van correlatie in de testresultaten.

In figuur 4 wordt de watergiftigheid weergegeven als functie van de concentratie van koolwaterstofsurfactanten in de samenstelling van het SVM. Nu zien we wel een sterke correlatie tussen de watergiftigheid en de hoeveelheid koolwaterstofsurfactanten. Namelijk hoe meer koolwaterstofsurfactanten hoe lager de waarde voor de watergiftigheid. Dit toont duidelijk aan dat niet de fluorosurfactanten maar de koolwaterstofsurfactanten met name verantwoordelijk zijn voor de watergiftigheid. Merk daarbij op dat de hoogste LC₅₀-waarde afkomstig is van een SVM met de grootste hoeveelheid fluorosurfactanten.



Figuur 4. Giftigheid versus de concentratie van koolwaterstofsurfactanten in de samenstelling van diverse SVM's.

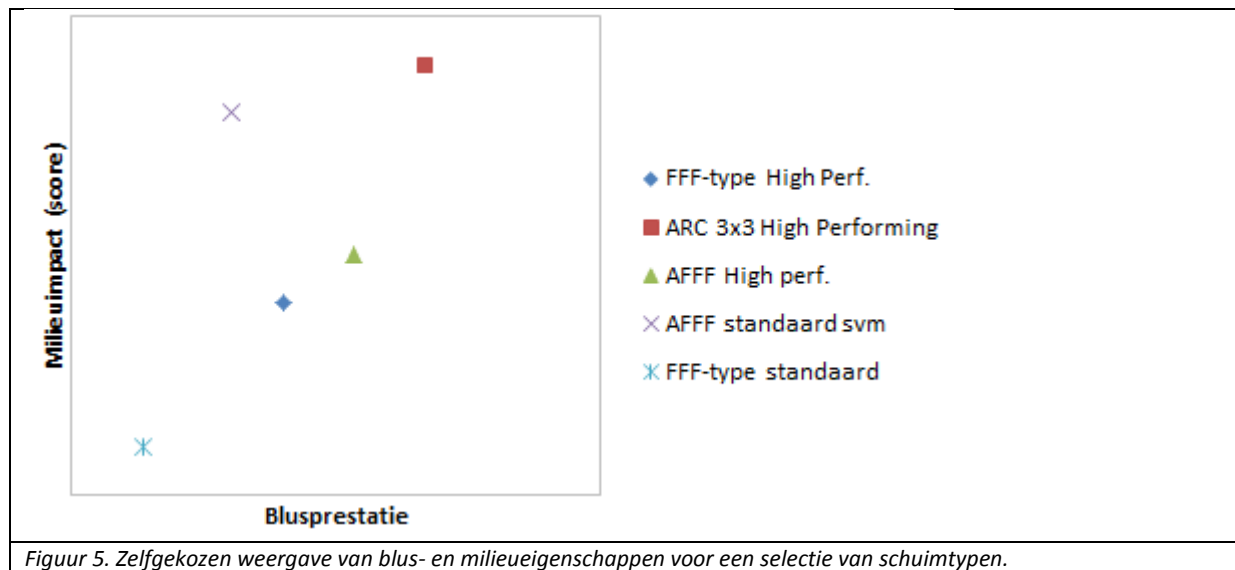
Concluderend kan worden gesteld dat de watergiftigheid wordt bepaald door ingrediënten welke voorkomen in alle schuimtypen, onafhankelijk of deze fluorhoudend of fluorvrij zijn. Deze koolwaterstofsurfactanten zijn noodzakelijk om het schuim zijn eigenschappen te geven qua verschuiming en drainagetijd. En zij zijn daarom onmisbaar. Zoals we hierboven al hadden opgemerkt bevatten FFF-schuimen de grootste concentratie koolwaterstofsurfactanten.

Besef wel dat de bovengenoemde LC₅₀-waarden afkomstig zijn van de daadwerkelijke schuimconcentraten. Alle concentraten worden verdund tot een premix wat de gebruiksklare oplossing vormt. Grofweg worden de schuimconcentraten 100x verdund. Dat betekent dat de LC₅₀-waarden van de premixen simpel gezegd een factor 100 groter zullen zijn. Dat betekent ook dat zelfs het concentraat met de laagste LC₅₀-waarde zal toenemen van 40mg/liter tot 4000mg/liter waardoor het van licht giftig verschuift naar relatief onschadelijk op basis van de onderstaande klassificatie.

Relatieve giftigheid	Watergiftigheid EC ₅₀ of LC ₅₀ (mg/liter)
Super giftig	<0,01
Extreem giftig	0,01-0,1
Hoog giftig	0,1-1,0
Gemiddeld giftig	1,0-10
Licht giftig	10-100
Praktisch niet-giftig	100-1000
Relatief onschadelijk	>1000

Dit leidt tot de relevante vraag: welke LC₅₀-waarden moeten worden gehanteerd? Die van het concentraat of van de premix? Het maakt een groot verschil in de eindresultaten. Logischerwijs zou de keuze op de premix vallen want dat is de feitelijke samenstelling voor daadwerkelijk gebruik. De enige reden om de waarden van de concentratie te gebruiken is in het geval van een onbedoelde morsing van concentraat in het oppervlaktewater.

Om alles samen te vatten kunnen we de blusprestatie en de milieuprestaties in een figuur samenbrengen op grond van zelfgekozen eenheden zoals in figuur 5.



Deze figuur 5 klasseert schuimtypen met fluorosufactanten hoger dan fluorvrije schuimen. Dit is gebaseerd op LC_{50} -waarden gemeten op de concentraten. Als we kijken naar de LC_{50} -waarden van de premixen dan zullen zij op hetzelfde niveau liggen maar dan 100 x hoger ten gevolge van de verdunning en liggen de verschillen met name in de brandprestaties.