

## Slökkvifroða og slökkvistarf með froðu

### Inngangur

Vatn hefur verið notað við slökkvistarf frá því í fornöld. Blöndun efna í vatn til að auka áhrif þess við mismunandi aðstæður hefur líka tíðkast frá því í fornöld. Veikleiki vatns sem slökkvimiðils liggur í því hversu hratt það rennur burt.

Efnum er blandað í vatn til að auka hæfni þess í slökkvistarfi. Þetta eru t.d. efni sem þykkja, íbleytiefni, froðumyndandi efni, filmumyndandi efni og sum eiga jafnvel að draga úr skaðsemi reyksins sem myndast. Sum íblöndunarefni eiga að sameina fleiri en einn af þessum þáttum en ekkert eitt efni er til sem hentar við allar aðstæður.

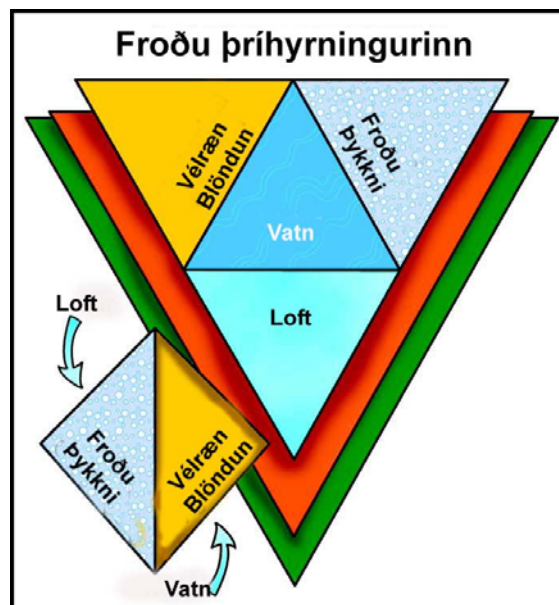
Íblöndunarefnum fyrir slökkvivatn er í meginatriðum skipt í tvo flokka, þann sem er ætlaður fyrir rok gjarna olíuelda (B-elda) og þann sem er ætlaður fyrir föst efni (A-elda). Meginmunurinn á þessum flokkum er sá að íblöndunarefni sem notuð eru í B-elda tilfellingu eru gerð til að virka við yfirborð efnisins sem er að brenna og mynda filmu sem hindrar áframhaldandi uppgufun en hinum efnunum (A-elda efnunum) er ætlað að auka dreifingu vatnsins með því að komast undir yfirborð efnisins sem er að brenna eða inn í það. Það má því segja að þegar B-eldar eiga í hlut að eldurinn verði ekki slökktur nema með því að hafa íblöndunarefnið í vatninu en hins vegar þegar um A-elda er að ræða verður eldurinn ekki slökktur nema vatnið sé til staðar.

Froðunotkun við slökkvistarf hefur aukist mikið á undanförunum árum. Áður var froða fyrst og fremst notuð við slökkvistarf á flugvöllum og á iðnaðarsvæðum en eftir því sem útbreiðsla, notkun og flutningar hættulegra efna eykst hefur þörf slökkviliða fyrir froðu einnig aukist. Auk þess er stöðugt að verða meira framboð á froðubúnaði fyrir slökkvilið sem hentar til notkunar við húsabruna og við gróðurbruna.

Froða er búin til með því að blanda lofti inn í froðuvökva sem inniheldur vatn og froðuþykkni. Froða er því mikið magn af stöðugum litlum loftbólum sem hafa minni eðlismassa en flestir eldfimir vökvar og vatn. Einfölduð framsetning á því hvernig slökkvifroða vinnur er að hún myndar teppi sem hylur efnið sem er að brenna og aðskilur eldsmatinn þannig frá súrefninu í andrúmsloftinu. Þannig kemur froðan í veg fyrir að bruninn geti haldið áfram.

Vatnið sem er í froðunni losnar smám saman úr froðunni sem verður til þess að froðan hjaðnar en kælir um leið eldsmatinn. Slökkvifroða slekkur því eld og fyrirbyggir að eldur kvikni með:

- Aðskilnaði – Myndar vörn milli eldsneytis og loga.
- Kælingu – Lækkar hitastig eldsneytisins og yfirborð nærliggjandi efna.
- Kæfingu – Stöðvar uppgufun eldfimra gastegunda frá hinu brennandi efni og minnkar þannig möguleika á íkviknun. (sjá mynd 1).



**Mynd 1, Slökkvifroða kælir, kæfir, aðskilur og dregur úr uppgufun**

Það sem við köllum í daglegu tali froðu tilheyrir hópi efna sem kallast yfirborðsvirk efni, slík efni eru mikið notuð í ýmsu samhengi, í töflu 1 eru gefin nokkur dæmi um notkunar svið yfirborðsvirkra efna. Froðuþykki sem hefur verið þróað fyrir slökkvistarf er sérstaklega hannað með það í huga að þola hitann frá eldinum, gufurnar frá eldfimum vökvum flæða vel, smjúga vel o.s.frv. allt eftir því hverskonar hlutverki froðan á að gegna í slökkvistarfinu.

**Tafla 1, Dæmi um efni þar sem yfirborðsvirk efni gegna ríku hlutverki. Yfirborðsvirk efni gegna mikilvægu hlutverki við þrif, við að halda raka í hlutum, við að halda öðrum efnum uppleystum í lausn, til að fá efni til að freyða eða til þess að freyða ekki.**

Þvottasápur	Plöntueitur
Taumýkingarefni	Skordýraeitur
Málningar	Snyrtivörur
Lím	Hársjampó
Blek	Hárnæring
Efni sem koma í veg fyrir að móða myndist á gleri	Tannkrem
Skíða – og snjóþettaáburðir ( wax)	Sæðisdrepandi efni (nonoxynol-9)
Aflitun endurunnins pappírs	Slökkvifroður

Stöðugleiki froðu er háður tveimur þáttum:

1. Tilhneingingu vökvafilmu til að dreina – þ.e. verða þynnri (vökvinn rennur úr sápukúlunni)
2. Tilhneingingu vökvafilmunnar til að breyta tilviljanakennt af völdum ytri aðstæðna.

Froða hefur mikið yfirborð og þess vegna mikla orku fólagna í yfirborðinu og tilhneigingin til að breyta er því rík út frá sjónarmiði varmafræði.

Algengast er að froða sé óstöðug eða hálfstöðug. Óstöðug froða er mynduð úr stuttum alkókólum eða fitusýrum. Slík efni hafa litla yfirborðsvirkni og geta hægt á dreiningu og niðurbroti en ekki komið í veg fyrir að það eigi sér stað og að froðan brotni niður að stuttum tíma liðnum.

Lausnir<sup>1</sup> úr sápum, yfirborðsvirkum efnum, próteinum o.þ.h. gefa aftur hálfstöðugar froður. Í slíkum vökvafilmum stoppar dreiningin af vökva þegar ákveðinni filmuþykkt er náð vegna þess að mismunandi kraftar sem virka á filmuna upphefja hver annan. Ef froðan verður ekki fyrir ytri áhrifum eins og hitabreytingum, dragsúg, uppgufun, ryki eða þess háttar getur hún haldist sem froða í langan tíma.

### Skilgreiningar

#### A-eldar

Eldar í föstum efnum, oftast myndast glóð við brunann.

#### B-eldar

Eldur í vökvum eða föstum efnum sem bráðna (t.d. plast).

#### C-eldur

Eldur í gastegundum.

#### D-eldur

Eldur í málmi.

#### F-eldur

Eldur í feiti í matreiðslutækjum (cooking appliances).

#### Froðuþykkni

Óblandað efni sem notað er til froðumyndunar, eins og það kemur frá framleiðanda í sínum geymsluútlátum (vatni og lofti hefur ekki verið blandað saman við).

---

<sup>1</sup> Lausnir, eru blanda af tveimur eða fleiri föstum efnum, vökvum eða lofttegundum. Leysiefnið er vanalega vökvi sem önnur efni leysast upp í og mynda lausn. Lausnir eru tærar, stöðugar og breytast ekki til baka.

Grugglausn (suspension) kallast það þegar fast efni dreifist í vökva án þess að leysast upp í honum. Sviflausn (suspension) kallast það þegar vökvi eða fast efni blandast í lofttegundum. Slíkar lausnir eru ekki gegnsæar og eru óstöðugar þ.e. hafa tilhneygingu til að aðskiljast. Þær samanstanda af léttum blandanlegum efnum, án þeytuefna.

Þeyta (emulsion) er vökvablanda þar sem annar vökvinn leysist ekki upp í hinum heldur myndar örsvif (colloid) eins og t.d. í mjólk.

**Froðublandari**

Tæki sem notað er til að blanda saman vatni og froðuþykki í ákveðnum hlutföllum og myndar þannig froðuvökva.

**Froðuvökvi**

Blanda froðuþykki og vatns í völdum hlutföllum (lofti hefur ekki verið blandað saman við).

**Froða**

Fullunnin froða eftir að lofti hefur verið blandað saman við froðuvökvann.

**Lítið þanin froða, þungfroða**

Froða sem hefur minna þensluhlutfall en 20.

**Meðal þanin froða, millifroða**

Froða sem hefur þensluhlutfall 20 eða stærra en minna en 200.

**Mikið þanin froða, léttfroða**

Froða sem hefur þensluhlutfall 200 eða stærra.

**Þensla froðu, froðutala**

Hlutfallið milli magns froðu, eftir að búið er að þenja hana út með lofti og þess magns af froðuvökva sem þarf til að búa hana til.

**Yfirborðsspenna**

Spenna á yfirborði t.d. milli vökva og lofts eða vökva og fasts efnis.

**Þensla froðunnar**

Þensla froðunnar er hlutfallið milli magns froðu, eftir að búið er að þenja hana út með lofti og þess magns af froðuvökva sem þarf til að búa hana til. Í ÍST EN 1568 eru skilgreindar þrjár gerðir af froðu:

**1. Lítið þanin froða**

Froða sem hefur minna þensluhlutfall en 20. Þessi froða er hönnuð fyrir eldfima vökva. Lítið þanin froða virkar vel til að ná stjórn á, slökkva og hindra enduríkvikun í flestum B-eldum. Þessi froða hefur líka verið notuð á A-elda þar sem hæfni hennar til að kæla og smjúga nýtist vel.

**2. Meðal þanin froða**

Froða sem hefur þensluhlutfall 20 eða stærra en jafnframt minna þensluhlutfall en 200. Meðal þanin froða hentar t.d. til að hindra uppgufun af hættulegum eignum. Froða með þenslu 30 til 55 hefur sýnt sig að vera sérstaklega heppileg til að mynda teppi til að

hindra uppgufun frá efnum sem hvarfast við vatn og lífrænum efnum með lágt suðumark.

### 3. Mikið þanin froða

Froða sem hefur þensluhlutfall 200 eða stærra. Mikið þandar froður eru sérstaklega gerðar til að fást við elda í lokuðum rýmum (confined space). Mikið þandar froður eru úr gerviefnum sem eru sápukennd og fyrst og fremst ætlaðar til notkunar í kjöllum, námum og um borð í skipum.

Þensluhlutfall er einnig kallað froðutala og lítið þanin froða kölluð þungfroða með froðutölu minni en 20, meðal þanin froða kölluð millifroða með froðutölu 20 eða stærri en jafnframt minni en 200 og mikið þanin froða kölluð léttfroða með froðutölu stærri en 200.

Kastlengd og froðutala haldast í hendur. Froðan þenst meira út eftir því sem meira froðuþykkni er notað og við það dregur úr kastlengdinni. Þungfroða hefur mestu kastlengdina en léttfroða þá minnstu.

Froðutala helst einnig í hendur við hve mikla hæð er hægt að byggja upp með froðu. Sem þumalputtareglu má nota að :

Froðutala  $\approx$  hæð sem hægt er að byggja froðu upp í cm.

Þungfroða getur byggst upp í u.þ.b. 7 cm hæð, millifroða í u.þ.b. 70 cm og léttfroða í u.þ.b. 7 metra. Það skal tekið fram að þetta á einungis við þegar engir veggir styðja við froðuna. Sé svæðið hinsvegar afmarkað á einhvern hátt af „veggjum“ er hægt að byggja hærra upp.

### Froðugerðir

Algengustu gerðir slökkvifroðu eru

- Próteinfroða (P)
- Flúorpróteinfroða (FP)
- Gerviefnisfroða (S)
- Alkahólþolin froða (AR)
- Filmumyndandi froðuvökvar (AFFF)
- Filmumyndandi flúorpróteinfroða (FFFP)
- Alkahólþolin froða (AR- AFFF og AR-FFFP)

### Próteinfroða

Venjulegar próteinfroður eru eingöngu ætlaðar til að fást við eldfima vökva úr kolvetni<sup>2</sup>. Þær mynda einsleitt og stöðugt froðuteppi sem er mjög þolið gagnvart hita og hefur góða eiginleika gangvart enduríkvikun og frárennsli. Venjulegar próteinfroður eru lengi að slá á eldinn en eru

---

<sup>2</sup> Kolvetni er hér notað sem samheiti yfir efni s.s. jarðolíu, steinolíu, disel, bensín eða annars konar kolvetni á fljótandi formi.

öflugar eftir að eldurinn hefur verið slökktur. Próteinfroður er almennt hægt að nota hvort sem er með hreinu vatni eða sjó. Þær verður að þenja rétt út til þess að þær virki eins og til er ætlast og venjulegir úðastútar duga ekki þegar á að nota þær.

Próteinfroður voru fyrstu froðurnar sem markaðssettar voru sem slökkvifroður og hafa verið notaðar síðan á árunum í kringum seinni heimstyrjöldina. Þessar froður eru framleiddar úr mjöli sem unnið er úr hófum og hornum dýra, kjúklingafjöðrum o.þ.h. Auk þessa eru notuð efni sem auka stöðugleika löðursins, efni sem virka sem blokkarar sem draga úr tæringu og vinna gegn niðurbroti af völdum bakteria og stjórna seigju froðuþykkisins.

Próteinfroður hafa skemmra geymsluþol en froður gerðar úr gerviefnum.

### **Flúorpróteinfroða**

Flúorpróteinfroðuþykni inniheldur yfirborðsvirk efni með flúor sem fyrst og fremst auka hraða froðunnar gagnvart því að slá á eldinn (þ.e. hún flæðir hraðar), þau auka líka aðskilnað froðunnar frá eldsneytinu (þ.e. draga úr upptöku eldfima vökvans) og auka möguleikana á að nota froðuna með t.d. slökkvidufti.

Flúorpróteinfroður eru ætlaðar til að fást við eldfima vökva úr kolvetni og henta á sum íblöndunarefni fyrir kolvetni.

Eins og próteinfroðan eru þær mjög þolnar gagnvart hita og hafa góða eiginleika gangvart enduríkvikun og til að tryggja öryggi eftir að eldurinn hefur verið slökktur. Flúorpróteinfroður er almennt hægt að nota hvort sem er með hreinu vatni eða sjó. Þær verður að þenja rétt út til þess að þær virki eins og til er ætlast og venjulegir úðastútar duga ekki þegar á að nota þær. Flúorpróteinfroður eru m.a. notaðar á froðukerfi í tönkum sem dæla froðunni inn undir yfirborð eldfimra vökva.

Flúorpróteinfroður eru gerðar með því að bæta yfirborðsvirkum flúorefnum í próteinfroðu. Þetta eykur hæfni froðunnar til að flæða yfir eldsneytið og gefur þannig hraðari stjórn á eldinum og bætir jafnframt þol froðunnar gagnvart eldfimum vökvum.

Flúorpróteinfroður hafa geymsluþol 7-10 ár.



**Mynd 2, Milli eldsneytis og froðuteppis myndast filma úr fjölliðum.**

### **Gerviefnisfroða (S)**

Gerviefnisfroðuþykki eru gerð úr blöndu af yfirborðsvirkum kolvetnum og geta innihaldið yfirborðsvirk flúorefni auk annarra efna sem auka stöðugleika þeirra.

### **Alkahólþolin froða (AR)**

Alkahólþolin froður geta hentað á eldfima vökva og eru auk þess þolin fyrir niðurbroti þegar þær eru notaðar á eldfima vökva sem blandast vatni. Sumt alkohólþolið froðuþykki þéttist og myndar filmu úr fjölliðum<sup>3</sup> á yfirborði alkóhóls.

### **Filmumyndandi flúorpróteinfroða (FFFP)**

Filmumyndandi flúorpróteinfroðuþykki eru flúorpróteinfroður sem hafa þann eiginleika að geta myndað vatnsfilmu á yfirborði sumra eldfimra vökva. Þær eru gerðar til að sameina eiginleika flúorpróteinfroðunnar til að þola eldsneytið og hindra enduríkvikun með auknum krafti til að slá á eldinn sem fæst með filmumynduninni.

Filmumyndandi flúorpróteinfroður hafa geymsluþol 7-10 ár.

### **Filmumyndandi froðuvökvar (AFFF)**

Froðuþykki sem mynda vatnsfilmu eru almennt gerð úr blöndu af yfirborðsvirkum kolvetnum og yfirborðsvirkum flúorefnum. Þær eru enn fljótvirkari gagnvart því að slá á eldinn en filmumyndandi flúorpróteinfroðan. Þær flæða tiltölulega auðveldlega fram hjá hindrunum svo sem flugvéla- eða bílflaki og braki eftir slys. Filmumyndandi froðuvökva er hægt að blanda í styrk eftir þörfum notandans, þá má forblanda, hægt er að nota þá með slökkvidufti og þá má blanda úr hvort sem er sjó eða ferskvatni. AFFF er hægt að nota með stútum sem ekki eru sérstaklega gerðir til froðumyndunar til þess að fá bestu virkni froðunnar þarf að nota stúta ætlaða til froðumyndunar.

<sup>3</sup> Filmunni mætti t.d. líkja við plastfilmu en plastfilmur eru einnig myndaðar úr fjölliðum.



Til eru sérstakar AFFF froður sem gerðar eru fyrir kalt veðurfar, þær hafa sömu eiginleika og aðrar AFFF froður en þola miklu lægri hitastig bæði í geymslu og notkun allt niður undir 30 stiga frost (-30°C).

Geymsluþol AFFF er 20 – 25 ár.

Froðuvökvar eins og AFFF (léttvatn) og FFFP sem eru í hópi filmumyndandi froðuvökva eru merkilegir froðuvökvar, þar sem yfirborðsspenna vatnsins er minnkuð það mikið að vatnið sem sígur úr froðunni flýtur auðveldlega yfir brennanlega vökvann og myndar þunna filmu, u.þ.b. 0,001 mm á yfirborði hans. Af þessum sökum eru þessi efni gjarnan kölluð léttvatn sem er þó rangnefni því eðlisþyngd vatnsins hefur að sjálfsögðu ekkert breyst.

Yfirborðsspenna vatns er 70 dyn/sm en hana er hægt að lækka niður í 15–20 dyn/sm með þessum froðuvökva. Til samanburðar er yfirborðsspenna bensíns 20 –23 dyn/sm. Þannig getur hluti af vatninu flotið ofan á bensíni. AFFF (léttvatnið) hefur sterka tilheingingu til að breiða aftur yfir eyður sem myndast á yfirborði vökvans og er oft sagt að það sé sjálflekandi. FFFP hefur sömu eiginleika. Filmumyndandi froðuvökvar, svo sem AFFF og FFFP, henta mjög vel á elda í vökvum sem blandast vatni ekki auðveldlega, s.s. dísilolíu og óblönduðu bensíni.

AFFF hentar einnig á A-elda vegna þess að með lækkaðri yfirborðsspennu nær vatnið að smjúga betur inn í fasta efnið sem flýttir fyrir kælingu efnisins.

### **Filmu- og gelmyndandi froðuvökvar**

Vandamál í eldum í vatnsuppleysanlegum vökvum er að ef notaður er filmumyndandi froðuvökvi blandast hann vökvannum, sem gerir það að verkum að froðan brotnar niður jafn hratt og hún er lögð yfir. Hægt er að fá alkóhólþolna froðuvökva sem kallaðir eru AFFF-AR og FFFP-AR. Þessir vökvar mynda gelkennda filmu sem leggst yfir brennanlega vökvann. Gelið er næst vökvannum, vatnsfilma þar fyrir ofan og að lokum froða. Gelmyndandi froðan hefur ekki eins góða eiginleika og filmumyndandi froðan svo yfirleitt þarf meira af henni. Gelið myndast aðeins ef brennanlegi vökvinn er vatnsuppleysanlegur. Hægt er að nota alkóhólþolna froðu á aðra brennanlega vökva en þá myndast bara vatnsfilman eins og um AFFF væri að ræða. Hægt er að nota þessa gerð í þung- og millifroðu en ekki sem léttfroðu þar sem vatnið sígur of hratt niður.

### **Eiginleikar froðu**

Froða þarf að hafa rétta blöndu eiginleika til þess að virka vel sem slökkvifroða. Froðan verður að mynda samfellt froðuteppi.

### **Hraði niðurbrots og flæði**

Þetta er tíminn sem þarf til þess að froðuteppið breiðist út yfir yfirborð eldsneytisins eða umhverfis hindranir og brak til þess að ná að slökkva eldinn.

### **Hitamótstaða**

Froðan verður að geta staðist niðurbrotsáhrif vegna hita sem geislar frá eldi sem enn brennur í gufum frá vökvannum og frá heitu málmbraki eða öðru sem hiti stafar frá á brunasvæðinu.



### Mótstaða við upptöku eldsneytis

Slökkvifroða má ekki draga í sig eða m.ö.o. taka upp mikið af eldsneytinu því þá er hættu á að froðan verði mettuð af eldsneyti og brenni.

### Gufuheldni

Froðan verður að geta myndað gufuhelt teppi þannig að gufum frá eldsneytinu sé haldið niðri og þannig dregið úr hættu á enduríkvikun.

### Alkóhólþol

Þar sem alkóhól blandast vatni og vegna þess að froðuteppið er meira en 90 % vatn, brotnar froða sem ekki er alkóhólþolin niður.

**Tafla 2, Samanburður á eiginleikum slökkvifroðu eftir froðugerð**

Eiginleiki	Prótein	Flúorprótein	AFFF	FFFP	AR-AFFF
<b>Hraði niðurbrots og flæði</b>	Sæmileg	Góð	Mjög góð	Góð	Mjög góð
<b>Hitamótstaða</b>	Mjög góð	Mjög góð	Sæmileg	Góð	Góð
<b>Mótstaða við upptöku eldsneytis</b>	Sæmileg	Mjög góð	Sæmileg	Góð	Góð
<b>Gufuheldni</b>	Mjög góð	Mjög góð	Góð	Góð	Góð
<b>Alkóhólþol</b>	Engin	Engin	Engin	Engin	Mjög góð

### Froðuprósentur – fyrir hvað standa þær ?

Froðupykkni er hannað fyrir blöndun við vatn í ákveðnum hlutföllum. Sex prósent (6%) froðupykkni er blandað við vatn í hlutföllunum 6 hlutar froðupykkni við 94 hluta vatn. Á sama hátt er 3% froða ætluð til að blanda 3 hluta af froðupykkni við 97 hluta af vatni. Þegar froðupykknið hefur verið blandað í réttum hlutföllum með vatni er froðan sem myndast í öllum aðalatriðum hvað virkni varðar sú sama hvort sem notuð er 3%froða eða 6% froða. Froðupykknið sem notað er í 3% froðu er því eiginlega „þykkara“ en 6% froðupykknið og

Þess vegna þarf minna magn af froðuþykki til þess að fá sömu virkni í þeirri froðu sem búin er til.

Alkóhólþolnar froður eru stundum gefnar upp fyrir bæði 3% og 6% blöndun, yfirleitt er þá um að ræða að blanda megi með lægri prósentutölunni (3%) til nota á kolvetni en hærri hlutfallstöluna (6%) til nota á skautaða vökva (t.d. alkóhól). Nýrri gerðir af AR-AFFF froðu eru oft alkóhólþolnari en áður tíðkaðist og þær eru því gjarnan gefnar upp fyrir 3% blöndun eingöngu bæði fyrir kolvetni og alkóhól (skautaða vökva).

Yfirborðsvirk efni eða froðuþykki fyrir A-elda eru einfaldari að gerð og hægt að nota með miklu minni styrk oft undir 1%, dæmigerð hlutföll eru á milli 0,1% og 1%.

### **Dren tími**

Dren tími er sá tími sem það tekur ákveðið magn af froðuvökva að skiljast úr froðuteppinu. Dren tími er mikilvægur eiginleiki hjá froðunni vegna þess að hann segir til um hversu vel froðan heldur sér. Froður með stuttan dren tíma henta til að slá á loga eða ef þörf er á snöggri kælingu. Þannig virka t.d. AFFF og FFFP froður sem hafa stuttan dren tíma og mynda því hratt vökvafilmu sem flýtur ofan á eldsneytinu og lokar fyrir uppgufun. Froður með langan dren tíma henta þegar einangra á eldsneyti t.d. þegar komið er í veg fyrir frekari útbreiðslu elds með því að nota froðu.

## Hvenær á að nota hvaða froðu ?

**Tafla 3, Dæmigerð notkun froðu við slökkvistarf**

	Próteinfroða	AFFF	AR-AFFF	AR-AFFF Hápenslu froða	Æfingafroða
Dæmigert hitastig sem froðan geymist við	-7°C til 49°C	-7°C til 49°C	2°C til 49°C	2°C til 49°C	2°C til 49°C
<b>Notkun</b>					
Birgðatankar	•	•	•	Á ekki við	Á ekki við
Þrær um birgðageyma	•	•	•	Á ekki við	Á ekki við
Iðnaðarframleiðsla	•	•	•	Á ekki við	Á ekki við
Vöruhótel	•	•	•	•	Á ekki við
Flugskýli	•	•	•	Á ekki við	Á ekki við
Hindra uppgufun	•	•	•	•	•
Kolvetni	•	•	•	Á ekki við	Á ekki við
Skautaðir leysar	Á ekki við	Á ekki við	Einstaka froðuefni ræður við	Á ekki við	Á ekki við
Sýrur	Á ekki við	Á ekki við	Einstaka froðuefni ræður við	Á ekki við	Á ekki við
Basar	Á ekki við	Á ekki við	Einstaka froðuefni ræður við	Á ekki við	Á ekki við
A-eldar	Á ekki við	•	•	•	Á ekki við
•	Nothæft við slökkvistarf				
Á ekki við	Ekki nothæft við slökkvistarf				
Einstaka froðuefni ræður við	Sjá leiðbeiningar framleiðanda				

## Grundvallarreglur varðandi froðu

### Geymsla

Sé leiðbeiningum framleiðanda fylgt, eiga bæði prótein og gerviefnisfroður að vera virkar jafnvel eftir margra ára geymslu.

Sé froðuþykknið geymt við réttar aðstæður á að vera hægt að reikna með 10 ára lifitíma (sjá leiðbeiningar framleiðanda). Almennt hafa próteinfroður styttra geymsluþol (7-10 ár) en gerviefnisfroður (20-25 ár) en geymsluþol er misjafnt eftir tegundum og framleiðendum og miða skal geymsluþol við þær upplýsingar sem framleiðandi gefur. Hins vegar er öruggast að prófa virkni þess árlega. Í NFPA 11 segir að senda skuli sýni til framleiðanda eða annars hæfs aðila árlega til að prófa gæði froðunnar. Varasamt er að geyma froðu í plastbrúsum í sól. Froða sem geymd er í tanki á bíl getur orðið fyrir skemmdum af völdum járnslökks ef efnisgæði tanksins eru ekki rétt. Forðast ber að nota zink, galvaniseringu eða ál í froðugeyma og lagnir til og frá þeim. Ef froðuþykknið getur gúfað upp á tankinum getur myndast himna ofan á vökvayfirborðinu sem síðan getur stíflað leiðslur þegar á að nota froðuþykknið.

Froða sem er forblönduð í tanki hefur geymslutíma u.þ.b. eitt ár (sjá leiðbeiningar framleiðanda). Mikilvægt er að froðutankar séu vel þrífir eftir notkun þannig að ekki setjist til froða sem þornar í lögnum eða lokum. Aldrei má blanda froðutegundum í tanki þar sem efnahvörf geta átt sér stað sem leiða til þess að slökkviahæfni froðunnar rýrist eða hverfur.

### **Hitastig vatnsins, mengunarefni**

Froða verður almennt stöðugri ef hún er búin til með köldu vatni. Þó froðuþykki virki við herra hitastig en 38°C er æskilegt að hitastig vatnsins við íblöndun sé á bilinu 2-25°C. Bæði er hægt að nota ferskvatn og sjó til að búa til froðu. Mengun í vatninu frá t.d. sápum, olíu eða tærningarvörn getur haft veruleg áhrif á gæði froðunnar.

### **Loftmengun**

Alltaf er æskilegast að nota hreint loft þegar froða er gerð en mengun í lofti hefur lítil áhrif á þenslu lítið þaninnar froðu.

### **Vatnsþrýstingur**

Stútþrýstingur þarf að vera milli 3,5 og 14 bar. Ef blandari er notaður má þrýstingur á honum ekki fara yfir 14 bar. Hærri þrýstingur dregur úr gæðum froðunnar.

### **Eldfimir vökvar**

Hægt er að fyrirbyggja að upp komi eldur í eldfimum vökvum með því að leggja yfir þá froðuteppi. Bæta þarf á froðuna reglulega til að viðhalda froðuteppinu á meðan á hreinsunarstarfinu stendur.

### **Rafmagnseldar**

Ekki er ráðlegt að líta öðru vísi á froðu en svo að hún sé að megninu til vatn og sé því almennt ekki æskilegt að nota hana á rafmagnselda. Gæta verður að því að aldrei má nota óbrotna bunu á eld í virkum rafmagnstækjum. Einnig er gott að hafa hugfast að þar sem froða er samloðandi leiðir hún straum betur en vatnsúði.

### **Vökvar sem breytast í gufu við herbergishita og eina loftþyngd**

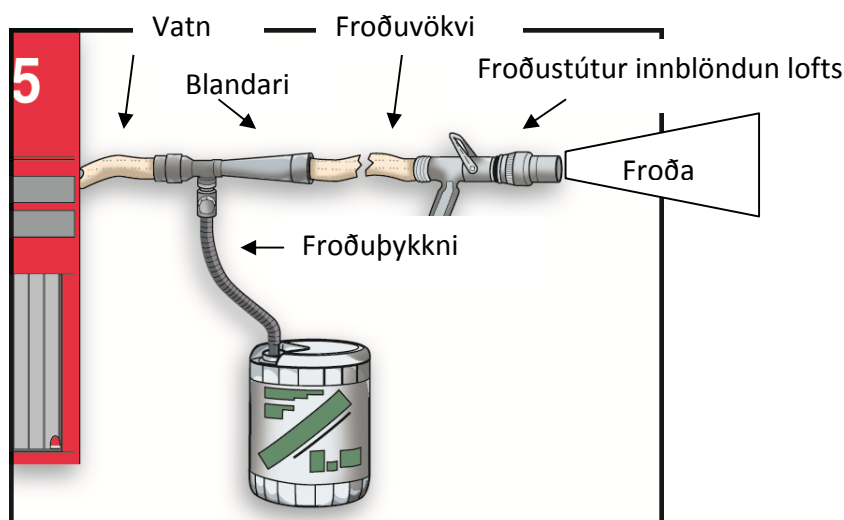
Ekki er ráðlegt að nota froðu á efni sem geymd eru sem vökvi, en eru alla jafna lofttegundir við venjulegar umhverfisaðstæður (hitastig og þrýsting) t.d. própan, bútadíen og vínýlklóríð. Ekki er heldur æskilegt að nota slökkvifroðu á efni sem hvarfast við vatn eins og magnesíum, títan, kalín, líþín, kalsín, sirkon, natríum og sink.

### **Umhverfismál**

Hafa þarf í huga að við sumar aðstæður þar sem froða er notuð getur verið nauðsynlegt að safna froðunni og hreinsa hana upp eftir að slökkvistarfi (mengunarvörnum) er lokið og láta eyða henni vegna mengunarefna eða vegna þess að umhverfið sé svo viðkvæmt.

### **Froða búin til**

Froða er sambland froðuþykkis, vatns og lofts. Þegar þessir þættir koma saman í réttum hlutföllum og vel blandað saman myndast froða. Á myndinni hér fyrir neðan er sýnt hvernig froða er búin til með dæmigerðum froðubúnaði



**Mynd 3, Froða búin til með innsogsblöndun**

### Froðublandarar

Allir froðublandarar eru hannaðir til að blanda réttu hlutfalli froðu í vatnsstrauminn. Til eru nokkrar gerðir af blöndunarkerfum. Hér verður aðallega fjallað um þrjár þeirra

- innsogsblöndun sem er sú aðferð sem lengst af hefur verið notuð þar sem blandarinn er staðsettur inni í slöngulögninni og froðuþykknið sogið upp úr brúsa.
- úthlaupsblöndun, þar sem blandarinn er staðsettur við úthlaup dælnunnar og froðuþykknið tekið af tanki á bílnum
- þrýstifroðukerfi („one-seven“, CAFs)

### Innsogsblöndun

Innsogsblöndun byggir á því að mynda undirþrýsting í sogpípu um leið og vatn streymir í gegnum hana og dregur þannig froðuþykknið inn í vatnsstrauminn í þeim hlutföllum sem valið er um slöngu sem leidd er niður í þykkisílatið, sjá mynd 3.

**Allir innsogsblandarar eru gerðir fyrir ákveðið rennsli (l/mín eða GPM).** Innsogsblandarann verður að nota með stút sem hefur sama rennsli (l/mín eða GPM) og blandarinn. Algengustu mistök við gerð froðu í slökkviliðum eru að ekki er notaður blandari og stútur sem passa saman. Ef notuð er vitlaus stærð af stút við blandara getur afleiðingin orðið að froðublandan verður of veik til að gegna hlutverki sínu eða jafnvel sú að innsog froðuþykkis í gegnum blandarann mistekst alveg.

**Innsogsblandarar þurfa réttan þrýsting.** Innsogsblöndun byggir á því að þrýstingsfall verður yfir blandarann. Þrýstingsfallið milli inntaks og útgangs á blandaranum getur verið 40 % eða meira. Til þess að ásættanlegur stútþrýstingur náins þarf því tiltölulega háan þrýsting inn á blandarann. Flestir framleiðendur mæla með inntaksþrýstingi á blandarann sem sé 12-14 bar.

Flestir blandarar halda áfram að soga upp froðuþykknið við lægri inntaksþrýsting en sé þrýstingurinn lægri en það sem framleiðandinn mælir með minnkar flæðið í gegnum blandarann og magnið sem búið er að reikna út að þurfi við aðgerðina skilar sér ekki á eldinn þar sem l/mín útstreymið af froðuvökva úr blandaranum er ekki í samræmi við stærð blandarans.

Innsogsblandarar þola illa bakþrýsting. Þess vegna er mikilvægt að fylgja réttu verklagi til að koma í veg fyrir bakþrýsting:

1. Stúturinn og blandarinn verða að vera gerðir fyrir sama flæði (t.d. báðir gerðir fyrir 400 l/mín)
2. Stúturinn verður að vera ýmist full opinn eða full lokaður. Eitthvað þar á milli gengur ekki.
3. Fyrirbyggjið brot í slöngunni milli blandara og stúts.
4. Stúturinn þarf að vera staðsettur hærra en blandarinn.
5. Slöngulögnin getur ekki verið lengri en framleiðandi gefur upp.

Eftir notkun hverju sinni þarf að þrifa blandarann. Ef blandarinn er ekki þrífinn getur það leitt til þess að hann stíflist og að froðuþykkisleifar harðni og leiði til þess að hreyfanlegir hlutir inni í blandaranum festist.

### Úthlaupsblandari

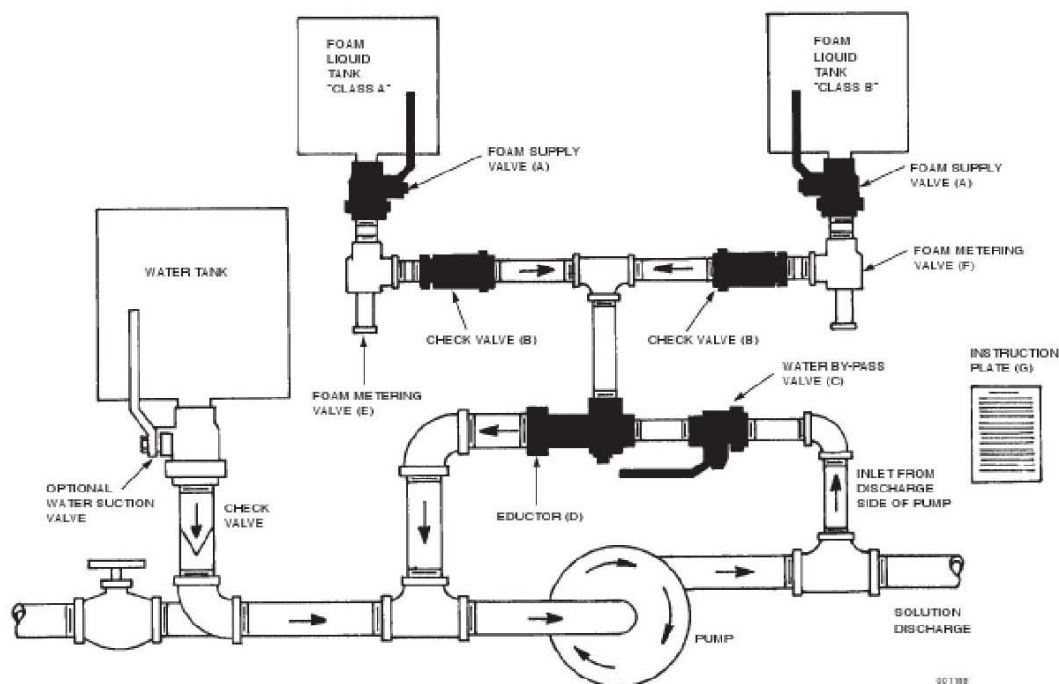
Önnur leið til að skammta froðuþykkni er að staðsetja blandarann við úthlaup dælunnar. Eins og áður er það vatnsstraumurinn sem skapar undirþrýsting sem sogað upp og skammtar froðuvökvann inn í vatnsstrauminn. Hægt er að stjórna flæði froðuþykkis með stillanlegum loka, sem á er mælir, þannig að hægt er að stýra flæði froðuþykkisins.

Þessi aðferð hefur nokkra kosti umfram innsogsblandarann:

- Stillanlegt flæði. Hægt er að stilla flæðið miðað við aðstæður alveg upp í hámarksafköst dælunnar.
- Stillanlegur þrýstingur. Vinnur á hvaða þrýsting sem er ofan við 8 bar. Dælunni er stjórnað eins óháð því hvort notuð er froða eða vatn.
- Engar sérkröfur vegna hættu á bakþrýstingi. Óháð hæðarmun og lengd slöngulagna.
- Engar sérkröfur vegna stúta. Vinnur með hvaða stærð og gerð af stút sem er

Aðferðin hefur þó einnig sína galla/takmarkanir:

- Ekki er hægt að nota bæði vatn og froðu út af dælunni.
- Stöðugt eftirlit verður að vera með dælunni til þess að hægt sé að breyta magni froðuvökva sem er notaður í takt við flæði vatnsins.
- Hreinsun getur tekið langan tíma þar sem flæða verður út um öll úthlaup óháð því hvort þau hafi verið notuð við slökkvistarfið.



**Mynd 4, Úthlaupsblandari. Hluta af vatnsstraumnum út af dælnni er veitt inn á blandara sem síðan er tengdur inn á soghlið dælnnar til að mynda slaufu fram hjá dælnni. Blandarinn dælir þá mjög sterkt blönduðum froðuvökva inn í vatnsstrauminn út frá dælnni. Froðuvökvinn er stilltur þannig að þegar hann hefur blandast vatninu sem dælan tekur inn á sig er útkoman 3 % eða 6 % froðuvökvi eftir því hvort ætlunin er að vera með. Rétt stilling mælisins á froðutankinum er því lykilatriði fyrir því að rétt skömmtun af því froðuþykki sem notað er eigi sér stað. Slíkir blandarar eru gjarnan notaðir í flugvallarbílum og iðnaðarslökkvibílum. [ANSUL Foam Systems Design and Application, ANSUL Inc. 2007]**

### Þrýstifroðukerfi

„One seven“ er eitt af svokölluðum þrýstifroðukerfum sem á undanförunum árum hafa komið inn í slökkvistarfið. Þessi kerfi ganga einnig undir nafninu CAFs (sem stendur fyrir compressed air foam systems).

Algengast er að notað sé froðuþykki fyrir A-elda í slíkum kerfum með blöndunarhlutfall 0,3 % - 1,0 %. En einnig er til fyrir þessi kerfi froðuþykki fyrir B-elda og froðuþykki fyrir alkóhólelda og þá er notað herra blöndunarhlutfall 0,5 % fyrir froðuþykki fyrir B-elda og 0,6 % fyrir froðuþykki fyrir alkóhólelda.



Lækkuð yfirborðsspenna gerir það að verkum að snertiflöturinn milli slökkviefnisins og eldsneytis verður stærri og slökkviefnið nýtist því betur. Minni vatnsnotkun vegna betri nýtingar vatnsins leiðir til minna vatnstjóns. Með þrýstifroðukerfi má þannig ná betri nýtingu á þær þjargir sem slökkviliðið hefur yfir að ráða og þannig auka slökkvigeitu eins slökkvibíls talsvert.

Dæmi A-elda froða: 170 l af vatni við 6-8 bar þrýsting er blandað við 0,5 l (0,3 %) froðuþykki og 1200 l af lofti frá loftpressu bætt við gefur 1370 l af froðu. Kastlengd slökkviefnisins er mikil, hægt er að sprauta upp í 100 m hæð og dregur 500 m með 45 mm slöngu (1000 m með 70 mm slöngu).

Einn dropi af vatni verður að u.þ.b. sjö froðubólum sem hver um sig hefur sama yfirborð og vatnsdropinn og hver þeirra tekur til sín jafnmikinn hita og vatnsdropinn. Vegna viðloðunar froðunnar við eldsneytið nást kæliáhrif yfir lengri tíma en þegar vatn er notað við slökkvistarfið. Slík A-elda froða er t.d. mjög gagnleg þegar verja þarf byggingar fyrir geislun t.d. við gróðurelda.

Hafa þarf í huga að eftir notkun er 7-8 bara þrýstingur á kerfinu sem þarf að hleypa af áður en gengið er frá bílnum.

### **Froðustútar**

Froðuvökvinn verður að vera rétt þaninn út til þess að virkinn sé rétt og þannig að ekki sé verið að sóa verðmætri froðu. Venjulegir úðastútar (handlínustútar) gefa ekki nægjanlega þenslu til þess að froðan sem myndast nýtist eins og framleiðandi gefur upp. Þegar skautaðir vökvir eiga í hlut (t.d. alkóhól) eru allar líkur á því að slíkir stútar framleiði ekki froðu sem ræður við að slökkva eldinn.

Froðustútar eru sérstaklega gerðir til þess að blása lofti í froðuvökvann (þenja hann út) og mynda froðu. Til eru þrjár gerðir froðustúta.

### **Lágþenslu froðustútar**

Með lágþenslu er átt við að froðuvökvinn þenjist allt að 20 falt við innblöndun lofts.

Loftblöndunarfroðustútar. Áhrifaríkustu froðustútarnir, fyrir lágþenslu froðuefni, eru loftblöndunar- froðustútar þ.e. stútar sem draga loft inn í bununa.

Þeir eru sérstaklega framleiddir til að framkalla helstu eiginleika froðuefna og til myndunar hágæðafroðu. Þessa stúta verður að nota með prótín og flúrprótín froðuþykki. Þá má auðvitað einnig nota þessa stúta með öðrum froðuefnum til að ná fram bestu gæðum hvers fyrir sig.

Úðastútar. Hægt er að nota bæði forstillta og sjálfvirka úðastúta þegar búa skal til lágþenslu froðu með AFFF eða ARC froðuþykki þá er hinsvegar ekki hægt að nota með prótein eða flúorprótein froðuþykki.

### **Milliþenslu froðustútar**

Með milliþenslu er átt við að froðuvökvinn þenjist meira en 20 falt og allt að 200 falt við innblöndun lofts, þó þensla af stærðargráðunni 50:1 sé algengust.

Milliþenslu froðustútur er svipaður og aðrir loftblöndunarfroðustútar að öðru leyti en því að hann er mun stærri og lengri. Bakhluti stútsins er vel opinn til að sem mest loft nái að blandast

froðulausninni. Froðulausninni er dælt um úðastút sem myndar fínan úða og dregur með sér loft inn um bakop stútsins. Þessi fíni úði, sem þegar er orðinn loftblandaður, skellur síðan á neti í enda stútsins, sem enn blandar meira lofti í lausnina (myndar loftbólurnar).

Millipenslu froðustútur er hentugur ef reyna á að koma í veg fyrir uppgufun frá eiturefnum, með réttri gerð af froðu.

### **Froðustútar fyrir mikið þanda froðu**

Hápenslu froðustútar þenja hápenslu froðuþykki meira en 200 falt. Vegna stærðar þeirra og takmarkaðs notagildis á eldfima vökva eru hápenslu froðustútar yfirleitt ekki hafðir í fyrstu útkallslínu. Hápenslu froðustútar eru t.d. notaðir í föst froðuslökkvikerfi.

### **Froðunotkun þegar um B-elda er að ræða**

Í NFPA 11 eru leiðbeiningar um froðunotkun á grunna B-elda polla (olíuleka eða sambærilegt). Ef froðunotkunin er aukin umfram lágmarkið sem er mælt með leiðir það yfirleitt til þess að eldurinn slökknar fyrr. Hinsvegar ef froðunotkunin er minni en mælt er með er ekki eingöngu um að ræða að lengri tíma taki að slökkva heldur er líklegt að ekki náist stjórn á eldinum.

Eldfimir vökvar eru í samhengi við froðu fyrst og fremst í tveimur flokkum, annars vegar kolvetni og hinsvegar skautuð leysiefni.

### **Kolvetni**

Þetta eru eldfim efni sem fljóta á vatni og blandast ekki við vatn (bensín, dísel, steinólía o.s.frv.)

Í NFPA staðlinum er mælt með fyrir AFFF og FFFP froður að notaður sé rennslis hraðinn 4,1 l/mín (froðuvökvi) á m<sup>2</sup> af eldi í að lágmarki 15 mínútur. Ef notuð er prótein eða flúorprótein froða þarf rennslis hraðinn að vera 6,5 l/mín á m<sup>2</sup> í 15 mínútur.

Dæmi: 186 m<sup>2</sup> svæði með olíu brennur. Þú hefur tiltæka AFFF froðu sem hægt er að blanda sem 3% eða 6% til að ráða niðurlögum eldsins.

Fyrir 186 m<sup>2</sup> þarf því  $(3/100) * 4,1 \text{ l} / (\text{mín m}^2) * 186 \text{ m}^2$  jafngildir u.þ.b. 22,5 l/mín

22,5 l/mín í 15 mín jafngildir u.þ.b. 350 l af froðuþykki til að hafa stjórn á, slökkva og tryggja að enduríkvikun verði ekki í 186 m<sup>2</sup> olíupolli.

Úr útreikningi á því hversu mikla froðu þarf fást líka upplýsingar um hversu mikið af tækjabúnaði þarf.

Dæmi: 930 m<sup>2</sup> olíupollur með díselolíu brennur. Þú hefur tiltæka AFFF froðu sem hægt er að blanda sem 3% eða 6% til að ráða niðurlögum eldsins.

Þetta þýðir að það þarf blandara og stúta fyrir sem samsvarar  $4,1 \text{ l} / (\text{mín m}^2) * 930 \text{ m}^2$  eða u.þ.b. 3720 l/mín.

Froðuþykkið sem þarf er þá  $(3/100) * 3720 \text{ l} / \text{mín}$  jafngildir u.þ.b. 112 l/mín.

112 l/mín í 15 mín jafngildir u.þ.b. 1674 l af froðuþykki til að hafa stjórn á, slökkva og tryggja að enduríkvikun verði ekki í 930 m<sup>2</sup> olíupolli.

## Skautuð leysiefni

Þetta eru eldfim efni sem blandast vatni (keton, esterar, alkóhól, amín, MTBE (íblöndunarefni í eldsneyti).

Til eru froðuþykkni sem hægt er að nota bæði á kolvetniselda og elda í skautuðum leysiefnum. Þannig getur slökkviliðið valið að vera með eina gerð af froðuþykkni fyrir báðar gerðirnar af eldi í eldfimum vökvum. Oft þarf þá að nota 6% blöndu til að slökkva eld í skautuðum leysum (sjá upplýsingar framleiðanda um fyrir hvaða not froðuþykknið er ætlað og blöndunarhlutföll).

Dæmi: : 93 m<sup>2</sup> svæði með skautuðum leysi brennur. Þú hefur tiltæka AR froðu sem hægt er að blanda sem 3% eða 6% til að ráða niðurlögum eldsins. Í NFPA staðlinum er eingöngu vísað til upplýsinga framleiðanda um hæfilegan rennslisraða. Í þessu dæmi verður miðað við 7,5 l/mín á hvern m<sup>2</sup> af eldi í að lágmarki 15 mínútur.

Fyrir 93 m<sup>2</sup> þarf því  $(6/100) * 7,5 \text{ l} / (\text{mín m}^2) * 93 \text{ m}^2$  sem jafngildir u.þ.b. 42 l/mín af froðuþykkni.

42 l/mín í 15 mín jafngildir u.þ.b. 630 l af froðuþykkni til að hafa stjórn á, slökkva og tryggja að enduríkvikun verði ekki í 93 m<sup>2</sup> polli af skautuðu leysiefni.

Erfiðara er að eiga við eld í skautuðum leysiefnum en eld í kolvetni, það er því algjört lykilatriði að froðuþykknið sem notað er, blöndun froðuvökvans og þensla froðunnar sé rétt miðað við forsendur framleiðandans.

## Gagnsemi froðunnar

Þegar búið er að leggja mat á umfang slysavettvangs og greina hvaða eldfimi vökvi á í hlut og hversu stóran flöt þarf að froðuleggja þarf að ákveða hvernig froðunni verði best beitt. Það er algerlega nauðsynlegt að öll sú froða sem þarf miðað við útreikninga á froðuþörf sbr. dæmin hér að framan sé til staðar við upphaf aðgerða. Notkun froðu áður en nægjanlegur búnaður eða nægjanlegt froðuþykkni er komið á staðinn getur þjónað tilgangi við að vernda líf og eignir í stuttan tíma en þá froðu er ekki hægt að telja með í magnið sem þarf til að ná stjórn á og slökkva eldinn. Útreiknaður rennslisraði segir til um hvaða búnað og froðubirgðir er nauðsynlegt að hafa til að slökkva eldinn og hindra enduríkvikun.

Það er mjög mikilvægt að slökkviliðið fari yfir hversu stóran kolvetniseld eða eld í skautuðum leysiefnum það ræður við með þeim búnaði sem það hefur tiltækan og jafnvel hvað ráðið verður við með aðstoð nágrennaslökkviliðanna.

Hringlaga pollur sem er u.þ.b. 15 m í þvermál samsvarar fyrsta dæminu hér að framan (186 m<sup>2</sup>). Til að ná stjórn á eldi í slíkum polli þarf 350 l af 3 % froðuþykkni og blandara og froðustúta sem skila ríflega 760 l/mín. Það jafngildir tveimur 400 l/mín blöndurum og froðustútum eða fjórum 200 l/mín blöndurum og stútum. Með einum 200 l/mín blandara og froðustút má ráða við poll sem er u.þ.b. 7,5 m að þvermáli (45m<sup>2</sup>) til þess þarf u.þ.b. 83 l af 3 % froðuþykkni og með einum 400 l/mín blandara og stút fæst ráðið við poll með þvermál af stærðargráðunni 10 m (90 m<sup>2</sup>) og til þess þarf u.þ.b. 166 l af 3 % froðuþykkni. Til að setja þetta í samhengi við rúmmál sem leki út úr tanki þarf að hafa í huga dýpt pollsins sem um er að ræða. Rennslistölur NFPA 11 staðalsins eru miðaðar við að dýpt pollsins sé ekki meiri en 2,5 cm og þá samsvarar þetta eftirfarandi magni:

Þvermál pollsins m	Flatarmál pollsins m <sup>2</sup>	Rúmmál pollsins m <sup>3</sup>	Hlutfall af rúmmáli eins tanks olíuflutningabíls
23	420	10,7	samsvarar því að rúmmál eins tanks á olíuflutningabíl hafi lekið út
15	186	4,7	5/10 samsvarar því að hálfur tankur olíuflutningabíls leki út
10	90	2,3	2/10 samsvarar því að tæplega 1/5 af tanki olíuflutningabíls leki út
7,5	45	1,1	1/10 jafngildir því að 1000 lítrar leki út

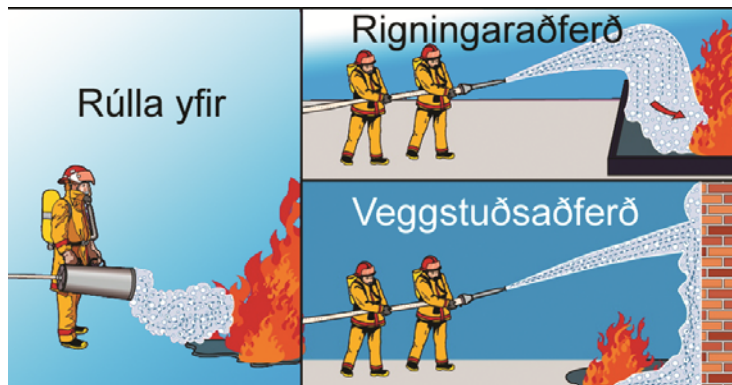
### Stjórnun öryggis

Rennslistölurnar sem gefnar eru hér að framan miðast eingöngu við að ná stjórn á, slökkva eldinn og koma í veg fyrir enduríkvikun. Eftir að eldur hefur verið slökktur getur þó verið þörf á áframhaldandi froðuteppi meðan beðið er eftir að upphreinsun geti hafist. Gott er að nota mæli sem nemur eldfimar lofttegundir til að ákvarða hvenær þarf að bæta á froðuteppið og hvenær nægjanlegri froðu hefur verið bætt við, við slíkar aðstæður.

### Notkun slökkvifroðu

### Upphleðslu aðferðin (Veggstuðsaðferð)

Þegar froðustútar eru notaðir er mikilvægt að froðan breiðist eins mjúklega yfir eldsneytið og hægt er. Ef bein buna er notuð þarf að beina henni að vegg eða öðrum lóðréttum hlut sem froðan getur sigið niður frá án þess að bunan lendi beint í pollinum. Froðubununni er þá beint að þessum hlut eða vegg og rennur þar niður og hleðst upp og rennur þaðan yfir flekkinn. Eins og áður er getið er óæskilegt að beina bununni beint í eldsneytið en frekar að brjóta hana þar sem aðstæður bjóða upp á og leyfa froðunni að fljóta yfir flekkinn.



**Mynd 5, Notkun slökkvifroðu**

### Rigningaraðferðin

Froðustútnum er beint því sem næst beint upp þannig að froðan nái sem mestri hæð áður en hún brotnar niður í smáa dropa sem falli niður yfir pollinn. Sá sem stjórnar stútnum verður síðan að stilla hæð stútsins af miðað við að froðan þeki allan pollinn. Þannig má fljótlega ná að slá á eldinn en ef eldsneytið hefur logað lengi áður en slökkvistarf hefst eða ef veður er slæmt (mikill vindur) er ekki víst að þessi aðferð virki vel.

### Veltiaðferðin

Með velti aðferðinni er froðubununni beint að jörðinni fyrir framan eldsneytis- pollinn og froðan látin veltast inn yfir brennandi flekkinn. Haldið er þannig áfram að láta froðuna berast yfir flekkinn þar til eldurinn er slökktur eða flekkurinn allur hulinn, ef verið er að verja óbrunnið eldsneyti. Nauðsynlegt getur verið að menn þurfi að færa sig eitthvað til að ná yfir allan flekkinn.

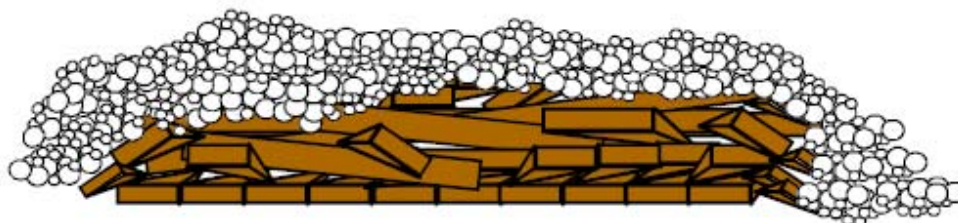
Aldrei má sprauta froðu beint í eldsneytisfleck þannig að eldsneytið og eldurinn slettist upp úr pollinum og eldurinn breiðist út yfir stærra svæði. Ef froðuteppi er þegar til staðar getur það rofnað við það að sprauta sé beint á hana með tilheyrandi enduríkviknun.

### Froðunotkun þegar um A-elda er að ræða

A-elda froðuþykki eru blanda af froðuefnum og íbleytiefnum sem eru efni sem hafa áhrif á yfirborðsspennu vatnsins þannig að það smýgur betur inn í fasta efnið sem verið er að slökkva í. Þessi efni eru almennt ekki tærandi, ekki eldfim og flokkast ekki sem hættuleg efni.



**Mynd 6, Aldrei má sprauta froðu beint á eldsneyti þannig að það og slettist upp úr pollinum sem á að hylja.**



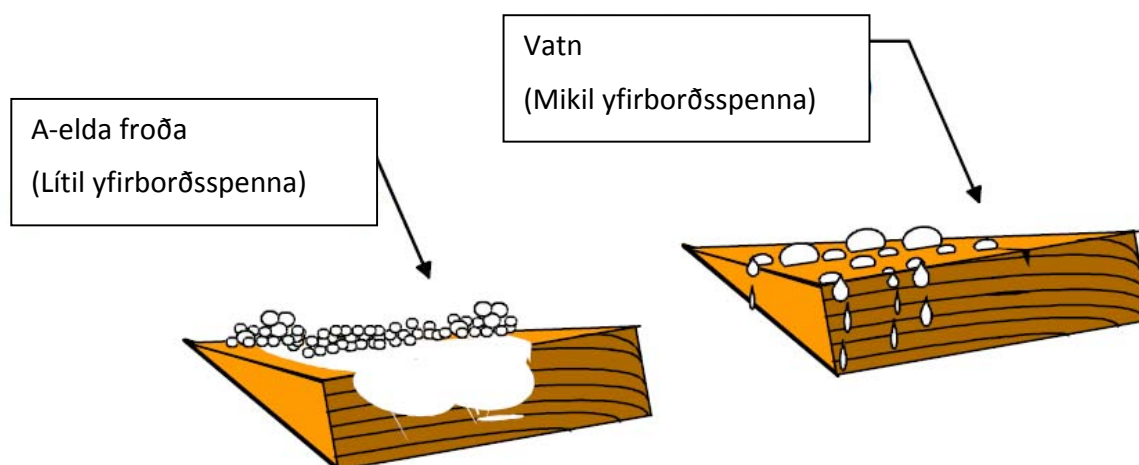
**Mynd 7, A-elda froða**

A-elda froðuþykki er notað í mjög lágu hlutfalli, stærðargráðan 0,1 % - 1 % er algengust. Ólíkt því sem er með B-elda froðuþykkið er nákvæmni í blöndun og rennslis hraða ekki mikilvægir þættir gangvart gagnsemi A-elda froðuþykkis.

### Gagnsemi A- elda froðunnar

Algengast er að vatn sé notað til að kæla og taka til sín hita þegar slökkt er í A-eldum. Til þess að vatn taki til sín sem allra mest af hita er nauðsynlegt að sérhver vatnsdropi verði að gufu. A-elda froðan auðveldar vatninu að dreifast yfir flötinn sem sprautað er á og smjúga inn í yfirborð efnisins auk þess sem bleytan verður samfelldari en af hreinu vatni.

A-elda froðu má nota bæði til að hindra íkvikun og til að slökkva eld í föstum efnum. Sem íbleytiefni virkar A-elda froðan þannig að yfirborðsspenna vatnsins lækkar. Hærri yfirborðsspenna vatns gerir það að verkum að vatn helst saman sem dropi eða perlar á yfirborðinu og rennur síðan af því án þess að taka til sín hitann frá efninu sem er að brenna. Þannig þarf meira vatn til að slökkva en ef hver dropi nýttist til fulls eins og gerist með íblöndun af bleytiefni sem dregur úr eiginleikum vatnsins til að perla á yfirborðinu en veldur því að vatnið nær að smjúga inn í yfirborð hlutarins sem er að brenna, taka til sín hita og kæla eldinn hraðar en vatn gerir.



**Mynd 8, A-elda froðu lækkar yfirborðsspennu vatns**



A-elda froður eru oft notaðar í þrýstifroðukerfum til að fá rétta þenslu í froðuna. Þessi aðferð er t.d. mikið notuð við baráttu við gróðurelda. Með því að setja froðuteppi yfir gróður eða mannvirki sem eru á hættusvæði vegna fljúgandi agna frá gróðureldi eða jafnvel sem verða á leið gróðurelds sem fer mjög hratt yfir má verja svæði fyrir íkvikun.

### Íbleytiefni

Margir slökkviliðsmenn gera sér ekki grein fyrir þeim mikla mun sem er á froðu og íbleytiefnum. Froður eru almennt ætlaðar á B elda eingöngu þó AFFF sé jafnframt gott íbleytiefni. Íbleytiefni eru hinsvegar fyrst og fremst nothæf á A-elda og þá B-elda þar sem eru eldfimir vökvar sem ekki leysast upp í vatni.

Froða og íbleytiefni er ekki það sama sem endurspeglast t.d. í því að sitt hvor staðallinn hjá NFPA fjallar um þessar tvær gerðir af efnum. NFPA 11 fjallar um froðu sem þar er skilgreind sem stöðug samansafn af loftbólum sem eru eðlisléttari en olía og vatn og hafa þann eiginleika að hylja lárétta fleti. Hún flæðir yfir brennandi yfirborð og myndar teppi sem lokar úti loft og heldur inni gufum frá efninu sem hún hylur. NFPA 1150 fjallar um A-elda froðu. NFPA 18 fjallar um íbleytiefni, sem þar eru skilgreind sem efni sem þegar þeim er blandað í vatn í réttum hlutföllum lækkar yfirborðsspennu vatnsins, eykur hæfileika þess til að smjúga inn í og breiðast út á fleti og getur jafnframt haft þá eiginleika að gera þeytu úr vatninu og láta það freyða.

Íbleytiefni innihalda yfirleitt yfirborðsvirk efni eða efni sem gera þeytu úr blöndu vatns og kolvetna eins og t.d. þegar olíu og vatni er blandað saman í salatsósu<sup>4</sup> í stuttu máli er það sem á sér stað þannig að íbleytiefnið þynnir kolvetnið, hækkar blossamarkið og minnkar getu kolvetnisins til að gufa upp við umhverfishitastig eða upphitun. Með tímanum aðskilst þó kolvetnið og íbleytiefnið aftur. Íbleytiefni eru eingöngu prófuð með tilliti til slökkviþáttarins. Ekki er tekið á tímamörkum, hversu vel það lokar yfirborðinu, hversu vel það dregur úr enduríkvikun né hversu góða froðu það myndar.

### Mikið þanin froða

Mikið þanin froða er aðallega notuð í lokuðum rýmum með föstum slökkvikerfum. Froðuþykknir fyrir froðu sem þenst mikið er blanda af yfirborðsvirkum efnum og háfreyðandi sápu efnum. Þykknir er blandað í hlutföllum af stærðargráðunni 1½ % með vatni og síðan þanið með blásara þar til þensla af stærðargráðunni 500 á móti 1 (getur almennt legið á bilinu 200:1 til 1000:1) Auk þess að hafa mikla freyðieiginleika er hápenslufroða líka íbleytiefni sem hjálpar til við að ná til glóðar í djúptliggjandi A-eldum sem erfitt er að komast að. Hápenslufroða er sérstaklega gerð með tilliti til þess að lítið vatn sígi úr henni og að stöðugleiki froðunnar sem myndast sé mikill.

Hafa þarf í huga ef sprinkler er í gangi í rýminu sem á að fylla að froðan brotnar niður af úðanum, í NFPA 11A eru leiðbeiningar um útreikninga á froðuþörf til að fylla rými sem sprinklerkerfi er í gangi í. Annar þáttur sem er mjög mikilvægur við notkun hápenslufroðu er

<sup>4</sup> Þeyta (emulsion) er vökvablanda þar sem annar vökvinn leysist ekki upp í hinum heldur myndar örsvif (colloid) eins og t.d. í mjólk.

Hugtakið þeytun þýðir að mynda þeytu. Þeyta hefur tilhneigingu til að aðskiljast.

Þeytiefni þ.e. þeyta framleidd á réttan hátt getur haldist stöðug í langan tíma.



lofttræstingin. Loftun verður að vera á gagnstæðum enda við þann sem froðunni er dælt inn um. Froðan flæðir ekki um ólofttræst rými. Í sumum tilfellum þegar um einkennilega löguð rými er að ræða getur þurft að hafa fleiri en eina loftun á móti froðublásara.

### **Froðunotkun og súrefnisbætt eldsneyti**

Með súrefnisbættu eldsneyti er hér átt við ýmis íblöndunarefni í bensín (t.d. efnið MTBE og ýmis alkóhól) sem hækka oktantölu bensínsins og/eða auka hreinleika brunans. Algengast er að slík íblöndunarefni séu skautuð leysiefni, sem þýðir að þau brjóta niður froður sem ekki eru alkóhólþolnar. Séu íblöndunarefnin meira en 10 % af eldsneytinu mælir NFPA 11 með notkun alkóhólþolinnar froðu.

Þegar innihald íblöndunarefna í bensíni er aukið eykst rokgirni bensínsins sem gerir það að verkum að erfitt er að viðhalda froðuteppi yfir bensíninu. Þetta gerist t.d. þegar bætt er MTBE eða alkóhóli (etanóli eða metanóli) í bensínið. Gufuþrýstingur bensíns er fyrir íblöndunina hár af stærðargráðunni 8-9 psi (40-50 kPa) og með aukinni rokgirni vegna íblöndunarefna verður enn erfiðara að hemja uppgufunina. Magn íblöndunarefna í bensín er lítið á sem viðskiptaleyndarmál en þó er hægt að fá vissar upplýsingar úr öryggisblöðum og hjá söluaðilum bensínsins. Skeljungur og N1 eru með MTBE innihald á bilinu 0-15 % samkvæmt öryggisblöðum þeirra. OLÍS gefur ekki upp annað í sínu öryggisblaði en að bensínið geti innihaldið slík íblöndunarefni.

Gæði froðunnar eru mjög mikilvæg í þessu samhengi. Rétt þensla úr froðustútum er nauðsynleg til þess að froðuteppið nái að hemja uppgufunina frá eldsneytinu.

### **Froðuvökvi og umhverfið**

Mengun frá froðuvökvanum er einn af þeim þáttum sem taka þarf með í reikninginn þegar froðuvökvar og froðunotkun er skoðuð. AFFF, FFFP og fleiri froðuvökvar eru byggðir á flúorkolefnissamböndum (PFC). Lítið er vitað um hversu mikið af þeim eru efni sem safnast upp, eru þrávirk og eitruð og ætti að flokka sem PBT<sup>5</sup> efni. Sala froðuþykknis sem innihalda perfluoroktanylsulfonat (PFOS)<sup>6</sup> hefur verið bönnuð og ekki verður leyfilegt að nota slíkt froðuþykkni eftir 27.6.2011. Þetta þýðir þó ekki að öll notkun AFFF og FFFP hafi verið bönnuð heldur eingöngu þeirra gerða sem innihalda PFOS.

<sup>5</sup> Persistent, bioaccumulative, toxic chemical

<sup>6</sup> PFOS stendur fyrir perfluoroktýlsúlfónat og er grunnefnasamband í stærri sameindum sem algeng eru í margskonar efnavörum og eru einnig nefnd PFOS efnasambönd. PFOS er öflugt yfirborðsvirkt efni og er notað til þess að draga úr yfirborðspennu vatnlausna í efnaiðnaði og hefur reynst vel vegna þess hve stöðugt það er (þolir mikinn hita og er sérlega óhvarfgjart). Óvenjumikinn stöðugleika PFOS í umhverfinu má rekja til fjölda C-F (kolefnis-flúor) tengja í efninu. Einn óvenjulegur eiginleiki PFOS er að það hrindir bæði frá sér vatni og fitu sem hefur ótvírætt notagildi. Fjöldi mismunandi efnasamsetninga með PFOS grunneininguna eru notuð í iðnaði og þegar efnin berast út í umhverfið brotna þau niður með tímanum í PFOS anjónina. PFOS og önnur perflúoreruð efni hafa einnig verið notuð með góðum árangri í fjölliðum. Notkunarsvið PFOS skyldra efna er margvíslegt. Það var algengt í hreinsiefnum, bóni, snyrtivörum, málningu og notað í vefnaðarvörum til að hrinda frá vatni og óhreinindum. Þessi notkun heyrir nú sögunni til. Það hefur reynst vel við kæfingu elds og er víða í slökkvitækjum sem slökkvifroða.

Slökkvilið sem þurfa að nota slökkvifroðu við slökkvistarf á viðkvæmum svæðum, t.d. vatnsverndarsvæðum, varpstöðvum fugla eða við ár eða vötn þurfa að hafa í huga hvaða áhrif slökkvifroðan hefur á lífríkið og þá getur verið æskilegt að nota umhverfissvænni froðu. Framleiðendur eiga að geta upplýst um umhverfiseiginleika froðunnar og við útboð þarf að huga að því að skilgreina hvaða eiginleika gagnvart umhverfinu slökkviliðið þarf að leggja áherslu á vegna aðstæðna á starfssvæði þess.

#### Heimildir

[www.angusfire.co.uk](http://www.angusfire.co.uk), Fire Fighting Foam Storage Recommendations, ref: 6164/8/09.07, , sótt 22.11.2010

<http://www.angusfire.co.uk/utcfs/ws-404/Assets/6164-8%20Foam%20Storage.pdf>

[www.Kidde-Fire.com](http://www.kidde-fire.com), A Firefighter's Guide to Foam, sótt 22.11.2010,

<http://www.kidde-fire.com/utcfs/ws-465/Assets/Foam%20Fire%20Fighting%20Guide.pdf>

[www.badgerfire.com](http://www.badgerfire.com), Fundamental Foam Fire Extinguisher Questions & Answers, Technical Bulletin # 104-1200, sótt 22.11.2010,

[http://www.badgerfire.com/utcfs/ws-603/Assets/Bulletin\\_104-1200.pdf](http://www.badgerfire.com/utcfs/ws-603/Assets/Bulletin_104-1200.pdf)

National Wildfire Coordinating Group, FOAM VS FIRE Primer, Oct. 1992, sótt 22.11.2010,

<http://www.fs.fed.us/eng/pubs/pdf/92511209.pdf>

[www.angusfire.co.uk](http://www.angusfire.co.uk), Fire Fighting Foam - "Jargonbuster", sótt 22.11.2010,

<http://www.angusfire.co.uk/utcfs/ws-404/Assets/6169-2%20Foam%20Jargonbuster.pdf>

ANSUL, Foam Systems Design and Applications Manual,

Industrial and engineering Chemistry, Theoretical Investigation of Foam Drainage, Ind. Eng. Chem., 1956, 48 (11), pp 2046–2051, sótt 22.11.2010,

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ie50563a037>

Gimaex, Mobile One Seven® systems, sótt 22.11.2010,

<http://www.gimaex.eu/?Mod1=artikel&MainMenuID=2&Sprache=GB&MenuID=731>

N1, Öryggisblað, sótt 22.11.2010

[http://www.n1.is/n1/upload/files/oryggiskjol/eldsneyti/bensin\\_95\\_og\\_98\\_oktan.pdf](http://www.n1.is/n1/upload/files/oryggiskjol/eldsneyti/bensin_95_og_98_oktan.pdf)

Skeljungur, Öryggisblað, sótt 22.11.2010

<http://www.skeljungur.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=325>

OLÍS, Öryggisblað, sótt 22.11.2010

<http://www.olis.is/media/oryggisblod/Bensin.pdf>

ANSUL, sótt 26.11.2010

[http://www.ansul.com/en/products/foam\\_prod/foamfaq.asp](http://www.ansul.com/en/products/foam_prod/foamfaq.asp)

---

Underwriters Laboratories Inc. Department of Homeland Security Grant 2006 Prepared by  
Project 07CA42526, NC9140 for US Fire Administration Issued: September 30, 2008,  
Performance of Special Extinguishment Agents for Firefighter Use, sótt 09.12.2010

<http://www.ul.com/global/documents/offerings/industries/buildingmaterials/fireservice/extinguishingagents/DHS%20Grant%20Final%20Report%20-%20Project%2007CA42526%20-%20Performance%20of%20Special%20Extinguishment%20Agents%20for%20Fire%20Fighter%20Use%20-%20Sept.%2030%202008.pdf>