

# Slokkemetoder med lite vann

Kristian Hox, Andreas Sæter Bøe

SP Fire Research AS



# Slokkemetoder med lite vann

<b>VERSJON</b> 1	<b>DATO</b> 2017-04-19	<b>NØKKELOORD:</b> Brann Vann Slokkevann Brannvesen
<b>FORFATTERE</b> Kristian Hox, Andreas Sæter Bøe		
<b>OPPDRAGSGIVERE</b> Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap Regionale forskningsfond Midt-Norge	<b>OPPDRAGSGIVERS REF.</b> Kari Jensen (DSB)	
<b>PROSJEKTNR.</b> 20099	<b>ANTALLSIDER OG VEDLEGG:</b> 61 + 3 vedlegg	
<b>SAMMENDRAG</b> SP Fire Research har i samarbeid med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Regionalt forskningsfond Midt-Norge og Norsk brannbefals landsforbund (NBLF), utført et prosjekt for å få en bedre kunnskapsoversikt over nye slokkeverktøy både med hensyn på effekt, og hvor utbredt de er.  Gjennom ulike aktiviteter kan prosjektet konkludere med følgende: Resultater fra en spørreundersøkelse avdekker at brannvesen i Norge har god kjennskap til nye slokkeverktøy, som CAFS og skjærsløkker, men de blir i liten grad benyttet. Dette kan til en viss grad knyttes opp mot utilstrekkelig opplæring og manglende erfaring med utstyret.  Videre indikerer tester at utvendig slokkeinnsats kan senke temperaturen i et brannrom betydelig, og eventuelt slokke brannen, dersom denne innsatsen blir utført i nærheten av brannen. Skjærsløkkeren ble vurdert til å være det beste alternativet for å håndtere hulromsbranner. Resultatene viser også at det er mulig å designe gode testmetoder for å sammenligne ulike slokkerverktøy.		
<b>UTARBEIDET AV</b> Kristian Hox	SIGNATUR	
<b>KONTROLLERT AV</b> Christian Sesseng	SIGNATUR	
<b>GODKJENT AV</b> Paul Halle Zahl Pedersen	SIGNATUR	
<b>RAPPORTNR.</b> A17 20099-01:1	<b>GRADERING</b> Åpen	<b>GRADERING DENNE SIDE</b> Åpen

# Historikk

---

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	19.04.2017	Første versjon

---

# Innholdsfortegnelse

<b>Ordliste</b>	<b>5</b>
<b>Forord</b>	<b>6</b>
<b>Utvidet sammendrag</b>	<b>7</b>
<b>Summary in English</b>	<b>9</b>
<b>Innledning</b>	<b>11</b>
1.1 Bakgrunn	11
1.2 Målsetting	12
1.3 Begrensninger	12
1.4 Hypoteser	12
1.5 Overordnet forskningsmetode	12
1.6 Rapportens oppbygging	12
<b>2 Bakgrunns- og litteraturstudie</b>	<b>13</b>
2.1 Forskningsmetode	13
2.2 Relevante veiledninger	13
2.2.1 Veiledning om røyk- og kjemikaliedykking	13
2.2.2 Veiledning til forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen	13
2.3 Sløkkemidler	14
2.3.1 Vann	14
2.3.1.1 Sløkkevannsmengder	14
2.3.1.2 Vann som sløkkemiddel	14
2.3.1.3 Skjærslokker	16
2.3.2 Tilsetningsstoffer	17
2.3.2.1 Skum	17
2.3.2.2 CAFS	18
2.3.3 Brannengel	19
2.4 Utvendig innsats	19
2.5 Diskusjon	20
<b>3 Spørreundersøkelse om brannvesenets erfaringer med ulikt sløkkeutstyr</b>	<b>22</b>
3.1 Forskningsmetode	22
3.2 Resultater	22
3.3 Diskusjon	26
<b>4 Erfaringer fra deltagelse ved nedbrenning av hus i regi av brannvesen</b>	<b>28</b>
4.1 Forskningsmetode	28
4.2 Diskusjon	28
<b>5 Laboratorieforsøk</b>	<b>29</b>
5.1 Sammenligning mellom skjærslokker og sløkkespiker for nedkjøling av brannrom før innsats	29
5.1.1 Forskningsmetode	29
5.1.2 Utførelse	30
5.1.3 Resultater	35
5.1.4 Diskusjon	38

5.2	Sammenligningstester på slokking av brann i hulrom	39
5.2.1	Forskningsmetode	39
5.2.1.1	Brannscenario A	43
5.2.1.2	Brannscenario B	45
5.2.2	Resultater	47
5.2.2.1	Resultater scenario A	49
5.2.2.2	Resultater scenario B	50
5.2.3	Diskusjon	51
5.2.3.1	Erfaringer med de ulike slokkeverktøyene	52
5.3	Metodekritikk	54
<b>6</b>	<b>Overordnet diskusjon</b>	<b>55</b>
6.1	Testmetode	55
6.2	Opplæring, rutiner, kunnskap og erfaring i bruk av slokkeverktøy	55
6.3	Sammenlikning av slokkeverktøy	56
<b>7</b>	<b>Konklusjoner og forslag til videre arbeid</b>	<b>58</b>
7.1	Konklusjoner	58
7.2	Forslag til videre arbeid	58
	<b>Referanser</b>	<b>59</b>
<b>A</b>	<b>Erfaringer fra deltagelse på nedbrenning av hus i regi av brannvesen</b>	<b>A1</b>
A.1	Moss 1. april 2014	A1
A.2	Stavanger 12. november 2014	A3
A.3	Skien 9. desember 2015	A5
<b>B</b>	<b>Sammenligning mellom skjærsløkker og sløkkespiker for nedkjøling av brannrom før innsats</b>	<b>B1</b>
B.1	Evaluering av testscenario A	B1
B.2	Evaluering av testscenario A fra et optisk perspektiv	B4
B.2.1	Slokking med CAFS	B4
B.2.2	Slokking med skjærsløkker	B7
B.2.3	Tradisjonell slokking med strålerør og motorsag	B9
B.3	Evaluering av testscenario B fra et optisk perspektiv	B12
B.3.1	Slokking med CAFS	B12
B.3.2	Slokking med skjærsløkker	B14
B.3.3	Tradisjonell slokking med strålerør og motorsag	B16
B.3.4	Skjærsløkker 2. forsøk	B19
B.3.5	Motorsag runde 2	B21
B.4	Slokkespiker	B23
<b>C</b>	<b>Rapport fra DSB – Brannvesenets sløkkemetoder</b>	<b>C1</b>

## Ordliste

<b>CAFS</b>	<i>Compressed air foam system</i> , slokkesystem med skum hvor skumkonsentrat og luft blandes med vann før skummet pumpes ut i slangen.
<b>Konvensjonell slokking</b>	I denne rapporten er begrepet <i>konvensjonell slokking</i> brukt om slokking med strålerør slik det er beskrevet i veiledningen om røyk- og kjemikaliedykking.
<b>Skjærsløkker</b>	En skjærsløkker er et slukkeverktøy som avgir vann med høyt trykk. Det høye trykket kombinert med en spesiell dyse gjør at det dannes vanntåke med små dråper som gir en god slukkeeffekt. Skjærsløkkeren kan enten alene, eller ved tilsats av et skjæremiddel, skjære seg gjennom ulike materialer, slik at slokking kan foregå fra utsiden av et bygg.
<b>Slokkespiker</b>	En slokkespiker er et slukkeredskap som slås, eller bores, gjennom en vegg eller et tak. Den har to ulike dyser, <i>attack</i> -dysen sprayer hovedsakelig framover, mens <i>begrensnings</i> -dysen har en bredere spray. Slokkespikeren brukes ofte ved etablering av begrensningslinjer, der man hindrer en brann å spre seg utenfor valgte soner. Tåkespyd og slokkespyd er andre ord som kan brukes for slokkespikeren.
<b>Strålerør</b>	Armaturløsning montert på enden av slangen som reduserer slangens diameter og derigjennom øker vannets hastighet ut av strålerørsmunnstykket.

## Forord

Dette prosjektet startet i 2014, og det er mange som har bidratt gjennom prosessen. Helt fra starten av har vi sett stor nytte av bidraget fra, og retter en stor takk til, referansegruppen nedsatt av Norsk brannbefals landsforbund (NBLF), som har stilt opp for stort sett egne midler og med arbeidstimer dekket av hvert enkelt brannvesen. Fra brannvesenene har Ove Stokkeland (Skien brann- og feievesen), Rune Larsen (Mosseregionen interkommunale brann og redning), Alf Egil Krohn (Rogaland brann og redning IKS), Per Harry Stensli (Hedmarken brannvesen), Hans Morten Blikseth (Østre Toten brann- og feiervesen) og Åge Tøndevoldshagen (Lesja og Dovre Brannvesen) deltatt. I tillegg har Ove Brandt (Finans Norge) og Kari Jensen (DSB) vært en del av gruppen som har kommet med innspill og beskrivelser av hvilke utfordringer brannvesenene møter.

Videre må vi takke Kari Jensen og Julie Stuestøl fra DSB for arbeidet de har lagt ned i forbindelse med utarbeidelse og utsendelse av spørreundersøkelsen.

Prosjektet hadde ikke kunne blitt gjennomført uten den økonomiske støtten fra DSB og Regionale forskningsfond Midt-Norge.

Vi ønsker også å rette en takk til Skien brann- og feievesen, Mosseregionens interkommunale brann og redning, Rogaland brann og redning IKS og Trøndelag brann- og redningstjeneste (TBRT) som har latt oss gjøre målinger under deres øvelser. I tillegg har sistnevnte brannvesen stilt med mannskap til å slukke hulromsbranner i forsøkene som ble gjennomført på vårt testområde. Spesiell takk til Rune Wiggo Johnsen og Geir Egil Olsen som har koordinert denne innsatsen.

## Utvidet sammendrag

SP Fire Research (SPFR) har i samarbeid med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Regionalt forskningsfond Midt-Norge og Norsk brannbefals landsforbund (NBLF), utført et prosjekt for å få en bedre kunnskapsoversikt over nye slukkeverktøy både med hensyn på effekt, og hvor utbredt de er.

Prosjektet har pågått i tre år og har bestått av en rekke ulike aktiviteter. De viktigste var en spørreundersøkelse, målinger av temperatur i et brannrom ved utvendig innsats, sammenligning av slukkeverktøy ved hulromsbranner, og deltagelse på nedbrenning av en bygning.

### Spørreundersøkelse

Spørreundersøkelsen ble utarbeidet i et samarbeid mellom SPFR, DSB og NBLF, og ble sendt ut til alle landets brannvesen. Undersøkelsen ble besvart av 73 % av de spurte (N = 269), og omhandlet blant annet kjennskap til, tilgang på, og erfaring med ulike typer slukkeverktøy. De viktigste konklusjonene fra spørreundersøkelsen var følgende:

- 81 % har kjennskap til skjærslukker med vann, og 70 % har kjennskap til CAFS. De som ikke kjenner til utstyret er hovedsakelig deltidsbrannvesen og brannvesen uten fast vaktordning. Vi går ut fra at samtlige har hørt om slukkeutstyret CAFS og skjærslukker og at kjennskap til betyr kunnskap om praktisk bruk av disse.
- 30 % av brannvesenene har tilgang på CAFS, og 19 % har tilgang på skjærslukker. Andelen som har dette tilgjengelig har sammenheng med type vaktordning.
- 46 % av brannvesenene som har skjærslukker, og 77 % av brannvesenene som har CAFS, benyttet utstyret i mindre enn 30 % av alle branner. Tilstrekkelig opplæring og erfaring med utstyret er to faktorer som bidrar sterkt til valg av slukkeverktøy ved en brann.

### Temperaturreduksjon ved utvendig innsats

I samarbeid med Trøndelag brann- og redningstjeneste ble det undersøkt hvor mye temperaturen i et brannrom ble redusert ved å slukke med vann fra utsiden. Tester ble utført på en metallkontainer, og skjærslukker og slukkespiker ble brukt. Resultatene viste indikasjoner på at begge slukkeverktøyene har en god reduserende effekt på temperaturen. Skjærslukkeren ga for øvrig best effekt, og var mest fleksibel med hensyn på plassering i forhold til brannen.

### Sammenligning av slukkeverktøy i hulromsbranner

I en serie tester ble skjærslukker, CAFS og slukkespiker sammenlignet med konvensjonell slukking og motorsag. I den første testen brant det bak kledningen på et bygg med liten mulighet for videre spredning til andre deler av bygget. Her fungerte alle slukkemetodene godt, selv om det var noen forskjeller på vannforbruk og tidsforbruk. I den neste testen befant brannen seg i en innforet vegg med stor mulighet for spredning til et nedforet tak, og videre til et loft. Dette scenariet viste store forskjeller mellom de ulike slukkeverktøyene, der skjærslukkeren var det verktøyet som fungerte best. Hovedgrunnen til at det fungerte best, var at skjærslukkeren kan skjære seg gjennom en vegg uten bruk av annet utstyr, og dermed får vann inn bak hulrommet på en effektiv måte. De andre slukkeverktøyene var avhengig av et tilleggsverktøy (motorsag, drill eller brannøks), før vann kunne påføres i hulrommet. Motorsag og strålerør ble vurdert til å være det mest sårbare alternativet med hensyn på feil som kan oppstå.



### **Nedbrenning av hus**

I disse slokkestestene ble det benyttet ulike slukkeverktøy for å slokke brann i tilnærmet like rom. Resultatene viser at skjærslokkeren, slokkespikeren, CAFS, pulver og konvensjonell slokking er effektive til å redusere temperaturen i brannrommet og slokker brannen på kort tid med lite slukkemedium når det er brann i et enkeltrom.

### **Utvikling av en testmetode**

Et mål i prosjektet var å utvikle en testmetode som er realistisk og som er god nok til å sammenligne ulike slukkeverktøy. De innledende testene viser at det er fullt mulig å utvikle testscenarioer som kan gi gode muligheter for å vurdere effekten av ulike slukkeverktøy. Spesielt testene utført på komplekse hulrom har vist seg å være et godt scenario som er så utfordrende at forskjellen mellom de ulike verktøyene kommer tydelig fram.

For testene av slokking av brann i hulrom bak kledningen og testene utført i mindre rom, er det ikke blitt observert særlige forskjeller mellom de ulike slukkeverktøyene.

## Summary in English

SP Fire Research (SPFR) has in collaboration with the Norwegian Directorate for Civil Protection (DSB), Regional Research Funds in Norway and National Federation of Fire Officers (NBLF), conducted a project with the aim to get a better knowledge base of new extinguishing methods with regard to efficiency and how common they are in use.

The project has lasted for three years and has consisted of a range of different activities. The most important activities have been a survey, monitoring of the temperature reduction in fire rooms with extinguishing from outside, comparison of different extinguishing methods in cavity fires, and controlled burning down of houses.

### **The survey**

The survey was made in a collaboration by SPFR, DSB and NBLF, and was spread to all fire brigades in the country. 73 % of the 269 fire brigades replied to the survey, which consisted of questions related to knowledge about, access to, and experience with different extinguishing methods. The main conclusions from the survey are:

- 81 % have knowledge to the cutting extinguisher with water, and 70 % have knowledge about CAFS. The fire brigades that don't have knowledge about it are mainly part-time fire brigades.
- 30 % of the fire brigades have access to CAFS, while 19 % have access to the cutting extinguisher. The portion that have access is related to how the fire brigade is organized (part time vs full time).
- 46 % of the fire brigades which have the cutting extinguisher available, and 77 % which have CAFS available, use it in less than 30 % of all fires. Sufficient education and training are to important factors, which strongly influence the extinguishing method that is chosen in a fire situation.

### **Temperature reduction by extinguishing from the outside**

In collaboration with Trøndelag fire brigade tests were carried out to investigate how the temperature was reduced when extinguishing from the outside was made. The tests were carried out on a metal test container, and the cutting extinguisher and the fog nail were used. The results indicate that both the techniques have a good temperature reduction effect. However, the cutting extinguisher gave the best effect both from short and long distance.

### **Comparison of different extinguishing methods on cavity fires**

In a test series the cutting extinguisher, CAFS and fog nail were compared with conventional extinguishing and chain saw. In the first test there was a fire behind the outer wood paneling with small chances for the fire to escalate. All of the tested methods worked out quite good, despite some differences with regard to water and time consumption. In the second test, the fire was located inside the wall with a high possibility of spreading to the inside of the roof, and further to the loft. This fire scenario revealed large differences between the different methods. The best method was the cutting extinguisher, since it could quickly cut a hole in the wall and deliver water to the right place all on its own. The other methods needed some kind of extra tools to get a hole in the wall before they could deliver water to the fire. Chainsaw and water hose was assessed as the most vulnerable method due to errors that may occur.

### **Controlled burning down of houses**

Related to a controlled burning down of houses, comparing fire tests were performed in similar rooms. The results show that the cutting extinguisher, the fog nail, CAFS, the powder extinguisher and conventional extinguishing are efficient to reduce the temperature in a single fire room, and extinguish the fire in short time with small amounts of extinguishing medium.

### **Development of a test method**

An aim of the project was to develop a test method which is realistic and good enough to compare different extinguishing methods. Our tests have shown that it is possible to design tests that reveal the pros and cons of different test methods. Especially the cavity fire tests were so hard that the differences between the tests were easy to distinguish.

The fire tests behind the wooden paneling and the fire tests in single rooms were not hard enough to distinguish clearly the difference between the methods.

# Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I den senere tid har det kommet indikasjoner på at det er økt kreftrisiko og andre helsefarer forbundet med røykdykking [1]. Dette kan sannsynligvis sees i sammenheng med gjentagende eksponering for varme, partikler og gasser fra brannrøyk og fra forskjellige typer slokkeskum og tilsetningsmidler. På bakgrunn av dette ble det i Sverige i 2007 innført begrensninger om at røykdykking primært gjennomføres i livreddende innsats, og at innvendig slokking bør unngås så langt det er mulig [2,3]. I Norge skal risikoen ved røykdykking vurderes, og den risiko røykdykkernes utsetter seg for skal alltid stå i forhold til forventet utbytte av innsatsen.

I SINTEF NBL-rapporten *Slokkevannsmengder* [4] er en av anbefalingene å kvantifisere effekten av forskjellige manuelle slokkemetoder for å sammenligne hvor mye vannbehovet kan reduseres med hver enkelt metode.

I takt med den teknologiske utviklingen i samfunnet har det i løpet av de siste årene kommet nye og mer moderne slokkeredskaper, slokkemidler og slokkemetoder. Innkjøp og drift av utstyr, samt opplæring av personell kan imidlertid være kostnadskreven. Å opprettholde faglig kompetanse på nytt og gammelt utstyr er derfor ikke optimalt, hverken økonomisk eller praktisk, og det kan være spesielt krevende for mindre brannvesenene med begrensede ressurser. Brannvesen må da prioritere hvilke typer slokkeutstyr de skal satse på. Ulike kommuner har ulike behov for slokkeutstyr, alt etter hvilken type bygningsmasse de har og hvor lang utrykningsdistanse brannvesenet har. Slokkeutstyr som er godt egnet til å slokke brann i en bygård er ikke nødvendigvis det beste for å slokke en hyttebrann eller en skogbrann.

Når nytt slokkeutstyr skal kjøpes inn, er det viktig at brannvesenet har et klart bilde av de ulike variantenes funksjon, kapasitet, fordeler, ulemper og begrensninger, slik at rett utstyr kan kjøpes inn etter de faktiske behov. Det er et problem at det er lite informasjon om effektiviteten til slikt utstyr. Uten en felles teststandard blir det vanskelig å sammenligne effekten av de ulike systemene, noe som har ført til at mange brannvesen har endt opp med å kjøpe dyrt utstyr som de kanskje ikke har bruk for, ikke vet nok om, og som ender opp med å bli lite brukt. Et annet problem er at et utstyr virker å være godt egnet når det demonstreres, men realiteten er ofte at en del egenskaper hos systemet ikke blir klart før det faktisk brukes i en ordentlig situasjon, og andre egenskaper igjen blir tydelige først når det er brukt en stund.

I dette prosjektet ønsker vi å belyse utfordringer som knytter seg til fire problemstillinger:

- Røykdykking har vist seg å øke sannsynligheten for ulike typer kreft og er forbundet med generell forhøyet helserisiko [1,3].
- Mange brannvesen kjøper inn nytt og avansert slokkeutstyr som ikke er tilpasset lokale forhold og økonomi (problemstillingen er basert på samtaler med brannvesen).
- Mange branner kunne vært slokket mer effektivt ved bruk av slokkeutstyr tilpasset brannen (problemstillingen er basert på samtaler med brannvesen).
- *Veiledning om røyk- og kjemikaliedykking* begrenser muligheten for å innføre ny og mer effektiv slokketeknologi da det er ressurskrevende å dokumentere at andre metoder er minst like sikker som konvensjonell slokking [5].

Ved å øke brannvesenets kunnskapsnivå om nye slokkemetoder, og ved at de tar i bruk disse, vil det være mulig å slokke branner på en sikrere og mer effektiv måte enn det som er tilfellet i dag. Dette vil sannsynligvis bidra til å redusere helserisiko for brannmannskaper, redusere materielle skader og forurensende utslipp til miljø.

## 1.2 Målsetting

Målet med dette prosjektet har vært å utarbeide en testmetode som skal gi grunnlag for å vurdere slokkeeffekten til ulike slokkeredskap og -metoder. Metoden skulle bestå av en kvantitativ måling av mengde vann som er nødvendig for å slokke en rekke typiske branner, samt en faglig vurdering av slokkeredskapers praktiske bruk hvor fordeler og ulemper belyses. Resultatene fra denne testmetoden skal enten kunne gi grunnlag for endringer i veiledningen om røyk- og kjemikaliedykking, eller være tilstrekkelig som dokumentasjon for å fravike fra veiledningen.

## 1.3 Begrensninger

Prosjektet har hatt et brannfaglig perspektiv, og det er ikke tatt hensyn til problemstillinger knyttet til rammestyring, statlig styring og kommunenes økonomiske handlingsrom.

Det finnes en mengde tilsetningsstoffer man kan tilsette slokkevannet, men vi har valgt å ha fokus på de mest vanlige tilsetningene, som er skum (inkludert CAFS).

## 1.4 Hypoteser

1. Det er mulig å utvikle en testmetode som er realistisk og repeterbar, som sammenligner ulike slokkeverktøys effekt på ulike brannscenarier.
2. Mange brannvesen som har gått til anskaffelse av CAFS og skjærsløkker bruker utstyret lite på grunn av manglende opplæring og erfaring.
3. Tidlig utvendig innsats med skjærsløkker eller slokkespiker reduserer temperaturen i et rom med brann betydelig.
4. Skjærsløkker, CAFS og slokkespiker slokker hulromsbranner mer effektivt med hensyn på tid og vannforbruk enn motorsag og strålerør.
5. Skjærsløkker, CAFS og slokkespiker er mer effektive med hensyn på tid og vannforbruk enn konvensjonelle slokkemetoder ved slokking av rom med overtenning.

## 1.5 Overordnet forskningsmetode

I dette prosjektet er det benyttet ulike forskningsmetoder som inkluderer litteraturstudie, ulike typer eksperimentelle forsøk og en spørreundersøkelse. En nærmere beskrivelse er gitt under hvert enkelt kapittel.

## 1.6 Rapportens oppbygging

I kapittel 2 er relevant regelverk og litteratur gjennomgått. Kapittel 3 presenterer resultater fra spørreundersøkelse, som omhandler brannvesenets kjennskap og bruk av ulike slokkeverktøy. I kapittel 4 finnes resultater fra gjennomførte tester med nedbrenning av hus i samarbeid med brannvesenet, og i kapittel 5 finnes tester gjennomført i kontainer og hulromsbranner som er utført i løpet av prosjektet. I kapittel 6 er det en overordnet diskusjon rundt resultatene mens konklusjonene er gitt i kapittel 7.

## 2 Bakgrunns- og litteraturstudie

### 2.1 Forskningsmetode

Aktuelt regelverk og veiledninger er gjennomgått [5–8].

Rapporter fra hovedsakelig Norge og Sverige ligger til grunn for informasjonen om ulike slokkeverktøy. I tillegg har kontakt med Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Norsk brannbefals landsforbund (NBLF) og representanter fra Trondheim brann- og redningstjeneste (TBRT) gitt gode innspill til informasjonsinnhenting.

### 2.2 Relevante veiledninger

#### 2.2.1 Veiledning om røyk- og kjemikaliedykking

I *Veiledning om røyk- og kjemikaliedykking, kapittel 7* [5], står det følgende:

*Risikoen ved røykdykking skal alltid vurderes, og den risiko røykdykkernes utsetter seg for skal alltid stå i forhold til forventet utbytte av innsatsen.*

*Ved bruk av vann som slokkemiddel, må angrepslange og sikringslange forsynes med tilstrekkelig vannmengde og trykk. 2000 liter regnes som tilstrekkelig vannkilde for at en kortvarig førsteinnsats kan iverksettes. [...]*

*[...] Vannforsyning fra ett strålerør må som et minimum raskt kunne økes til 200 - 300 l/min.*

*[...] Alle spesifikke verdier som er angitt i teksten (liter/minutt, areal og lengde) er verdier som ikke angir absolutte størrelser og begrensninger for innsats. Verdiene må benyttes med forsiktighet og fornuft. [...]*

Veiledningen påpeker at grunnet risikoen for brannmannskapene er det ønskelig å redusere antall røykdykkerinnsatser, noe som kan gjøres ved at en større del av slokkingen foregår fra utsiden av det rommet som er i brann.

Veiledningen gir klare retningslinjer for hvordan en røykdykkerinnsats skal utføres. Vannmengden som anbefales er basert på sikkerhetsmessige vurderinger. Samtidig står det at disse verdiene ikke er absolutte størrelser, men at de må brukes med forsiktighet og fornuft.

#### 2.2.2 Veiledning til forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen

I *Veiledning til forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen, vedlegg 4* [6] står det at vannmengdebehovet for en overtent enebolig med spredningsfare er 1000 l/min, for en større brann innenfor forskriftsmessig brannseksjon/bygning er vannmengden 2500-3500 l/min. Dette inkluderer industri/lagerbygning, kontor, sykehjem, sammenhengende trehusbebyggelse etc. I tillegg vil vannmengdebehovet for de største brannene, som brann i trebygninger i 2-4 etasjer med areal større enn 600 m<sup>2</sup>, trelastlager, kjøpesenter, industri/lager, kvartal/bybrann etc. kunne kreve enda større vannmengder, noe som vil variere etter utviklet branneffekt og hvilken slokketaktikk og hvilket slokkeutstyr som benyttes. Veiledningen nevner at direkte slokkeinnsats kan ha et vannmengdebehov mellom 3000-9000 l/min eller mer.

## 2.3 Sløkkemidler

### 2.3.1 Vann

#### 2.3.1.1 Sløkkevannsmengder

Hensikten med dette avsnittet er en kartlegging av forskning på alternative sløkkemetoder for å undersøke muligheten til å effektivisere vannforbruket. Vann har vært brukt som sløkkemiddel i alle tider, og de siste 25 årene har det vært mye utvikling av nytt utstyr. Skjærslokker og sløkkespiker er eksempler på sløkkeutstyr som gir betydelig mindre dråper enn strålerør.

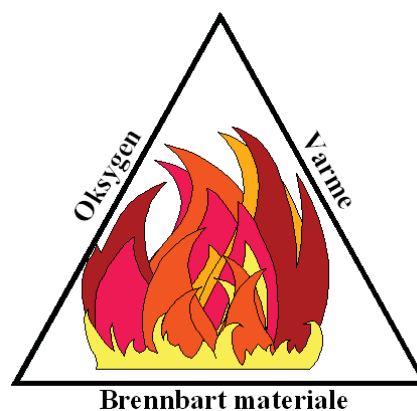
Konvensjonelle sløkkemetoder krever mye vann, noe som kan gi en utfordring hvor vannforsyningen er begrenset [4,9]. I tillegg kan begrenset vannforbruk være med å minimere vannskadene etter en brann. Dette kan være spesielt viktig i uerstattelige kulturminner og verneverdige hus [10]. Det er her kun sett på metoder som kan brukes under brannvesenets innsats.

I SINTEF NBL-rapporten *Sløkkevannsmengder* [4] konkluderes det med at alternative sløkkemetoder som skjærslokker og sløkkespiker vil redusere behovet for vann, men at dette er vanskelig å kvantifisere. Videre står det at det totale behovet for sløkkevann i boligbranner uten spredningsfare kan dekkes av tankbil. For større industribranner er vannbehovet betydelig større, og en av utfordringene ved større branner er å få vannet inn i brannsonen.

#### 2.3.1.2 Vann som sløkkemiddel

Branntrekanten vist i Figur 2-1 forklarer hva som må være tilstede for at en brann skal oppstå og bli opprettholdt: tilstrekkelig med oksygen, varme og brennbart materiale. For å slukke en brann må en eller flere av sidene i trekanten fjernes. Vann som sløkkemiddel vil kunne påvirke alle sidene av branntrekanten med disse sløkkemekanismene:

1. Nedkjøling av luften i området rundt brannen.
2. Nedkjøling av brenselet og potensielle områder som brannen kan spre seg til.
3. Reduksjon av oksygenivået i brannsonen.
4. Absorpsjon av varmestråling.



Figur 2-1 Branntrekanten.

Vann er veldig effektivt når det gjelder å kjøle ned luften rundt brannen, da vann har høy fordampningsvarme (2257 kJ/kg) og høy spesifikk varmekapasitet (4,2 kJ/kgK). Dersom 1 kg vann med temperatur 10 °C påføres brannen og varmes opp til 100 °C, medfører dette at vannet absorberer 378 kJ, noe som tilsvarer ca. 1/6 av den energien som kreves for at vannet skal fordampe. Det er derfor avgjørende at vannet som tilføres fordampes for at mest mulig varme skal bli fjernet fra brannen.

Når vann fordampes øker volumet ca. 1700 ganger. Det betyr at dersom en liter vann fordampes, vil vanddampen oppta et volum på 1700 liter. Om dette skjer i forbrenningssonen, vil dette fortynne og fortrenge oksygenet og brannen sløkkes på grunn av oksygenmangel.

Vann som treffer det brennbare materialet vil kunne fukte dette og hindre avdampingen av brennbare gasser, og dermed hindre tilgangen til brennbart materiale. Dette er

imidlertid avhengig av materialet som brenner. Væskebranner har for eksempel vist seg vanskelige å slokke fordi slokkevannet legger seg under den brennbare væsken. Det har også vist seg å være utfordrende å slokke væskebranner der væsken har flammepunkt under 60 °C [11–13].

### **Dråpestørrelse**

Ettersom vann slokker branner ved hjelp av flere mekanismer, er dråpestørrelsen viktig. For å fortrenge oksygenet er det en nødvendighet at vannet fordamper. Det er også gjennom fordamping vannet klarer å fjerne mest varme fra brannen. På den andre siden krever fukting av brenselet at vannet ikke fordamper. Om vannet fordamper eller ikke er blant annet avhengig av vanndråpenes størrelse. Små dråper fordamper lettere og forsøk gjennomført av SP Fire Research i 1993 [13,14] viste at man ved å redusere dråpestørrelsen fra 1,2 mm til 0,6 mm trengte bare 1/3 av vannmengden for å slokke samme brann.

Manuell innsats med strålerør som gir dråper med en diameter mellom 0,15-0,3 mm har vist seg å være mest effektiv for slokking i rom, da store deler av vannet vil fordampe før det treffer gulvet. Blir dråpene for små igjen vil vannet fordampe før det når brannsonen, og ikke ha samme effekt som om fordampingen skjer i brannsonen. Om dråpene blir for små, har dette også innvirkning på strålerørets kastlengde [9,15].

Talleksemlene over gjelder for konvensjonelle strålerør. Når det gjelder andre slokkemetoder som vanntåke, slokkespiker, høytrykksstrålerør og skjærslukkere gjelder andre verdier, da disse systemene gjerne er designet for høyere trykk og/eller små dyseåpninger, noe som gir høy utgangshastighet på vanndråpene. Det er også vanskelig å si noe generelt om hvilken dråpestørrelse som er optimal, fordi dette vil variere fra et brannscenario til et annet.

Vanntåke har sine store fordeler i lukkede eller delvis lukkede rom der lufttilførselen er begrenset, noe som er nødvendig for å utnytte inertiseringseffekten av påført vann. Inertiseringseffekten innebærer at vannet fordamper og fortrenger oksygenet i luften, slik at oksygenkonsentrasjonen synker til et så lavt nivå at en brann ikke kan opprettholdes. Forsøk har vist at man under gitte temperaturer i rommet trenger en vannmengde på kun 0,21/m<sup>3</sup> i forholdsvis tette rom. Effekten av vanntåke blir derimot begrenset om rommet er godt ventilert (dette innebærer mindre inertisering), om brannen er liten eller skjermet. Om det er en liten brann blir ikke temperaturstigningen i rommet høy nok til at vannet fordamper i tilstrekkelig grad, og man er da avhengig av at vannet treffer brannen direkte for å slokke den. Vanntåken vil likevel ha en effekt ved å kjøle rommet [13,14].

For manuelle slokkemetoder finnes det en rekke verktøy som opererer ved ulike trykk. For eksempel har skjærslukkeren høyt trykk (> 200 bar), mens konvensjonelle strålerør og slokkespiker har lavt trykk (~ 5 - 10 bar). Generelt gir høytrykksystemene mindre dråpestørrelse og er mer effektive i gasskjølingsfasen enn lavtrykk. Likevel gjelder at alle typer utstyr krever jevnlig opplæring og trening for å kunne brukes optimalt [9,16–18].

En studie utført av Försth et. al. har vist at en 100 µm stor vanndråpe som sendes inn i en 400 °C varm gass, vil fordampe etter 0,2 sekunder, og vil i løpet av den tiden falle 3 cm. En dråpe med diameter 1000 µm vil i tilsvarende forhold fordampe etter 230 sekunder og vil i løpet av denne tiden falle 680 m. I praksis betyr dette at de fleste dråper med en stor diameter krever såpass lang tid til å fordampe, at mesteparten av vannet som sprøytes inn i brannsonen vil falle til bakken uten å fordampe [19,20].



### 2.3.1.3 Skjærsløkker

#### Prinsipp

En skjærsløkker er et sløkkeverktøy som skyter vann med et høyt trykk (> 200 bar) i forhold til konvensjonelt utstyr (~ 5 - 10 bar). Det høye trykket kombinert med en spesiell dyse gjør at det formes en vanntåke med svært små dråper (se Tabell 2-2). Det høye trykket gir vannet en høy utgangshastighet slik at kastelengden er god, samtidig som de små vanndråpene bevares. Skjærsløkkeren har vist seg å være effektiv i både små og store lukkede rom. Skjærsløkkeren har fått navnet sitt fordi jernspon kan tilsettes vannet, slik at strålen kan skjære seg gjennom bygningsmaterialer. På den måten kan man stå på utsiden av et brennende rom og slukke med vann på innsiden.

#### Slokkeegenskaper

I en studie utført av Försth et. al. [19] har egenskapene til skjærsløkkeren blitt sammenlignet med sløkkespiker og med strålerør med bred stråle. Resultatene fra studien er gjengitt i Tabell 2-1 og Tabell 2-2.

**Tabell 2-1 Vannforbruk ved ulike arbeidstrykk**

Slokkeverktøy	Trykk [bar]	Strømningsrate [l/min]
Cobra skjærsløkker	200	49
	260	57
Slokkespiker (attack)	7	55
	21	95
Slokkespiker (begrensning)	7	55
	21	90
Strålerør bred stråle	5	140

**Tabell 2-2 Hastighet og gjennomsnittlig dråpediameter ved ulike avstander**

Slokkeverktøy	Trykk	Avstand [m]	Diameter [µm]	Hastighet [m/s]
Cobra skjærsløkker	200	8/10/15	157 /174 /174	- /6 /4
	260	8/10/15	160 /170 /196	- /7 /5
Slokkespiker (attack)	7	4	1000	< 1
	21	4	900	1
Slokkespiker (begrensning)	7	2	800	<1
	21	2	700	1
Strålerør bred stråle	8	4	900	1

Fra resultatene kommer det tydelig fram at kastelengden for skjærsløkkeren er lengre og dråpestørrelsen betydelig mindre enn for de andre sløkkeverktøyene. Basert på tallene i tabellen over vil vanndråper fra en skjærsløkker samlet sett ha omtrent 5 ganger større dråpeoverflate enn et av de andre sløkkeverktøyene med samme mengde vann. Denne store overflaten gjør at dråpene fordampner lettere, trekker varme fra brannen og inertiserer luften rundt brannen.

#### Bruksområder

Skjærsløkkeren ble opprinnelig laget for å kunne slukke skipsbranner utenfra, men har etter hvert fått et bredere bruksområde. Skjærsløkkeren brukes ofte til å slukke branner, eventuelt kjøle ned branngasser, fra utsiden av et brannrom. Dette kan gjøres som en ren slukkeinnsats, eller være en forberedelse før røykdykkere skal gå inn i et rom. En

skjærslommer har ikke samme fleksibilitet og strålingsbeskyttelse som en vannslange med strålerør, og brukes derfor sjelden som eneste slukkeverktøy i en brann.

Den lange kastelengden kombinert med bevarelse av små vandrdåper gjør skjærslommeren også egnet til slokking av brann i store, lange rom fra utsiden. Det påpekes imidlertid at for avstander større enn 25-30 m, og areal større enn 600 m<sup>2</sup> er det mer effektivt å slukke fra flere steder samtidig [9,21–23].

### **Skjæreegenskaper**

Skjærslommerens skjæreegenskaper er unik da ingen andre slukkeverktøy har noe tilsvarende. Skjærslommeren skjærer gjennom panelvegger og trebjelker kun med vannstrålen i løpet av sekunder. For å skjære gjennom tykkere materialer, samt jern og betong, tilsettes jernspon til strålen.

### **Sikkerhet**

På grunn av den kraftige strålen er det viktig at personer ikke blir truffet av strålen på kort avstand. På 5 meters avstand vil det kunne være smertefullt å bli truffet av strålen, mens den på 7 meters hold regnes som trygg, selv med bar hud [22].

### **Erfaringer**

Et svensk prosjekt [24] har vurdert effekten av skjærslommer ved 79 reelle innsatser. Under følger hovedkonklusjoner fra prosjektet:

- I 30 av tilfellene ble det vurdert at skjærslommeren hadde en avgjørende eller stor effekt på resultatet.
- Det ble opplevd en økt trygghet i 57 av 79 innsatser.
- I 37 av tilfellene ble det vurdert at bruk av skjærslommeren resulterte i mindre vannskader enn ved konvensjonell slokking.
- I 32 av tilfellene ble det vurdert at bruk av skjærslommeren resulterte i mindre miljøpåvirkning enn ved konvensjonell slokking.

At skjærslommeren hadde en stor påvirkning på utfallet av brannen skyldtes at brannen ble slått ned i større grad på et tidlig tidspunkt, både på grunn av skjærslommerens slokkeegenskaper, men også ved at slukkeinnsats i mange tilfeller kunne iverksettes raskere.

Økt trygghet kom av at en større del av arbeidet kunne utføres fra utsiden, og antall røykdykkerinnsatser ble som en følge av dette redusert. Effektiv slokking både med tanke på tid og vannmengde per minutt bidro til mindre vannskader, og til mindre forurenset slukkevann enn ved konvensjonell slokking.

## **2.3.2 Tilsetningsstoffer**

### **2.3.2.1 Skum**

Det vanligste tilsetningsstoffet er et skumkonsentrat som blandet med vann gir skum. Skum har en rekke egenskaper som er fordelaktige med tanke på å slukke en brann. Skummet reduserer overflatespenningen til vannet, noe som gjør at det fukter bedre. I tillegg har skum økt viskositet slik at det ikke så lett renner vekk. Når skummet forblir på overflater hindrer det at pyrolysegasser antennes, samtidig som det hindrer varmestråling fra brannen til overflaten [25].

Skum deles normalt inn i kategorier etter hva forholdet mellom skumkonsentrat og vann er. Tungt skum har en ekspansjonsfaktor på opptil 20, medium skum har fra 20 til 200, og lettskum har en ekspansjonsfaktor fra 200 – 1000. Sistnevnte er godt egnet til å fylle opp rom svært raskt.

Den mest vanligste måten å lage skum på er å blande skumkonsentrat og vann, og at selve skummet lages i munnstykket (enten strålerør eller egne skumrør). En annen måte er å blande skumkonsentrat, vann og trykkluft slik at det er selve skummet som går gjennom slangene. Dette kalles CAFS, eller *compressed air foam system*, og det står mer om dette i kapittel 2.3.2.2.

Tidligere studier viser at innblanding av skum kan medføre følgende ulemper og fordeler [3,26]:

Fordeler:

- Skum bryter ned overflatespenningen til vannet, slik at det fukter bedre. I tillegg kleber skum bedre til overflater enn hva vann gjør, og har dermed en bedre kjøleende effekt.
- Tildekking av en overflate med skum gir beskyttelse mot stråling.
- Det er mindre sannsynlighet for reantenning fordi overflater effektivt kjøles ned, og et beskyttende lag med skum skjerner for stråling.

Ulemper:

- Skumstrålen gir ikke den samme beskyttelsen mot en flammefront som det vann fra et strålerør kan gi.
- En skumstråle har mindre kastelengde enn vann.
- Ved bruk av skum, kan tekniske undersøkelser i etterkant av brannen først gjennomføres når skummet har gått i oppløsning.
- Skum kan gjøre gulv glatte.
- Mange typer B-skum inneholder miljøskadelige fluorforbindelser.

### 2.3.2.2 CAFS

I Norge er CAFS et forholdsvis nytt verktøy, mens det i blant annet USA og Canada har blitt brukt i mange år for å beskytte bygninger i forbindelse med skogbranner.

#### **Bruksområder**

Opprinnelig ble CAFS benyttet som et preventivt tiltak for å beskytte bygninger som kunne eksponeres for skogbrann. Etter hvert har bruksområdene blitt stadig utvidet. I dag brukes det til de aller fleste typer branner, og har vist seg å være effektiv i en rekke ulike branner og bygninger. CAFS er godt egnet i områder hvor vanntilgangen er begrenset, eller hvor det er behov for lange slangeutlegg [27–29].

#### **Slokkeeffekt**

Den gasskjøleende effekten til CAFS er ikke like framtrødende som for en skjærslokke, siden strålen er mer samlet, noe som beskytter vandrdåpene og gir liten overflate per volum. Best slokkeeffekt oppnås derfor ved å «pensle» varme overflater. De varme overflatene vil da fordampe vannet, og overflaten til skummet blir i tillegg større, noe som øker interaksjonen mellom varm gass og skum, som bidrar til økt fordamping. Fordampingen av vann ved denne effekten er imidlertid ikke like rask som fordampingen ved vanntåke i luft, og det vil ikke oppstå en «vegg» av damp, som kan være tilfelle ved bruk av vanntåke. Når skum har blitt påført veggene har det en kjøleeffekt på grunn av fordampingen, som igjen reduserer avdampingen av pyrolysegasser [27].

## Erfaringer

I tillegg til de generelle fordelene og ulempene ved bruk av skum har man gjennom mange års bruk av CAFS gjort følgende erfaringer [27–29]:

### Fordeler

- CAFS har en rekke ulike bruksområder ved at ulike munnstykker kan settes på etter behov.
- Brannen begrenses oftere til startbrannrommet.
- Vannforbruket reduseres. Effektiviteten ligger i raskere slokking, ikke nødvendigvis mindre vannstrøm.
- Når mye luft blandes inn i skummet, blir slangene lettere, noe som gir en større fleksibilitet og mulighet for en raskere forflytning.
- På grunn av mindre vann per volum kan CAFS pumpes dobbelt så høyt som kun vann med samme trykk. Dette gir en lengre kastelengde, som gjør at slokking kan utføres på en tryggere avstand.
- På grunn av mindre fordamping av vann, forblir sikten bedre, som igjen fører til mer effektiv slokking.
- Det er normalt mindre behov for etterslokking. I tilfeller der etterslokking kreves, er det lett å se hvor det fortsatt brenner, fordi skummet forsvinner.
- Man kan i større grad slokke en brann uten å gå inn i rommet.

### Ulemper

- Slangen er ikke like godt beskyttet mot varme som en vanlig brannslange fordi mye av volumet består av luft.

## 2.3.3 Branngel

Branngel (engelsk: fire retardant gel) ble først brukt i USA rundt 1960 for bekjempelse av skogbranner. Pulver av ulike typer tilsettes til vann, og gjør blandingen tyktflytende og geleaktig. Forsøk gjort i laboratorier har vist at branngel er flere ganger bedre å bruke enn bare vann når det gjelder å hindre antennelse og brannspredning. Pulveret som brukes for å danne gelen er som oftest forskjellige polymerer eller leirepartikler. For flere av disse er det vist at de ikke har noen negativ innvirkning på miljøet, og det er vist at minimalt med vann trengs for å hindre antennelse over lengre tid. Ettersom gelen blir utsatt for varme, vil vannet fordampe fra gelen, men med kortvarige vannstøt mot den beskyttete flaten, vil gelen bli forsterket [30,31].

Det antas at gel også vil ha en god effekt med tanke på å forhindre spredning av brann i tett trehusbebyggelse. Det er imidlertid behov for mer forskning for å bekrefte dette, og man bør også sammenligne effekten av gel med effekten av ulike typer skum.

SP Fire Research (SPFR) har tidligere gjort enkle tester som viser at branngel har en god virkning til å motstå brannspredning til ikke antent materiale. Dette kan være spesielt nyttig i branner med fare for utvendig spredning [32].

## 2.4 Utvendig innsats

En nederlandsk studie har undersøkt hvordan ulike slokkeverktøyer (bl.a CAFS, skjærslokker og slokkespiker) kan senke røykgasstemperaturen i ulike brannrom ved innsats fra utsiden [33]. Studien presenterer blant annet følgende konklusjoner:

- Når en utvendig innsats blir rettet direkte mot brannen eller svært nær brannen klarer alle de testede slokkeverktøyene å slå ned brannen. En innvendig etterslokking må imidlertid utføres for å slokke brannen fullstendig.

- Etter etterslokking er utført kan brannen ta seg opp igjen, og innvendig slokking bør skje innenfor et tidsrom fra 60 – 300 sekunder etter etterslokking opphører.
- Når en utvendig innsats er rettet mot et naborom til brannen, er det mye vanskeligere å ta ned brannen tilstrekkelig. CAFS klarte dette i ett av to tilfeller.
- Når utvendig brann blir rettet mot et rom som befinner seg mer enn ett rom fra brannrommet har innsatsen ingen innvirkning på brannen.
- Når en utvendig innsats er rettet direkte inn i brannrommet, fungerer alle slokkeverktøy til å redusere temperaturen til under 150 °C.
- Når en brann befinner seg langt inne i et rom vil kun slokkeverktøy med lang kastelengde fungere (CAFS, skjærslokker).
- Forhold for personer inne i bygningen vil i liten grad forbedres siden det er CO som utgjøre den største trusselen, men ikke forverres.

En fremskutt enhet er en liten og rask mannskapsbil, som er bemannet av 2-3 personer. Bilen kan normalt kjøres med førerkort klasse B (personbil), og kan være utstyrt med blant annet vifter, skjærslokker og/eller CAFS og infrarød kamera m.m. Med dette utstyret er det mulig å starte utvendig slokking med skjærslokker eller CAFS før hovedinnsatsstyrken ankommer.

Erfaringer fra Sverige [34] viser at en fremskutt enhet når fram 3-4 minutter raskere enn de ordinære brannbilene. Den raske innsatsen reduserer behovet for røykdykking, og i tilfeller hvor røykdykking er nødvendig, er forholdene mer under kontroll og mindre farlige (lavere temperatur) i det røykdykkerne går inn. Dette kan gi en mer effektiv og sikker innsats.

## 2.5 Diskusjon

Litteraturen gir god informasjon om erfaringer ved bruk, både fordeler og ulemper, med ulike slokkeverktøy. Samtidig finnes det svært få studier som har sammenlignet slokkeverktøy. Det er derfor utfordrende å si noe konkret om hvorvidt en type slokkeverktøy egner seg bedre i et brannscenario enn et annet.

Veiledningen om røyk- og kjemikaliedykking legger grunnlaget for hvordan en røykdykkerinnsats kan utføres. Det anbefales at det er minimum 2000 liter vann tilgjengelig, og at vannslangene som tas med inn i et røykfylt bygg bør ha en kapasitet på 200 – 300 l/min. I praksis betyr dette at man må bruke strålerør med vann med eller uten skumkonsentrat. For å kunne fravike fra anbefalingene er det viktig å kunne dokumentere at valgt løsning er minst like god som anbefalt løsning. Fordi det er ressurskrevende å dokumentere at en alternativ slokkemetode er tilsvarende god som anbefalinger i veiledningen, virker veiledningen begrensende på valg av hvilke slokkeverktøy som kan brukes.

Nyere slokkeverktøy utnytter vannets slokkeegenskaper bedre enn strålerør, og vannkapasiteten vil aldri kunne bli 200-300 l/min, og fraviker dermed fra veiledningsteksten. På grunn av at det er vanskelig å dokumentere at nye slokkeverktøy har like gode slokkeegenskaper som strålerør, blir de nye slokkeverktøyene derfor sjelden brukt ved røykdykking.

I denne kartleggingen har vi kun sett på sentrale veiledninger, og det er ikke vurdert eventuelle lokale bestemmelser og prosedyrer. Det kan være at lokale bestemmelser har strengere retningslinjer enn sentrale veiledninger, men sett i lys av målene for prosjektet ble dette sett på som mindre relevant.

Litteraturen som ligger til grunn for skjærsløkkeren i kapittel 2 er i stor grad forskningsrapporter fra Norge og Sverige, som ikke har blitt fagfellevurdert og publisert i vitenskapelige journaler. Grunnen til at nettopp svenske rapporter har blitt valgt, er at Sverige er langt framme når det gjelder bruk av nye sløkkeverktøy. Skjærsløkkeren er eksempelvis oppfunnet i Sverige, og utbredelsen og bruken av skjærsløkker er av den grunn høy i Sverige.

Det har blitt søkt i vitenskapelige databaser (ScienceDirect, Google Scholar og Scopus) på søkeordene *cutting extinguisher*, men få studier er publisert gjennom vitenskapelige databaser når det gjelder skjærsløkker. De publikasjonene som imidlertid ble funnet i de vitenskapelige databasene viste seg å ikke være relevante for denne studien.

Siden de gjennomgåtte rapportene ikke er fagfellevurderte, har vi kritisk vurdert rapportenes innhold og kvalitet.

## 3 Spørreundersøkelse om brannvesenets erfaringer med ulikt sløkkeutstyr

### 3.1 Forskningsmetode

DSB har i samarbeid med SP Fire Research gjennomført en spørreundersøkelse knyttet til dette prosjektet. Undersøkelsen ble gjennomført elektronisk ved hjelp av verktøyet SurveyXact i perioden 31.mai – 21. juni 2016. Spørreundersøkelsen ble distribuert til alle landets 269 brannvesen. Av disse var det 196 som besvarte undersøkelsen, noe som gir en svarprosent på 73 %.

Spørsmålene og utformingen av undersøkelsen er utarbeidet i samarbeid mellom DSB, SP Fire Research og NBLF. DSB har gjennomført undersøkelsen og utført den statistiske analysen. Alle svar i undersøkelsen er registrert og behandlet elektronisk, og er behandlet i SurveyXact og i SPSS Statistics, som er et program for statistisk analyse.

DSB sine analyser av resultatene finnes i sin helhet i Vedlegg C. I kapittel 3.2 er enkelte funn fra DSBs rapport trukket ut og diskutert.

### 3.2 Resultater

#### Kjennskap til utstyr

81 % av alle brannvesen har kjennskap til skjærslokker med vann. For CAFS med strålerør er andelen 70 %. Av de brannvesenene som verken har tilgang på, eller kjennskap til dette utstyret, er dette i all hovedsak deltidsbrannvesen og brannvesen uten fast vaktordning, se Tabell 3-1. Vi går ut fra at samtlige har hørt om sløkkeutstyret CAFS og skjærslokker og at kjennskap til betyr kunnskap om praktisk bruk av disse.

**Tabell 3-1 Andel brannvesen som ikke har kjennskap til CAFS og skjærslokker fordelt på type vaktordning**

Type vaktordning	Ikke kjennskap til	
	CAFS	Skjærslokker
Døgnkasernering (N = 35)	1 (3 %)	1 (3 %)
Dagkasernering (N = 16)	1 (6 %)	1 (6 %)
Dreiende vakt deltid (N = 73)	31 (42 %)	15 (21 %)
Mannskaper uten fast vaktordning (N = 62)	18 (29 %)	13 (21 %)
Totalt (N = 186 <sup>1</sup> )	51 (27 %)	30 (16 %)

#### Besittelse av utstyr

Av rapporten utarbeidet av DSB kommer det fram at 30 % av brannvesenene har en eller flere kombinasjoner med CAFS (se Tabell 3-2). 8 % har alle tre kombinasjoner (skumrør, sløkkespiker, strålerør).

Det er en sammenheng mellom ulike typer vaktordning og hvorvidt de har CAFS. Fordelingen ser slik ut:

<sup>1</sup> Grunnen til at N = 186 avviker fra N = 193 skyldes at enkelte ikke har avgitt svar på dette spørsmålet.

**Tabell 3-2 Andel brannvesen som har CAFS fordelt på type vaktordning**

<i>Type vaktordning</i>	<i>Andel som har CAFS</i>	<i>Antall</i>
Døgnkasernering (N = 36)	58 %	21
Dagkasernering (N = 16)	56 %	9
Dreiende vakt deltid (N = 78)	22 %	17
Mannskaper uten fast vaktordning (N = 63)	16 %	10
Totalt (N = 193)	30 %	56

19 % av brannvesenene i undersøkelsen hadde skjærslokker (se Tabell 3-3).

**Tabell 3-3 Andel brannvesen som har skjærslokker fordelt på type vaktordning**

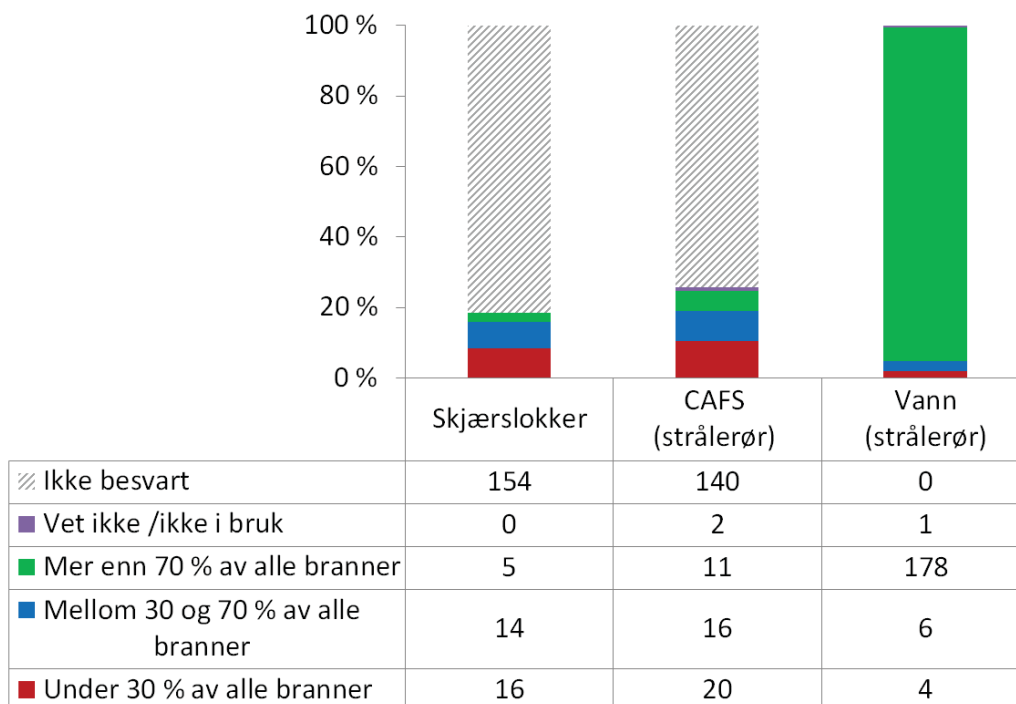
<i>Type vaktordning</i>	<i>Andel som har skjærslokker</i>	<i>Antall</i>
Døgnkasernering (N = 36)	42 %	15
Dagkasernering (N = 16)	38 %	6
Dreiende vakt deltid (N = 78)	17 %	13
Mannskaper uten fast vaktordning (N = 63)	5 %	3
Totalt (N = 193)	19 %	37

Her er det også sammenheng mellom type vaktordning og andel som har skjærslokker. Selv om et døgnkasernert brannvesen har en skjærslokker eller CAFS tilgjengelig, betyr det ikke at alle brigadene har det tilgjengelig. Eksempelvis har Trøndelag brann- og redningstjeneste i Trondheim skjærslokker på én bil (per juli 2016). For at skjærslokkeren da skal kunne tas i bruk, er det nødvendig at denne ene bilen rykker ut til den aktuelle brannen. Siden de ulike brigader har ansvarsfelt i ulike områder i byen, vil denne bilen kun rykke ut når et hus brenner i brigadens område, eller for ekstra store branner der det kreves mannskaper fra flere brigader.

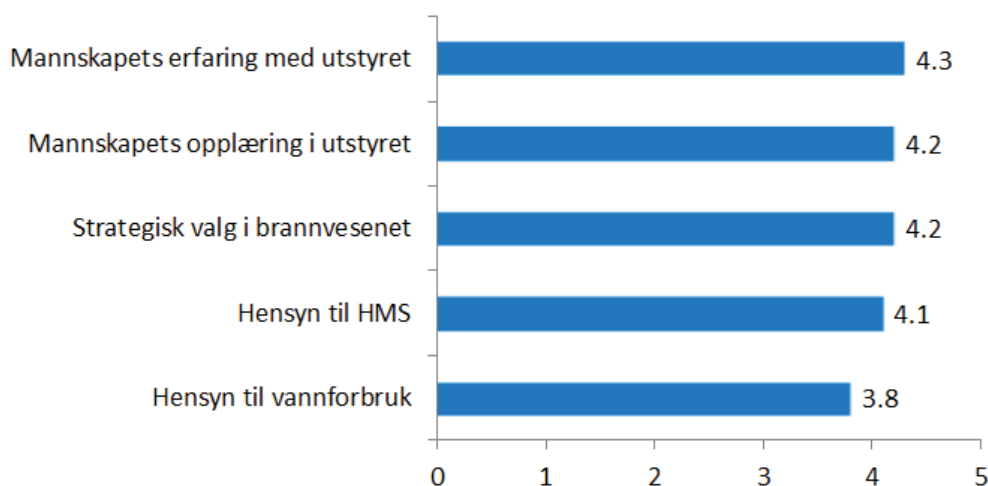
#### **Bruk av utstyr**

I Figur 3-1 ser vi at omtrent samtlige brannvesen benytter strålerør i mer enn 70 % av brannene. Til sammenligning ser vi at både CAFS og skjærslokker benyttes vesentlig mindre. Kun 5 av 35 (14 %) benytter skjærslokker og 11 av 47 (23 %) benytter CAFS i mer enn 70 % av branntilfellene.





**Figur 3-1** Fordeling av hvordan ulike slukkeverktøy brukes blant de som har utstyret tilgjengelig i sitt brannvesen.



**Figur 3-2** Faktorer som brannvesenene legger til grunn for valg av slukkeverktøy i hver enkelt brann, på en skala fra 1 til 5 hvor 5 er viktigst.

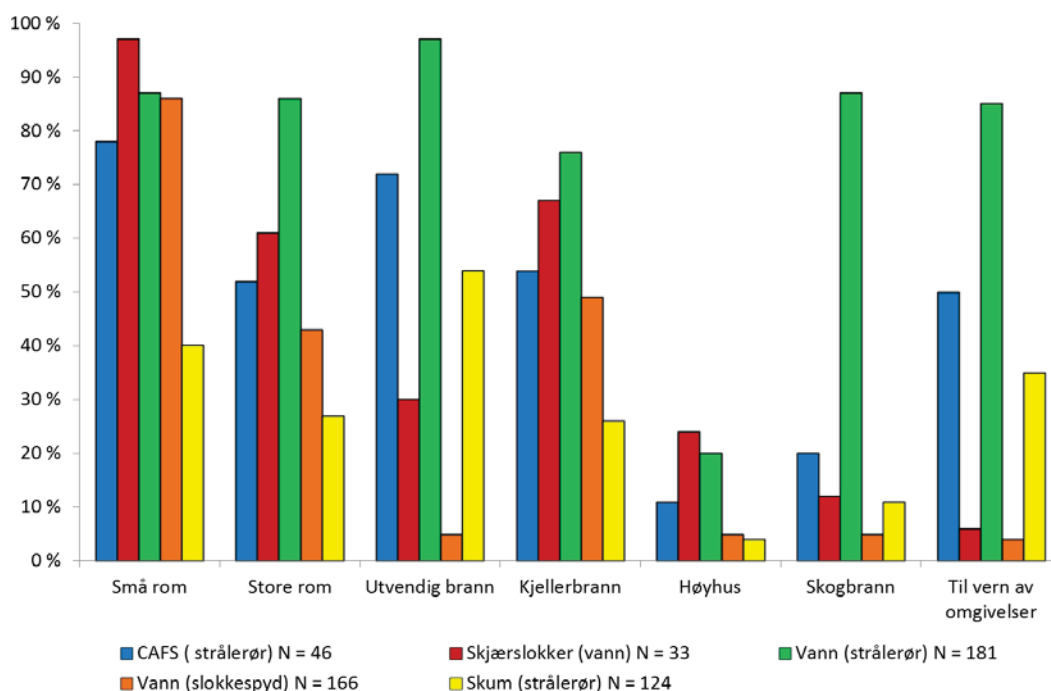
Figur 3-2 viser at det er flere faktorer som veier tungt når man skal velge utstyr.

Når det gjelder de som har CAFS (strålerør) (N = 48), har 88 % av disse brukt dette til førsteinnsats, 35 % har brukt det under røykdykking og 42 % til etterslokking.

Av de som har skjærslokker (N = 34) har av 100 % brukt det til førsteinnsats, 15 % har brukt det under røykdykking og 44 % har brukt det i etterslokkingsarbeid.

Figur 3-3 viser i hvilke tilfeller brannvesenene har erfaring med bruk av ulike slukkeverktøy. Ut fra oversikten ser vi at de aller fleste brannvesen har erfaring med bruk av vann (strålerør) til de aller fleste branntilfeller. Når det gjelder skjærslokker har man erfaring med denne hovedsakelig for innsats i små rom (97 %), store rom (61 %) og kjellerbranner (67 %). CAFS-brukere har erfaring med dette i små rom (78 %), store rom (52 %), utvendig brann (72 %), kjellerbranner (54 %) og til vern av omgivelser (50 %). Skum (strålerør) har erfaring med dette i små rom (40 %), store rom (27 %), utvendig brann (54 %) og kjellerbranner (26 %). Høyhus har erfaring med dette i små rom (11 %), store rom (24 %) og utvendig brann (20 %).

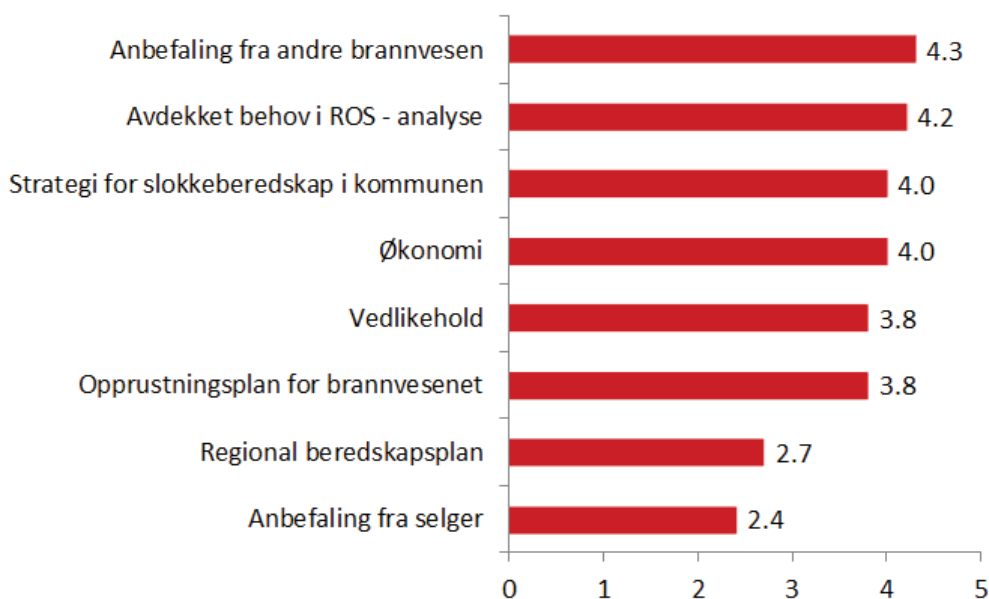
Selv om få har erfaring med skjærslokker ved brann i høyhus, er prosentandelen likevel høyere enn for de andre slukkemetodene, men grunnet det lave antallet brannvesen som har oppgitt sine erfaringer med skjærslokker (N= 33) vil små variasjoner få store utslag i prosent.



**Figur 3-3 Oversikt over hvilke scenarioer de ulike slukkeverktøyene brukes. N angir hvor mange som har avgitt svar.**

### Grunnlag for anskaffelse

I undersøkelsen har brannvesenet gitt ulike faktorer viktighet når nytt utstyr skal kjøpes inn en karakter fra 1 til 5, hvor 5 er viktigst.



**Figur 3-4 Oversikt over hvilke faktorer som veier tyngst ved innkjøp av utstyr, på en skala fra 1 til 5, hvor 5 er viktigst.**

Av Figur 3-4 ser en at *anbefaling fra andre brannvesen* og *avdekket behov i ROS-analyse* er de faktorene som veier tyngst når det skal gjøres innkjøp. Videre er kommunens strategi og økonomi to viktige faktorer. *Anbefaling fra selger* er den faktoren som ifølge brannvesenet vektlegges minst.

### 3.3 Diskusjon

Spørreundersøkelsen viser at større brannvesen har god kjennskap til CAFS og skjærslukker. De som ikke kjenner til disse typene av utstyr er i hovedsak deltidsbrannvesen og brannvesen uten fast vaktordning. Disse har ofte begrensede ressurser, og det er ikke overraskende at de ikke har oversikt over alt slokkeverktøy som finnes på markedet.

Fra Figur 3-1 kommer det fram at av de brannvesenene som har skjærslukker og CAFS tilgjengelig, er det kun 5 av 35 (14 %) som benytter skjærslukker, og 11 av 47 (23 %) som benytter CAFS i mer enn 70 % av alle brannene, og henholdsvis 46 % og 77 % som benytter slikt utstyr i mindre enn 30 % av alle brannene. Datagrunnlaget for disse tallene er ikke tilstrekkelig til å konkludere sikkert, men det gir en indikasjon på at mange brannvesen som har CAFS og skjærslukker bruker disse verktøyene i liten grad.

Oversikten i Figur 3-2 viser at mannskapenes erfaring og opplæring med utstyret er to svært viktige faktorer for valg av utstyr ved en brann. Dette underbygger hypotesen om at skjærslukker og CAFS i mange tilfeller ikke blir brukt fordi mannskapets opplæring og erfaring med utstyret ikke er tilstrekkelig. Hvis man ikke kjenner så godt til hvordan et utstyr fungerer, er det ikke tid til å finne det ut når det først brenner, da går man ofte for det utstyret man er kjent med. For at nytt utstyr skal tas i bruk i større grad, er det derfor svært viktig at det øves med dette utstyret, og at man passer på å bruke det i de reelle situasjoner der det kan brukes, slik at mannskapet også får øvd seg i praksis og opprettholdt kunnskapen.

I undersøkelsen kommer det også fram 5 av 34 (15 %) har brukt skjærslukker og 17 av 48 (35 %) har brukt CAFS til røykdykking. Ifølge veiledningen om røyk- og kjemikaliedykking har ikke disse verktøyene nok slagkraft til at de kan brukes under

røykdykking. Det ville derfor vært interessant å undersøke hvilken dokumentasjon som ligger til grunn for å anse skjærslokker og CAFS som trygge ved røykdykkerinnsats.

I Figur 3-4 vurderes hvilke faktorer som veier tyngst ved innkjøp av utstyr. Siden både faktorer som: *avdekket behov i ROS-analyse*, *strategi for slokkeberedskap i kommunen*, og *opprustningsplan for brannvesenet*, spiller viktige roller når nytt slokkeutstyr skal kjøpes inn, indikerer dette at utstyr i stor grad kjøpes inn etter behov avdekket fra kommunens perspektiv. Det er noe overraskende at *regional beredskapsplan* ikke har større betydning enn 2,7 av 5. Regional beredskapsplan utarbeides ofte på fylkesnivå, og omfatter flere kommuner. En konsekvens av at innkjøp ikke styres av den regionale beredskapen vil være at ulike kommuner kan ende opp med utstyr som ikke er kompatible med hverandre, for eksempel at slangesystemer og koblinger ikke passer sammen. Dette er uheldig i tilfeller der brannmannskaper fra ulike kommuner må samarbeide.

Denne spørreundersøkelsen har gitt mye god informasjon om kjennskap til, erfaring med og bruk av ulike typer slokkeverktøy. Det kan være interessant å gå mer i dybden av spørreundersøkelsen med fokus på enkelttemaer for å få enda bedre oversikt over status og muligheter innenfor slokking.

I arbeidet med å kartlegge hvilke slokkeverktøy som er tilgjengelig og blir brukt, samt rutiner som er utarbeidet for disse, ble det sendt ut en spørreundersøkelse til brannvesenene. Det er disse som sitter på førstehåndserfaringer med hvilke slokkeverktøy som benyttes og hvorfor, og er i så måte en viktig kilde til informasjon.

Fordelen med å gjennomføre en kvantitativ undersøkelse er at vi får fanget opp generelle trender i Norge, og den gir et bilde på hvordan nye slokkeverktøy fungerer som et supplement til konvensjonell slokking med strålerør. En kvalitativ tilnærming kunne gitt oss mer kunnskap om hvilke utfordringer brannvesenet treffer på i denne forbindelse, og hvilke kompensierende tiltak de har iverksatt.

Undersøkelsen hadde en svarprosent på 73 %. Det betyr imidlertid ikke at alle spørsmål er besvart av så mange. Enkelte spørsmål, for eksempel om bruk og erfaring av visse typer slokkeverktøy, har en lavere svarprosent, fordi spørsmålet kun er stilt til brannvesen som har bekreftet at de har dette utstyret. Dette gjør at enkelte resultater gir gode indikasjoner på hvordan situasjonen er, men at man ikke kan konkludere helt sikkert.

I spørreundersøkelsen var det også et felt for ytterligere kommentarer fra respondentene. Dette ble inkludert for å la respondentene nyansere sine svar, eller komme med meninger som ikke kom fram i de andre spørsmålene.

## 4 Erfaringer fra deltagelse ved nedbrenning av hus i regi av brannvesen

### 4.1 Forskningsmetode

Gjennom samarbeidet med NBLF, har SPFR deltatt ved nedbrenning av hus i forbindelse med øvelser i tre ulike brannvesen. Før selve nedbrenningen ble det utført tester der rom for rom ble tent på og slokket med ulike slokketeknikker. SP Fire Research stilte med måleinstrumenter for å måle gasstemperaturen oppunder taket gjennom forløpet av testene.

Det ble gjennomført slokketester i overtent rom med bruk av slukkeverktøyet gjennom vegg for skjærslokker, slokkespiker, pulverapparat og CAFS. I tillegg ble det gjennomført innvendig slokking med CAFS og konvensjonelt strålerør innvendig, og CO<sub>2</sub>-apparat og skum indirekte der slokkemiddelet ble påført i naborommet. Testene ble gjennomført med lite føringer fra vår side, men vi fikk presentert mange ulike slokkemetoder og har dermed dannet oss et grunnlag for å utvikle tester. Nærmere beskrivelse av de enkelte testene og resultatene er presentert i vedlegg A.

### 4.2 Diskusjon

Generelt sett kan man si at branner i små og relativt lukkede rom ikke er noen utfordring for de testede slukkeverktøyene. Her har brannvesenet direkte tilgang til rommet gjennom yttervegg eller fra naborom. I disse forsøkene har alle slokkemetodene senket temperaturen, og de fleste slokket brannene innen et halvt minutt. Det er likevel interessant å se nærmere på testoppsettene der vi testet indirekte slokking, fordi vi ser større variasjon mtp. effekt fra slukkeutstyr til slukkeutstyr. I videre arbeid bør slokking i mer komplekse romkonfigurasjoner undersøkes (flere rom i brann, korridor osv.), og slokking i større rom der startbrannen er mer skjult enn i de testene som har vært gjennomført her.

Dette er realistiske tester i og med at de er gjennomført i vanlige hus. Testene er i liten grad reproducerbare, og vi hadde liten kontroll med alt materiell som brant, og ventilasjonsforholdene fra test til test. Dette er ment som et supplement til laboratorietestene, for å undersøke hvordan det kan være fornuftig å utforme et standardisert testoppsett for utprøving av slukkeutstyr.

## 5 Laboratorieforsøk

Vi har utført flere tester for å undersøke hypotesene i dette prosjektet. Testene kan grovt deles inn i to deler. Del 1 var sammenligningstester mellom skjærslokker og slokkespiker for nedkjøling av brannrom før innvendig innsats, mens del 2 var sammenligningstester mellom skjærslokker, CAFS, motorsag og strålerør, og slokkespiker i hulromsbranner.

### 5.1 Sammenligning mellom skjærslokker og slokkespiker for nedkjøling av brannrom før innsats

#### 5.1.1 Forskningsmetode

I perioden 14. – 17. mars 2016 ble det utført totalt 8 tester på TBRT sitt øvingsområde på Sandmoen i Trondheim hvor effekten av skjærslokker ble sammenlignet med effekten av slokkespiker.

##### Hensikt

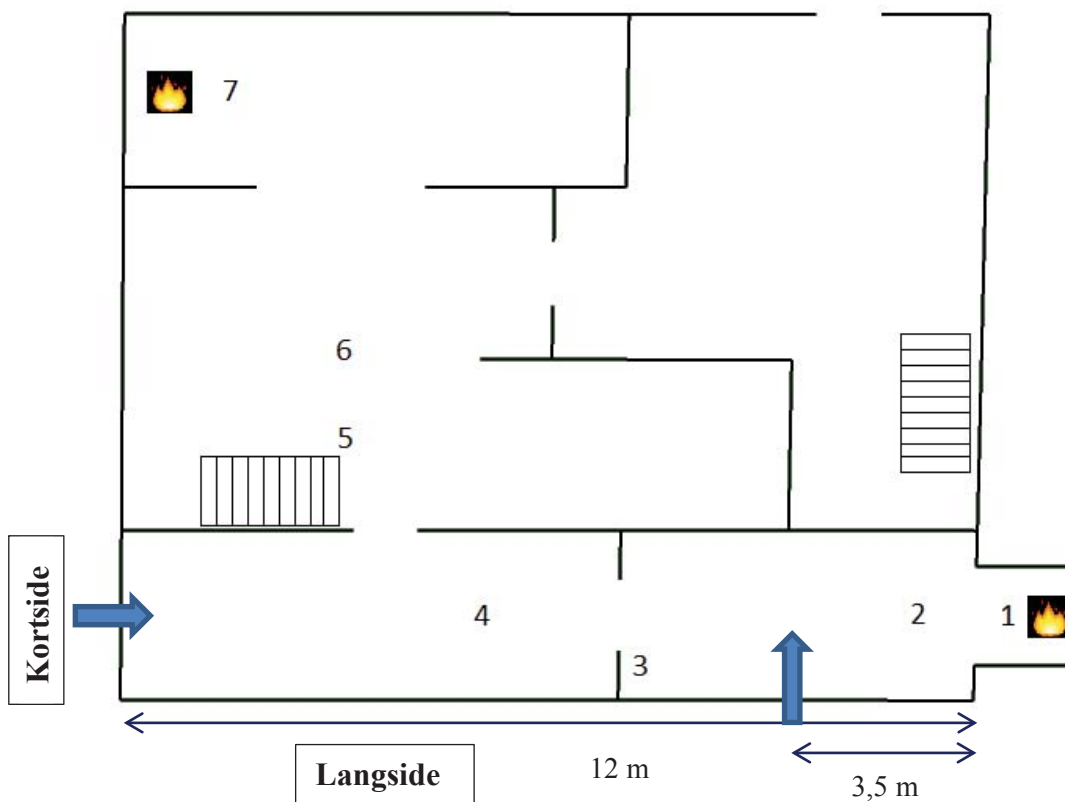
Målet med testene var å dokumentere kjøleeffekten av skjærslokker og slokkespiker i et brannrom ved utvendig innsats gjennom veggen .

##### Testoppsett

Testoppsettet bestod av seks containere, fire i bunnen og to på toppen (se Figur 5-1). Det ble fyrt opp to bål, bestående av trepaller. Se Figur 5-2 for plantegning. Alle dører innad i containerne var åpne.



Figur 5-1 Kontainerbrakker hvor branntestene ble gjennomført.



**Figur 5-2** Plantegning over testtrigen. Tallene indikerer posisjoner til termoelementene. Alle termoelement var plassert i takhøyde, bortsett fra nr. 3 som var ca. 1,2 meter over gulvet. De blå pilene viser angrepsvei for slokkemannskapene, flammesymbolene markerer bålenes posisjoner.

### 5.1.2 Utførelse

Det ble påført vann både fra kortsiden og fra langsiden (se de blå pilene i Figur 5-2). Kortsiden befant seg 12 meter fra bålet. Her ble det benyttet skjærslukker og slokkespiker (attack), og disse ble rettet mot bålet. Fra langsiden ble skjærslukker og slokkespiker (attack og begrensnig) benyttet. Avstanden til bålet var 3,5 meter, og ingen av slokkeredskapene var rettet direkte mot bålet. Brannmannskapene bestemte i stor grad strategien for slokkingsarbeidet selv.

Tabell 5-1 Testmatrise

Test nr.	Slokkeverktøy	Slokking fra	Kommentar
1	Skjærslokker	Kortside/langside	Svært kortvarig påføring fra begge sider. Resultater ikke inkludert her.
2	Slokkespiker (attack)	Kortside/langside	Langvarig påføring fra begge sider. Intet sammenligningsgrunnlag. Resultater ikke inkludert her.
3	Skjærslokker	Kortside	3 min påføring
4	Slokkespiker	Kortside	5 min påføring
5	Skjærslokker	Langside	5 min påføring
6	Slokkespiker (attack)	Langside	> 5 min påføring
7	Skjærslokker	Kortside	5 min påføring
8	Slokkespiker (begrensning)	Langside	> 5 min påføring

Bilder av testoppsettet og gjennomføringen finnes i Figur 5-3 til Figur 5-9.



Figur 5-3 I enden av kontaineren til høyre ble det fyrte opp et bål av trepaller. Skjærslokker og slokkespiker ble benyttet i den gule firkanten på kortsiden og den gule sirkelen på langsiden.





**Figur 5-4** Skjærslokker benyttet fra kortside



**Figur 5-5** Skjærslokker benyttet fra langsiden



**Figur 5-6** Skjærslokker fra Cobra Coldcut system.



**Figur 5-7** Demonstrasjon av skjærslokkeren i friluft. Kastelengden er omtrent like lang som en kontainerlengde.



**Figur 5-8** Demonstrasjon av sløkkespiker (attack) i friluft. Kastelengden er kortere og strålen er bredere enn for skjærslokkeren.



**Figur 5-9** Demonstrasjon av sløkkespiker (begrensning) i friluft. Strålen danner en paraply, slik at den kaster både til siden og framover. Kastelengden er svært begrenset.

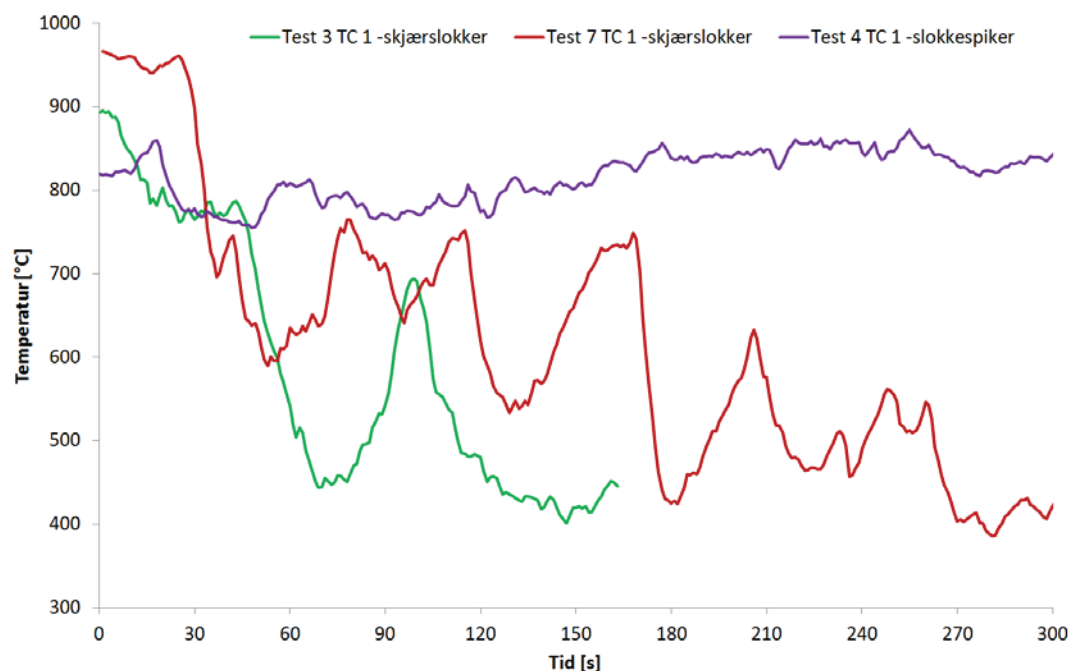
### 5.1.3 Resultater

Alle sløkkeredskapene bidro til å senke temperaturen i brannrommet, men effekten varierte. I Tabell 5-2 og Tabell 5-3 presenteres hovedresultatene for de ulike testene.

**Tabell 5-2 Avkjøling fra kortsiden. Tabellen oppgir gjennomsnittstemperatur og standardavvik. Plassering av de ulike termoelementene er vist i Figur 5-2.**

Test 3 skjærslokker	Start-temp (°C)	Slutt-temp. (°C)	Avkjøling (°C)	Tid påført (mm:ss)
Termoelement 1-3	557 ± 318	282 ± 151	275 ± 168	02:30
Test 7 skjærslokker				
Termoelement 1-3	618 ± 328	227 ± 175	391 ± 153	05:00
Test 4 sløkkespiker (attack)				
Termoelement 1-3	522 ± 296	486 ± 349	35 ± 53	05:00

Tabell 5-2 presenterer temperaturmålinger, oppgitt som gjennomsnittstemperaturer og standardavvik, fra tre av de gjennomførte testene. Resultatene indikerer at skjærslokkeren har en bedre avkjølingseffekt enn sløkkespikeren. Sløkkespikeren har kun en marginal avkjølingseffekt, mens skjærslokkeren har en mer uttalt avkjølingseffekt. De oppgitte standardavvikene er relativt store, noe som sannsynligvis kommer av ulike avstander mellom brannen og de forskjellige termoelementene. Dette har vist seg i ulike temperaturnivå, men med lignende forløp.



**Figur 5-10 Temperaturkurve for termoelement 1 (TC 1) ved sløkking fra kortsiden av kontaineren.**

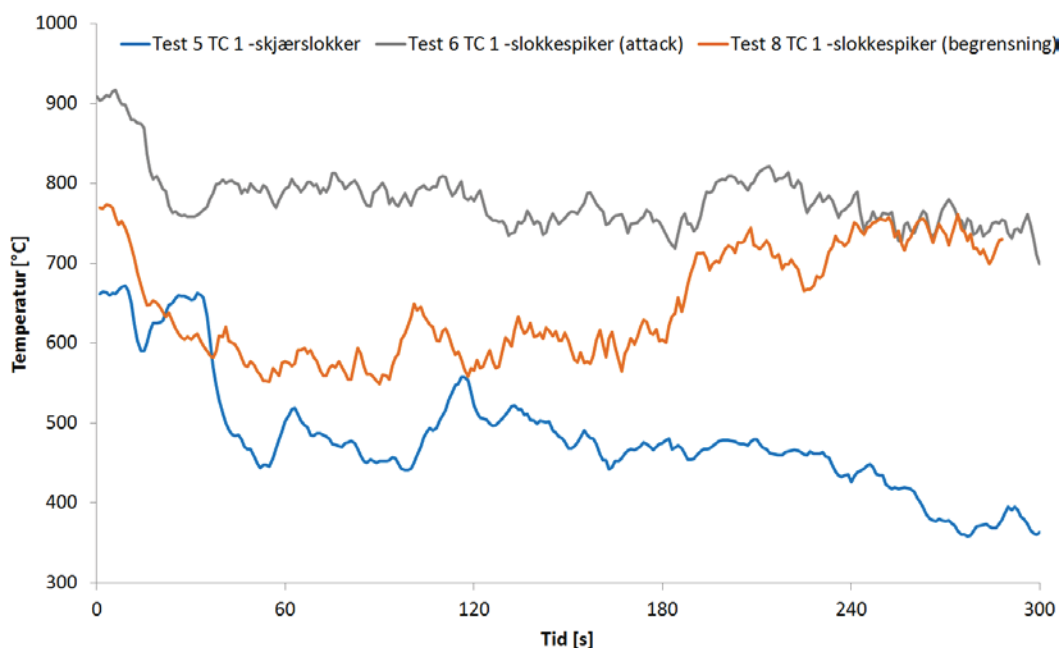
Figur 5-10 viser hvordan temperaturen synker når vann fra skjærslokkeren tilføres brannrommet. Temperaturen holder seg nokså jevn når sløkkespikeren er i bruk. Den

samme trenden ble observert også for termoelementene 2 og 3, mens termoelement 4 og 5 viste nokså lik temperaturutvikling for testene med slokkespiker og skjærslokker.

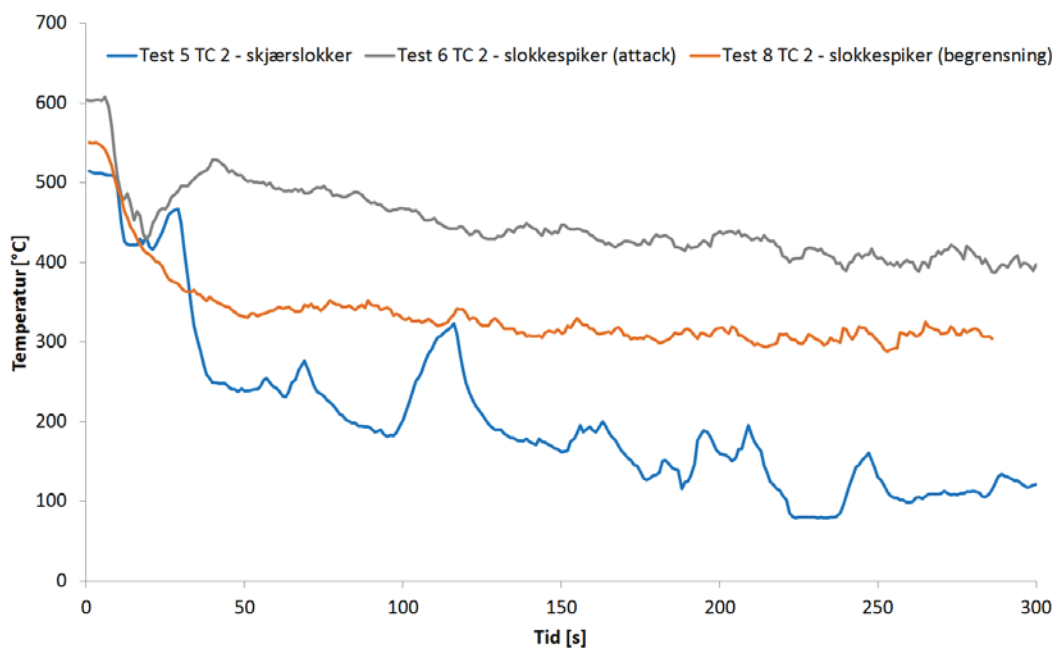
**Tabell 5-3 Avkjøling fra langside. Tabellen oppgir gjennomsnittstemperatur og standardavvik. Plassering av de ulike termoelementene er vist i Figur 5-2.**

Test 5 skjærslokker	Start-temp. (°C)	Slutt-temp. (°C)	Avkjøling (°C)	Tid påført (mm:ss)
Termoelement 1, 2 og 4	540 ± 104	225 ± 118	315 ± 72	05:00
<b>Test 6 slokkespiker (attack)</b>				
Termoelement 1, 2 og 4	657 ± 221	462 ± 263	195 ± 43	05:00
<b>Test 8 slokkespiker (begrensning)</b>				
Termoelement 1, 2 og 4	596 ± 155	429 ± 261	168 ± 110	05:00

Resultatene i Tabell 5-3 viser at slokkespikeren hadde en bedre kjøleeffekt når den ble anvendt fra langsiden, der innsatsen ble utført tettere på brannen. Skjærslokkeren hadde også her god effekt. Resultatene for termoelement 3 er ikke inkludert, fordi vannet traff termoelementet direkte.

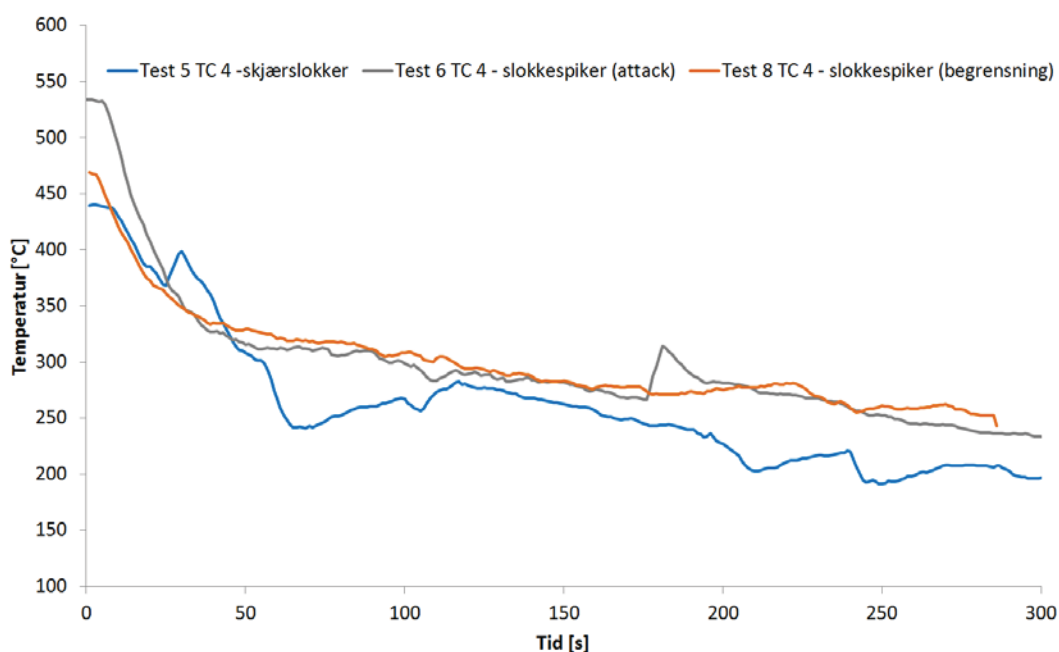


**Figur 5-11 Temperaturkurver for termoelement 1 (TC 1) ved slokking fra langsiden av kontaineren.**



**Figur 5-12** Temperaturkurver for termoelement 2 (TC 2) ved slokking fra langsiden av kontaineren.

Til tross for ulike starttemperaturer indikerer Figur 5-11 og Figur 5-12 at skjærslokkeren har en bedre avkjølingseffekt enn slokkespiker.



**Figur 5-13** Temperaturkurver for termoelement 4 ved slokking fra langsiden av kontaineren.

I Figur 5-13 er temperaturforløpet, målt av termoelement 4, ganske likt for de 3 ulike slokkeverktøyene.

#### 5.1.4 Diskusjon

Fra de utførte testene observeres ser man en trend, at bruk av både skjærsløkker og slokkespiker reduserer temperaturen når de brukes ved slokking av brann i et rom. Det er imidlertid en del forskjeller mellom resultatene fra de ulike systemene. Ved bruk av skjærsløkkeren ble temperaturen redusert i hele kontaineren, uavhengig av om den ble brukt fra langsiden eller kortsiden. Slokkespikeren hadde kun effekt når den ble brukt fra langsiden, men også her var effekten mindre enn for skjærsløkkeren.

Temperaturreduksjonen skjer hovedsakelig ved at vannet fordamper. Dette skjer når vanndråpene varmes opp av den varme lufta. I tillegg vil vann fordampe når det treffer de varme overflatene. Resultatene indikerer at det er hovedsakelig vanndråpene fra skjærsløkkeren som blir virvlet nok rundt og svever lenge nok til at de når fram til bålet. Fra kortsiden når ikke vannet fra attack-spikeren fram til bålet, og fra langsiden treffer mye av vannet veggen, og faller på gulvet. Vannet fra begrensningsspikeren treffer ikke veggen på samme måte, men har tydeligvis ikke lang nok sideveis kastelengde til at vanndråpene når fram til bålet.

Siden brannen besto av et pallebål, og veggene var av metall var ikke dette en typisk brann i et rom i en bygning. Dette ga noen effekter som man trolig ikke ville sett i en typisk kjellerbrann, som dette scenarioet skulle forestille. For det første varierte temperaturene svært mye ut fra om skjærsløkkeren ble slått av eller på. Dette vises godt i Figur 5-10 der grafen svinger mye på kort tid. Grunnen til dette er sannsynligvis at mye varme er akkumulert i vegger og tak, noe som raskt vil varme opp luften i rommet når vannpåføringen opphører. Selv om temperaturen svinger mye opp og ned har temperaturutviklingen likevel en nedadgående trend som viser at det er en reell temperaturreduksjon i rommet, og ikke bare at vann treffer termoelementene.

Temperaturen i naborommet ble også målt, men her var det ingen tydelig avkjøling. Dette skyldes mest sannsynlig at lite av vannet ble transportert til naborommet. Den eneste avkjølingen vi observerte var sannsynligvis utjevning av varmen. Siden det i tillegg var et annet bål som varmet opp naborommet ble avkjølingen minimal.

For å oppsummere, så har både slokkespiker og skjærsløkker en avkjølede effekt, men det ser ut til at skjærsløkkeren er bedre egnet for avkjøling av branngasser før innvendig innsats. Dette skyldes sannsynligvis en bedre kastelengde, og mindre dråpestørrelser, enn slokkespikeren.

Resultatene stemmer godt overens med den tidligere nevnte studien utført i Nederland [33], der ulike slokkeverktøy ble benyttet fra utsiden av et brannrom for å kjøle ned branngasser.

## 5.2 Sammenligningstester på slokking av brann i hulrom

### 5.2.1 Forskningsmetode

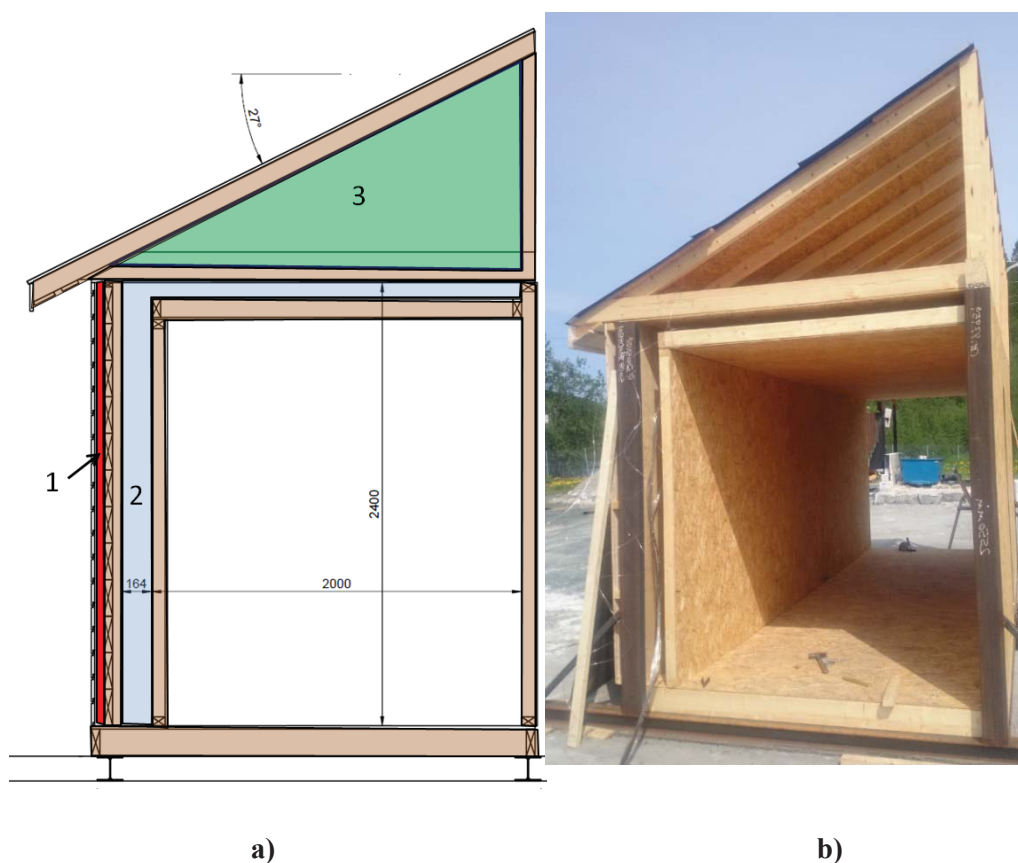
I juni og september 2016 ble det utført en rekke forsøk ved SP Fire Researchs laboratorium.

#### Hensikt

Målet med forsøkene var å undersøke om slokkeverktøy som skjærsløkker, slokkespiker og CAFS har en bedre effekt enn slokking ved bruk av motorsag og strålerør med hensyn til slokketid, vannforbruk og skade på bygg når det brenner i hulrom.

#### Testoppsett

Testoppsettet var et lite hus bygd i tre med en etasje og loft. Huset hadde tre hulrom, ett mellom kledning og en massiv vegg (1), ett mellom massiv vegg og innforet vegg (2), og ett i loftet (3). Se Figur 5-14 og Figur 5-15.



**Figur 5-14** a) Skisse av testmodulen. Tallene refererer til de ulike hulrommene. b) Ferdigbygd testmodul. Hulrommene ble bygd igjen med OSB-plater før testene ble gjennomført.





**Figur 5-15** Testmodulen sett fra to ulike vinkler. Modulen var lukket bortsett fra korridoren, som var åpen i en ende.

### Beskrivelse av hulrom

#### Hulrom 1

Dette hulrommet befant seg mellom den massive veggen og kledningen. Lektingen var krysslektet, slik at det var 10 cm avstand mellom kledning og den massive veggen. Den massive veggen besto av to lag med 2<sup>7</sup>/<sub>8</sub>” trebord. Hulrom 1 var delvis luftet. Hull med 4 cm i diameter ble boret i bunn og topp hver 30 cm for lufting bak kledning, se Figur 5-16.



**Figur 5-16** Massivvegg boret i bunnen.

#### Hulrom 2

Dette var et hulrom mellom massivvegg og en innforet vegg. Dette hulrommet hadde også direkte forbindelse mellom et hulrom mellom loftsplate og nedforet tak. Avstanden mellom massivvegg og innforet vegg var 16 cm fra vegg til leker, mens det er 26 cm til veggplaten. Tilsvarende var avstanden mellom loftstaket og nedforet tak 10 cm fra tak til leker, mens det var 26 cm fra tak til nedforet takplate. Se Figur 5-14a. Den innforede veggen var en OSB-plate.

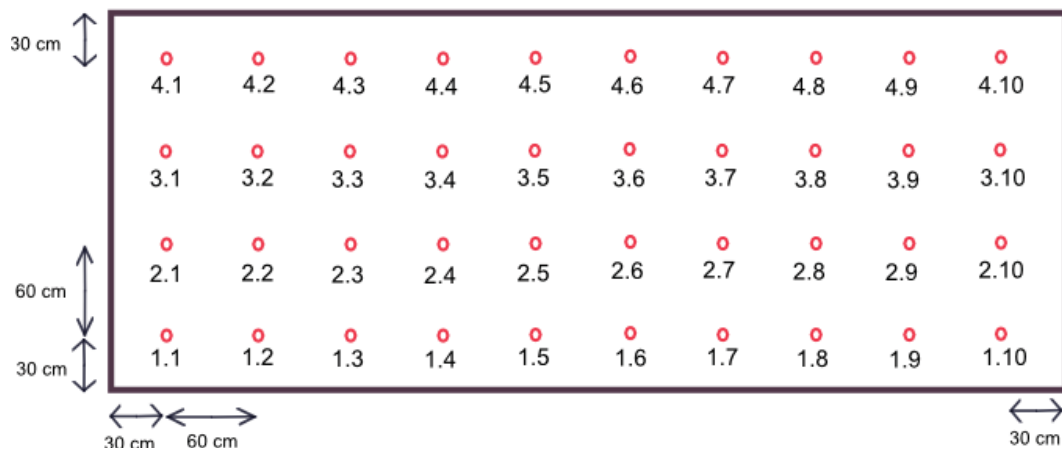
#### Hulrom 3

Det siste hulrommet er loftet. Dette var et stort åpent rom, og hadde lufting gjennom raftekassen.

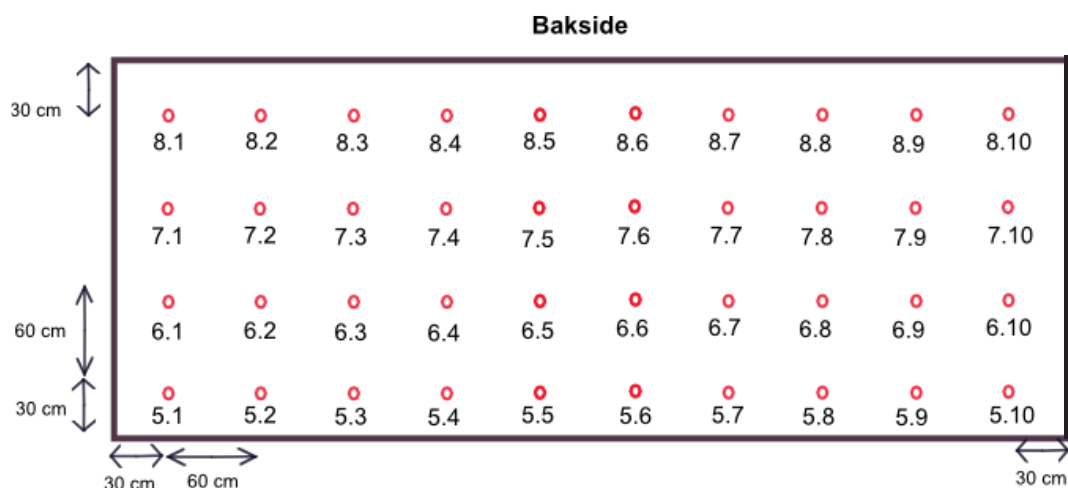
Hulrom 1 og 2 var atskilt med en 10 cm tykk trevegg. Hulrom 2 og 3 var atskilt med en 16 mm tykk OSB-plate.

### Måling av temperaturer

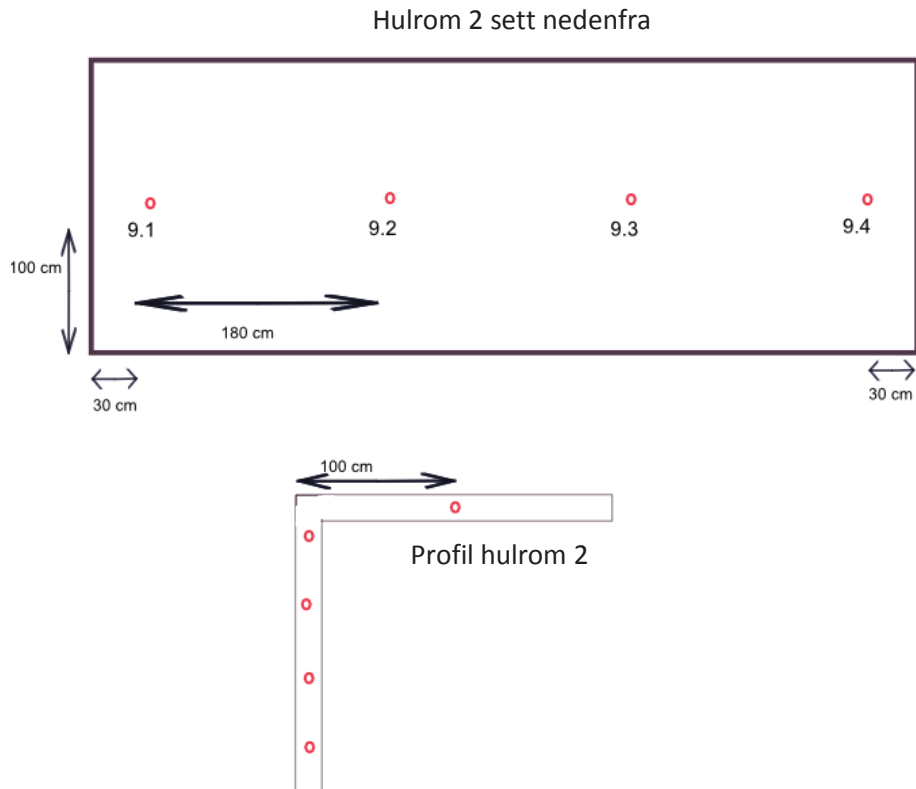
I testmodulen var det installert 88 termoelementer. 40 av disse ble plassert i hulrom 1 (Figur 5-17), 44 i hulrom 2 (Figur 5-18 og Figur 5-19), og 4 i hulrom 3 (Figur 5-20). Temperaturen ble logget hvert 2,5 sekund. Det ble benyttet en datalogger fra Keysight Technologies, type 34972A.



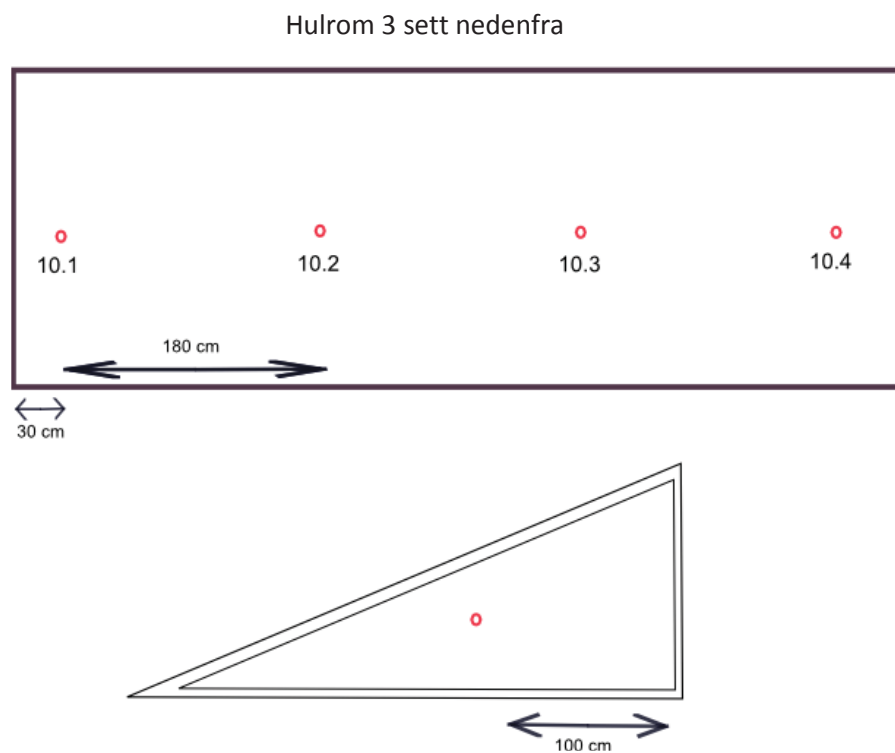
**Figur 5-17** Plassering av termoelementer i hulrom 1 (sett fra korridoren).



**Figur 5-18** Plassering av termoelementer i hulrom 2 (sett fra korridoren).



**Figur 5-19** Plassering av termoelementer i takdelen av hulrom 2.



**Figur 5-20** Plassering av termoelementer i hulrom 3. Øverst: Skråtaket sett nedenfra. Nederst: Hulrommet sett fra siden.

### Vannforbruksmåling

I testene med CAFS var det en digital nivåmåler på vanntanken. Nivået på denne ble notert før og etter innsats for begge testene.

For skjærslokker ble sløkketiden registrert ved hjelp av videoopptak. Denne tiden ble multiplisert med nominelt vannforbruk per minutt for å finne totalt vannforbruk.

I testene med strålerør ble det målt hvor mye vann som ble etterfylt på brannbilens vanntank etter hver test. Denne målingen ble gjort med en coriolismåler (elektronisk væskestrømsmåler).

#### 5.2.1.1 Brannscenario A

Brannscenario A var brann i hulrommet bak ytterkledningen (hulrom 1).

#### Føringer

Det ble gitt føringer på at slokking kun skulle skje fra framsiden av huset, dvs. det var ikke tillatt å slokke fra sidene eller fra innsiden. Brannvesenet var i utgangspunktet plassert ca. 40 meter unna testmodulen, og fikk beskjed om brannen etter 6 minutter. Brannbilene ble parkert ved huset ca. 30 sekunder etter dette. De ulike slokkemetodene krevde noe ulik tid til forberedelser før slokkingen kunne iverksettes. Se Tabell 5-4 og Tabell 5-5 for mer detaljert informasjon.

#### Tennkilde

Tennkilden besto av 6 biter (1 cm x 9 cm x 9 cm) med trefiberplate med asfaltbelegg og 4 dl heptan i en plastpose. Mesteparten av heptanen trakk inn i asfaltplatene. Se Figur 5-21.

#### Arnested

Testmodulen ble antent to steder på langveggen, to meter fra hver endevegg, helt nederst på veggen. Et panelbord ble vippet ut i forkant slik at tennkilden kunne plasseres på nederste lekt inne i veggen. Tennkilden ble så antent, og panelbordet ble spikret på plass slik at det ikke var mulig å se hvor brannen hadde startet.



**Figur 5-21** Tennkilden besto av 6 firkantede biter av trefiberplater med asfaltbelegg i en pose med 4 dl heptan tilsatt. Mesteparten av heptanen trakk inn i asfaltplatene.



**Figur 5-22** Slik så brannscenario A ut etter ca. 6 minutter. Pilene viser hvor tennkildene var plassert.

### 5.2.1.2 Brannscenario B

Brannscenario B var brann i et hulrom mellom den massive veggen og den innforede veggen (hulrom 2, se Figur 5-14). Dette hulrommet er i direkte forbindelse med hulrommet mellom loftet og det nedforede taket i korridoren. Brannscenario B ble utført med samme testmodul som i scenario A. Dette var mulig fordi hulrom 1 i stor grad var atskilt fra hulrom 2 og 3, og disse var i liten grad påvirket av brannen i scenario A.

#### Føringer

I dette scenarioet var det tillatt å slokke både fra innsiden og utsiden, men ikke fra sidene av veggen. Brannvesenet var i utgangspunktet plassert ca. 40 meter unna det brennende huset, og de ble varslet etter 4 minutter og 30 sekunder. Bilene ble parkert ved huset ca. 30 sekunder etter at de ble varslet. De ulike slokkemetodene krevde noe ulik tid til forberedelser før slokkingen kunne iverksettes. Se Tabell 5-4 og Tabell 5-5 for mer detaljert informasjon.

#### Tennkilde

Det ble anvendt samme type tennkilde som i scenario A.

#### Arnested

To hull (20 cm x 20 cm) var saget ut nederst på langveggen, 2 meter fra hver ende. En tennkilde ble plassert i hvert hull og antent (se Figur 5-23). En OSB-plate ble deretter spikret over hvert hull.



**Figur 5-23** Antennelse av brann i hulrom i scenario B. To små branner blir antent, en i hvert av hullene på veggen. Tennkildene ble antent med en propanbrenner, og en plate ble spikret over hullet, slik at brannen kun fikk spre seg inne i veggen. Tennkildene ble antent med ca. 5 sekunders mellomrom.



**Figur 5-24** Brannscenario B rett før skjærslukkeren tas i bruk (tid 05:32)

## 5.2.2 Resultater

Resultatene fra denne testserien er gitt i følgende avsnitt. I tillegg finnes en mer detaljert vurdering av hvert enkelt forsøk i vedlegg B.

Resultatene fra scenario A finnes i Tabell 5-4, Tabell 5-5, Figur 5-25 og Figur 5-26.

**Tabell 5-4 Resultater fra scenario A – brann i hulrom bak ytterkledning**

Test <sup>2</sup>	Slukkeverktøy	Tid til mannskap får beskjed om brann [mm:ss]	Tid til mannskap er klare til å starte sløkking [mm:ss]	Tid til brannen er under kontroll (hulrom/loft) [mm:ss]	Tid til alle målepunkter er under 100 °C (hulrom/loft) [mm:ss]	Gj.snitt temperatur for 3/8/15 varmeste punkter ved start av sløkking [°C]	Gj.snitt/maks temperatur på loft ved start av sløkking [°C]	Vannforbruk [liter]
2A	CAFS	06:00	09:22	10:23	13:15	964 / 867 / 749 °C	95 / 107	Ca. 40 liter
3A	Skjærsløkker	06:00	07:00	07:23	09:32	918 / 735 / 595 °C	56 / 69	Ca. 135 liter <sup>3</sup>
4A	Strålerør + motorsag	06:00	07:28 / 08:40 <sup>4</sup>	09:11	11:38	994 / 810 / 670 °C	228 / 408	Ca. 220 liter

<sup>2</sup> Test 1 ble utført av SP Fire Research, og målet var hovedsakelig å finne ut hvordan og hvor raskt brannforløpet utviklet seg, slik at en fornuftig tid mellom antennelese av tennkilde og varsling av brannvesen kunne settes.

<sup>3</sup> Skjærsløkkeren var i bruk i 145 sekunder (01:13 hovedsløkking, 01:12 ettersløkking). Med et oppgitt vannforbruk på 56 l/min, blir dette ca. 135 liter vann.

<sup>4</sup> Etter 07:28 ble det iverksatt sløkking på utsiden av veggen, mens motorsagen ble først inkludert etter 08:40.



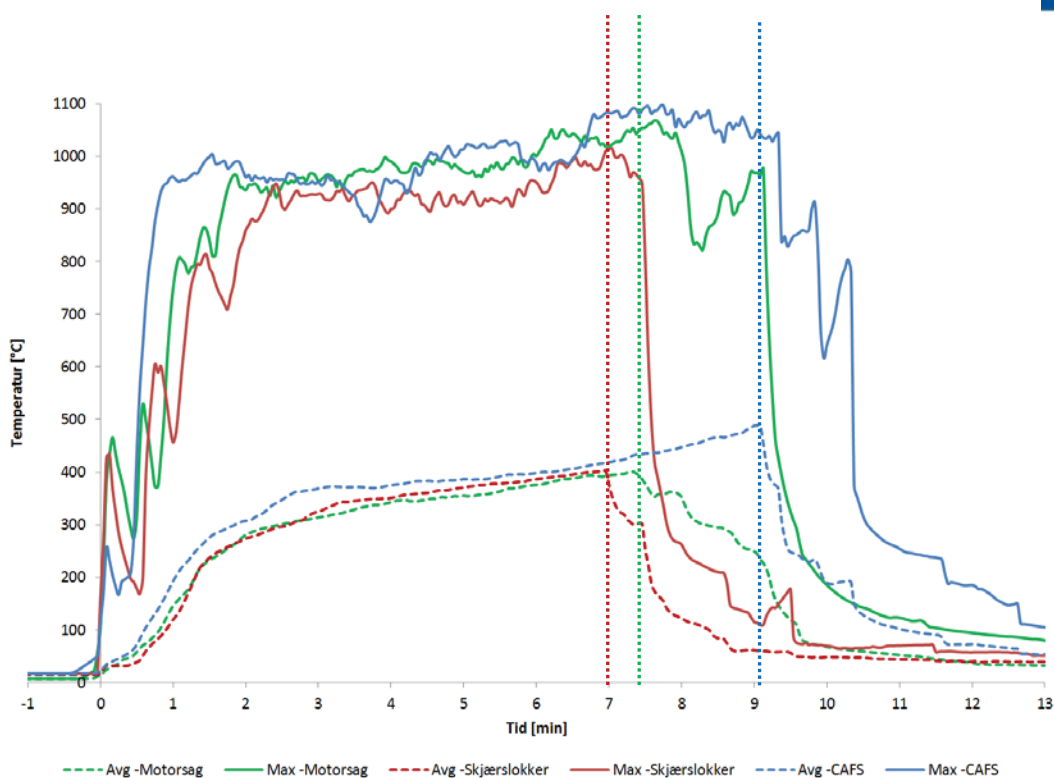
**Tabell 5-5 Resultater fra scenario B – brann bak innforet vegg.**

Test	Slukkeverktøy	Tid til mannskap får beskjed om brann [mm:ss]	Tid til mannskap er klare til å starte slokking [mm:ss]	Tid til brannen er under kontroll (hulrom/loft) [mm:ss]	Tid til alle målepunkter er under 100 °C (hulrom/loft) [mm:ss]	Gj.snitt temperatur for 3/8/15 varmeste punkter ved start slokking [°C]	Gj.snitt/maks temperatur på loft ved start av slokking [°C]	Spredning til loft ( $T_{max} > 500 \text{ °C}$ ) [mm:ss]	Vannforbruk [liter]
<b>2B</b>	CAFS	04:00	06:47	11:52/14:17	13:20 / 18:20	1103 / 1015 / 942	349 / 626	09:30	Ca. 200 liter
<b>3B</b>	Skjærsløkker	04:30	05:32	06:53/05:43	08:38	989 / 917 / 806	145 / 236	Ingen spredning	Ca. 150 liter <sup>5</sup>
<b>4B</b>	Strålerør + motorsag	04:30	05:36	17:20 / 23:00	23:50	1043 / 962 / 877	21 / 23	12:48	> 1200 liter
<b>5B</b>	Skjærsløkker 2	07:30	08:36	09:40 / 09:02	11:42	1072 / 1033 / 956	239 / 309	Ingen spredning	Ca. 100 liter <sup>6</sup>
<b>6B</b>	Strålerør + motorsag 2	-	27:12 <sup>7</sup>	30:50 / -	32:01	1060 / 972 / 850	-	Ingen spredning	Ca. 450 liter
<b>7B</b>	Slokkespiker	-	19:40	20:40	21:58	831 / 720 / 632	31 / 35	Ingen spredning	Ca. 400 liter

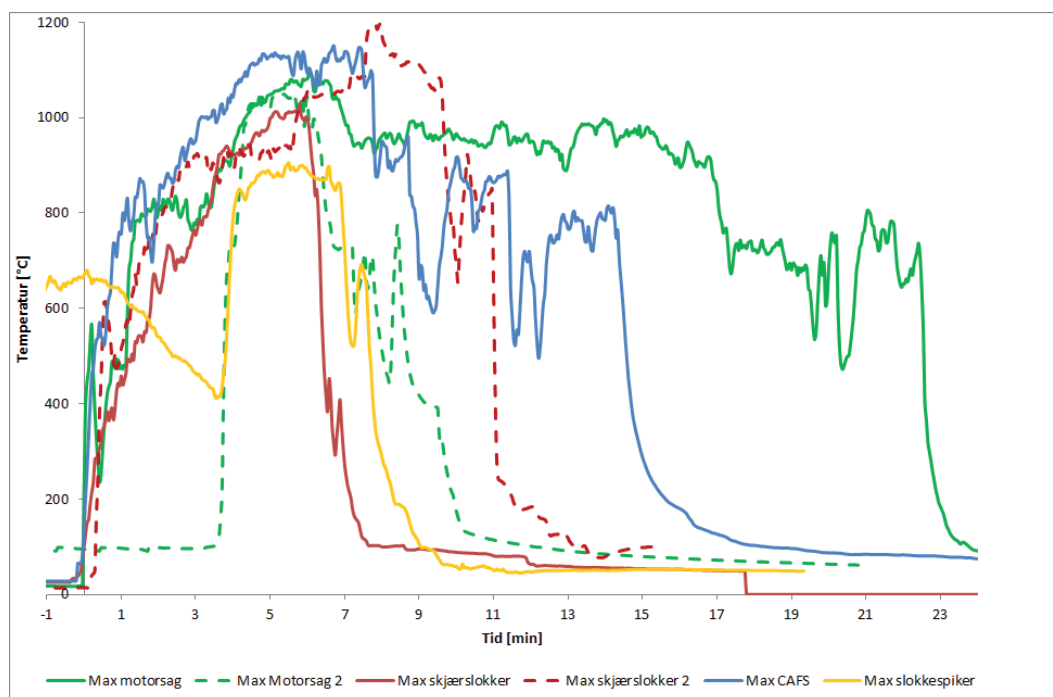
<sup>5</sup> Skjærsløkkeren var i bruk i 161 sekunder, med et oppgitt vannforbruk på 56 l/min, blir dette ca. 150 liter vann.

<sup>6</sup> Skjærsløkkeren var i bruk i 110 sekunder. Dette tilsvarer ca. 100 liter vann.

<sup>7</sup> Test 6B og 7B utviklet seg noe tregere enn de andre testene. I Figur 5-26 er tidsaksen noe forskjøvet for å passe bedre inn med de andre testene.



**Figur 5-25** Resultater fra temperaturmålinger i scenario A. De vertikale linjene markerer start slokking.



**Figur 5-26** Resultater fra temperaturmålinger i scenario B. Slokketider for de ulike testene finnes i Tabell 5-5.

### 5.2.2.1 Resultater scenario A

Figur 5-25 viser at temperaturene for de ulike testene i scenario A var relativt like inntil slokking startet. Det tyder på at brannscenarioet var sammenlignbart for de tre ulike testene. Selv om temperaturen på loftet da slokkingen startet varierte noe, spredte ikke brannen seg til taket. Alle de tre slokkesmetodene fikk raskt kontroll på brannen.

Resultatene viser også at vannmengden som ble brukt i de tre forsøkene varierer mye fra ca. 40 liter til ca. 220 liter. CAFS brukte minst vann, men lengst tid. Skjærslukkeren slokket brannen svært raskt, men brukte samtidig noe mer vann. Motorsag brukte mest vann og middels med tid.

Fra Figur 5-25 ser vi også at slokkingen med skjærslukker var svært rask; innen ett minutt etter slokkestart var maksimaltemperaturen redusert fra ca. 1000 °C til 200 °C. For CAFS og motorsag skjedde den samme reduksjonen på omtrent 2,5 minutt.

Noe av forskjellen i vannforbruk skyldes ulik bruk av IR-kamera, ulik grad av etterslukking, og selvfølgelig ulikt vannforbruk for produktet i seg selv. I test 2A (CAFS) ble IR-kamera benyttet i stor grad, og vann ble kun påført på områder som ifølge IR-kamera var varme. Dette ble i noen grad brukt i test 3A (skjærslukker) og i mindre grad i test 4A (motorsag og strålerør).

### 5.2.2.2 Resultater scenario B

Scenario B ble gjennomført i to perioder. I første periode ble forsøk med motorsag, skjærslukker og CAFS gjennomført, mens i andre periode ble skjærslukker og motorsag repetert, mens slokkespiker ble testet for første gang. Fra Figur 5-26 ser vi tydelig at slokketiden, og hvor raskt temperaturen faller, varierer.

Første periode (2B, 3B, 4B):

I den første perioden var det stor forskjell mellom de ulike produktene. Skjærslukker var best av de testede slokkeverktøyene. Det totale vannforbruket ble målt til ca. 150 liter, og tiden for å slokke var ca. 3 minutter. CAFS brukte omtrent 200 liter vann, men mye lengre tid (12 minutter), mens strålerør med bruk av motorsag brukte mer enn 1200 liter vann, og 18 minutter på å slokke brannen.

Andre periode (5B, 6B, 7B):

I andre periode var resultatet ved test med skjærslukker omtrent det samme som i første runde, den ga rask slokking med lite vannforbruk. Strålerør med motorsag ga også bedre resultater. Det ble benyttet ca. 450 liter vann, og brannen ble slokket på ca. 5 minutter. Slokkespiker ga også gode resultater. Vannmengden ble målt til ca. 400 liter og slokketiden var på ca. 2 minutter.

### 5.2.3 Diskusjon

I et enkelt hulrom (scenario A) med liten fare for spredning fungerte alle slokkeverktøyene tilfredsstillende med tanke på slokketid og vannforbruk, selv om det var noen forskjeller mellom de ulike verktøyene. I det mer komplekse hulrommet (scenario B), hvor det var fare for videre spredning, var det stor forskjell på effekten av slokkeverktøyene.

I scenario B var skjærslokkeren klart best. Brannutviklingen ble raskt stoppet, siden det ikke var behov for å bore eller skjære et hull i veggen på forhånd. Med skjærslokkeren var det heller ikke kritisk at angrepspunktet ble plassert helt optimalt, siden man kunne flytte skjærslokkeren og lage nye angrepspunkt etter behov. Dette gjorde at slokkingen kunne igangsettes tidlig og effektivt. Skjærslokkeren har god kastelengde og produserer små vanndråper. Disse faktorene, i kombinasjon med at vannet ble levert der hvor det var varmest, gjorde at brannen ble slokket på kort tid med lite vann.

Skjærslokkeren har imidlertid to ulemper. Den ene at spraymønsteret i liten grad kan endres, strålen er enten av eller på. Den andre er at strålen er svært kraftig, noe som i enkelte tilfeller ikke er fordelaktig. Selv kun med vann skjærer den seg lett gjennom flere tynne lag med treverk<sup>8</sup>, og det kan derfor være farlig for mennesker å bli truffet av strålen ved korte avstander. I vegger med tynne materialer kan en løsning for å unngå at strålen skjærer seg forbi hulrommet hvor brannen er være å bytte angrepspunkt, slik det ble gjort her.

I testene med CAFS, spesielt ved scenario A, ble det brukt lite vann, nettopp fordi vannet ble brukt effektivt på de områdene hvor det var varmt. I scenario B var det noe utfordrende å bruke CAFS på grunn av dårlig sikt, og det var utfordrende å finne igjen hull som var boret i veggen. Slokkingen ville trolig vært mer effektiv om et mannskapslag hadde utført innsatsen, i stedet for en enkeltperson med hjelp til å dra slanger.

Testene med konvensjonelt utstyr (motorsag og strålerør) ga mye informasjon om hvordan en konvensjonell slokkeinnsats kan være. På den ene siden ble det erfart at bruk av motorsag medfører en høyere sannsynlighet for at feil oppstår. I tre tester ville ikke motorsaga ville starte før slokkeinnsatsen, og den ble kvalt av røyk under slokkingen. Disse faktorene, i kombinasjon med at slokkingen ble startet på feil sted, bidro til å forsinke slokkeinnsatsen slik at brannen fikk utvikle seg. På den andre siden ble det erfart at om brannbildet forstås riktig og motorsaga brukes slik at den ikke kveles av røyk, kan motorsag og strålerør være et effektivt verktøy for å slokke en hulromsbrann. Et annet aspekt som kan ha betydning ved bruk av motorsag, er at å skjære et stort hull i en vegg vil gi brannen tilgang på mye frisk luft. I enkelte situasjoner kan dette føre til at brannen eskalerer.

Slokkespiker ble testet kun en gang, men ga en god indikasjon på at dette verktøyet kan fungere godt som et slokkeredskap ved hulromsbranner. Mengden vann som ble brukt var omtrent som ved motorsag og strålerør når disse ble brukt riktig. En fordel med slokkespiker framfor motorsag er at man kan komme til gjennom veggen enten ved hjelp av et batteridrevet bor, eller ved hjelp av en øks. Dette er redskaper som fungerer uavhengig av mengden røyk tilstede. Ved tykke vegger kan det imidlertid ta lang tid å lage åpning i veggen. En slokkespiker leverer omtrent samme mengde vann som en skjærslokker per minutt, men vannråpenes størrelse og kastelengde gjør imidlertid at den ikke er like effektiv som det en skjærslokker er.

---

<sup>8</sup> Strålen fra en skjærslokker skjærer seg igjennom en 16 mm sponplate selv på 2 m avstand uten tilsats av abrasiv (jernspon) [22].

Viktigheten av å lokalisere brannen ved hjelp av IR-kamera, og deretter slokke målrettet, er den viktigste enkeltkonklusjonen man kan trekke ut ifra disse testene. Alle brannmannskapene hadde tilgang på IR-kamera, men det varierte hvor mye det ble brukt, og hvordan det ble brukt. I test 4B klarte ikke brannmannskapene å si nøyaktig hvor det brant basert på den informasjonen IR-kameraet ga. Etter testen viste det seg at det hadde vært valgt feil filter på IR-kameraet. Dette viser at det er viktig at brannmannskapene får grundig opplæring i bruk av kameraet og dets innstillinger.

Bruken av IR-kameraet, og brukerens forståelse av hvor det var varmt, kan derfor til en viss grad knyttes opp mot hvor mye vann som ble brukt. Eksempelvis ble IR-kamera hyppig benyttet når CAFS ble testet, mens dette ble brukt i noe mindre grad for skjærslokke og tradisjonell slokking. I scenario A var det mest i etterslokkingsarbeidet at IR-kamera var viktig, mens i scenario B var det viktig gjennom hele brannforløpet.

Detaljert informasjon om hver test finnes i Vedlegg B.

### 5.2.3.1 Erfaringer med de ulike slokkeverktøyene

Gjennom de ulike testene har vi gjort oss følgende erfaringer med de ulike slokkeverktøyene. Grønne hakesymboler markerer fordeler og røde kryss markerer ulemper.

#### CAFS

✓	Svært fleksibelt slokkeredskap ved at man lett kan bytte mellom ulike munnstykker.
✓	Bruker lite vann.
✓	Kan brukes under alle forhold, ingen risiko for at den stopper å fungere på grunn av for mye røyk.
✓	Kommer lett til gjennom tynne materialer ved hjelp av bor.
✓	Ved å skumlegge en vegg, kan man se hvor det er varmt ved å observere hvor skummet eventuelt forsvinner. Skumleggingen bidrar også til å kjøle ned veggen, den skjermer mot stråling og øker generelt tiden før overtenning.
✓	Ikke farlig for mennesker å bli truffet av strålen på kort avstand.
✗	Vanskelig og tidkrevende å bore gjennom tykke eller harde materialer.
✗	I testene var det noen tilfeller der det var vanskelig å finne igjen det borede hullet på grunn av mye røyk.
✗	Kan være utfordrende å føre munnstykket gjennom flere etterfølgende hull.
✗	Kan kreve mye utstyr som må transporteres og vedlikeholdes (bormaskin, flere lanser i tillegg til slange).
✓ ✗	Ved bruk vil tilførselsslange være tyngre enn for skjærslokke, men lettere enn slangen til et vanlig strålerør. Slangen er lengre enn en tradisjonell slange.

### Skjærslokker

✓	Lett slange med lang rekkevidde, enkel å ta med seg og komme i gang. Korteste slokketiden av alle de testede slokkeutstyrene.
✓	Kan brukes under alle forhold, ingen risiko for at den stopper å fungere på grunn av for mye røyk.
✓	Skjærer godt gjennom de mest typiske bygningsmaterialene, slipper å bruke eget bor. Dette sparer tid og er effektivt.
✗	Kan være vanskelig å begrense hvor langt strålen skjærer. I scenario B skar den på kort tid gjennom to hulrom (tre OSB plater à 16 mm). Det kan være en utfordring å hindre at vannstrålen skjærer seg videre inn i konstruksjonen. En løsning er å veksle mellom flere angrepspunkt.
✗	Kan være en fare dersom strålen treffer mennesker i nærheten.
✗	Har kun én funksjon (av eller på med kraftig stråle rett framover), kan ikke endre strålemønster, vannmengde eller -trykk.
✗	Krever av sikkerhetsmessige årsaker minst to personer, en som betjener vannpumpa og en som håndterer slangen.
✗	Brukes sjelden ved røykdykking, fordi den ikke tilfredsstiller kravet om vannmengde gitt i røykdykkerveiledningen.
✓ ✗	For å kunne utnytte skjærslokkeren til det fulle, er det viktig at brukeren kjenner godt til hvordan vannstrålen fungerer på ulike materialer. Eksempelvis kan det i enkelte tilfeller være nødvendig å veksle mellom flere angrepspunkt, slik at man ikke skjærer for langt.

### Konvensjonell slokking med motorsag og strålerør

✓	Fungerte tilfredsstillende på hulromsbrann med lett tilgang til hulrommet og liten fare for videre brannspredning.
✓	Dette er utstyr som finnes på alle brannbiler.
✗	I røyk kan motorsagen stoppe pga. oksygenmangel. Dette medfører at bruk i svært røykfylte rom blir begrenset.
✗	Brukte mer vann enn de andre slokkeredskapene på begge scenarier, men spesielt på scenario B.
✗	Fungerte svært dårlig for hulrom med kompleks geometri med fare for spredning, da slokkeinnsatsen blir forsinket fordi man må åpne veggen. Dette gir også økt lufttilførsel til brannen.
✗	I områder med mye røyk og hvor sikten er begrenset, kan bruk av motorsag utgjøre en fare for andre personer.
✓ ✗	Har mulighet til å åpne et stort område i vegg for effektiv tilførsel av vann, men vil samtidig kunne slippe til luft til brannen.

## 5.3 Metodekritikk

I de gjennomførte forsøkene ble det gitt lite føringer til brannvesenet om hvordan de skulle løse oppdraget, utover valg av slukkeutstyr. De ble instruert til å i størst mulig grad bedømme brannbildet selv, og utføre slokkingen på den måten de fant mest hensiktsmessig.

Forsøkene gir en god forståelse av hvordan et brannforløp kan arte seg, og gir i et verdifullt innblikk i hvordan brannmannskaper kan jobbe med ulike typer slukkeutstyr. Ulempen med et slikt testoppsett er at antall variabler er stort, og man må derfor være forsiktig med å trekke for sterke slutninger. Likevel mener vi at resultatene gir gode indikasjoner på fordeler og ulemper med de ulike slukkeverktøyene.

### Var hulrommene realistiske?

Vi vurderer hulrom 1 og 3 til å være realistiske. Luftet kledning finnes på nesten alle hus, og det er ikke uvanlig at loftsrom er helt åpne. Hulrom 2, derimot, kan sies å være mindre realistisk i den grad at det ikke inneholdt noen form for isolasjon. I innførede vegger og nedførede tak vil det i mange tilfeller være en eller annen form for isolasjonsmateriale. I et åpent hulrom som dette, vil brannen kunne spre seg raskere enn i et hulrom med ubrennbar isolasjon, men den vil også kunne slokkes raskere.

### Bruk av motorsag og strålerør i scenario B

Ifølge brannvesenet som deltok under gjennomføringen av test 4B ville det ikke ha blitt brukt motorsag på denne måten i en virkelig brann. Imidlertid ble motorsag og strålerør brukt innledningsvis ved brannen på Ringve museum i Trondheim i august 2015, mens skjærslokker og slokkespiker først ble brukt senere i brannforløpet [35].

### Repeterbarhet

Temperaturkurvene i Figur 5-25 og Figur 5-26 viser at testene i noen grad var repeterbare. Temperaturmålinger viser at brannen i scenario A ikke spredte seg fra hulrom 1 til hulrom 2. Slokkingen av brannen i scenario A har likevel ført til at noe vann har kommet inn på loftet, og små mengder i hulrom 2. Dette har trolig påvirket brannforløpet noe, ved at varmen som ble produsert av brannen i scenario B gikk til å fordampe vannet istedenfor å varme opp treveggen.

Dette kan ha ført til at brannscenario B utviklet seg i litt ulike hastigheter i de ulike testene. Til tross for dette ser brannen og røykmengden i de ulike testene ut til å være sammenlignbare. Dette ser man av bilder fra testene og temperaturkurver fra de ulike brannene. Test 7B skilte seg imidlertid noe fra de andre testene. Det tok svært lang tid for brannen å utvikle seg, og temperaturene lå ca. 200 °C lavere enn i de andre testene.

### Brannvesenets kjennskap til testgjennomføringen

Brannmannskapene fikk se testmodulen før den ble antent, men fikk ikke se hvor brannen ble påsatt. Til tross for at enkelte innsatslag slokket brannen i både scenario A og scenario B, mener vi at testene var såpass uavhengige at de ikke ville fått kunnskaper om testoppsettet i scenario A som de kunne ha utnyttet i scenario B.

### Brannvesenets kjennskap til slukkeutstyret

Brannvesenet benyttet sitt eget slukkeutstyr, og var derfor godt kjent med det.

## 6 Overordnet diskusjon

### 6.1 Testmetode

Litteraturen gir god informasjon om erfaringer ved bruk av, og fordeler og ulemper med ulike slukkeverktøy. Samtidig har vi funnet svært få studier som har sammenlignet ulike slukkeverktøy. Vi har derfor lite grunnlag for å vurdere hvilket slukkeverktøy egner seg best for ulike brannscenarier. Slukkeverktøy som skjærslukker, CAFS og slukkespyd utnytter vannets slukkeegenskaper på en annen måte, og benytter en betydelig mindre vannmengde, enn konvensjonelle strålerør som forbruker 200-300 l/min. På grunn av at det er ressurskrevende å dokumentere at nye slukkeverktøy kan være like gode selv om de bruker mindre vann, blir de nye slukkeverktøyene derfor sjelden brukt som førsteinnsats eller ved røykdykking. Brannvesenene prioriterer å rykke ut med konvensjonelt utstyr og resten av slukkeverktøyene blir tatt i bruk som et supplement senere i brannforløpet. Alt slukkeverktøy krever grundig opplæring og jevnlig trening. Spørreundersøkelsens innspill fra NBLF viser at hvis man ikke kjenner så godt til hvordan et utstyr fungerer, er det ikke tid til å finne ut av det når det først brenner.

De innledende testene viser at det er fullt mulig å utvikle testscenarioer som kan gi gode muligheter for å vurdere effekten av ulike slukkeverktøy. Spesielt testene utført på komplekse hulrom (scenario B kapittel 5.2.1.2) har vist seg å være et godt scenario som er så utfordrende at forskjellen mellom de ulike verktøyene kommer tydelig fram. Testene som ble gjennomført i stålkontaineren (kapittel 5.1) gir resultater som kan brukes til å vurdere avkjøling av et rom før innvendig slukkeinnsats. Det er imidlertid usikkert hvor representative resultatene fra disse testene er for konstruksjoner av andre materialer enn stål.

For testene av slokking av brann i hulrom bak kledningen (scenario A kapittel 5.2.1.1) og testene utført i mindre rom (kapittel 4), er det ikke blitt observert særlige forskjeller mellom de ulike slukkeverktøyene.

1. Hypotesen består;  
*Det er mulig å utvikle en testmetode som er realistisk og repeterbar, som sammenligner ulike slukkeverktøys effekt på ulike brannscenarier.*

### 6.2 Opplæring, rutiner, kunnskap og erfaring i bruk av slukkeverktøy

19 % av brannvesenene som besvarte spørreundersøkelsen hadde ikke kjennskap til skjærslukker og 30 % kjente ikke til CAFS. De brannvesenene det gjelder er hovedsakelig deltidsbrannvesen, og brannvesen uten fast vaktordning. Større brannvesen hadde derimot god kjennskap til både CAFS og skjærslukker.

Av de brannvesenene som har skjærslukker og CAFS tilgjengelig, er det henholdsvis 46 % og 77 % som benytter slikt utstyr i mindre enn 30 % av alle brannene. Dette gir en indikasjon på at mange brannvesen som har CAFS og skjærslukker bruker disse verktøyene i liten grad. Oversikten viser at mannskapenes erfaring med og opplæring i bruk av utstyret er to svært viktige faktorer for valg av slukkeutstyr ved en brann. Dette underbygger hypotesen om at skjærslukker og CAFS i mange tilfeller ikke blir brukt fordi mannskapets opplæring og erfaring med utstyret ikke er tilstrekkelig. For at nytt utstyr skal tas i bruk i større grad, er det derfor svært viktig at det øves med dette utstyret og at man passer på å bruke det i reelle branner, slik at mannskapet også får øvd seg i praksis.



2. Hypotesen består;  
*Mange brannvesen har kjøpt inn CAFS og skjærslommer, men bruker utstyret lite på grunn av manglende opplæring og erfaring.*

### 6.3 Sammenlikning av slukkeverktøy

I testene utført i kontainer observerte vi en tydelig trend, nemlig at bruk av både skjærslommer og slukkespiker ga en tydelig temperaturreduksjon når de ble brukt ved slukkeinnsats i et brannrom. Det er imidlertid en del forskjeller mellom produktene med hensyn til slukkeeffekt. Slukkespikeren har ikke den samme kastelengden som en skjærslomme og fungerte dårligere når det ble lang avstand mellom angrepsveggen og brannen. Både skjærslommer og slukkespiker kan benyttes til å avkjøle brannrommet før røykdykkere går inn. Skjærslommeren viste den største kjøleeffekten, og den har også størst fleksibilitet, fordi den kan plasseres i større avstand fra brannen enn det slukkespikeren kan.

Det ble observert at temperaturene i brannrommet ble redusert umiddelbart ved bruk av skjærslommeren. Det er viktig å la påføringen være i flere minutter for at effekten skal komme til sin fulle rett. Testene underbygger hypotese 3 og samsvarer også med den nederlandske studien beskrevet i kapittel 2.4 [33].

3. Hypotesen består;  
*Tidlig utvendig innsats med skjærslommer eller slukkespiker reduserer temperaturen i et rom med brann betydelig.*

Ved bekjempelse av hulromsbranner hadde skjærslommeren best effekt, deretter CAFS, mens slukkespiker ga like gode resultater som den beste testen med strålerør og motorsag.

4. Hypotesen består;  
*Skjærslommer, CAFS og slukkespiker slukker hulromsbranner mer effektivt med hensyn på tid og vannforbruk enn motorsag og strålerør.*

For små branner i relativt lukkede rom, og enkle hulromsbranner med liten mulighet for spredning, er alle de testede slukkeverktøyene godt egnet. I slike branner har brannvesenet normalt god tilgang til brannen gjennom yttervegg eller fra naborom, og alle slukkeverktøyene er forventet å slukke brannen raskt. I dette prosjektet ga et slikt scenario kun ubetydelige forskjeller på mengde slukkevann og tidsforbruk.

5. Hypotesen er avkreftet;  
*Skjærslommer, CAFS og slukkespiker er mer effektive med hensyn på tid og vannforbruk enn strålerør ved slukking av enkeltrom med overtetting.*



## 7 Konklusjoner og forslag til videre arbeid

### 7.1 Konklusjoner

- Store brannvesen har god kjennskap til CAFS og skjærslommer, mens for mindre brannvesen har ca. 1/3 ikke kjennskap til CAFS og 1/5 ikke kjennskap til skjærslommer.
- For at et slukkeverktøy skal brukes optimalt, kreves det god opplæring og jevnlige øvelser med realistiske scenarier.
- Kunnskap og erfaring til å lese brannbildet, eksempelvis ved hjelp av IR-kamera, og deretter velge en hensiktsmessig taktikk for å slukke brannen, er også viktig for å slukke brannen effektivt.
- Både skjærslommer og slukkespiker kan benyttes til å avkjøle brannrommet før røykdykkere går inn. Skjærslommeren viser den største temperaturreduksjonen, og har også mest fleksibilitet, ved at den kan plasseres i større avstand fra brannen.
- Skjærslommer, CAFS og slukkespiker egner seg godt til å slukke brann i hulrom. Motorsag og strålerør kan fungere godt, men er mer avhengig av å brukes optimalt. Skjærslommeren utpekte seg som best ved at den effektivt fikk vannet inn i hulrommet.
- Slukking av brann i mindre rom var ikke en utfordring for noen av slukkeverktøyene som ble testet.

### 7.2 Forslag til videre arbeid

- I dette prosjektet er det blitt gjennomført tester som har gitt gode indikasjoner på de ulike slukkeverktøyenes slukkeeffekter. Likevel kan det være hensiktsmessig å gjennomføre flere tester i andre og mer komplekse bygninger og rom.  
Eksempelvis:
  - o Rom med andre geometrier og overflater, både brennbare og ubrennbare, enn i testene beskrevet i kapittel 5.1.
  - o Større industrilokaler.
  - o Mer utfordrende testscenarier som involverer brann i flere rom.
  - o Scenariene beskrevet ovenfor kan gjennomføres med ulike brenslere og brannlaster.
- Undersøke hva som ligger til grunn for å vurdere røykdykking og annen slukkeinnsats med alternative slukkeverktøy som trygt og hvordan dette er dokumentert opp mot veiledning i røyk- og kjemikaliedykking. Dette arbeidet kan gi grunnlag for å utarbeide en alternativ veiledning.
- Videre analyser av resultatene fra spørreundersøkelsen presentert i kapittel 3 kan fortelle mye om brannvesenenes bruk av ulike slukkeverktøy og fungere som beslutningsunderlag for myndighetene.

## Referanser

1. LeMaster GK, Genaidy AM, Succop P, Deddens J. Cancer Risk Among Firefighters: A Review and Meta-analysis of 32 Studies. JOEM. 2006 Nov;48(11).
2. Arbetsmiljöverket. Föreskrift 25. oktober 2007, AFS 2007:7 Arbetsmiljöverkets föreskrifter om rök- och kemdykning.
3. Lindström J, Appel G, Palmkvist K, Bialas KO. MSB618 Förmåga och begränsningar av förekommande släcksystem vid brand i byggnad - fokus på miljöarbete [Internet]. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund (SÄRF), Myndigheten för samhällsskydd och beredskap; 2013 Nov. Report No.: ISBN: 978-91-7383-390-5. Available from: <https://msb.se/Templates/Pages/NewsPage.aspx?id=11490&epslanguage=sv>
4. Storesund AK, Hox K, Bøe AG, Wighus R. NBL A13126 Slökkevannsmengder. Trondheim: SINTEF NBL as; 2013 Oct. Report No.: ISBN: 978-82-14-00123-5.
5. Direktoratet for Samfunnsikkerhet og Beredskap. Veiledning om røyk- og kjemikaliedykking [Internet]. Available from: <http://oppslagsverket.dsb.no/content/brann-og-eksplosjonsvern/forskrifter/organisering-av-brannvesen/veiledning-kjemikaliedykking/>
6. Direktoratet for Samfunnsikkerhet og Beredskap. Veiledning til forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen [Internet]. Available from: <http://oppslagsverket.dsb.no/content/brann-og-eksplosjonsvern/forskrifter/organisering-av-brannvesen/veiledning/>
7. Kommunal- og moderniseringsdepartementet. Forskrift 26. juni 2002 nr. 729 om organisering og dimensjonering av brannvesen [Internet]. FOR-2002-06-26-729 Jun 26, 2002. Available from: <http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20020626-0729.html>
8. Justis- og beredskapsdepartementet. Lov 14. juni 2002 nr. 20 om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver. LOV-2015-06-19-65 Jul 1, 2002.
9. Brandt AW, Steen-Hansen A, Stensaas JP. NBL A04137 Nytt slökkeutstyr og nye slökketeknikker - økt sikkerhet for brannmannskapene? SINTEF NBL as; 2004 Jun. Report No.: ISBN: 82-14-02445-5.
10. Hox K, Wighus R, Jensen G, Hagen BC. NBL A13133 Optimal brannbeskyttelse av kirkebygg. Trondheim: SINTEF NBL as; 2013 Dec.
11. Arvidson M, Hertzberg T. SP Rapport 2001:26 Släcksystem med vattendimma - en kunskapsammenstilling. Borås: SP Sveriges Provnings- og Forskningsinstitut; 2001.
12. Arvidson M. SP Rapport 2014:30 Släcksystem med vattendimma - en förnyad kunskapsammenstilling. Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut; 2014. Report No.: ISBN: 978-91-87461-76-7.

13. Wighus R. STF25 A93041 Sprinkleranlegg - nødvendig vannmengde. Teknologistatus. Trondheim: SINTEF NBL as; 1993 Oct. Report No.: ISBN: 82-595-7910-3.
14. Wighus R. STF22 A00852 Vanntåke slokketeknologi - status 2000. Trondheim: SINTEF NBL as; 2000 Dec.
15. Stensaas JP. STF84 A96621 Forbedret slokketeknikk og annet utstyr i relasjon til røykdykkernes arbeidsinnsats og sikkerhet - (Revidert utgave av rapport av 1997-01-06). Trondheim: SINTEF NBL as; 2002 Feb.
16. Särdaqvist S, Svensson S. Fire Tests in a Large Hall, Using Manually Applied High- and Low-pressure Water Sprays.
17. Hertzberg T, Hahne A, Josefsson C, Holmstedt G, Husted B. SP Rapport 2004:15 Vattendimma: Teori, fysik, simulering. Borås: SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut; 2004.
18. Larsson M, Westerlund J. Lund report 5184: Högtrycksbrandsläckning - Ett beslutsunderlag för Räddningstjänsten. Lund, Sweden: Lund University; 2006. Report No.: 5184.
19. Försth M, Ochoterenta R, Lindström J. SP Arbetsrapport 2012:14 Spray characterization of the cutting extinguisher. Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut; 2012. Report No.: ISSN 0284-5172.
20. Gsell J. Assessment Of Fire Suppression Capabilities Of Water Mist [Dip. Msc.]. University of Ulster; 2010.
21. Fallberg R, Palmkvist K, Ingason H, Hertzberg T, Wahlbeck K. MSB 0167-10 Skärsläckarkonceptets operative användande. Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund (SÄRF), Myndigheten för samhällsskydd och beredskap; 2010 Jan.
22. Storskadeproblematik - Brand i byggnad. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB); 2015. Report No.: MSB827.
23. Ingason H, Fallberg R, Palmkvist K, Edholm U. SP Rapport 2012:63 Övertrycksventilation kombinerad med skärsläckare. Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut; 2012. Report No.: ISBN: 978-91-87017-81-0.
24. Snickars T. Skärsläckarprojektet. Räddningstjänsten Lomma-Staffanstorp, Räddningstjänsten Syd, Södertörns brandförsvarsförbund, Arbetsmiljöverket, Cold Cut Systems och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap.; 2013 Jun.
25. Cote AE, National Fire Protection Association. Fire Protection Handbook [Internet]. National Fire Protection Assn; 2008. Available from: <http://books.google.no/books?id=e2eWA9d2a8IC>
26. Kärman A. Chemical Analysis of Selected Fire-fighting Foams on the Swedish Market 2014. Stockholm, Sweden: Swedish Chemicals Agency; 2015 May. Report No.: 511 163.
27. Lyckeback E, Öhrn J. Lund report 5334: Investigation on the gas-cooling effects of CAFS. Lund, Sweden: Lund University; 2012.

28. Persson H. SP Rapport 2005:46 En sammenstilling av kunnskaper och erfarenheter kring Klass A-skum och CAFS. Borås: SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut; 2006. Report No.: ISBN: 91-85303-78-X.
29. Aronsson H, Emanuelsson R. Lund report 5403: Alternativa släcksystem - En sammanställning av räddningstjänstens erfarenheter. Lund, Sverige: Lunds universitet; 2012.
30. Hedlin CP. Sorption isotherms of twelve woods at subfreezing temperatures. Forest Products Journal. 1967;17(12):43–8.
31. Steen-Hansen A, Bøe AG, Hox K, Mikalsen RF, Stensaas JP, Storesund K. Hva kan vi lære av Lærdal? Vurdering av brannspredningen [Internet]. SP Fire Research AS; 2014. Report No.: SPFR A14109. Available from: <http://www.spfr.no/media/publikasjoner/upload/2014/spfr-a14109-brannspredning-i-lardal-v1.pdf>
32. Steen-Hansen A, Jensen G, Hansen PA, Wighus R, Steiro T, Larsen KE. NBL A03197 Byen brenner! Hvordan forhindre storbranner i tett verneverdig trehusbebyggelse med Røros som eksempel. Trondheim: SINTEF NBL as; 2004 Jan.
33. Rijk van den Dikkenberg, Karin Groenewegen. Techniques for the offensive exterior attack in fighting ventilation controlled structure fires. Institution for Safety, Fire Service Academy, the Netherlands;
34. Lennavik T, Thorsen G. Fremskutt enhet - Rapport fra studietur i Sverige, mars 2017.
35. Omfattende skader på Ringve museum [Internet]. 2015 [cited 2017 Mar 1]. Available from: <http://www.adressa.no/nyheter/trondheim/2015/08/03/Omfattende-skader-p%C3%A5-Ringve-museum-11378468.ece>

## A Erfaringer fra deltagelse på nedbrenning av hus i regi av brannvesen

### A.1 Moss 1. april 2014

Testene i Moss ble gjennomført med CCS Cobra Skjærslokker på to rom. Halve døren ble dekket til, mens resterende del av døren var åpen under begge testene. Det ble tent på i en plankehaug i et hjørne av rommet. En oversikt over rom 1 vises i Figur A-1. Rom 2 var nesten helt likt bortsett fra at arealet er 0,4 m<sup>2</sup> mindre.



**Figur A-1** Bilde som viser forsøksrom 1. I hjørnet er plankehaugen som blir brukt til antenning av rommet og den halve døren står åpen under hele forsøket. Foto: Rune Larsen.

Skjærslokkeren ble brukt gjennom veggen etter at rommet hadde blitt overtent. Det ble påført vann i 10-30 s. Det ble observert at brannen ble dempet, men ikke slokkes og da påføringen av vann ble stoppet tok brannen seg opp igjen. Da rommet på nytt ble overtent ble skjærslokkeren brukt igjen. I rom 1 ble det påført vann i tre runder, mens det i rom 2 ble påført i seks runder før brannen til slutt ble fullstendig slokkes med innvendig innsats. En oversikt over testparametere og resultater er vist i Tabell A-1. Resultatene viser at skjærslokkeren er effektiv til å ta ned temperaturen og slokker brannen på kort tid med lite vann når det er brann i et enkeltrom.

**Tabell A-1** Tabellen viser test parametere brukt under testing i Moss 1. april 2014.

	Test 1	Test 2
<b>Slokkeredskap</b>	Skjærslokker	Skjærslokker
<b>Romstørrelse</b>	18,7 m <sup>2</sup>	18,3 m <sup>2</sup>
<b>Takhøyde</b>	2,15 m	2,15 m
<b>Ventilasjonsåpning</b>	0,9 m <sup>2</sup>	0,9 m <sup>2</sup>
<b>Vannforbruk</b>	49 l/min	49 l/min
<b>Tid for påføring</b>	25 s	10 s
<b>Totalt forbrukt vann</b>	3×20 l	6×8 l



## A.2 Stavanger 12. november 2014

Testene i Stavanger ble gjennomført med CCS Cobra Skjærsløkker, slokkespiker, 6 kg pulverapparat og CAFS gjennom forborede hull i veggen. I tillegg ble strålerør og CAFS benyttet til innvendig innsats. Testene ble gjennomført i tre forskjellige rom med relativ lik størrelse. Figur A-2 viser skjærsløkkeren i bruk, hvor det blir spylt vann inn i brannrommet fra utsiden av huset.



**Figur A-2** Bilde av innsats med skjærsløkker gjennom forboret hull i veggen.

Alle slokkeredskapene, bortsett fra strålerør, ble brukt gjennom veggen etter at rommet hadde overtent, og påføring av slokkemiddel pågikk helt til brannen var slokket. Når det ble tent på ble døren til rommet satt åpen, men i løpet av testen smalt denne igjen på grunn av trekken brannen skapte.

I det første rommet ble det gjennomført to tester med skjærsløkker, en test med slokkespiker og en test med CAFS påført fra innsiden av huset. I rom to ble det gjennomført en test med CAFS gjennom yttervegg og en test med pulverapparat. I sistnevnte test ble et 6 kg-pulverapparatet tømt gjennom veggen. I det tredje rommet ble det gjennomført innvendig innsats med strålerør. Tabell A-2 oppsummerer resultatene. Resultatene viser at skjærsløkkeren, slokkespikeren, CAFS, pulver og konvensjonell slokking er effektiv til å ta ned temperaturen og slokker brannen på kort tid med lite vann når det er brann i et enkeltrom. Pulver er ikke vannbasert, men har veldig begrenset bruksområde på bygningsbrann. Innvendig innsats med CAFS er det slokkemiddelet som bruker kortest tid å slokke brannen, men skjærsløkkeren bruker totalt litt mindre vann på slokkeinnsatsen. Resultatene er likevel veldig like og konklusjonen er at alle fungerer godt på dette brannscenariot.

**Tabell A-2** Tabellen viser testparametere og resultatene fra testene i Stavanger  
12. november 2014.

	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6	Test 7
<b>Slokkeredskap</b>	Skjær-slokker	Skjær-slokker	Slokke-spiker	CAFS	Pulver	CAFS Inne	Konven-sjonell.
<b>Romstørrelse</b>	9,5 m <sup>2</sup>	9,5 m <sup>2</sup>	9,5 m <sup>2</sup>	9,2 m <sup>2</sup>	9,2 m <sup>2</sup>	9,5 m <sup>2</sup>	10,5 m <sup>2</sup>
<b>Takhøyde</b>	2,40 m	2,40 m	2,40 m	2,40 m	2,40 m	2,40 m	2,40 m
<b>Ventilasjons-åpning</b>	1,8 m <sup>2</sup>	1,8 m <sup>2</sup>	1,8 m <sup>2</sup>	1,8 m <sup>2</sup>	1,8 m <sup>2</sup>	1,8 m <sup>2</sup>	1,8 m <sup>2</sup>
<b>Vannforbruk</b>	49 l/min	49 l/min	55 l/min	130 l/min	-	130 l/min	250 l/min
<b>Tid for påføring</b>	15 s	20 s	12 s	15 s	20 s	8 s	14 s
<b>Totalt forbrukt vann</b>	12 l	16 l	3×11 l	32 l	-	17 l	58 l
<b>Kommentar</b>			For-bruket er per påføring				

## A.3 Skien 9. desember 2015

I Skien ble det gjennomført seks ulike forsøk i fem forskjellige rom med skjærsløkker, slokkespiker, konvensjonelt strålerør, skum og CO<sub>2</sub>-apparat. I utgangspunktet var alle rommene like, men i enkelte forsøk ble to rom brukt. Testene er kort beskrevet nedenfor. Alle rommene lå i første etasje bortsett fra rom 1, som lå i kjelleren. Et bilde av huset under et av forsøkene er vist i Figur A-3. Rommene hadde ventilasjonsåpningene på enten 1,5 m<sup>2</sup> (halvdør +vindu) eller 1,8 m<sup>2</sup> (dør).

**Test 1:** Testen ble utført i et kjellerrom i betong. Det eneste brennbare materialet var veden som ble plassert der. I denne testen ble det brukt skjærsløkker.

**Test 2:** Testrommet bestod av et rom sammensatt av to rom, med trekledning på veggene. I dette rommet ble det benyttet to slokkespikere gjennom veggen.

**Test 3:** Testrommet bestod av et enkeltrom, med trekledning på veggene. I dette rommet ble det gjennomført slokking med strålerør.

**Test 4:** Testrommet bestod av to rom adskilt med en dør som var åpen på den nedre delen. Også her var det trekledning på veggene. Her ble brannen antent i det ene rommet og slokkemiddelet (skum) ble påført i det andre rommet som en test med indirekte slokking.

**Test 5:** Testrommet var tilnærmet identisk med rommet i test 4. Også her ble brannen tent i det ene rommet og slokkemiddelet (CO<sub>2</sub>) ble tilført i det andre rommet som en test med indirekte slokking.



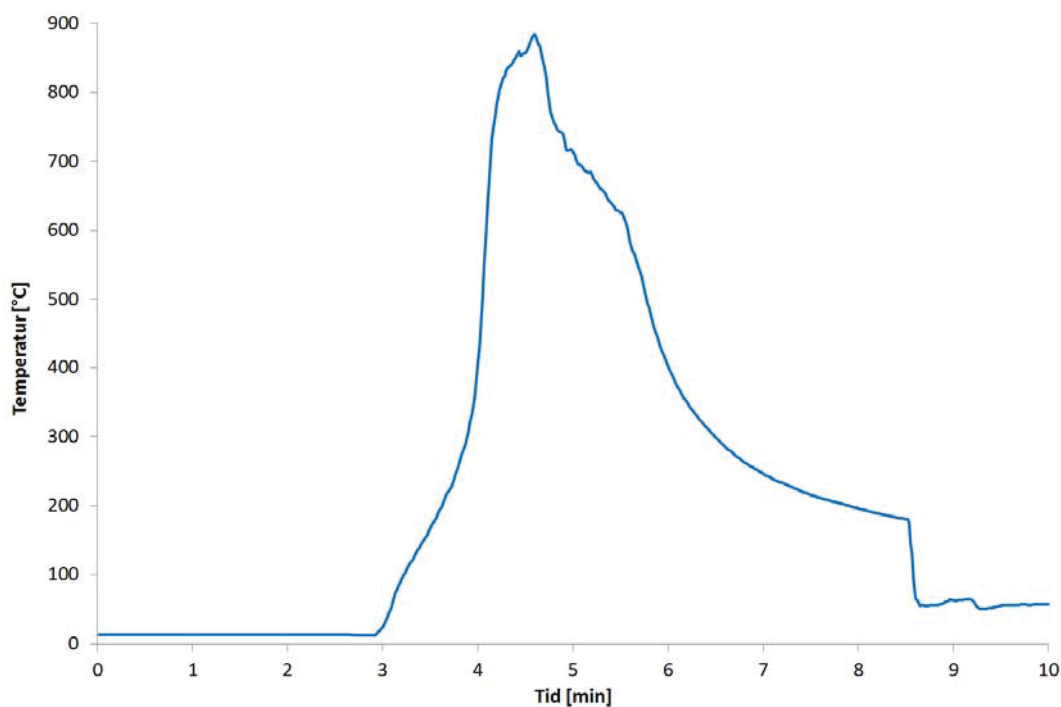
**Figur A-3 Brann i test 3. Flammene står ut gjennom et åpent vindu og står i fare for å spre seg langs ytterkledningen.**

Tabell A-3 viser en oppsummering av resultatene. I forsøkene med direkte slokking ser vi igjen at alle slokkeverktøyene fungerer godt på brann i et lite enkeltrom. I test 4 og 5 ble det prøvd ut indirekte slokking med skum og CO<sub>2</sub>. CO<sub>2</sub>-apparatet hadde et veldig godt resultat med temperatursenkning og kontroll over brannen lenge etter at apparatet ble tømt. Grafen over temperaturutviklingen er vist i Figur A-4. I videre arbeid vil det være interessant å se videre på testmetoder for hvor godt slokkeverktøyene fungerer med indirekte slokking.

**Tabell A-3 Tabellen viser testparametere brukt under testing i Skien 9. desember 2015.**

	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5
<b>Slokkeredskap</b>	Skjær-slokker	Slokke-spiker	Strålerør	Skum	CO <sub>2</sub>
<b>Romstørrelse</b>	19 m <sup>2</sup>	38 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>	19 m <sup>2</sup>
<b>Takhøyde</b>	2,50 m	2,50 m	2,50 m	2,50 m	2,50 m
<b>Ventilasjons-åpning</b>	1,8 m <sup>2</sup>	1,8 m <sup>2</sup>	1,5 m <sup>2</sup>	1,8 m <sup>2</sup>	1,8 m <sup>2</sup>
<b>Vannforbruk</b>	49 l/min	110 l/min	250 l/min	250 l/min	-
<b>Tid for påføring</b>	18 s	25 s	40 s	34 s	25 s
<b>Totalt forbrukt vann</b>	15 l	46 l	167 l	142 l	-

<b>Kommentar</b>				Ingen virkning, brannen ble slokket med strålerør.	Senket temperaturen, men slokket ikke helt
------------------	--	--	--	--	--



**Figur A-4** Figuren viser temperaturutviklingen i test 5 hvor man forsøkte indirekte slokking med CO<sub>2</sub>. Det tok ca. 25 sekunder å tømme CO<sub>2</sub>-apparatet, noe som senket temperaturen fra oppunder 900 °C til i ca. 700 °C. Deretter synker temperaturen i rommet videre til under 200 °C i løpet av 4 minutt uten påføring av mer sløkkemiddel. Deretter blir brannen slokket med vann.

## **B Sammenligning mellom skjærslokker og slokkespiker for nedkjøling av brannrom før innsats**

Dette vedlegget gir mer informasjon om sammenligningstestene som ble utført på brann i hulrom, enn hva som finnes i hoveddokumentet. Vedlegget leses best sammen med informasjonen som finnes om testoppsettet gitt i hoveddokumentet.

### **B.1 Evaluering av testscenario A**

#### **Evaluering av innsatsene i scenario A**

Scenario A var en hulromsbrann mellom kledning og yttervegg. Fargen på kledningen og noen stikkflammer avslørte tydelig hvor det brant mest. Dette gjorde det relativt enkelt for mannskapene å vurdere hvor førsteinnsatsen skulle rettes. Brannen var også nokså skjermet fra resten av bygget, slik at det ikke var fare for umiddelbar spredning.

#### **CAFS (test 2A)**

I denne testen tok det lengst tid før slokking ble påbegynt. Dette skyldes i all hovedsak at slokkingen ble utført av en person med noe hjelp til å dra slanger, og ikke et helt vaktlag. Før slokkingen ble iverksatt, men også underveis, ble IR-kamera brukt for å lokalisere de varmeste punktene. Deretter ble hull boret på strategiske steder, og skum ble sprøytet inn ved hjelp av en lanse. God slokkeeffekt av skummet, kombinert med fokus på å bruke lite vann, gjorde denne metoden spesielt effektiv med tanke på vannforbruk. Spesielt på etterslokkingen var dette en metode som gjorde at total vannmengde for denne testen ble mye mindre enn for de andre testene. Både på bakken og på treverket var det nesten ikke spor etter vann og skum etter testen.

#### **Skjærslokker (test 3A)**

Skjærslokkermannskapet hadde den desidert raskeste innsatsen, både på å gjøre klar utstyret, men også å få kontroll på brannen. Det ble laget mange hull i områder der det tydelig var varmt, basert på visuelle vurderinger. IR-kamera ble brukt i etterslokkingsarbeidet. Det ble brukt noe mer vann enn i tilfelle med CAFS. Noe av dette skyldes at innsatsen ikke alltid ble rettet mot de varmeste områdene, så i etterslokkingsarbeidet kunne vannforbruket vært noe redusert. (se IR-bilde fra testen i Appendix B.2).

#### **Motorsag og strålerør (4A)**

Mannskapet hadde innledningsvis problemer med å få i gang motorsaga. Dette gjorde at innsatsen ble noe forsinket kontra skjærslokkeren. I påvente av motorsaga, ble vann spylt på veggen og opp i raftkassa, for å kjøle ned. Denne innsatsen senket temperaturen en del, men det var først da motorsaga ble benyttet at brannen sluttet å utvikle seg. I denne testen ble det brukt mest vann av alle testene. Om motorsaga hadde fungert fra starten av kunne nok vannmengden ha vært redusert noe. Likevel er det lite trolig at vannforbruket hadde vært i nærheten av hva CAFS klarte på denne testen.

### **Evaluering av innsatsene i scenario B**

Scenario B var et mye vanskeligere scenario. Her var det ikke like lett å se hvor brannen var, og mannskapene visste ikke hvordan hulrommene så ut. I dette scenarioet var det også større sjanse for at brannen skulle spre seg til loftet, noe den gjorde i to av de tre forsøkene. Den store røykutviklingen gjorde det også mer utfordrende.

#### **CAFS (test 2B)**

Også i dette tilfellet brukte mannskapet lenger tid før de kunne starte innsatsen med CAFS. I dette tilfellet fikk det større følger for slokkingen, fordi brannen fikk lenger tid til å utvikle seg på. På den annen side var det lettere å se hvor det brant, siden brannen hadde delvis brent seg gjennom OSB-platen et sted. På grunn av hulrommenes geometri var det så og si umulig å slokke brannen på loftet inne fra korridoren. For å gjøre dette måtte man ha boret gjennom to lag med OSB-plate, som var atskilt med 26 cm. Dette er mulig om man har et langt bor, men å finne igjen begge disse hullene i et røykfyllt miljø er svært vanskelig. Det ble brukt en del mer vann i dette tilfellet. IR-kamera ble brukt hovedsakelig i etterslokkingsfasen. Innsatsen kunne vært utført mer effektivt om et innsatslag hadde utført jobben, og ikke en enkeltperson med hjelp til å trekke slange og holde utstyr.

#### **Skjærsløkker runde 1 (test 3B)**

I dette scenarioet var skjærsløkkeren desidert best. Brannen var under kontroll i løpet av 1,5 minutt fra brannbilen ankom stedet. Det ble boret flere hull i veggen der brannen var, med ca. 10-15 sekunders innsatstid på hvert hull. Den store fordelene her var nettopp at man kunne skjære gjennom veggen med vannet og ikke var avhengig av bor eller andre redskaper for å lage hull. På grunn av den raske innsatsen rakk ikke brannen å spre seg til loftet. Likevel ble det spylt en del vann på loftet bare for å være sikker. Dette ble gjort fra korridoren ved at man skjærte seg gjennom de to OSB-platene i taket som skiller korridoren fra loftet.

Noe som er verd å merke seg er at vannstrålen skjærer seg lett gjennom tynne trevegger. Dette ble tydelig da strålen gikk videre gjennom loftstaket og ut i fri luft. Dette kan være en utfordring med tanke på å beholde vannet i det hulrommet man ønsker. For å unngå at vannstrålen borrar seg for langt, kan det være lurt å bytte angrepspunkt hyppig.

#### **Skjærsløkker runde 2 (test 5B)**

Siden skjærsløkkeren viste svært god effekt i runde 1, ble det i runde 2 besluttet at brannen skulle få utvikle seg lenger før slokkeinnsatsen ble iverksatt. I dette tilfellet var det full overtenning i korridoren da brannvesenet kom fram. I dette tilfellet ble det også tatt mange hull i tak og vegger, der vann ble sprøytet inn i 10-20 sekunder per hull. Varmekamera ble benyttet aktivt for å bestemme hvor det skulle tas hull. Brannen var under kontroll 1 minutt etter slokkingen ble påbegynt, og alle temperaturmålepunktene var under 100 °C etter 3 minutter. Kun 100 liter vann ble brukt under innsatsen. Dette resultatet bygger opp under oppfatningen av at skjærsløkkeren er godt egnet til å håndtere hulromsbranner.

#### **Motorsag og strålerør runde 1 (test 4B)**

I dette scenarioet fikk mannskapet med motorsag store problemer med å få bukt med brannen. På grunn av fare for at korridoren skulle gå til overtenning, ble det umiddelbart spylt på vann for å avkjøle vegg og branngasser. Som en følge av dette ble sikten svært dårlig. Det ble benyttet IR-kamera for å forsøke å lokalisere brannen, men dette viste seg å være vanskelig. Det kan skyldes at vannspylingen på veggene gjorde det vanskeligere å se hvor det var varmest, eller det kan skyldes at IR-kamera ikke var riktig innstilt. Uansett ble brannforløpet tolket dithen at det brant hovedsakelig i taket i hulrom 2. Motorsag ble hentet for å skjære hull i taket, men dette lyktes ikke. Motorsaga ble kvalt av røyken og sluttet å fungere. Etter 12 min og 48 sekunder spredte brannen seg videre fra det

opprinnelige hulrommet og opp på loftet. Dette var 7 min og 12 sekunder etter slokking ble påbegynt. Det ble etter hvert boret et hull og spylt vann inn lavt nede på veggen. På dette tidspunktet hadde allerede brannen fått skikkelig tak på loftet. Brannvesenet fikk etter hvert anledning til å fjerne et sidebord, for å komme bedre til i hulrommet. Det var først etter dette at brannen i hulrom 2 ble fullstendig slokket. Først etter 23 minutter og 50 sekunder var alle termoelementer under 100 °C.

I dette scenarioet så vi veldig godt svakhetene med å kun ha motorsag og strålerør tilgjengelig. Dersom mannskapet hadde valgt å åpne veggen lavt nede istedenfor å forsøke å sage i taket, kunne brannen trolig vært slokket på et tidligere tidspunkt. Men det å se hvor brannen er kan være svært utfordrende, fordi røyken ofte kommer ut et annet sted enn der hvor brannen er kraftigst, og på grunn av at man ikke vet hvordan hulrommene er utformet.

### **Motorsag og strålerør runde 2 (test 6B)**

I runde 2 med motorsag fikk brannmannskapene tydeligere informasjon om hvor brannen hadde startet slik at de gikk på brannen i veggen med en gang. Etter å ha tatt ned brannen så mye som mulig fra veggen ble det etter hvert saget hull i taket. På dette tidspunktet var brannen tatt ned i større grad enn i runde 1, med den følge at det var mindre røyk oppunder taket, slik at motorsaga kunne brukes mer effektivt uten å bli kvalt.

Det tok ca. 3,5 minutt å få kontroll på brannen, og ca. 5 minutter før alle temperaturene var under 100 °C. Totalt ble det brukt om lag 450 liter vann. Selv om det ble brukt både lenger tid og mer vann enn hva skjærslokkeren brukte, er dette resultatet en stor forbedring fra runde 1 med motorsag. Dette viser at dersom brannbildet forstås riktig og man bruker riktig taktikk er denne metoden å slokke en hulromsbrann på relativt effektivt.

### **Slokkespiker (test 7B)**

I runde 2 ble slokkespiker brukt som slokkeverktøy for første gang. I dette brannscenarioet utviklet brannen seg tregere pga. fuktigere materialer. Dette førte til at testen ble noe enklere enn de andre.

Det ble raskt laget to hull i veggen med hammer og kile, og to slokkespiker ble satt i veggen. En begrensningsspiker og en angrepsspiker ble brukt. Etter en stund ble de etter hvert flyttet til taket. Denne innsatsen fikk dempet flammene effektivt, og man fikk raskt kontroll over brannen. Det ble brukt ca. 400 liter vann, noe som er omtrent på samme nivå som test 6B (motorsag runde 2).

Å lage hull med hammer og kile er effektiv på tynne vegger, og fungerer uavhengig av mengden røyk. For tykkere vegger kreves det en drill. Dersom drillen er batteridrevet vil man unngå sikre drift også i røykfylte miljø.

### **Generelt**

Dette scenarioet var utfordrende på flere områder. Den tette røyken gjorde at motorsagen til tider ikke fungerte optimalt, og dårlig sikt førte til at det var vanskelig å finne igjen borede hull. I dette tilfellet var det helt klart en fordel å kunne bruke skjærslokker, der man ikke var avhengig av å bore eller sage et hull for å få vann inn i hulrommet.

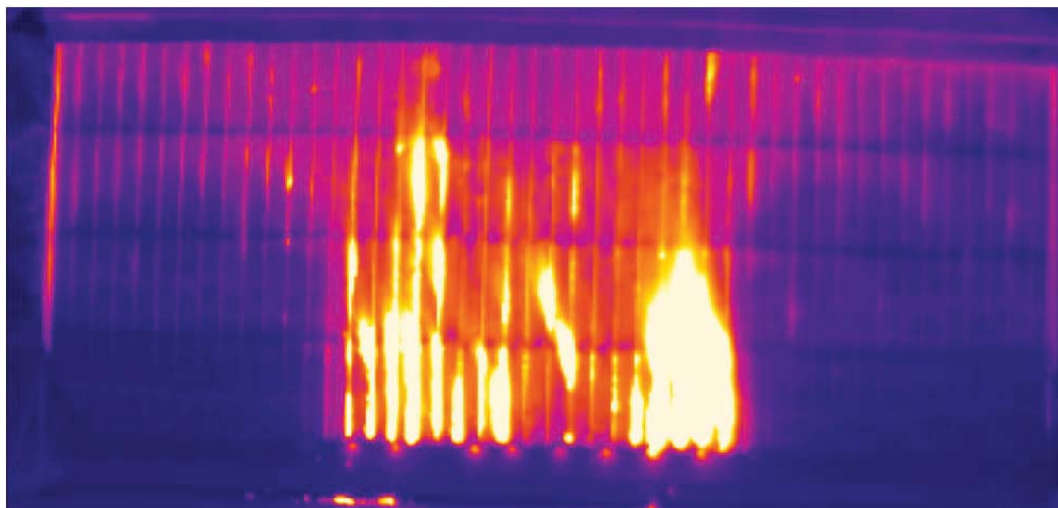
Til tross for at skjærslokkeren fungerte best på dette scenarioet, viste likevel testene at konvensjonelt utstyr og slokkespiker også fungerer godt, forutsatt at de blir brukt riktig med hensyn på hvordan brannbildet utarter seg.



## B.2 Evaluering av testscenario A fra et optisk perspektiv

### B.2.1 Slokking med CAFS

I Figur B-1 ser man hvordan brannen så ut like før slokking ble iverksatt. Her var det lett å se omtrentlig hvor brannen var lokalisert og hvor slokking burde prioriteres.



**Figur B-1** Test 2A – Brannscenario før start slokking. Her var det lett å se hvor brannen var kraftigst, også med det blotte øyet. IR-kamera ble derfor mer viktig i etterslokkingsarbeidet.

I Figur B-2 er brannen slått kraftig ned, og alle synlige flammer er borte. Det er imidlertid varmt i veggene flere steder. Her skumlegges veggene for deretter å merke seg hvor skummet fordamper raskest. Stedene hvor skummet forsvinner raskest er områder som fortsatt har mye varme, slik at vann kan brukes her og ikke unødvendig.



**Figur B-2** Test 2A – Etter at synlige flammer var borte, ble det brukt to teknikker for å finne ut hvor det fortsatt var brann / varme. Den første metoden er å skumlegge veggen. Der skummet forsvinner raskest er det varmest. Den andre metoden er å bruke IR-kamera aktivt. På det øverste bildet ser man tydelig hvor det er varmest.

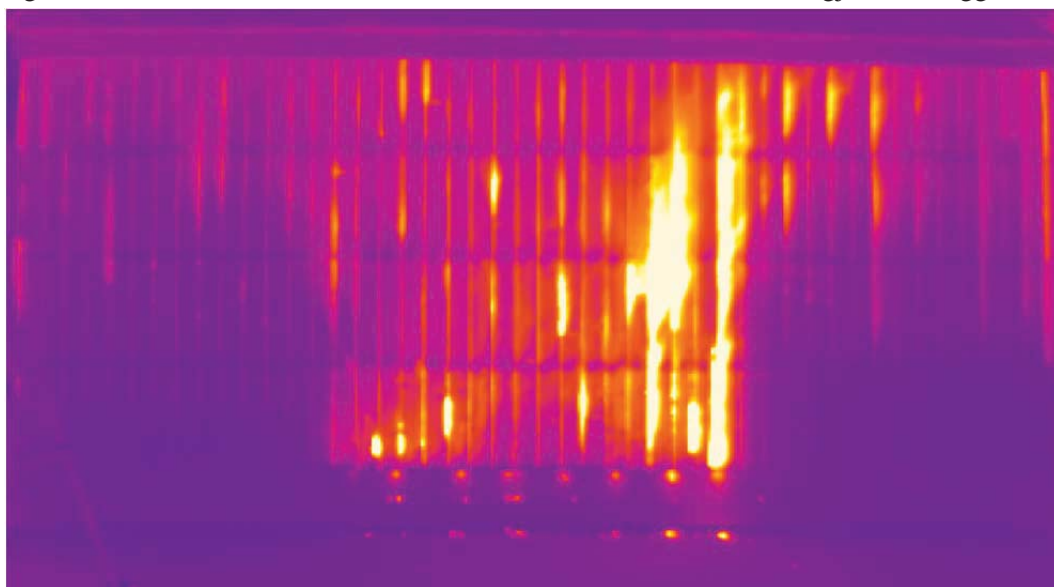
I Figur B-3 ser vi tydelig på IR-bildet at slokkingen utføres på stedet hvor det er varmest. Dette er ikke mulig å se med det blotte øyet, som man ser fra det ekte bildet. For å treffe slik med slokkingen er det viktig å bruke IR-kameraet godt.



**Figur B-3** Test 2A –Spesielt i etterslokkingsarbeidet ble vannet utnyttet på en spesielt god måte. IR-bildet viser at slokkingen skjer på det området som er varmest. Dette er umulig å se med det blotte øyet.

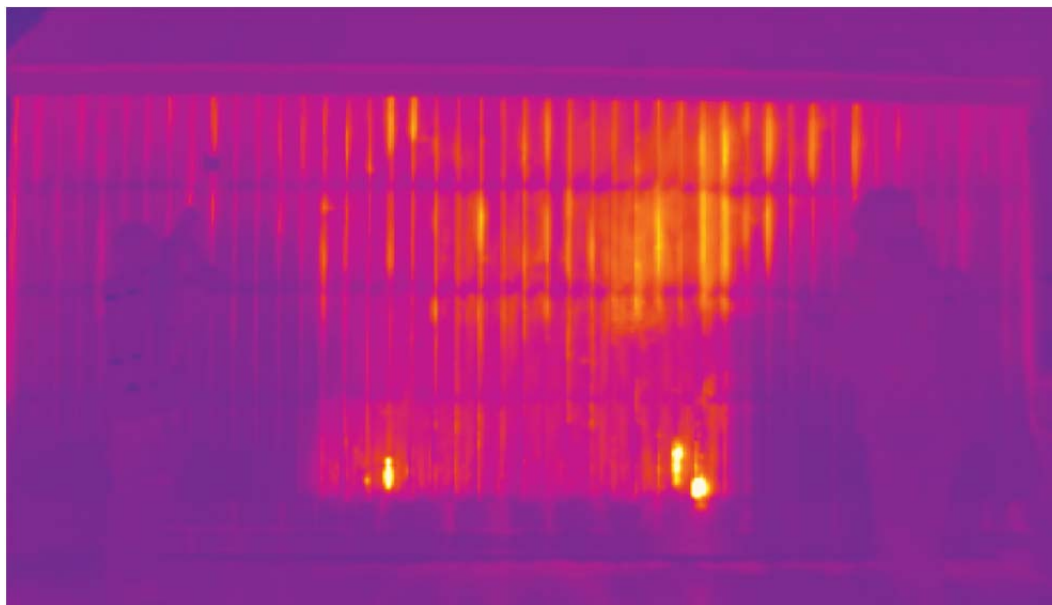
## B.2.2 Slokking med skjærslokker

I Figur B-4 ser man hvordan brannen så ut før brannvesenet tok i bruk skjærslokkeren. Også her er det lett å se hvor det er varmest ved at flammer stikker ut gjennom veggen.



**Figur B-4** Test 3A – Slik så brannen ut før skjærslokkeren ble tatt i bruk. De varmeste plassene er godt synlig med det blotte øyet.

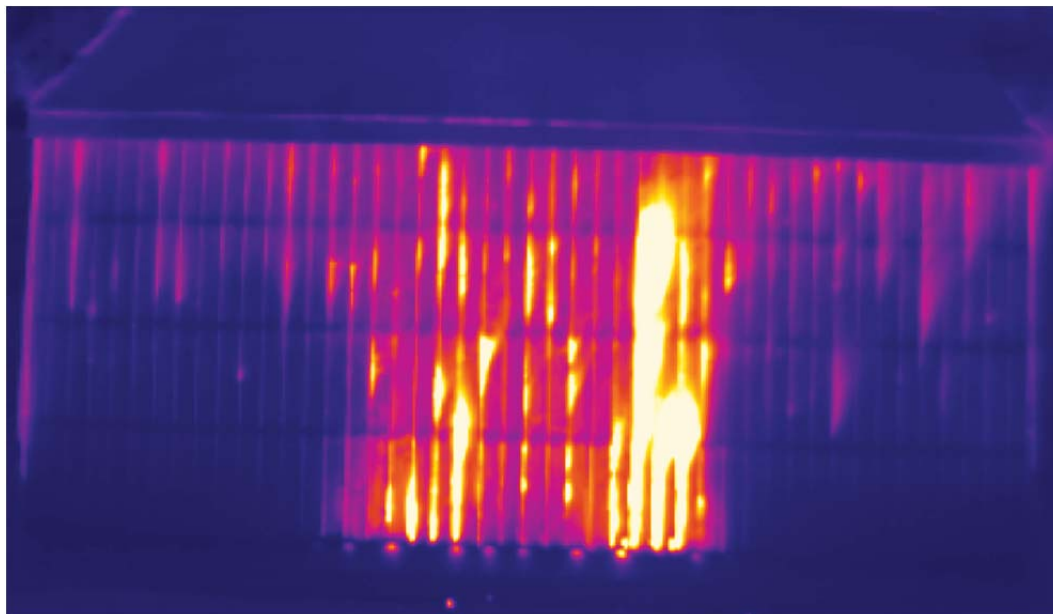
I Figur B-5 ser vi at de synlige flammene er slått ned, mens det fortsatt er mye varme igjen bak vegg. Fra IR-bildet ser vi at skjærslokkeren benyttes i områder som ikke er varmest. Ved å bruke IR-kameraet mer aktivt kunne man unngått dette og på denne måten redusert vannforbruket.



**Figur B-5** Test 3A – Her viser IR-bildet at det brukes vann på et område som ikke er blant de varmeste. Her kunne bedre bruk av IR-kamera ha redusert vannforbruket noe.

### B.2.3 Tradisjonell slokking med strålerør og motorsag

I Figur B-6 ser vi brannscenarioet like før motorsag og strålerør blir brukt for å ta ned brannen. Også her er det lett å se hvor brannen befinner seg.



**Figur B-6** Test 4A – Brannscenario før start slokking.

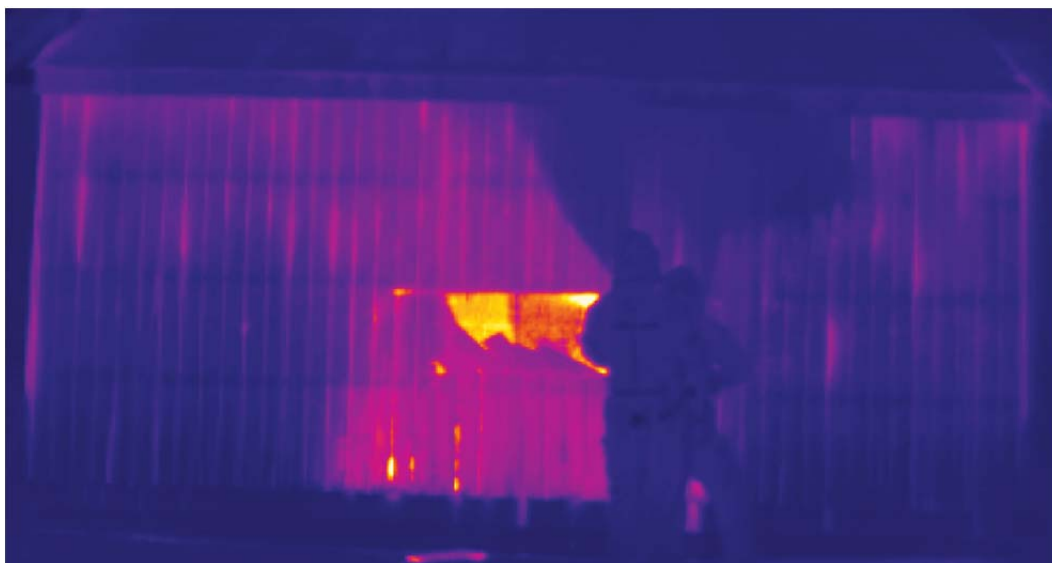
Brannvesenet hadde innledningsvis litt problemer med å få start på motorsaga. I påvente av at denne skulle starte ble strålerøret brukt til å spyle vann på veggen og opp i raftkassa. I Figur B-7 ser vi hvordan brannen ser ut etter at spylingen er avsluttet. De synlige flammene er tatt ned og de varmeste plassene har blitt kraftig nedkjølt. Til tross for dette brenner det fortsatt bak veggen noen steder.



**Figur B-7** Test 4A – Brannvesenet startet med å spyle på veggen og opp i raftkassen så godt de kunne, for å ta ned brannen i påvente av at motorsaga skulle bli klar. Her ble det brukt mye vann, men som bildene viser har det helt tydelig hatt en god effekt på å dempe brannen.

I Figur B-8 har brannvesenet begynt å sage opp veggen for å komme bedre til. Av bildene ser man at det fortsatt er mye varme bak veggen. Gjennom det oppsagede hullet ble det

deretter spylt masse vann. Dette fikk avkjølt de varme områdene godt. I denne testen ble IR-kamera brukt i svært liten grad, og vannforbruket var samtidig det høyeste.



**Figur B-8** Test 4A – Motorsaga har nettopp blitt brukt til å skjære ut et stort felt i området hvor det er varmest. Ved å åpne opp der hvor det er varmest får man god tilgang til å slokke raskt. En ulempe kan være at man får mer luft inn. I dette tilfellet var ikke dette et problem.



## B.3 Evaluering av testscenario B fra et optisk perspektiv

### B.3.1 Slokking med CAFS

I dette scenarioet var det ikke like lett å se hvor brannen befant seg. I Figur B-9 ser man så vidt noen flammer nede på veggen på det ekte bildet, mens man på IR-bildet lett ser at det brenner bak veggen. I Figur B-10 ser man at det borres hull i taket. Å finne igjen hullet med CAFS-lansen var imidlertid utfordrende i all røyken.



**Figur B-9** Test 2B – Brannscenario før start slokking. Små synlige flammer nede på veggen er en god indikator på hvor brannen befinner seg bak veggen.



**Figur B-10** Test 2B – Det ble benyttet borr sammen med en spredningslans for å komme til med skum i hulrommene. Å borre i røyken, for deretter

**å finne igjen hullet var noe utfordrende, men ellers effektivt. Brannen spredde seg likevel opp til loftet. Å slokke loftsbrannen fra korridoren var imidlertid utfordrende, pga. det doble hulrommet.**

I dette scenarioet var det mer utfordrende å se hvor brannen befant seg og vanskelig å vite hvordan hulrommet så ut. Siden det her var snakk om et dobbelt hulrom, var det så å si umulig å slokke på loftet inne fra korridoren. Dette ble derfor utført ved å borre hull og slokke gjennom sideveggen, se Figur B-11.



**Figur B-11** Test 2B – Slokking på loftet måtte gjøres fra sideveggen. Selv om dette var noe mer tidkrevende enn å borre fra korridoren, ble brannen raskt slokket ved denne innsatsen. Å gjøre det på denne måten i en virkelig situasjon er nødvendigvis ikke så lett, der har man kanskje ikke så god tilgang til loftet som akkurat her.

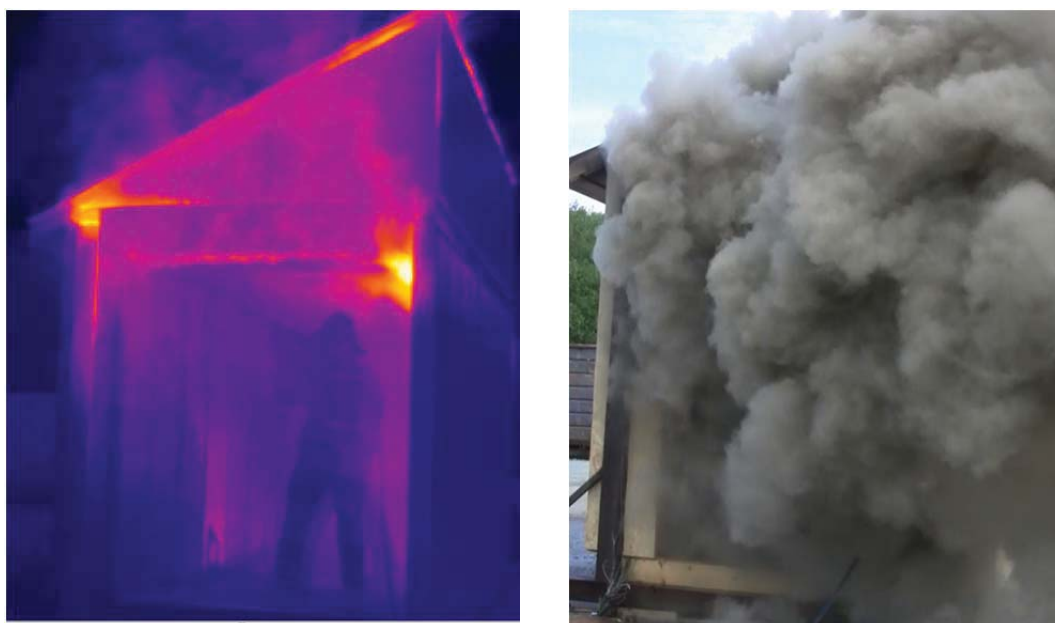
### B.3.2 Sløkking med skjærsløkker

Brannen som møtte skjærsløkkermannskapet hadde ikke spredt seg ut gjennom veggen, slik at det var umulig å se med det blotte øyet at det brant inne i veggen (Figur B-12).



**Figur B-12** Test 3B – Brannscenario før start sløkking. IR kamera viser godt at det brenner inne i veggen , mens det på ekte er svært vanskelig å se.

For å unngå overtenning og ta ned synlige flammer i korridoren, ble det spylt i taket. Dette førte til elendig sikt, som vist i Figur B-13. Brannen ble likevel svært raskt tatt ned. Siden skjærsløkkeren ikke trenger et forboret hull, ble det satt mange hull i veggen hvor brannen ble antatt å være. Når man kan bytte hull hvert tiende sekund er det ikke så viktig at man treffer nøyaktig på alle hullene.



**Figur B-13** Test 3B – Mannskapet har spylt lett i taket, noe som fører til elendig sikt. Mannskapet går likevel rett på sløkking, og er her ikke avhengig av å lage hull først. Siden man ved skjærsløkkeren setter mange hull, er man ikke like avhengig av å vite helt nøyaktig hvor brannen er lokalisert.

På grunn av den raske innsatsen rakk ikke brannen å spre seg ordentlig opp på taket. Likevel ble det valgt å slokke her, for å avkjøle varme gasser, og fordi man trolig ikke var klar over om brannen var spredt seg til taket, på dette tidspunktet. Slokkingen foregikk fra korridoren, som vist på Figur B-14. Dette var mulig fordi vannstrålen i seg selv er så kraftig at den skjærer seg gjennom det doble hulrommet, slik at vann kom til i hulrommet på loftet.

Av Figur B-14 ser man også at strålen ble holdt lenge nok til at den skjærte seg gjennom det ytre taket også. Dette viser at skjærslokkeren er svært effektiv, men samtidig kan være noe uforutsigbar med hensyn på hvor langt strålen når. Man vet nødvendigvis ikke alltid hva slags materiale som befinner seg bak den veggen man skjærer gjennom.



**Figur B-14** Test 3B – Slokking gjennom flere hulrom går fint. Bildene viser slokking fra korridor og opp i loftet. Legg merke til at på dette tidspunktet har strålen vært så lenge på samme punkt at den har skjært seg gjennom de tre OSB-platene, slik at mesteparten av vannet forsvinner ut i lufta.

### B.3.3 Tradisjonell slokking med strålerør og motorsag

Fra Figur B-15 ser vi at brannscenarioet er tilnærmet identisk med de andre brannscenarioene. Det ryker godt, men det er ikke mulig å lokalisere nøyaktig hvor brannen befinner seg.

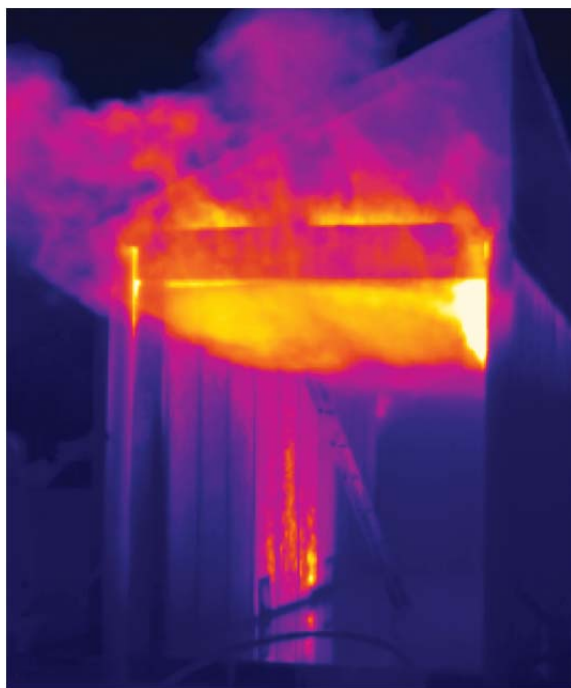


**Figur B-15** Test 4B – Brannscenario før start slokking. Bildene er tatt like før brannvesenet starter slokking. IR kamera viser godt at det brenner inne i vegg , mens det på ekte er svært vanskelig å se.



**Figur B-16** Test 4B – Bildene er tatt etter at brannvesenet har startet slokkingen. Vann er spylt opp i taket og på vegg. Dette ble gjort for å hindre overtenning. Spylingen har imidlertid gjort at brannen i vegg er nesten umulig å oppdage både ved IR-kamera og ved øynene. Spylingen i tak og vegger bidrar i liten grad til å slokke selve brannen i hulrommet.

For å hindre overtenning ble det spylt inn en del vann. Av Figur B-16 ser vi at sikten ble svært dårlig. Samtidig ser vi at det nesten ikke er mulig å se hvor brannen er selv på IR-bildet. Dette skyldes trolig at veggen har blitt kraftig avkjølt, og 'avtrykket' av brannen er dermed hvisket ut. Etter hvert ble det på ny en sjiktning i røyken, og det ble mulig å bruke IR-kamera igjen til å lokalisere brannen. IR-kamera ble forsøkt brukt, men det lyktes likevel ikke å se hvor brannen var basert på dette. Feil bruk er trolig grunnen til dette<sup>1</sup>. Det ble forsøkt å sage hull i taket, fordi mannskapet trodde brannen var her. Som man ser på Figur B-17 er det svært mye røyk tett oppunder taket, og det ble svært vanskelig å bruke motorsaga i dette miljøet.



**Figur B-17** Test 4B – Brannvesenet har fortsatt ikke innsett at det brenner i veggen. Det ble forsøkt sage et hull i taket ved hjelp av motorsag og stige, men pga. av all røyken ble motorsaga kvelt. Når røyken har sjiktet seg igjen er det igjen mulig å se at det brenner bak veggen ved hjelp av IR-kameraet.

Brannvesenet klarte ikke å komme til ordentlig i hulrommet hvor de trodde brannen var, og det meste av vannet som ble brukt ble kun brukt til å spyle på utsiden av veggen og taket. Effekten av slik slokking er svært begrenset med tanke på å slokke brannen. Det bidrar i noen grad til å redusere temperaturen i røyken og på veggene, men bidrar samtidig til å forverre sikten betraktelig. 8 minutter etter slokking ble iverksatt spredde brannen seg fra det opprinnelige hulrommet og opp på loftet. Dette vises godt på Figur B-18.

<sup>1</sup> Etter testen ble det avdekket at brannmannskapene hadde brukt feil filter på IR-kameraet, slik at det ikke viste hvor det var vamest.



**Figur B-18** Test 4B – Brannvesenet har ikke klart å ta ned brannen i hulrommet tilstrekkelig, og den sprer seg opp på loftet. Dette vises godt på IR-kameraet. Mengden røyk i korridoren gjør det nå nesten umulig å bruke motorsag der.

### B.3.4 Skjærslokker 2. forsøk

Siden skjærslokkeren presterte svært godt i første forsøk, ble det gjennomført en ny test der slokkingen ble iverksatt ca. 3 minutter senere i brannforløpet. På dette tidspunktet var korridoren overtent, og det var like før full overtenning på loftet. Brannmannskapene tok raskt ned flammene i korridoren, og gikk umiddelbart på med skjærslokkeren i taket, for å hindre en overtenning på loftet. Deretter ble det satt hull på utvalgte steder i veggen. I løpet av ett minutt var brannen under kontroll, og slokking ble avsluttet etter 3 minutter. Totalt ble det benyttet ca. 100 liter vann.



**Figur B-19** Test 5B – Øverste bilde viser brannen like før slokkeinnsats iverksettes, mens de nedre bildene viser brannen like etter slokking er påbegynt.





**Figur B-20** Brannen ble raskt brakt under kontroll. Den grå røyken er primært vann som har fordampet.



**Figur B-21** IR-kamera blir brukt for å finne de gjenværende varme sonene i konstruksjonen.

### B.3.5 Motorsag runde 2

Runde to med motorsag og strålerør ble utført for å se hvor mye bedre det gikk an å slokke brannen enn i første runde. I denne testen fikk brannvesenet beskjed om at brannen startet i veggen. To lufteluker ble åpnet fordi brannen var noe treg å få i gang. Slokking ble imidlertid ikke utført gjennom disse.



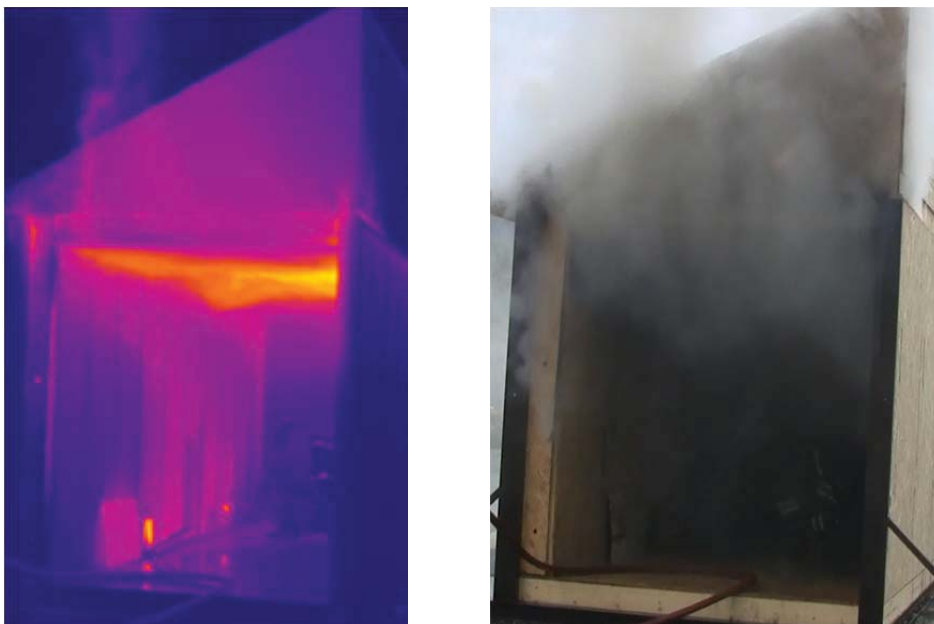
**Figur B-22** Brannen like før slokking ble iverksatt. På grunn av noe tregt brannforløp ble det åpnet opp luker for å gi litt ekstra luft. Brannvesenet fikk ikke slokke gjennom disse åpningene.



**Figur B-23** Det ble sagt hull lavt nede på veggen, der røyktettheten var mindre.

Når brannmannskapene startet innsatsen var scenariet svært likt som de tidligere scenariene. Det ble umiddelbart brukt noe vann for å kjøle ned korridoren for å hindre overtenning. Deretter ble motorsaga brukt til å skjære et hull lavt nede midt på veggen.

Motorsaga ble ikke kvalt i dette tilfellet, trolig på grunn av at mengden røyk er mye mindre så lavt nede i forhold til helt oppe under taket.



**Figur B-24** Etter å ha spylt vann inn i det sagede hullet, har brannen blitt kraftig redusert.

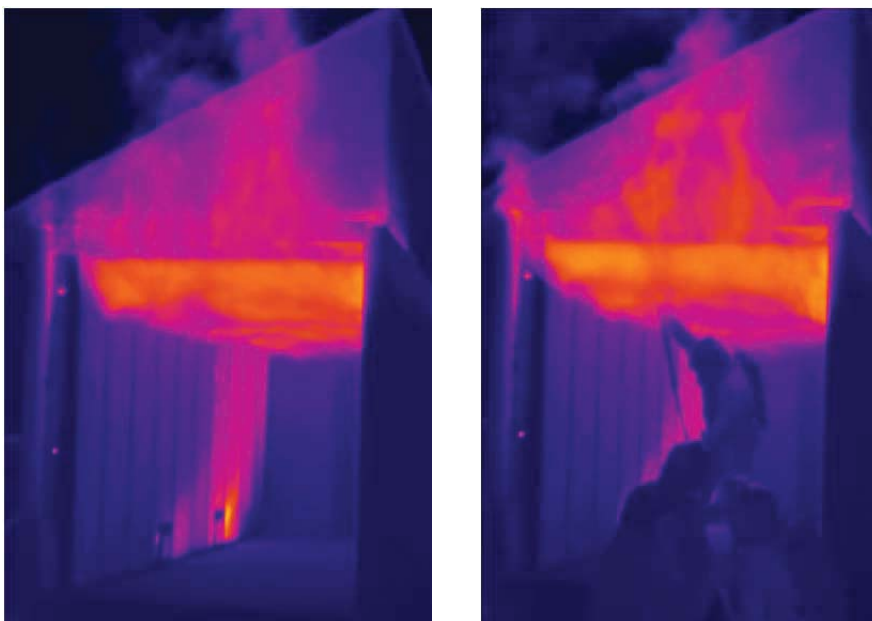
Ved å spyle gjennom det sagede hullet ble både brannen og mengden røyk kraftig redusert. Dette gjorde det mulig å sage hull i taket uten at motorsaga ble kvalt.



**Figur B-25** På grunn av mye mindre røyk tett oppunder taket var det mulig å sage hull i det nedforede taket. Det ble også skjært hull opp til loftet for å kontrollere om brannen hadde spredt seg dit, og om den var slokket der.

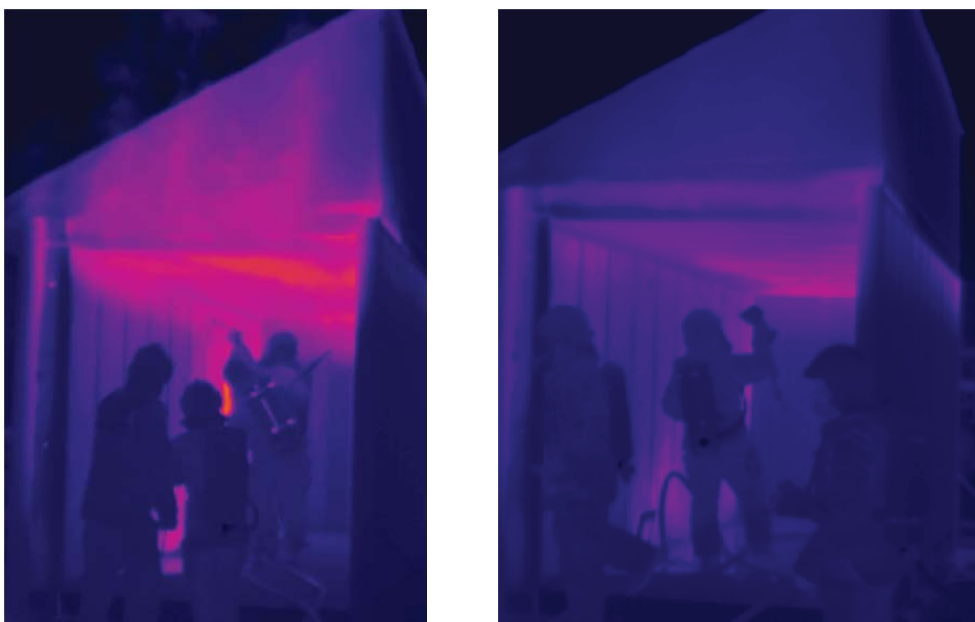
## B.4 Sløkkespiker

Brannen utviklet seg noe tregere enn de andre forsøkene, og var noe forskjøvet til en side, men var ellers sammenlignbar.



**Figur B-26** Bilde til venstre er brannen like før sløkking iverksettes, og til høyre idet sløkkespikeren settes i veggen.

Det ble raskt slått hull på veggen med en brannøks, og sløkkespikeren ble satt i veggen. Fra figuren ser vi at det første hullet ikke ble satt på det stedet hvor det var varmest.



**Figur B-27** Sløkkespikeren ble etter en kort stund flyttet mer til høyre på veggen, der det var varmere, og brannen avtok raskt etter dette.

Etter en kort stund ble sløkkespikeren flyttet til det stedet hvor det var varmere. og brannen avtok kraftig i intensitet etter dette. Samtidig ble en annen sløkkespiker satt gjennom det nedforedede taket. Sløkking med de to sløkkespikerne dempet brannen raskt. Et IR-kamera ble til slutt brukt for å finne gjenværende varme steder. Dersom IR-kamera

hadde blitt brukt mer aktivt for å velge hvor det skulle slås hull, kunne brannen vært slokket ennå raskere, og med noe mindre vann.

## **C      Rapport fra DSB – Brannvesenets slokkemetoder**

På de påfølgende sider følger rapport utarbeidet av DSB som omhandler spørreundersøkelsen som ble gjennomført.

INTERN RAPPORT

---

# Brannvesenets slokkemetoder

---

Spørreundersøkelse om bruk av  
slokkemidler- og redskap, vår 2016



## INNHOLD

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>3</b>
	1.1 Om forskningsprosjektet .....	4
	1.2 Metode .....	5
<b>2</b>	<b>Brannvesenets slokkeutstyr</b> .....	<b>8</b>
	2.1 Tankvogn .....	9
	2.2 Kombinasjoner av slökkemiddel og sløkkeredskap .....	10
	2.3 Vann.....	12
	2.4 Vann med tilsetningsstoffer .....	16
	2.5 Skum .....	22
	2.6 CAFS .....	26
	2.7 Pulver .....	30
	2.8 Gass .....	33
	2.9 Skjærslokker .....	35
	2.10 Oppsummering bruk av tilgjengelig utstyr.....	38
<b>3</b>	<b>Begrunnelse for anskaffelse og bruk</b> .....	<b>40</b>
	3.1 Anskaffelse .....	41
	3.2 Bruk.....	43
<b>4</b>	<b>Prosedyrer og rutiner</b> .....	<b>45</b>
	4.1 HMS-prosedyrer.....	46
	4.2 Standard operasjonell prosedyre .....	48
	4.3 Rutiner for håndtering av vann etter innsats .....	50
<b>5</b>	<b>Kommentarer til undersøkelsen</b> .....	<b>51</b>
	5.1 Avsluttende kommentar .....	52



# 1

---

## Innledning

---

# 1.1

## OM FORSKNINGSPROSJEKTET

Norges brannbefalslag (NBLF), SP Fire Research (SPFR) og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) samarbeider om et prosjekt som skal undersøke hvordan effekten av nye slökkemetoder kan måles. Målet med prosjektet er å bidra til at branner blir sløkket på en sikrere og mer effektiv måte enn hva som er tilfellet i dag. Finans Norge bidrar også i prosjektet.

Prosjektet vil utarbeide en rapport som kan danne grunnlaget for læremateriell i bruk av riktig sløkketeknikk og -utstyr, slik at man kan minimere vannforbruk under innsats, vannskader i bygget og helserisikoen blant beredskapspersonell som deltar som røykdykkere.

Som en del av prosjektet ønsket man å kartlegge hvilket utstyr som finnes blant ulike brannvesen, og i hvilket omfang det brukes i dag. Kartleggingen er gjort ved hjelp av en elektronisk spørreundersøkelse sendt ut til samtlige av landets brannvesen. Denne rapporten presenterer funnene fra spørreundersøkelsen. Både datainnsamling, analyse og utarbeiding av denne rapporten er gjennomført av Julie E. Stuestøl i Enhet for dokumentasjon (DOK) i DSB.

### 1.1.1

#### HYPOTESER

Spørsmålene i undersøkelsen er utarbeidet som en del av arbeidet med forskningsprosjektet, i samarbeid med DOK. Bakgrunnen for undersøkelsen er noen antatte utfordringer knyttet til hva slags utstyr som er tilgjengelig i brannvesenet, og hva som ligger til grunn for dette:

- Mange branner kunne vært sløkket mer effektivt ved bruk av annet sløkkeutstyr
- Informasjonen som finnes om effekt og egenskaper ved nytt sløkkeutstyr er lite tilgjengelig for brannvesenet og/eller lite pålitelig
- Mange brannvesen kjøper dyrt utstyr som de ikke har bruk for og/eller ikke vet nok om, noe som fører til lite bruk
- CAFS og skjærsløkker er relativt nye sløkkesystemer som har flere fordeler med tanke på vannforbruk og sikkerhet for mannskap
- Mange brannvesen har kjøpt inn CAFS og skjærsløkker, men bruker utstyret lite
- Høyere kunnskapsnivå om nye slökkemetoder vil bidra til at branner sløkkes sikrere og mer effektivt

Spørreundersøkelse er en egnet metode for å måle noen av disse aspektene. Denne datainnsamlingen og analysen har hatt som mål å se på det som omhandler tilgjengeligheten og bruken av ulike kombinasjoner av sløkkemidler- og redskaper, samt å se dette i sammenheng med prosesser og prosedyrer i brannvesenet.

# 1.2

## METODE

Spørreundersøkelsene ble gjennomført elektronisk i spørreundersøkelsesverktøyet SurveyXact i perioden 31. mai - 21. juni 2016. For å sikre en høy svarprosent, mottok alle som ikke hadde svart innen den første oppsatte fristen, en påminnelse på e-post 14. juni.

Alle svar i undersøkelsen er registrert og behandlet elektronisk, noe som minimerer tilfeldige målefeil. Svarene i undersøkelsen er behandlet i Survey Xact og i SPSS Statistics, som er et program for statistisk analyse.

I en surveyundersøkelse er det i utgangspunktet ingen kontakt med respondentene, og det er derfor en utfordring å få motivert respondentene til å svare på undersøkelsen. En annen utfordring er de begrensede mulighetene for å oppklare misforståelser. For å bøte på dette, har vi i denne undersøkelsen gitt respondentene mulighet til å ta kontakt ved behov.

Enhet for dokumentasjon (DOK/DSB) har bistått prosjektgruppen med metodisk veiledning ved utarbeidelse av spørreskjema, datainnsamling og analyse.

### 1.2.1

#### UTVALG OG FRAFALL

Undersøkelsen er en populasjonsundersøkelse. Det innebærer at alle landets brannvesen er bedt om å svare på undersøkelsen, og ikke bare et utvalg. Så langt det var mulig ble undersøkelsen sendt direkte til brannsjef. Hvis vi ikke hadde e-postadressen til brannsjefen, eller hvis denne adressen feilet ved utsendelse, ble e-posten sendt til kommunenes postmottak med oppfordring om å videresende til brannsjefen. Før selve undersøkelsen gikk ut ble det sendt en e-post med informasjon om forskningsprosjektet og spørreundersøkelsen. Dette gjorde at en del adresser ble rettet opp før selve undersøkelsen gikk ut.

Av de 269 brannvesenene som mottok undersøkelsen har totalt 196 svart på undersøkelsen, noe som gir en svarprosent på 73 prosent<sup>1</sup>.

For å vurdere om eventuelle variasjoner i brannvesenenes svar kan ses i sammenheng med geografisk plassering og størrelse på brannvesenet er det i analysen inkludert bakgrunnsinformasjon om brannvesenet hentet fra melding om brannvernet. Denne bakgrunnsinformasjonen viser at det er store variasjoner når det gjelder antall brannvesen per landsdel. For eksempel er det 102 brannvesen på Vestlandet, mot kun 7 brannvesen på Sørlandet. Sammenligninger mellom landsdeler må ta høyde for dette.

---

<sup>1</sup> Av disse har 4,5 prosent svart på deler av undersøkelsen, mens 68,4 prosent har gått gjennom hele spørreskjemaet.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Landsdel kan like fullt benytte som en indikatorer på om utvalget (de som har svart) er representativt for populasjonen (alle landets brannvesen). Som det fremgår i tabell 1 er andelen i undersøkelsen tilnærmet like andelen totalt sett. Altså er det ingen overrepresentasjon i frafallet innenfor de ulike landsdelene som vil ha avgjørende betydning for tolkning av resultatene.

Landsdel	Andel brannvesen totalt	Andel brannvesen i undersøkelsen
<b>Nord-Norge</b>	24,5	21,9
<b>Midt-Norge</b>	10,4	9,6
<b>Vestlandet</b>	37,9	40,3
<b>Sørlandet</b>	2,6	2
<b>Østlandet</b>	24,5	26

**Tabell 1: Fordeling brannvesen etter landsdel**

Når det gjelder størrelse er det ulike måter å kategorisere brannvesenet, for eksempel ut fra innbyggertall, geografisk utstrekning og tettsteder. I denne undersøkelsen er det valgt å bruke type vaktordning som variabel for å se på variasjoner mellom brannvesenene med tanke på størrelse. I forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen (dimensjoneringsforskriften) stilles det noen minstekrav/standardkrav som skal sikre at det i alle kommuner blir utført et minimum av brannforebyggende oppgaver, og at kommunene har en slagkraftig beredskapsstyrke med tilstrekkelig kompetanse og utrustning. Minstekravene/standardkravene i forskriften er satt på basis av generell risiko når det gjelder tettsteder, innbyggertall og objekter med krav om innsatstid. Alle kommuner må vurdere om minstekravene til organisering og dimensjonering av brannvesenet er tilstrekkelige med tanke på kartlagt risiko og sårbarhet. Dimensjoneringsforskriften fastsetter følgende minstekrav til vaktberedskap:

- I spredt bebyggelse og i tettsteder med inntil 3.000 innbyggere kan beredskapen organiseres av deltidspersonell uten fast vaktordning. Til tider hvor det ikke kan forventes tilstrekkelig oppmøte ved alarmering skal det opprettes lag med dreiende vakt.
- I tettsteder med 3.000-8.000 innbyggere skal beredskapen være organisert i lag bestående av deltidspersonell med dreiende vakt.
- I tettsteder med 8.000-20.000 innbyggere skal beredskapen være organisert i lag bestående av heltidspersonell med kasernert vakt innenfor ordinær arbeidstid. Utenfor ordinær arbeidstid kan beredskapen organiseres i lag bestående av deltidspersonell med dreiende vakt, men hvor utrykningsleder har brannvern som hovedyrke. Støttestyrke, jf. § 5-2, kan være deltidspersonell med dreiende vakt.
- I tettsteder med mer enn 20.000 innbyggere skal beredskapen være organisert i lag av heltidspersonell med kasernert vakt. Støttestyrke, jf. § 5-2, kan være deltidspersonell med dreiende vakt.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

I melding om brannvernet registreres type vaktordning på hver stasjon. Det betyr at et brannvesen vil kunne ha flere av følgende ulike vaktordninger:

- Døgnkasernering
- Dagkasernering
- Dreiende vakt deltid
- Mannskaper uten fast vaktordning

For denne undersøkelsen er hvert brannvesen kategorisert etter sin høyeste vaktberedskap. På samme måte som for landsdel er det noen forskjeller i antall for de ulike gruppene, men som det fremgår av tabell 2 er det ingen overrepresentasjon i frafallet innenfor de ulike vaktordningene som vil ha avgjørende betydning for tolkning av resultatene.

Type vaktordning	Andel brannvesen totalt	Andel brannvesen i undersøkelsen
Døgnkasernering	17,8	18,3
Dagkasernering	6,7	8,1
Dreiende vakt deltid	40,5	40,8
Mannskaper uten fast vaktordning	34,9	32,6

**Tabell 2: Fordeling brannvesen etter vaktordning**

En tredje relevant bakgrunnsvariabel er antallet kommuner brannvesenet dekker. Her er det også store variasjoner på landsbasis. Fra kommunale brannvesen som kun dekker en kommune, til brannvesen som er felles for opptil ti kommuner.

Resultatene fra undersøkelsen gir et godt grunnlag for å si noe om tilstanden blant norske brannvesen når det gjelder tilgjengelighet og bruk av slökkemidler og –redskap.

Kun signifikante forskjeller mellom landsdeler eller mellom ulike vaktordninger kommenteres i teksten. Fordi antallet brannvesen som har svart på de enkelte spørsmålene varierer noe, er det i hver enkelt figur oppført N, antallet som utgjør 100 prosent i den konkrete figuren.

# 2

---

## Brannvesenets slokkeutstyr

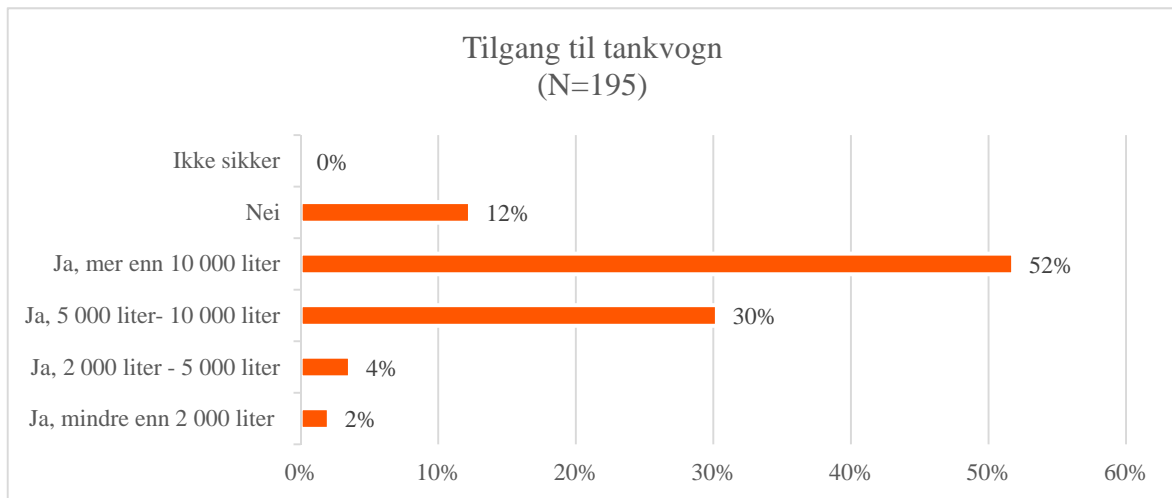
---

Kartlegging av tilgjengelig utstyr i brannvesenet var en av hensiktene med spørreundersøkelsen. Det finnes en rekke kombinasjoner av slokkemiddel og slokkeredskaper. I tillegg til å kartlegge hva som finnes, ønsket prosjektet å vite hvor mye og til hva utstyret brukes. Dette kapitlet beskriver funnene for denne delen av undersøkelsen.

## 2.1

### TANKVOGN

På spørsmål om tilgang på tankvogn svarer over halvparten at de har tilgang på tankvogn som rommer mer enn 10 000 liter.

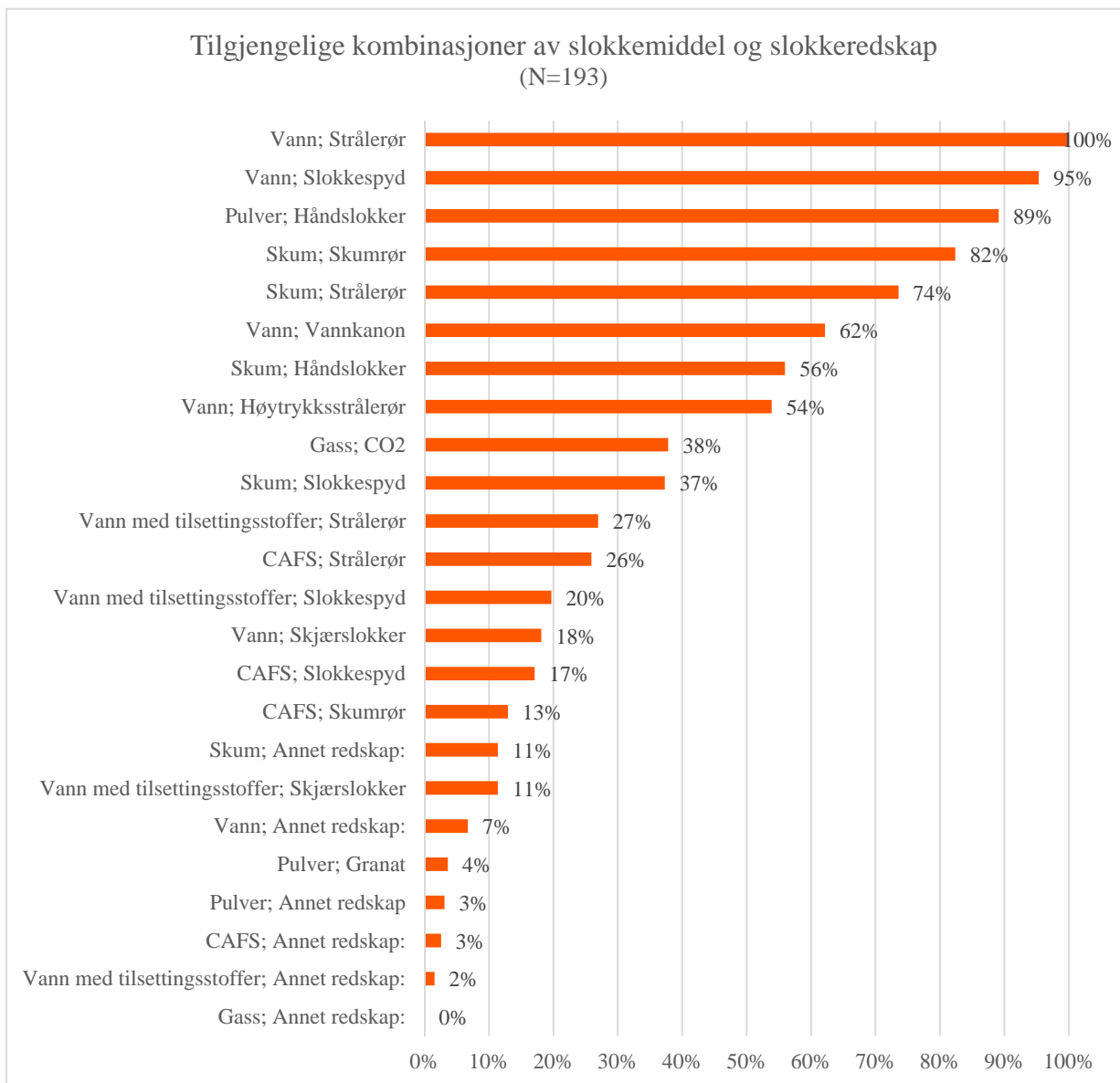


Figur 1: Tilgang til tankvogn.

## 2.2

### KOMBINASJONER AV SLOKKEMIDDEL OG SLOKKEREDSKAP

Respondentene ble spurt om hvilke kombinasjoner av slökkemiddel og sløkkeredskap som er tilgjengelig i deres brannvesen, og fikk en liste med ulike kombinasjoner. Figuren under viser resultatene for dette spørsmålet. Samtlige av de spurte svarer at de har vann + strålerør. Videre følger vann + sløkkespyd, pulver + håndsløkker og skum + skumrør som kombinasjoner mange brannvesen har tilgjengelig. De seks kombinasjonene med annet redskap er blant de åtte med lavest andel.



Figur 2: Tilgjengelige kombinasjoner av slökkemiddel og sløkkeredskap.



## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Respondentenes svar på dette spørsmålet avgjorde hvilke spørsmål de fikk videre om brannvesenets utstyr. Det betyr at det er store forskjeller mellom de ulike kombinasjonene når det gjelder antallet respondenter som har svart på spørsmålene om bruk. I det følgende presenteres resultatene for samtlige kombinasjoner. Det bør imidlertid påpekes at resultatene for kombinasjoner som kun er tilgjengelig blant et lavt antall brannvesen gir mindre grunnlag for generalisering.

For å gjøre resultatene mest mulig lesbare i figurer er det nødvendig å dele opp materialet noe. I denne rapporten er det gjort ved å presentere resultatene om bruk og begrunnelse for bruk og anskaffelse for et og et slokkemiddel. Et unntak er skjærslukker, som har fått sitt eget delkapittel. Ved en senere analyse av resultatene kan resultatene kategoriseres på andre måter, for eksempel ved å sammenligne noen utvalgte kombinasjoner.

## 2.3

### VANN

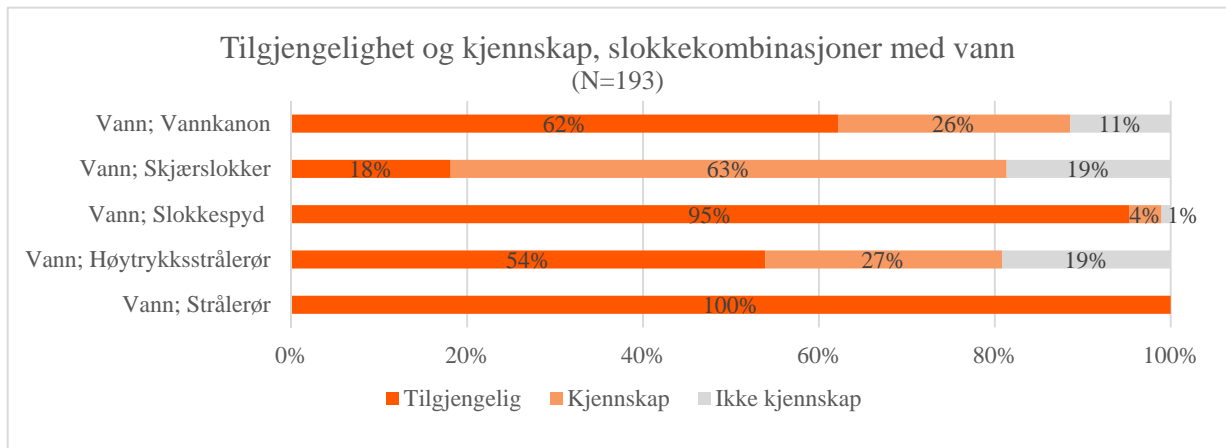
Samtlige av respondentene i undersøkelsen svarte at de har kombinasjonene vann + strålerør. Det betyr også at samtlige brannvesen har en eller flere kombinasjoner med vann tilgjengelig. 8 prosent av respondentene har krysset av for alle de fem kombinasjonene med vann. Andelen som svarer at de har vann + skjærslokker er en del lavere (18 prosent) enn for de øvrige kombinasjonene.

#### 2.3.1

##### KJENNSKAP

På bakgrunn av det respondentene svarte i det innledende spørsmålet om tilgjengelige kombinasjoner, fikk de opp en liste med de kombinasjonene de ikke hadde krysset av at de hadde. Spørsmålet da var hvilke av disse de har kjennskap til. Figuren under viser fordelingen blant respondentene når det gjelder tilgjengelighet og kjennskap til kombinasjoner med vann.

Her ser vi at det blant den andelen som ikke har kombinasjonen vann + skjærslokker, likevel er en forholdsvis høy andel som har kjennskap til kombinasjonen. Andelen som oppgir å ikke å kjennskap til dette, 1 av 5, er like høy som for kombinasjonen vann + høytrykksstrålerør.



Figur: Tilgjengelighet og kjennskap, vann.

#### 2.3.2

##### ANNET REDSKAP

13 brannvesen (7 prosent) krysset av for alternativet vann + annet redskap. I tekstfeltet oppga 6 av dem vannvegg. De andre redskapene som ble nevnt var:

- Vann / skum henger
- Spredere, skjermer
- Håndsprøyte
- 2 stk mb sprinter med uhps anlegg med skumblander 38 lit/ min
- Giraffe
- Pumpe
- Håndholdt strålerør m 1000l./min

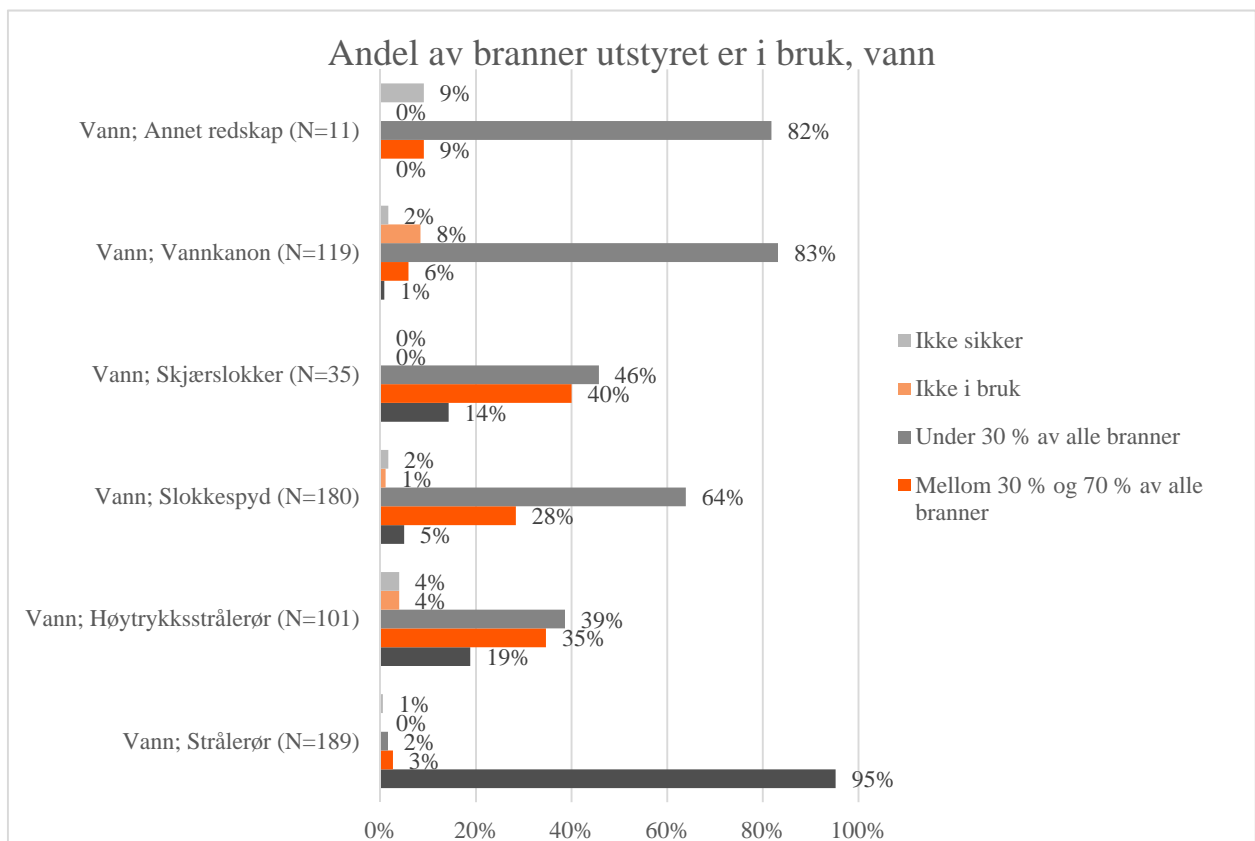
## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

### 2.3.3

#### BRUK AV UTSTYRET

For å få informasjon om hvorvidt, hvor ofte og til hvilke formål slokkeutstyret brukes, stilte vi tre ulike spørsmål om bruken av det utstyret respondentene hadde svart at de har tilgjengelig. Først ble det bedt om å oppgi om og hvor ofte utstyret er i bruk med utgangspunkt i hvor stor andel av alle branner. Dette spørsmålet ble også stilt for å bekrefte eller avkrefte hypotesen om at en del brannvesen har utstyr de ikke bruker, og undersøke hvilket utstyr dette eventuelt gjelder.

Figuren under viser at 95 prosent svarer at vann + strålerør brukes i mer enn 70 prosent av brannene. Det er ingen som svarer at dette utstyret ikke er i bruk. Den kombinasjonen med høyest andel som svarer ikke i bruk, er vann + vannkanon, med 8 prosent. Dette er imidlertid ikke en høy andel sammenlignet med andre kombinasjoner, som vi ser på i de neste delkapitlene.

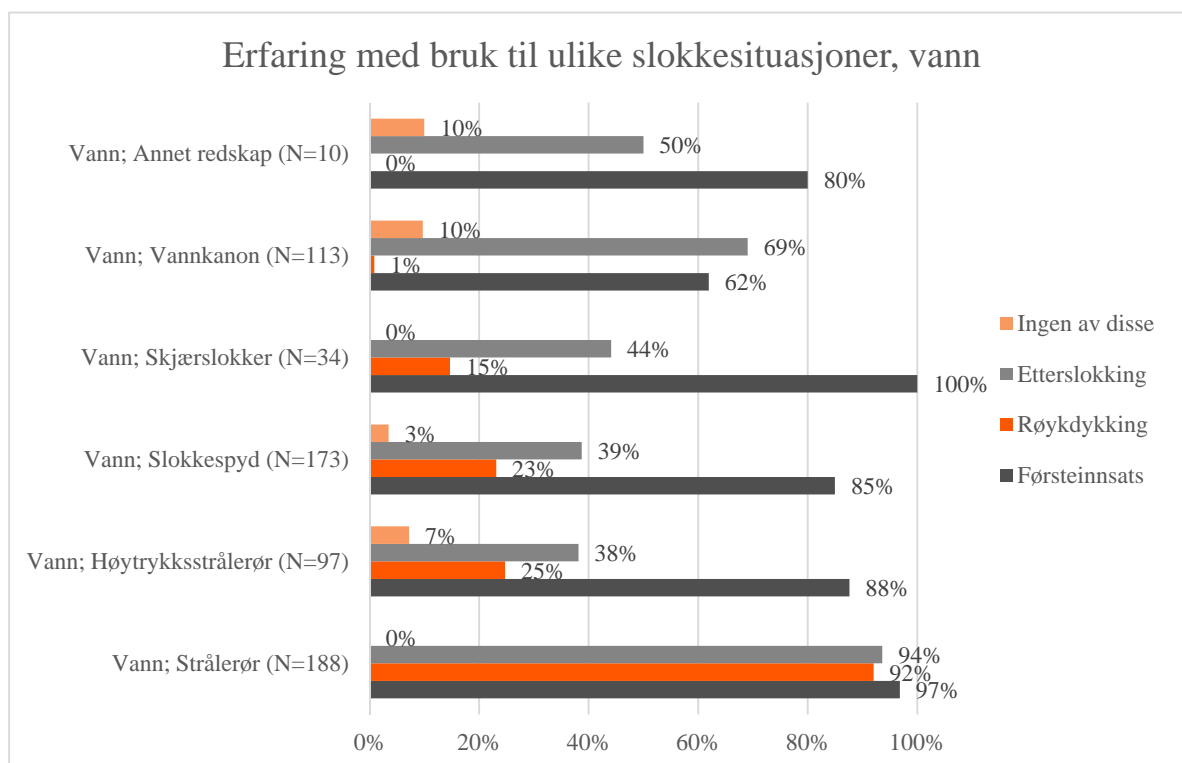


Figur: Hvor ofte er utstyret i bruk, vann.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Videre fikk respondentene spørsmål om fra hvilke situasjoner brannvesenet har erfaring med bruk av de ulike kombinasjonene. Situasjonene foreslått i spørsmålet var førsteinnsats, røykdykking og etterslokking.

Vann + strålerør er har høye andeler for alle de tre situasjonene. For øvrig er det forholdsvis høye andel som har erfaring fra førsteinnsats for samtlige kombinasjoner. 10 prosent av de som har vann + vannkanon, oppgir at de ikke har erfaring med denne kombinasjonen fra verken førsteinnsats, røykdykking eller etterslokking. Dette inkluderer de som på forrige spørsmål svarte at utstyret ikke er i bruk.

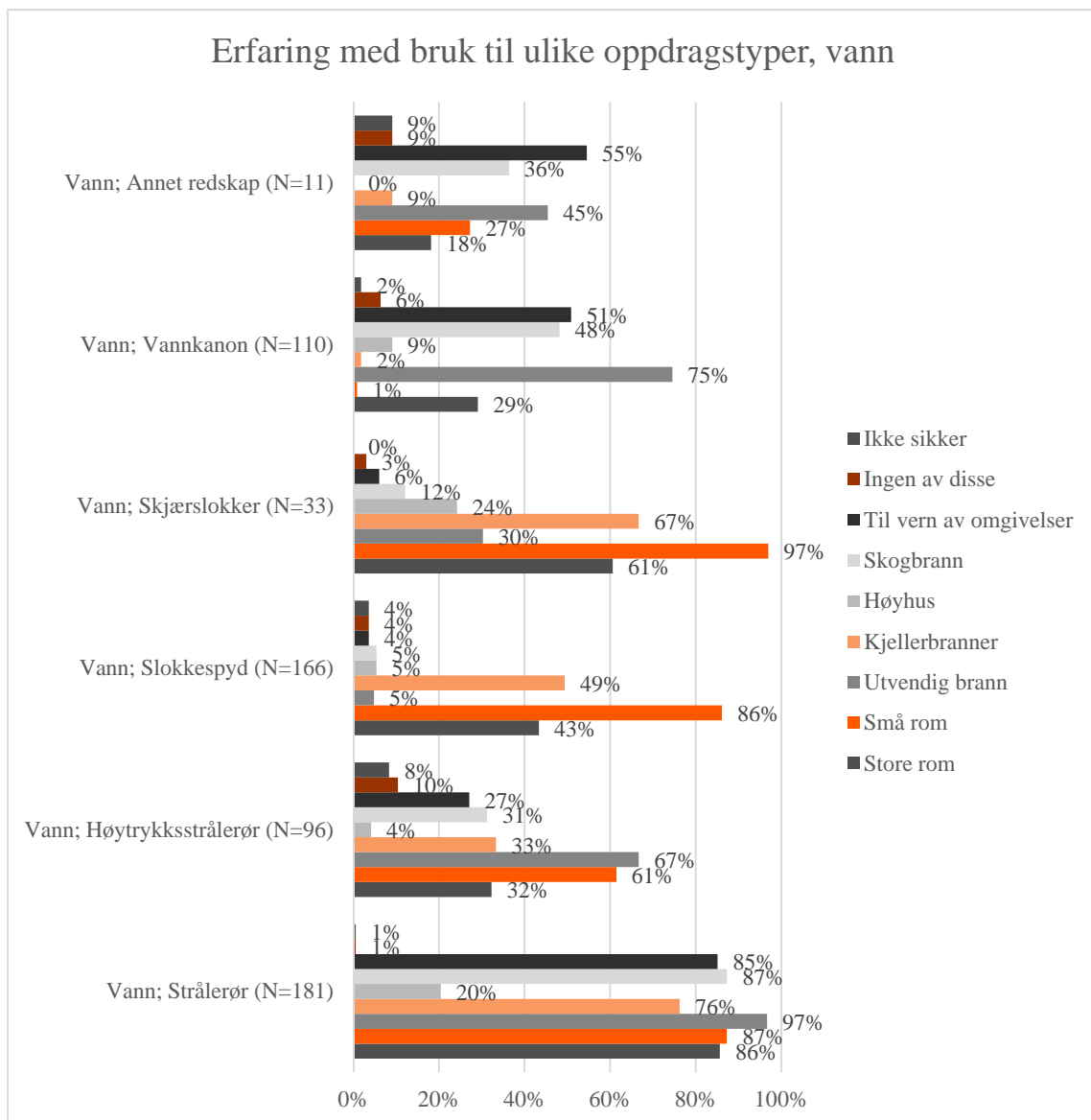


**Figur: Bruk til ulike slokkesituasjoner, vann.**

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Det tredje og siste spørsmålet om bruk dreide seg om oppdragstyper. Her ble det listet opp syv ulike typer brann, og respondentene ble bedt om å krysse av for hvilke av dem de hadde erfaring med for hver av kombinasjonene. Noen respondenter har påpekt at brann i kjøretøy ikke er nevnt.

Også på dette spørsmålet ser vi høye andeler for vann + strålerør. Unntaket er skogbrann. For øvrig er det store variasjoner mellom de ulike kombinasjonene. 97 prosent av de som har Vann + skjærslokker oppgir at de har erfaring med bruk ved slokking i små rom. Denne kombinasjonen er videre brukt til kjellerbranner og store rom av om lag 6 av de brannvesen som har utstyret.



**Figur: Bruk til ulike oppdragstyper, vann.**

## 2.4

### VANN MED TILSETTINGSSTOFFER

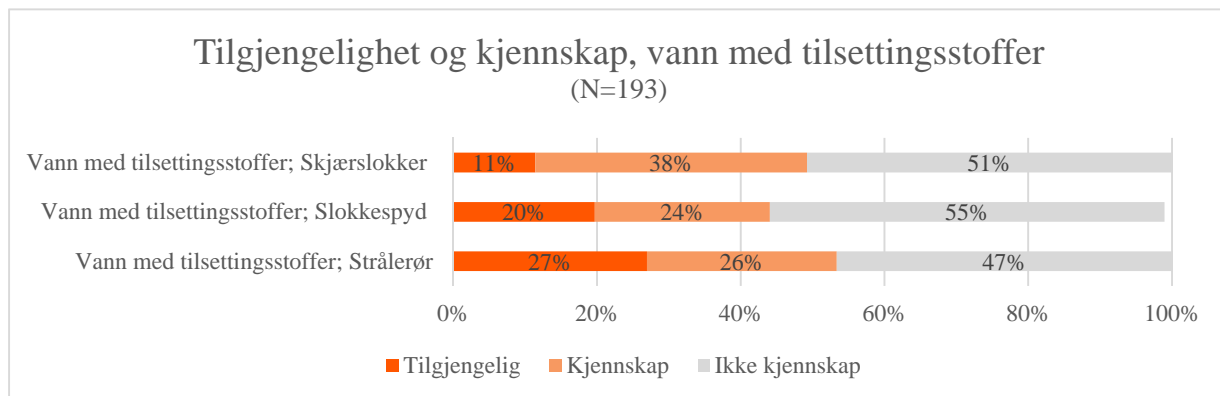
Som vist i figur 2 er vann med tilsetningsstoffer mindre vanlig enn andre slokkemidler. Av de tre kombinasjonene er det lavest andel for skjærsløkker. 32 prosent av brannvesenene har krysset av for at de har en eller flere kombinasjoner med vann med tilsetningsstoffer, og 7 prosent har krysset av for alle de tre kombinasjonene.

#### 2.4.1

##### KJENNSKAP

På bakgrunn av det respondentene svarte i det innledende spørsmålet om tilgjengelige kombinasjoner, fikk de opp en liste med de kombinasjonene de ikke hadde krysset av at de hadde. Spørsmålet var da hvilke av disse de har kjennskap til. Figuren under viser fordelingen blant respondentene når det gjelder tilgjengelighet og kjennskap til kombinasjoner med vann med tilsetningsstoffer.

Her ser vi at det for hver av de tre kombinasjonene er om lag halvparten av respondentene som svarer at de ikke har kjennskap.



Figur: Tilgjengelighet og kjennskap, vann med tilsetningsstoffer.

#### 2.4.2

##### ANNET REDSKAP

3 brannvesen (2 prosent) krysset av for alternativet vann med tilsetningsstoffer + annet redskap. Redskapene som ble ført opp i tekstfeltet var:

- skumrør
- håndsløkker F
- Skum i ulike former og konsistens
- Skum

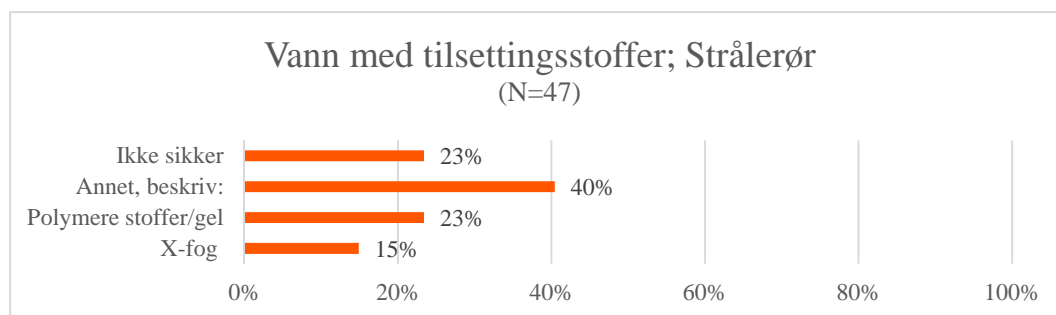
## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

### 2.4.3

#### TYPE TILSETTINGSSTOFF

Som en oppfølging av spørsmålet om hvilke kombinasjoner brannvesenet hadde tilgjengelig, fikk de som hadde krysset av for en eller flere av kombinasjonene med vann med tilsetningsstoffer et oppfølgingsspørsmål om type tilsetninger. Svarene for hver av de fire kombinasjonene var som følger.

#### Strålerør

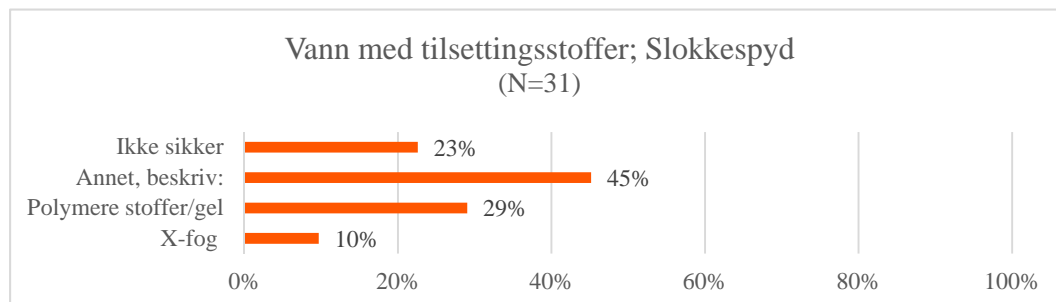


Figur: Type tilsetningsstoffer, strålerør.

Av de 19 som krysset av for *annet* ble følgende oppgitt:

- Moussol alkoholres. Skumvæske (3)
- Universalskum (2)
- Skumvæske (2)
- AFFF (2)
- Skum (2)
- Syntetisk og AFFF
- Skum AFFF/AR
- Skum AFFF
- one seven
- Pre mix
- Bio For N
- Zalo
- Cafs

#### Slokkespyd



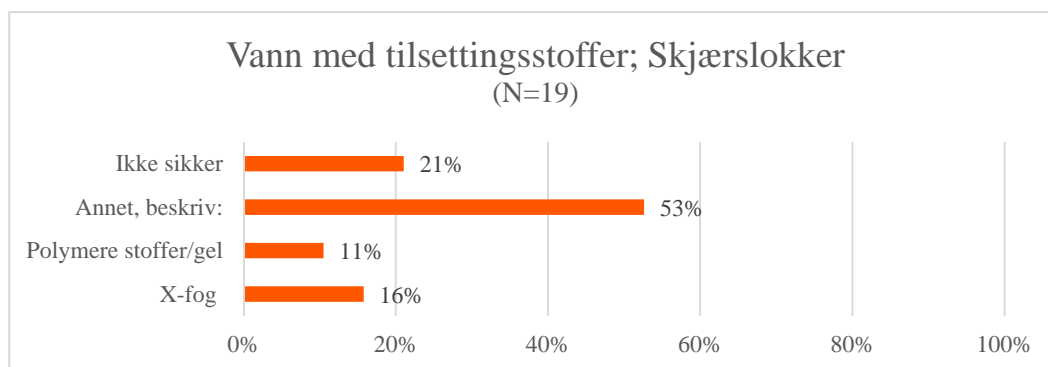
Figur: Type tilsetningsstoffer, slokkespyd.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Av de 14 som krysset av for *annet* ble følgende oppgitt:

- Skumvæske (2)
- Moussol alkoholres. Skumvæske (2)
- AFFF (2)
- Syntetisk og AFFF
- Skum AFFF/AR
- Skum
- Skum, etter behov
- one seven
- Pre mix
- universalskum
- CAFS

## Skjærslokker



Figur: Type tilsetningsstoffer, skjærslokker.

Av de 10 som krysset av for *annet* ble følgende oppgitt:

- Abrasiv (2)
- Skum (2)
- Skumvæske og abreasiv
- skumvæske
- Skum class A
- AFFF
- kvarts
- Slipemiddel

## Ånnet redskap

Det var kun 3 brannvesen som hadde krysset av for dette alternativet innledningsvis. Hver av de fire alternativene fikk 1 svar hver, og den som hadde svart *annet* skrev *har ikke* i tekstfeltet.



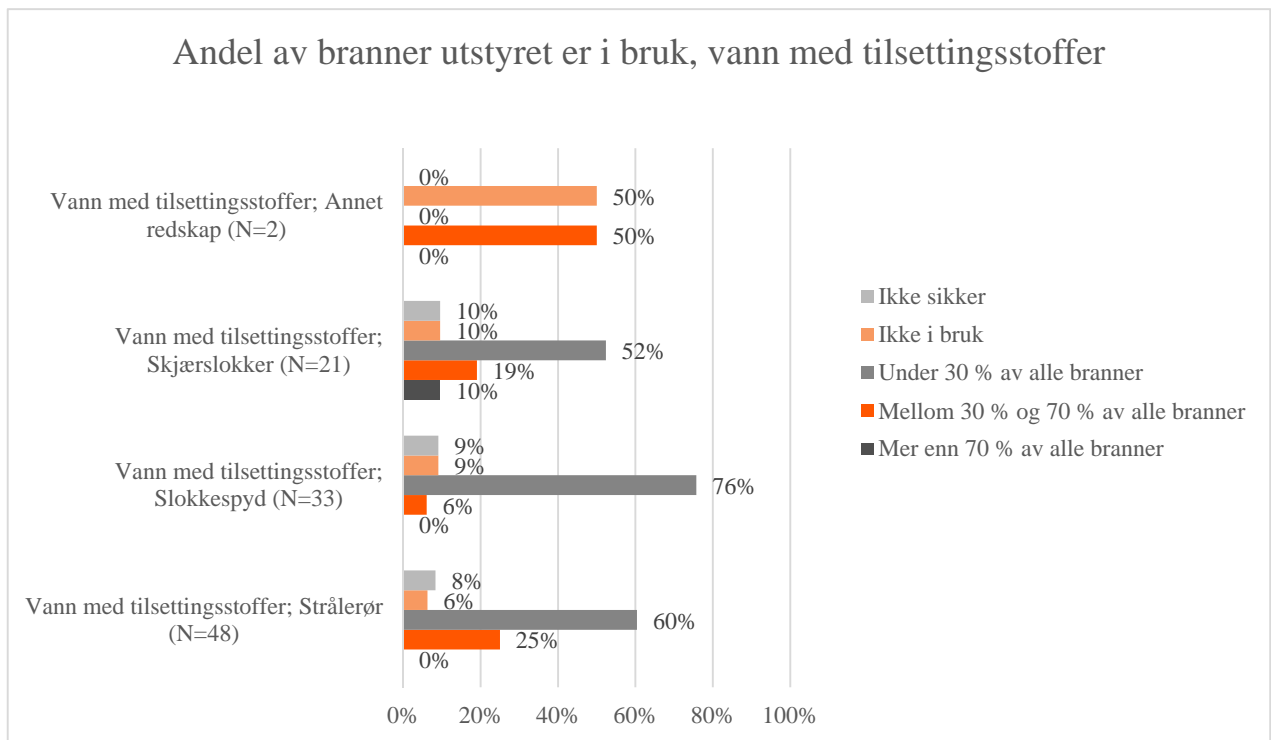
## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

### 2.4.4

#### BRUK AV UTSTYRET

For å få informasjon om hvorvidt, hvor ofte og til hvilke formål slokkeutstyret brukes, stilte vi tre ulike spørsmål om bruken av det utstyret respondentene hadde svart at de har tilgjengelig. Først ble de bedt om å oppgi om og hvor ofte utstyret er i bruk med utgangspunkt i hvor stor andel av alle branner.

Blant alle kombinasjonene her er det kun for vann med tilsetningsstoffer + skjærslokker det er svart mer enn 70 prosent av alle branner, og da kun 10 prosent (2 brannvesen). For øvrig er den høyeste andelen både for skjærslokker, slokkespyd og strålerør kombinert med vann med tilsetningsstoffer *under 30 prosent av alle branner*. Innenfor alle kombinasjonene er det en andel som svarer at utstyret ikke er i bruk.

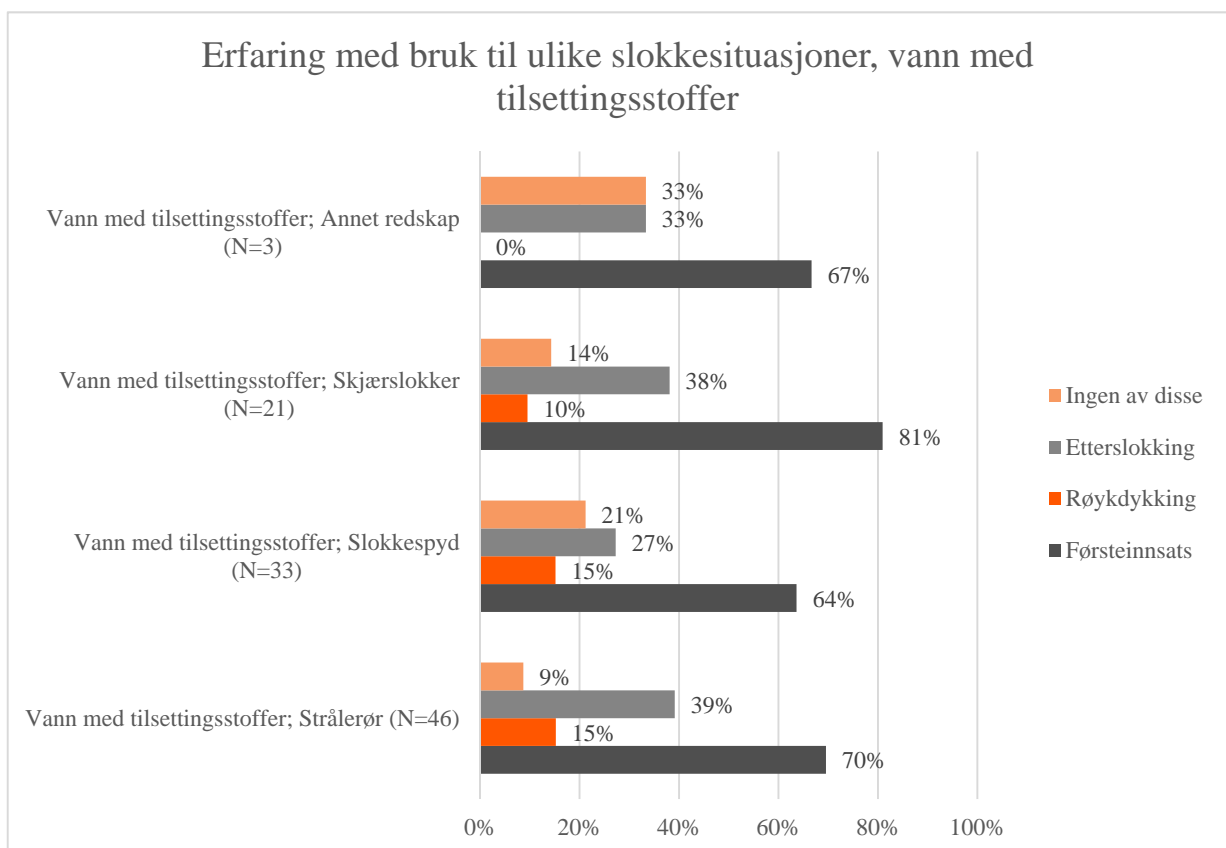


Figur: Hvor ofte er utstyret i bruk, vann med tilsetningsstoffer.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Videre fikk de spørsmål om fra hvilke situasjoner brannvesenet har erfaring med bruk av de ulike kombinasjonene. Situasjonene foreslått i spørsmålet var førsteinnsats, røykdykking og etterslokking.

Sett bort fra kombinasjonene med annet redskap, som kun gjelder 3 respondenter, svarer brannvesenene at de har erfaring med alle kombinasjonene til både førsteinnsats, røykdykking og etterslokking. Andelene som svarer førsteinnsats er imidlertid høyest for alle.

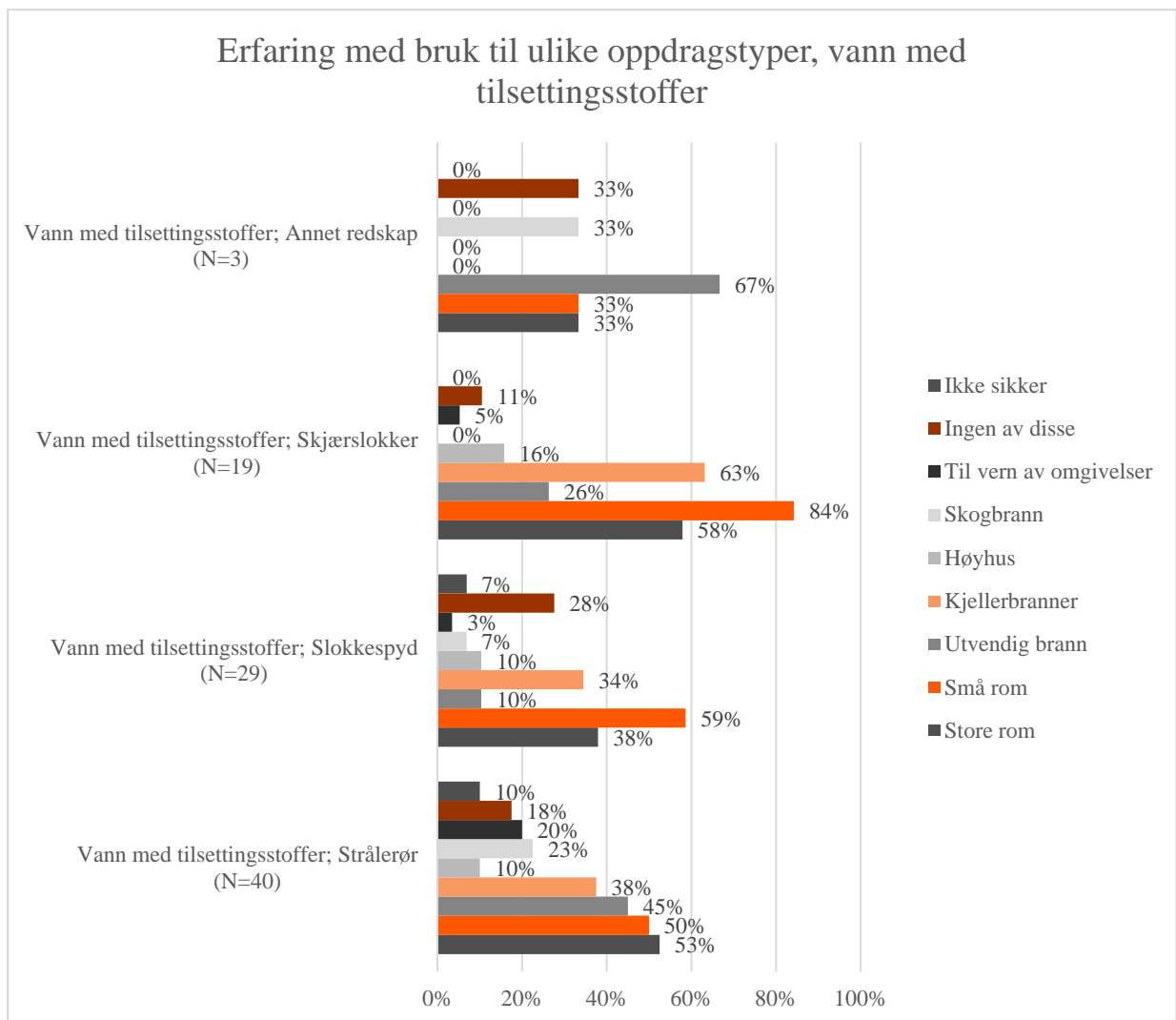


**Figur: Bruk til ulike slokkesituasjoner, vann med tilsetningsstoffer.**

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Det tredje og siste spørsmålet om bruk dreide seg om oppdragstyper. Her ble det listet opp syv ulike typer brann, og respondentene ble bedt om å krysse av for hvilke av dem de hadde erfaring med for hver av kombinasjonene. Noen respondenter har påpekt at brann i kjøretøy ikke er nevnt.

Som vi så for kombinasjoner med vann er det her store variasjoner mellom de ulike kombinasjonene. Blant de med skjærslukker svarer 84 prosent at dette er brukt til slokking i små rom, 63 prosent kjellerbranner og 58 prosent store rom. Andelen som svarer *ingen av disse* er noe høyere enn det vi så for vann, noe som er naturlig med tanke på at andelen som svarte at utstyret ikke er i bruk også er høyere. Blant de med slokkespyd svarer 28 prosent at de ikke har brukt dette til noen av de syv oppdragstypene, og 18 prosent blant de med strålerør svarer det samme.



**Figur: Bruk til ulike oppdragstyper, vann med tilsetningsstoffer.**

## 2.5

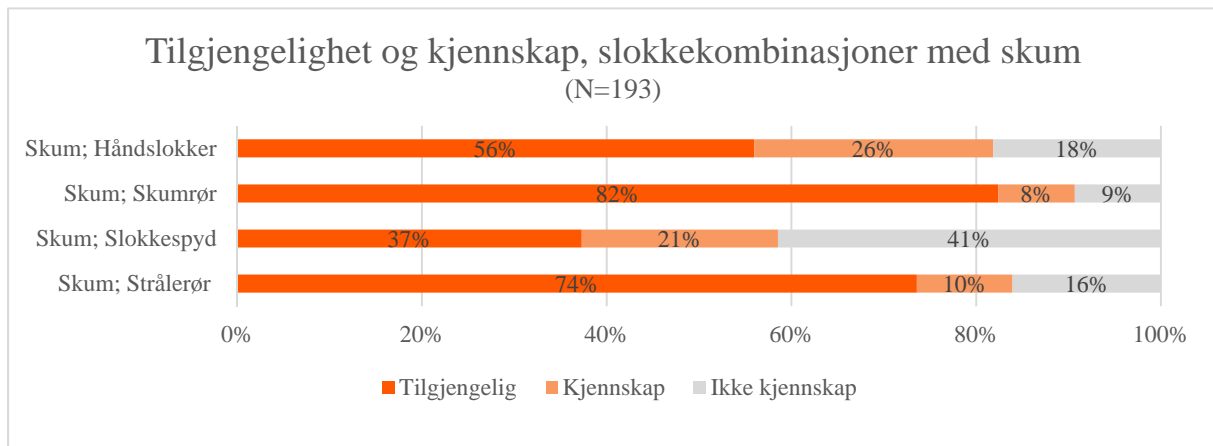
### SKUM

Det ble listet opp fire ulike kombinasjoner med skum. Av disse er det høyest andel brannvesen (82 prosent) som oppgir at de har skum og skumrør. 95 prosent av brannvesenene har krysset av for at de har en eller flere kombinasjoner med skum, og 25 prosent har krysset av for alle fire kombinasjoner.

#### 2.5.1

##### KJENNSKAP

På bakgrunn av det respondentene svarte i det innledende spørsmålet om tilgjengelige kombinasjoner, fikk de opp en liste med de kombinasjonene de ikke hadde krysset av at de hadde. Spørsmålet var hvilke av disse de har kjennskap til. Figuren under viser fordelingen blant respondentene når det gjelder tilgjengelighet og kjennskap til slokkekombinasjoner med skum. Kjennskapen til de ulike kombinasjonene med skum varierer noe. Andelen som verken har eller kjenner til er lavest for skum + skumrør, og høyest for skum + slokkespyd.



Figur: Tilgjengelighet og kjennskap, skum.

#### 2.5.2

##### ANNET REDSKAP

22 brannvesen (11prosent) krysset av for alternativet skum + annet redskap. Redskapene som ble ført opp i tekstfeltet var:

- Fire Dos (4)
- Propak (4)
- One seven
- Vannkanon
- Kanon
- skjærslukker
- Fire Mobile 250
- Vifte
- UHPS
- Injektor
- Fire Express
- lettskumaggregat
- Skum på 1000l/min strålerør
- Ulike typer skumrør
- Skum henger

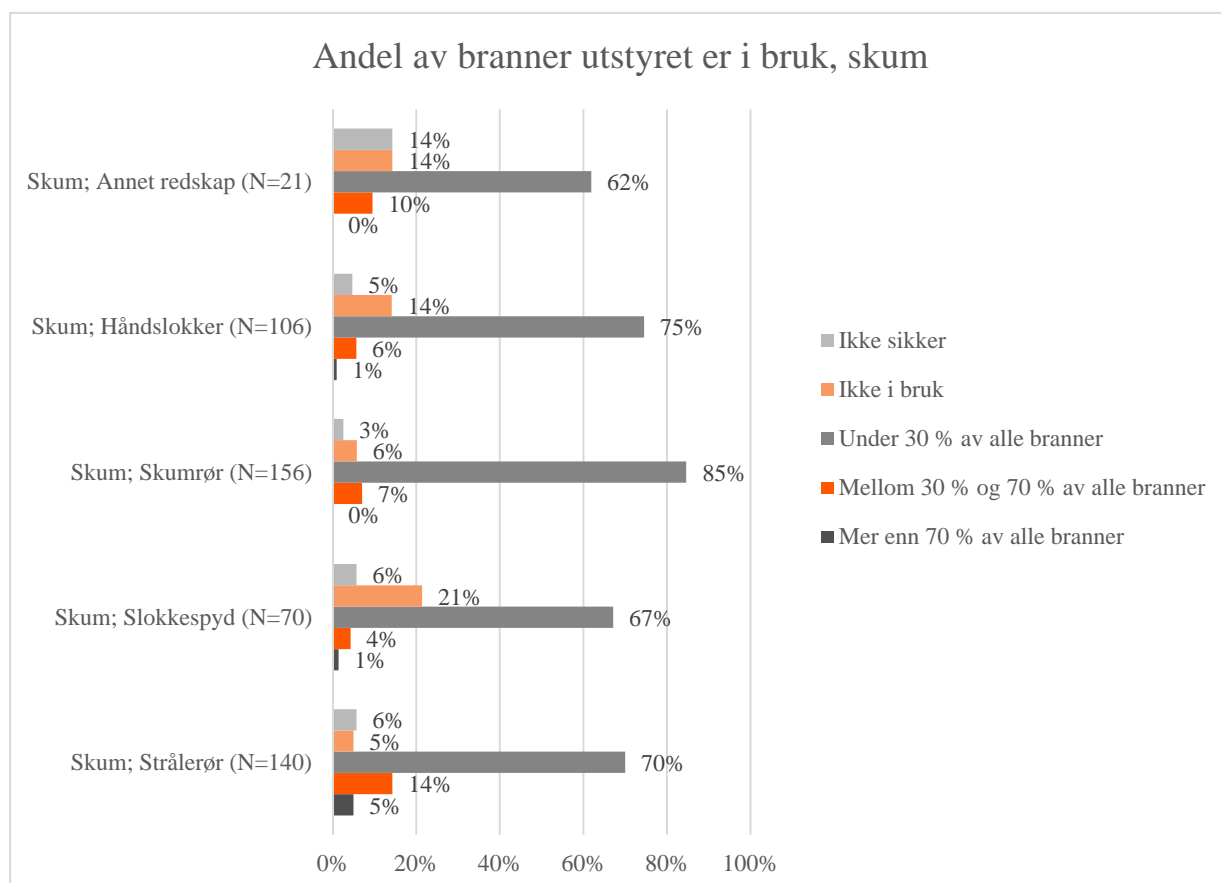
## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

### 2.5.3

#### BRUK AV UTSTYRET

For å få informasjon om hvorvidt, hvor ofte og til hvilke formål slokkeutstyret brukes, stilte vi tre ulike spørsmål om bruken av det utstyret respondentene hadde svart at de har tilgjengelig. Først ble det bedt om å oppgi om og hvor ofte utstyret er i bruk med utgangspunkt i hvor stor andel av alle branner.

Blant alle kombinasjonene her er det kun for Skum + strålerør det er svart mer enn 70 prosent av alle branner, og da kun 5 prosent (7 brannvesen). Svaralternativet *under 30 prosent av alle branner* dominerer for samtlige av kombinasjonene med skum. Innenfor alle kombinasjonene er det en andel som svarer at utstyret ikke er i bruk.

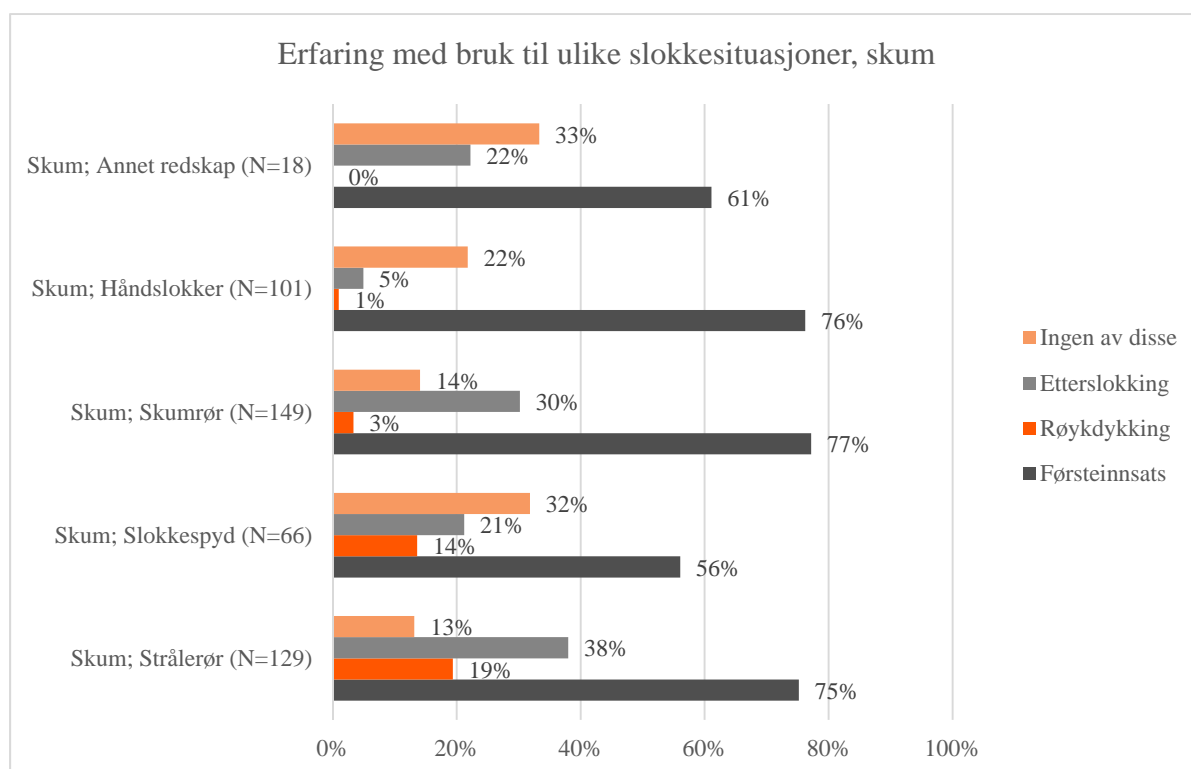


Figur: Hvor ofte er utstyret i bruk, skum.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Videre fikk de spørsmål om fra hvilke situasjoner brannvesenet har erfaring med bruk av de ulike kombinasjonene. Situasjonene foreslått i spørsmålet var førsteinnsats, røykdykking og etterslokking.

Hovedinntrykket med høyest andeler for førsteinnsats fortsetter. Videre er det som for vann med tilsetningsstoffer, blant alle kombinasjonene en andel som svarer *ingen av disse*. Dette inkluderer også her de som i forrige spørsmål svarte at utstyret ikke er i bruk, men også en del av de som svarte at utstyret brukes i mindre enn 30 prosent av alle branner.

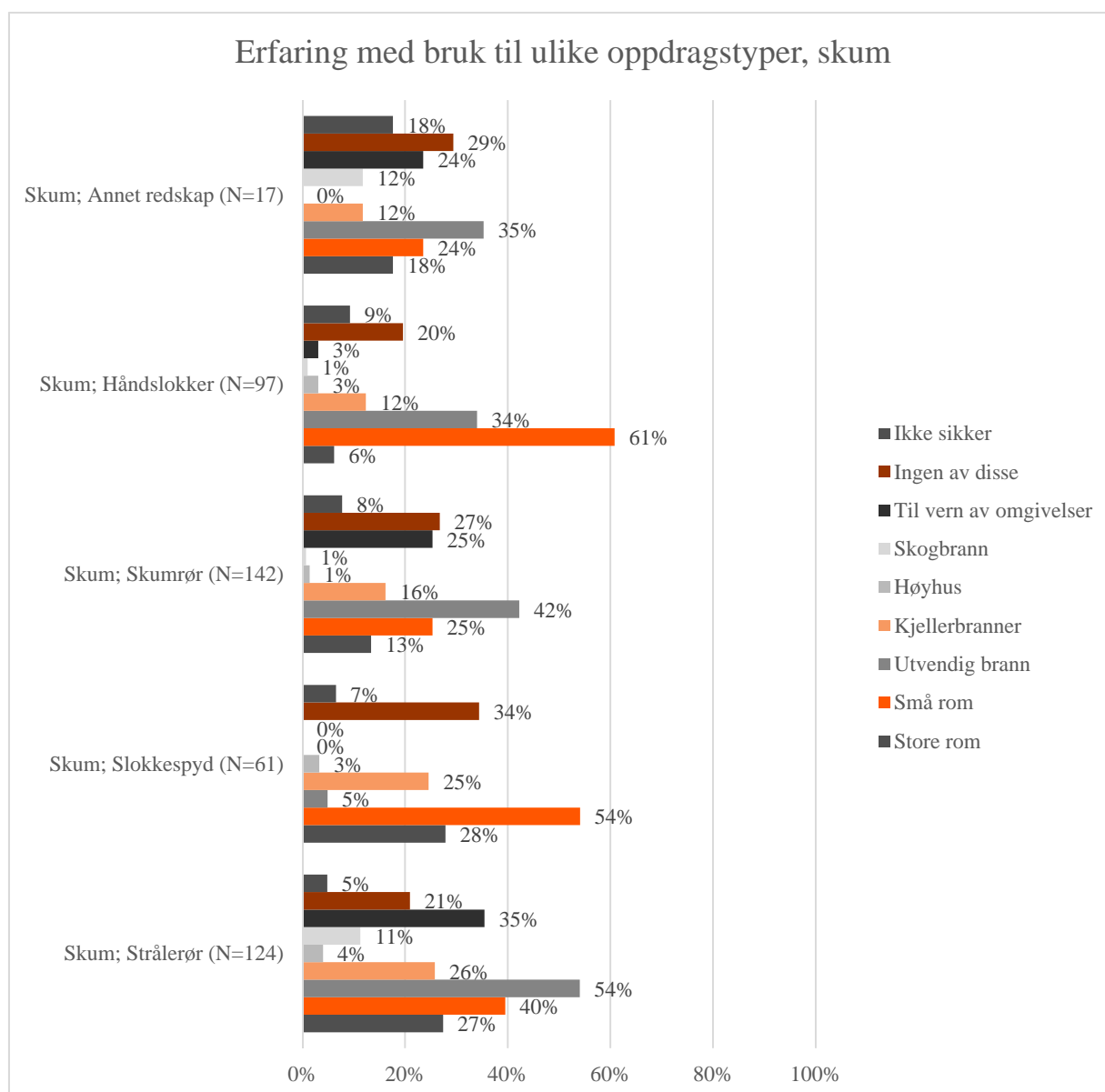


Figur: Bruk til ulike slokkesituasjoner, skum.

Det tredje og siste spørsmålet om bruk dreide seg om oppdragstyper. Her ble det listet opp syv ulike typer brann, og respondentene ble bedt om å krysse av for hvilke av dem de hadde erfaring med for hver av kombinasjonene. Noen respondenter har påpekt at brann i kjøretøy ikke er nevnt.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Igjen ser vi variasjoner mellom kombinasjonene, men gjennomgående mindre andeler enn for kombinasjonene i de to foregående delkapitlene. Andelene som svarer *ingen av disse* er også noe høyere enn det vi så for vann og vann med tilsetningsstoffer. Blant de med slokkespyd svarer 34 prosent at de ikke har brukt dette til noen av de syv oppdragstypene, og for de øvrige kombinasjonene ligger andelene for dette svaralternativet mellom 20 og 29 prosent. Dette henger sammen med større andeler som har svart at utstyret ikke er i bruk, men kan også tyde på at det er andre oppdragstyper respondentene har hatt i tankene når de har svart.

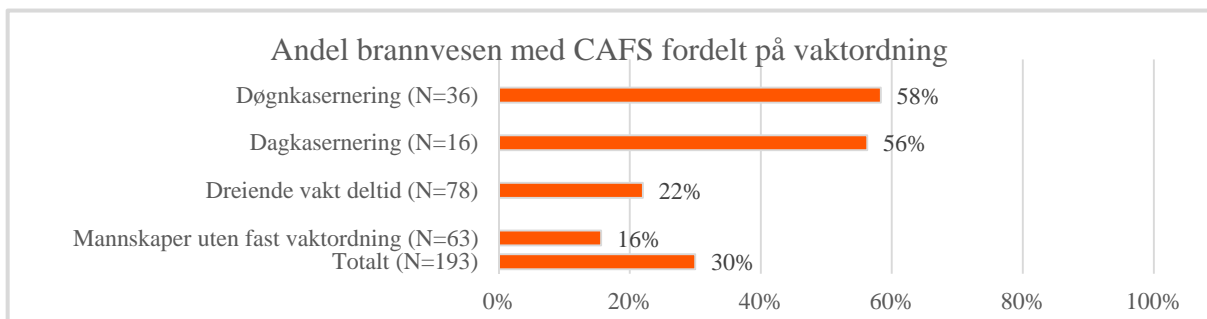


**Figur: Bruk til ulike oppdragstyper, skum.**

## 2.6

### CAFS

CAFS er blant de mindre vanlige slökkemidlene ifølge brannvesenets svar på denne undersøkelsen. 30 prosent av brannvesenene har krysset av for at de har en eller flere kombinasjoner med CAFS, og 8 prosent har krysset av for at de har alle tre kombinasjoner. Når vi ser disse gruppene opp mot vaktordning finner vi at 75 prosent av brannvesenene som har alle de tre kombinasjonene med CAFS er døgnekasernert, og at det er en statistisk signifikant sammenheng mellom type vaktordning og hvorvidt brannvesenet har CAFS. Fordelingen per vaktordning og totalt vises i figuren under.



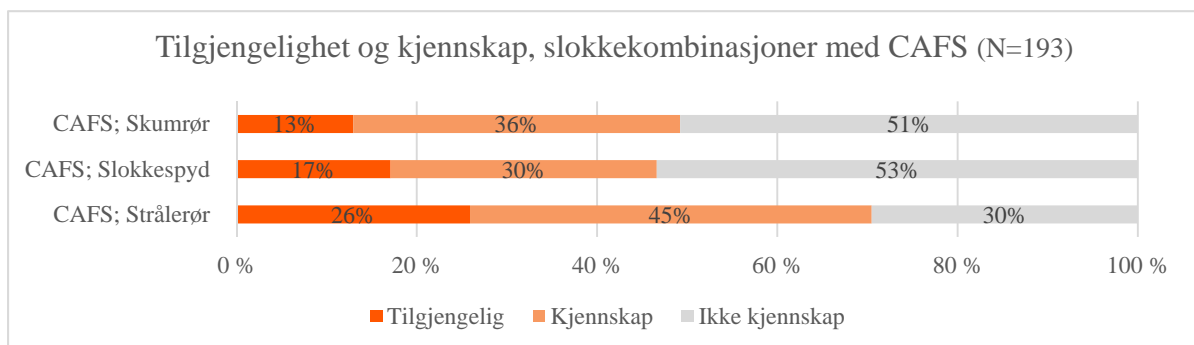
Figur. Andel med CAFS fordelt på vaktordning.

#### 2.6.1

##### KJENNSKAP

På bakgrunn av det respondentene svarte i det innledende spørsmålet om tilgjengelige kombinasjoner, fikk de opp en liste med de kombinasjonene de ikke hadde krysset av at de hadde. Spørsmålet var hvilke av disse de har kjennskap til. Figuren under viser fordelingen blant respondentene når det gjelder tilgjengelighet og kjennskap til sløkkekombinasjoner med CAFS.

Av de tre foreslåtte kombinasjonene er CAFS og strålerør mest vanlig (26 prosent). Det er også en høyere andel som har kjennskap til denne kombinasjonene enn de andre to.



Figur: Tilgjengelighet og kjennskap, CAFS.



## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

### 2.6.2

#### ANNET REDSKAP

5 brannvesen (3 prosent) krysset av for alternativet CAFS + annet redskap. Redskapene som ble ført opp i tekstfeltet var:

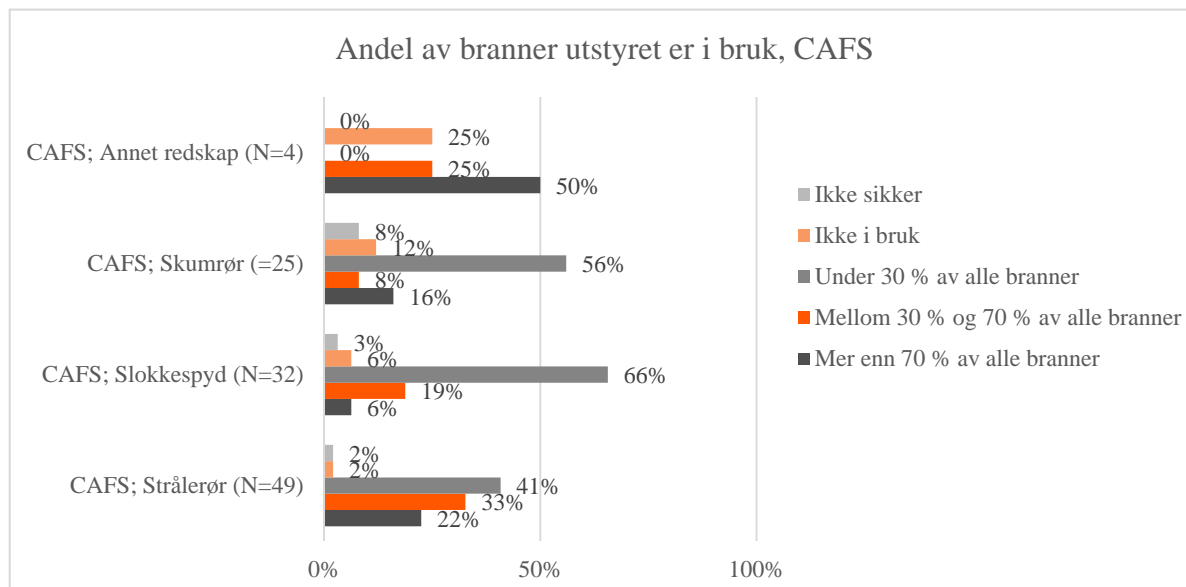
- ny bil m/CAFS 1.10.16
- Rosenbauer UHPS
- Firedos
- ONE 7

### 2.6.3

#### BRUK AV UTSTYRET

For å få informasjon om hvorvidt, hvor ofte og til hvilke formål slukkeutstyret brukes, stilte vi tre ulike spørsmål om bruken av det utstyret respondentene hadde svart at de har tilgjengelig. Først ble de bedt om å oppgi om og hvor ofte utstyret er i bruk, med utgangspunkt i hvor stor andel av alle branner.

Det er variasjoner mellom kombinasjonene, men for både skumrør, slokkespyd og strålerør er det svaralternativet *under 30 prosent av alle branner* som utgjør den største andelen.

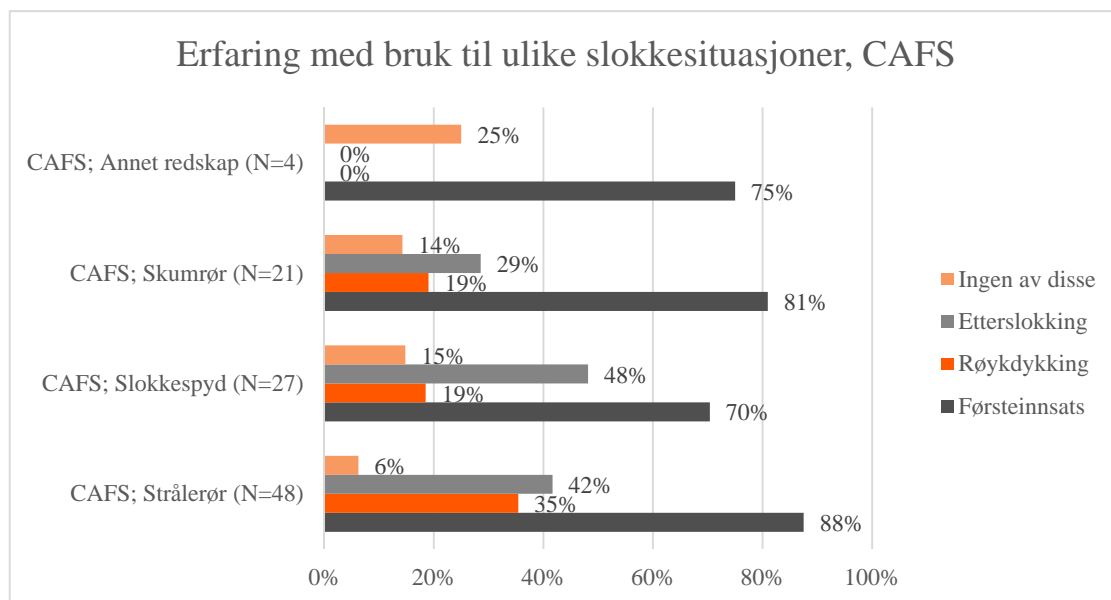


Figur: Hvor ofte er utstyret i bruk, CAFS.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Videre fikk de spørsmål om fra hvilke situasjoner brannvesenet har erfaring med bruk av de ulike kombinasjonene. Situasjonene foreslått i spørsmålet var førsteinnsats, røykdykking og etterslokking.

Figuren under viser at det for hver av kombinasjonene er mer enn 70 prosent som har erfaring med bruk til førsteinnsats. Blant brannvesenene som har CAFS + strålerør svarer 35 prosent at de har erfaring med bruk av dette til røykdykking, og 42 prosent at de har erfaring med bruk av dette utstyret til etterslokking. Nesten halvparten av brannvesenene med CAFS + slokkespyd svarer at de har erfaring med bruk av dette til etterslokking.

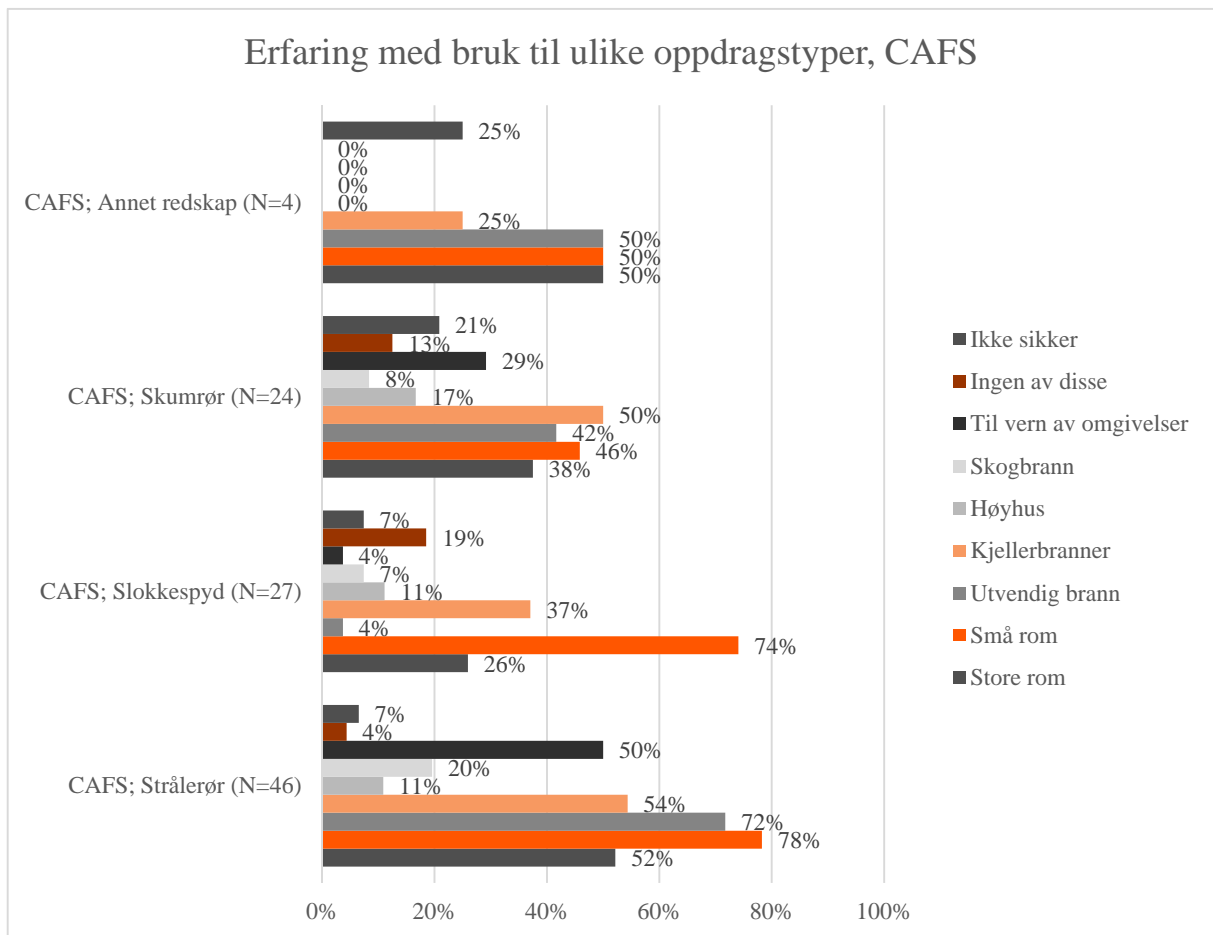


Figur: Bruk til ulike slokkesituasjoner, CAFS.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Det tredje og siste spørsmålet om bruk dreide seg om oppdragstyper. Her ble det listet opp syv ulike typer brann, og respondentene ble bedt om å krysse av for hvilke av dem de hadde erfaring med for hver av kombinasjonene. Noen respondenter har påpekt at brann i kjøretøy ikke er nevnt.

Blant brannvesenene med CAFS + strålerør er det for flere av oppdragstypene mer enn halvparten som oppgir at de har erfaring med bruk av denne kombinasjonene. For de andre kombinasjonene med CAFS er det halvparten eller mindre som oppgir erfaring med bruk for hver av oppdragstypene, med unntak av CAFS + slokkespyd til slokking i små rom.



Figur: Bruk til ulike oppdragstyper, CAFS.

## 2.7

### PULVER

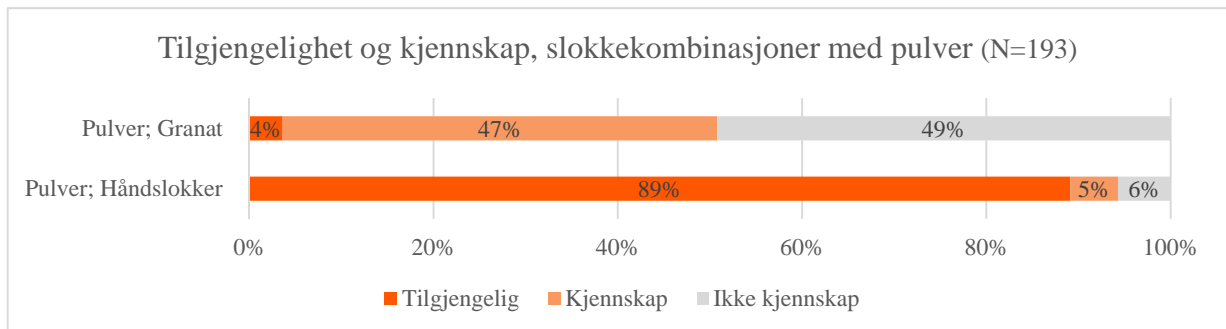
For de foreslåtte kombinasjonene med pulver er det stort sprik mellom 4 prosent som har kombinasjonene pulver + granat og 89 prosent som har pulver + håndsløkker. 8 prosent av alle brannvesenene i undersøkelsen har krysset av for at de har begge kombinasjoner.

#### 2.7.1

##### KJENNSKAP

På bakgrunn av det respondentene svarte i det innledende spørsmålet om tilgjengelige kombinasjoner, fikk de opp en liste med de kombinasjonene de ikke hadde krysset av at de hadde. Spørsmålet var hvilke av disse de har kjennskap til. Figuren under viser fordelingen blant respondentene når det gjelder tilgjengelighet og kjennskap til slukkekombinasjoner med pulver.

For kombinasjonene pulver + håndsløkker er det kun 6 prosent av alle brannvesenene som verken svarer at de har eller kjenner til. For pulver + granat ligger denne andelen på 49 prosent.



Figur: Tilgjengelighet og kjennskap, pulver.

#### 2.7.2

##### ANNET REDSKAP

6 brannvesen (3 prosent) krysset av for alternativet pulver + annet redskap. Redskapene som ble ført opp i tekstfeltet var:

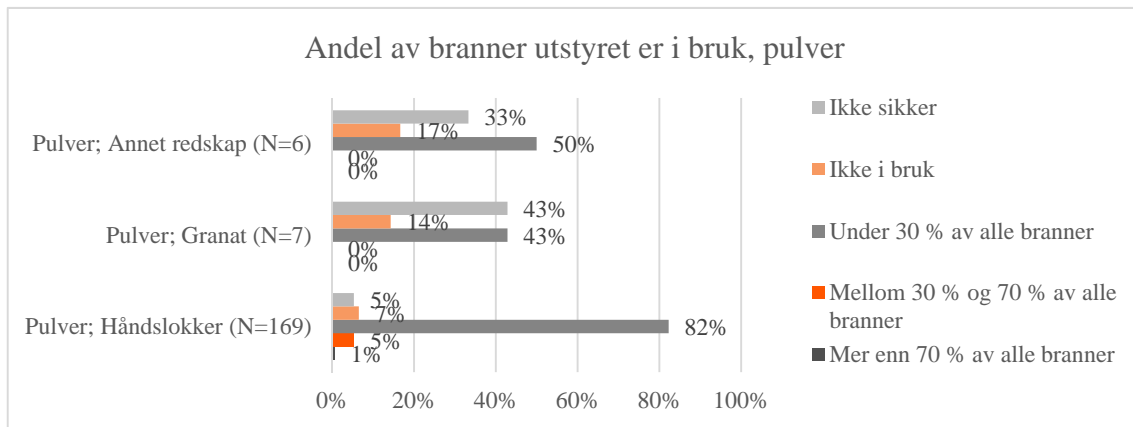
- Håndsløkker
- Pulver henger
- Pulver heks
- Slukkeposer skorsteinsbrann
- pulverbombe
- 250kg BC agg.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

### 2.7.3

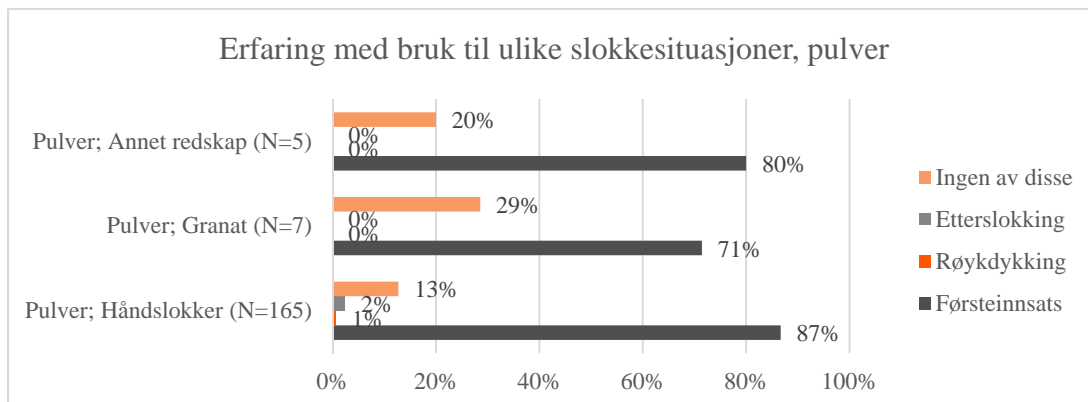
#### BRUK AV UTSTYRET

For å få informasjon om hvorvidt, hvor ofte og til hvilke formål slokkeutstyret brukes, stilte vi tre ulike spørsmål om bruken av det utstyret respondentene hadde svart at de har tilgjengelig. Først ble de bedt om å oppgi om og hvor ofte utstyret er i bruk med utgangspunkt i hvor stor andel av alle branner. Figuren under viser at pulver er mindre i bruk enn de andre slokkemidlene. 82 prosent av brannvesenene som har pulver + håndsløkker oppgir at de bruker dette i mindre enn 30 prosent av alle branner. 7 prosent oppgir at kombinasjonen ikke er i bruk.



Figur: Hvor ofte er utstyret i bruk, pulver.

Videre fikk de spørsmål om fra hvilke situasjoner brannvesenet har erfaring med bruk av de ulike kombinasjonene. Situasjonene foreslått i spørsmålet var førsteinnsats, røykdykking og etterslokking. For alle de tre kombinasjonene med pulver viser figuren at brannvesenene enten har erfaring med bruk i førsteinnsats, eller at de ikke har erfaring med bruk av utstyret til noen av de tre situasjonene foreslått. Kun noen få har svart at de har erfaring med pulver + håndsløkker fra etterslokking og røykdykking.

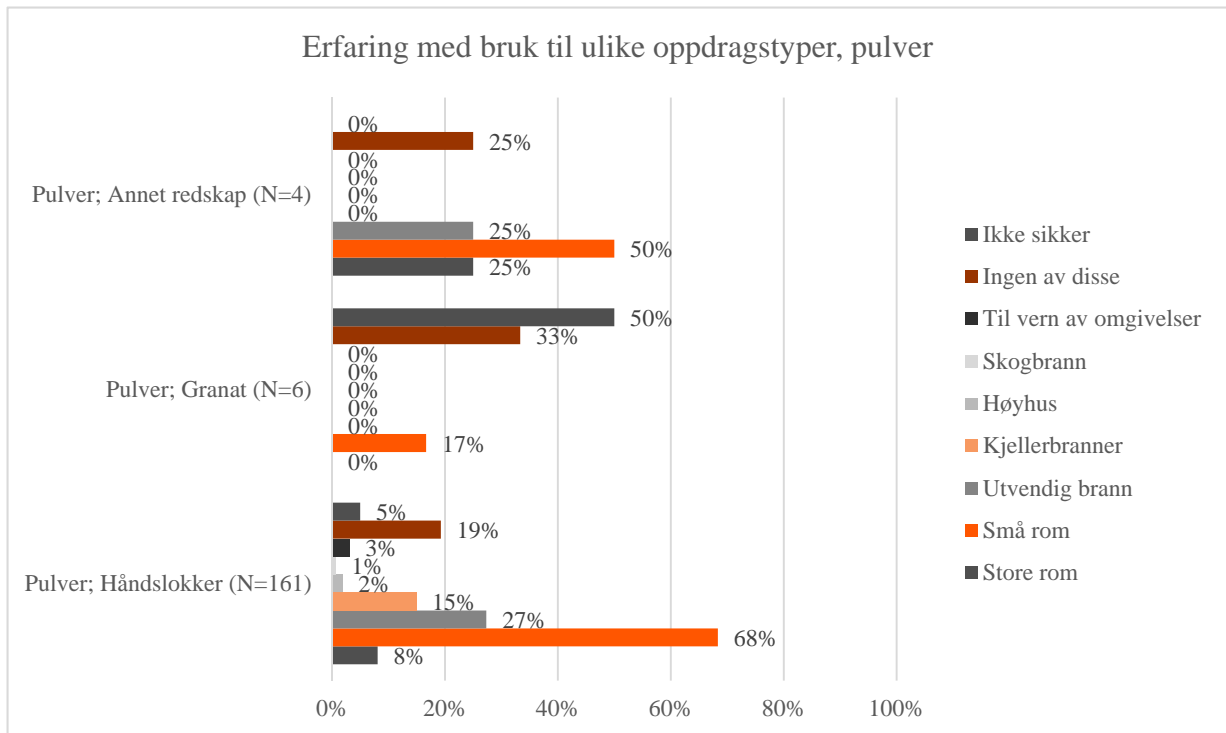


Figur: Bruk til ulike slokkesituasjoner, pulver.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Det tredje og siste spørsmålet om bruk dreide seg om oppdragstyper. Her ble det listet opp syv ulike typer brann, og respondentene ble bedt om å krysse av for hvilke av dem de hadde erfaring med for hver av kombinasjonene. Noen respondenter har påpekt at brann i kjøretøy ikke er nevnt.

For kombinasjonene pulver + håndsløkker er det store variasjoner mellom de ulike oppdragstypene. Små rom er den oppdragstypen høyest andel (68 prosent) svarer at de har erfaring fra. Videre har 27 prosent erfaring med pulver + håndsløkker til slokking av utvendig brann, 15 prosent til kjellerbranner og 8 prosent til store rom. Andelen som oppgir at de ikke har erfaring med pulver + håndsløkker til noen av de foreslåtte oppdragstypene er 19 prosent, en del høyere enn andelen som tidligere oppga at det ikke er i bruk. Dette tyder på at respondentene har hatt andre oppdragstyper i tankene når de har svart.



Figur: Bruk til ulike oppdragstyper, pulver.

## 2.8

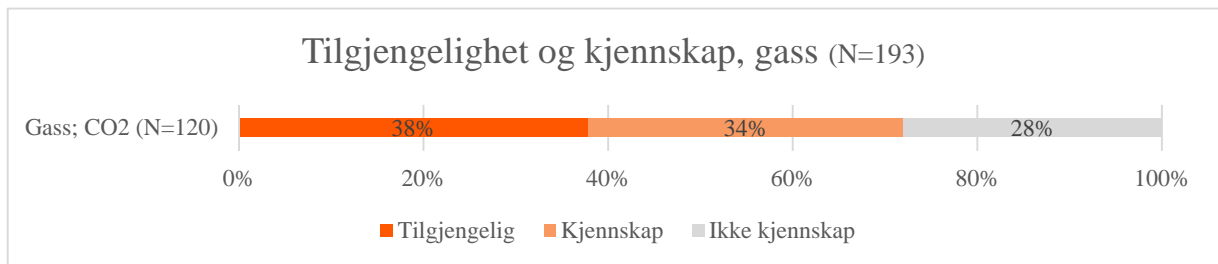
### GASS

For gass var det kun foreslått en kombinasjon; gass og CO2. 38 prosent av brannvesenene oppgir at dette er tilgjengelig. Ingen brannvesen krysset av for alternativet gass + annet redskap.

#### 2.8.1

##### KJENNSKAP

På bakgrunn av det respondentene svarte i det innledende spørsmålet om tilgjengelige kombinasjoner, fikk de opp en liste med de kombinasjonene de ikke hadde krysset av at de hadde. Spørsmålet var hvilke av disse de har kjennskap til. Figuren under viser fordelingen blant respondentene når det gjelder tilgjengelighet og kjennskap til gass. 120 av de spurte oppga ikke at de hadde gass + CO2, og ble dermed spurt om kjennskap. 55 prosent av disse svarte at de kjenner til denne kombinasjonen.

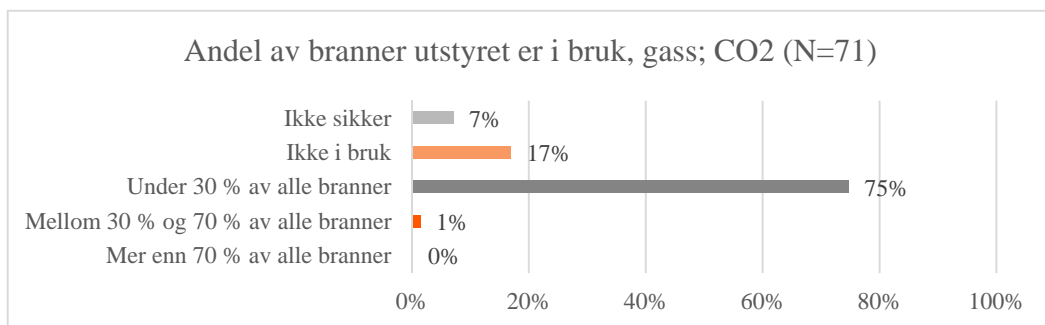


Figur: Tilgjengelighet og kjennskap, gass.

#### 2.8.2

##### BRUK AV UTSTYRET

For å få informasjon om hvorvidt, hvor ofte og til hvilke formål slokkeutstyret brukes, stilte vi tre ulike spørsmål om bruken av det utstyret respondentene hadde svart at de har tilgjengelig. Først ble det bedt om å oppgi om og hvor ofte utstyret er i bruk med utgangspunkt i hvor stor andel av alle branner. 75 prosent av brannvesenene med gass + CO2 svarer at dette brukes i under 30 prosent av alle branner.



Figur: Hvor ofte er utstyret i bruk, gass.

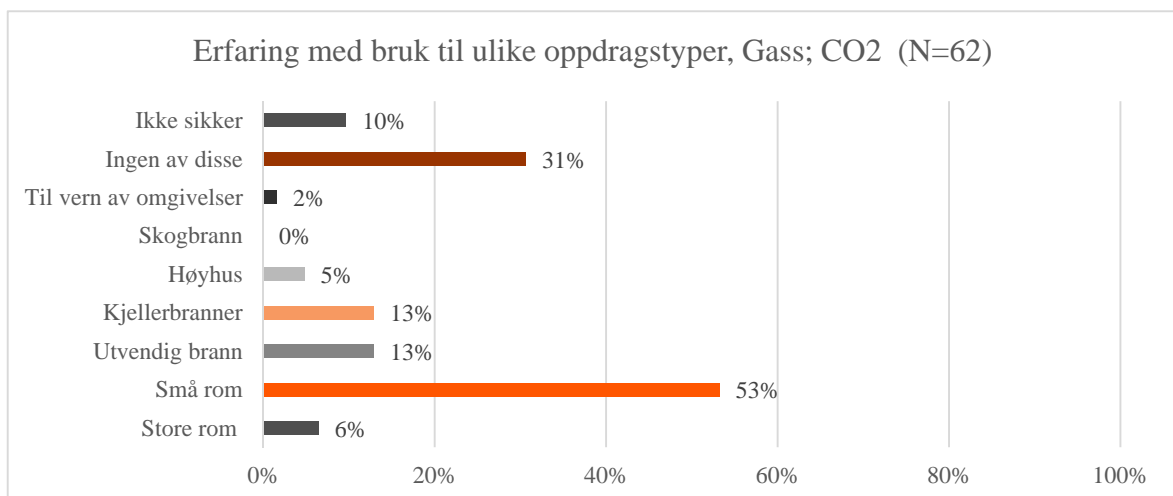
## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Videre fikk de spørsmål om fra hvilke situasjoner brannvesenet har erfaring med bruk av de ulike kombinasjonene. Situasjonene foreslått i spørsmålet var førsteinnsats, røykdykking og etterslokking. Her svarte 22 prosent *ingen av disse*, mens 75 prosent krysset av for førsteinnsats og 3 prosent for røykdykking.



Figur: Bruk til ulike slokkesituasjoner, gass

Det tredje og siste spørsmålet om bruk dreide seg om oppdragstyper. Her ble det listet opp syv ulike typer brann, og respondentene ble bedt om å krysse av for hvilke av dem de hadde erfaring med for hver av kombinasjonene. Noen respondenter har påpekt at brann i kjøretøy ikke er nevnt. 31 prosent av de med gass + CO2 svarte *ingen av disse*, hvilken er noe høyere enn andelen som svarte at utstyret ikke er i bruk. Dette tyder på at respondentene hadde andre oppdragstyper i tankene når de svarte på spørsmålet. Videre er det 53 prosent som svarer at de har erfaring med denne kombinasjonen ved slukking i små rom, og for øvrig relativt lave andel for de andre oppdragstypene.



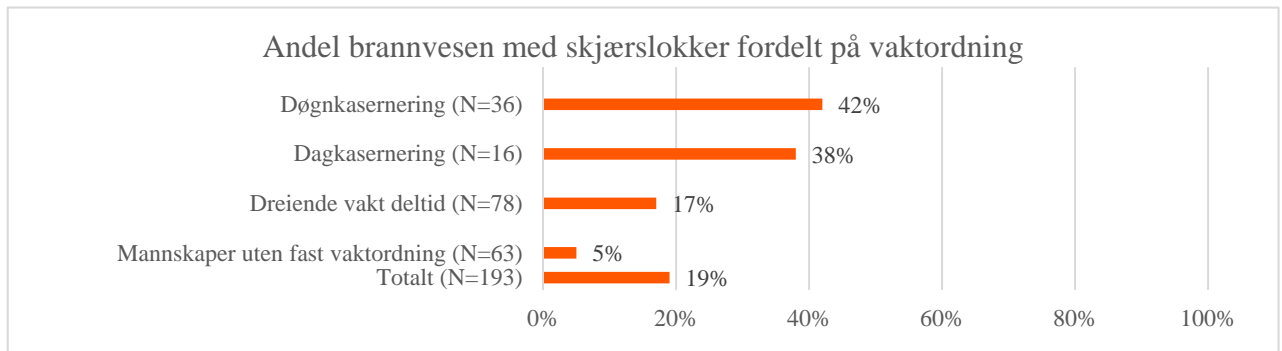
Figur: Bruk til ulike oppdragstyper, gass.



## 2.9

### SKJÆRSLOKKER

Basert på oversikten i figur 2 ser vi at skjærslokker i mindre grad er tilgjengelig enn andre redskaper. 18 prosent oppgir at de har dette i kombinasjon med vann, og 11 prosent i kombinasjon med vann med tilsetningsstoffer. Det er imidlertid noe overlapp her. 10 prosent av brannvesenene har krysset av for at de har begge kombinasjonene med skjærslokker, mens 9 prosent har krysset av for kun en av kombinasjonene. Når vi ser dette opp mot vaktordning finner vi en statistisk signifikant sammenheng mellom type vaktordning og hvorvidt brannvesenet har skjærslokker. Fordelingen per vaktordning og totalt vises i figuren under.

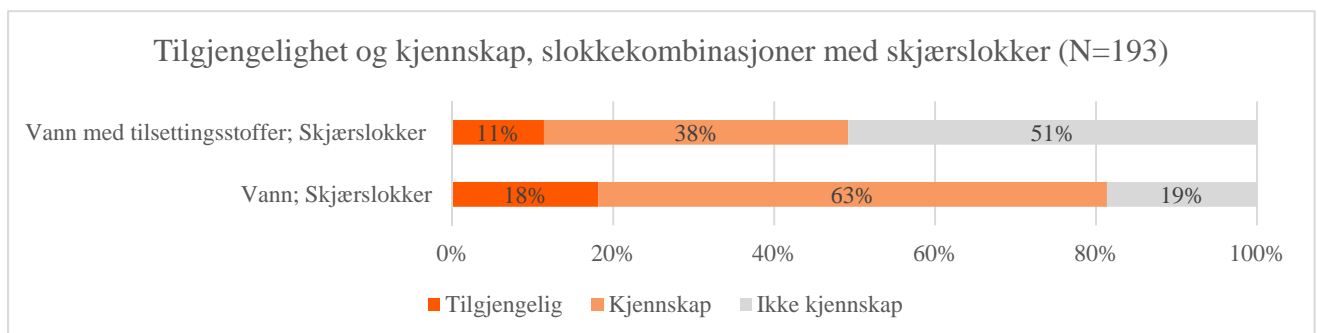


Figur. Andel med skjærslokker fordelt på vaktordning.

#### 2.9.1

##### KJENNSKAP

På bakgrunn av det respondentene svarte i det innledende spørsmålet om tilgjengelige kombinasjoner, fikk de opp en liste med de kombinasjonene de ikke hadde krysset av at de hadde. Spørsmålet var hvilke av disse de har kjennskap til. Figuren under viser fordelingen blant respondentene når det gjelder tilgjengelighet og kjennskap til slokkekombinasjoner med skjærslokker. Vann + skjærslokker er tilgjengelig og kjent blant en større andel av brannvesenene enn det som er tilfelle for vann med tilsetningsstoffer + skjærslokker. Under halvparten har eller kjenner til sistnevnte kombinasjon.



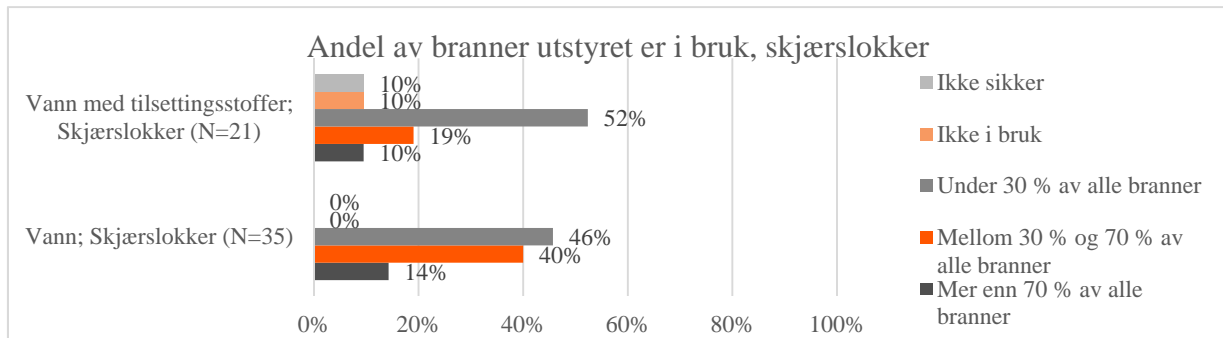
Figur: Tilgjengelighet og kjennskap, skjærslokker.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

### 2.9.2

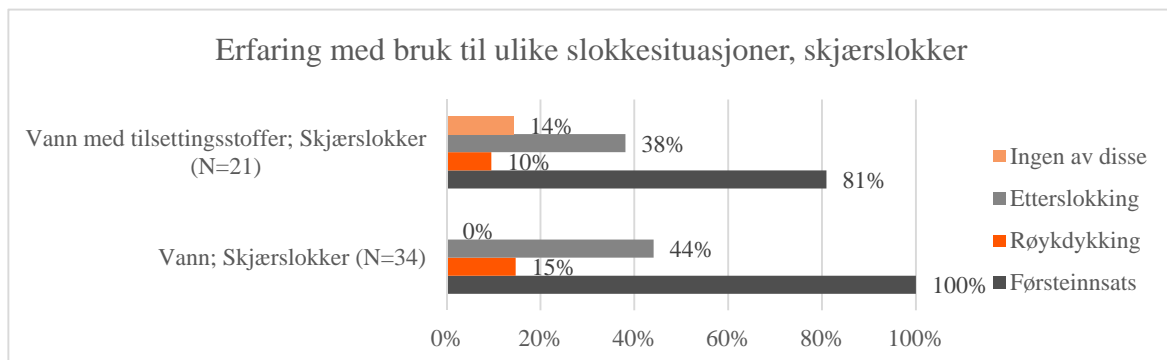
#### BRUK AV UTSTYRET

For å få informasjon om hvorvidt, hvor ofte og til hvilke formål slokkeutstyret brukes, stilte vi tre ulike spørsmål om bruken av det utstyret respondentene hadde svart at de har tilgjengelig. Først ble de bedt om å oppgi om og hvor ofte utstyret er i bruk med utgangspunkt i hvor stor andel av alle branner. Ingen av brannvesenene som har vann + skjærslokker svarer at dette ikke brukes. For vann med tilsetningsstoffer + skjærslokker er det 10 prosent (2 brannvesen) som svarer at det ikke brukes og 10 prosent (2 brannvesen) som svarer at de er usikre.



Figur: Hvor ofte er utstyret i bruk, skjærslokker.

Videre fikk de spørsmål om fra hvilke situasjoner brannvesenet har erfaring med bruk av de ulike kombinasjonene. Situasjonene foreslått i spørsmålet var førsteinnsats, røykdykking og etterslokking. Samtlige brannvesen som har vann + skjærslokker har erfaring med bruk av dette til førsteinnsats. For vann med tilsetningsstoffer + skjærslokker er andelen 81 prosent. For begge kombinasjoner er det noen som oppgir at de har erfaring med bruk av utstyret til etterslokking og røykdykking.

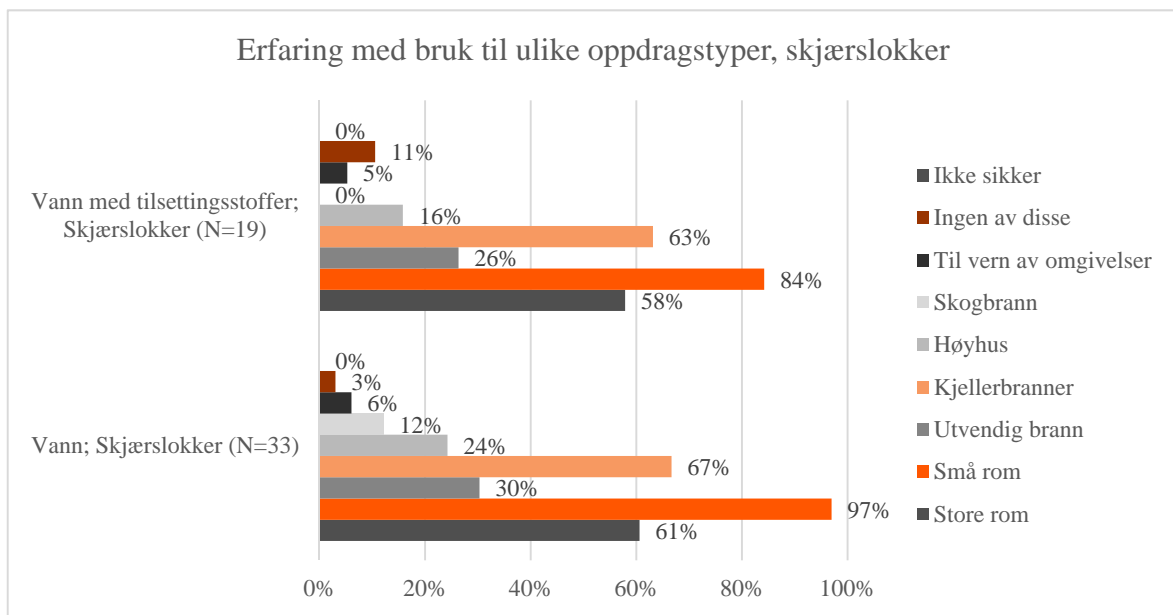


Figur: Bruk til ulike slokkesituasjoner, skjærslokker.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Det tredje og siste spørsmålet om bruk dreide seg om oppdragstyper. Her ble det listet opp syv ulike typer brann, og respondentene ble bedt om å krysse av for hvilke av dem de hadde erfaring med for hver av kombinasjonene. Noen respondenter har påpekt at brann i kjøretøy ikke er nevnt.

Som vi ser i figuren under oppgir brannvesenene at skjærslokker brukes til alle oppdragstypene, men at andelen brannvesen varierer. 84 prosent av brannvesen med vann med tilsetningsstoffer + skjærslokker og 97 prosent av brannvesenene med vann + skjærslokker oppgir å bruke dette til slokking i små rom. For øvrig er andelen nokså like for de to kombinasjonene når det gjelder kjellerbranner (63 og 67 prosent), utvendig brann (26 og 30 prosent) og store rom (58 og 61 prosent).



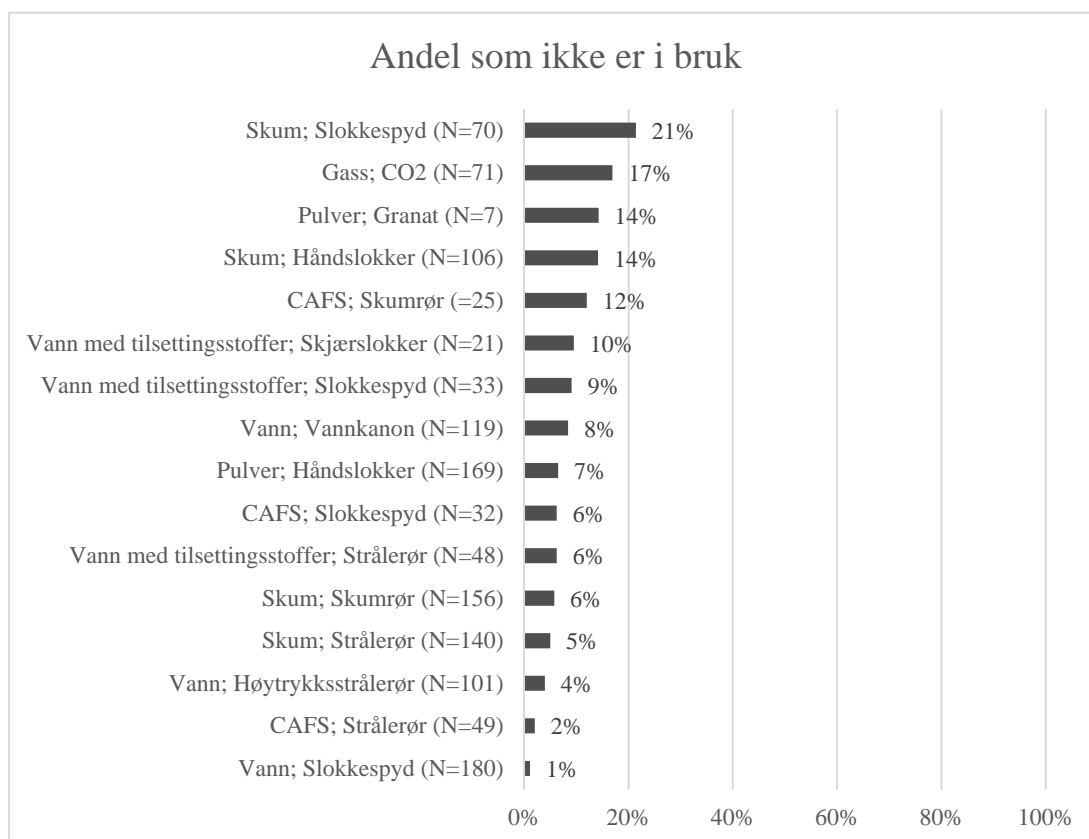
Figur: Bruk til ulike oppdragstyper, skjærslokker.

## 2.10

### OPPSUMMERING BRUK AV TILGJENGELIG UTSTYR

En sentral hypotese i forskningsprosjektet er at mange brannvesen kjøper dyrt utstyr som de ikke har bruk for og/eller ikke vet nok om, noe som fører til lite bruk. For å se nærmere på dette kan vi sammenligne andelen som har svart at de ikke bruker tilgjengelig utstyr for hver av de ulike kombinasjonene.

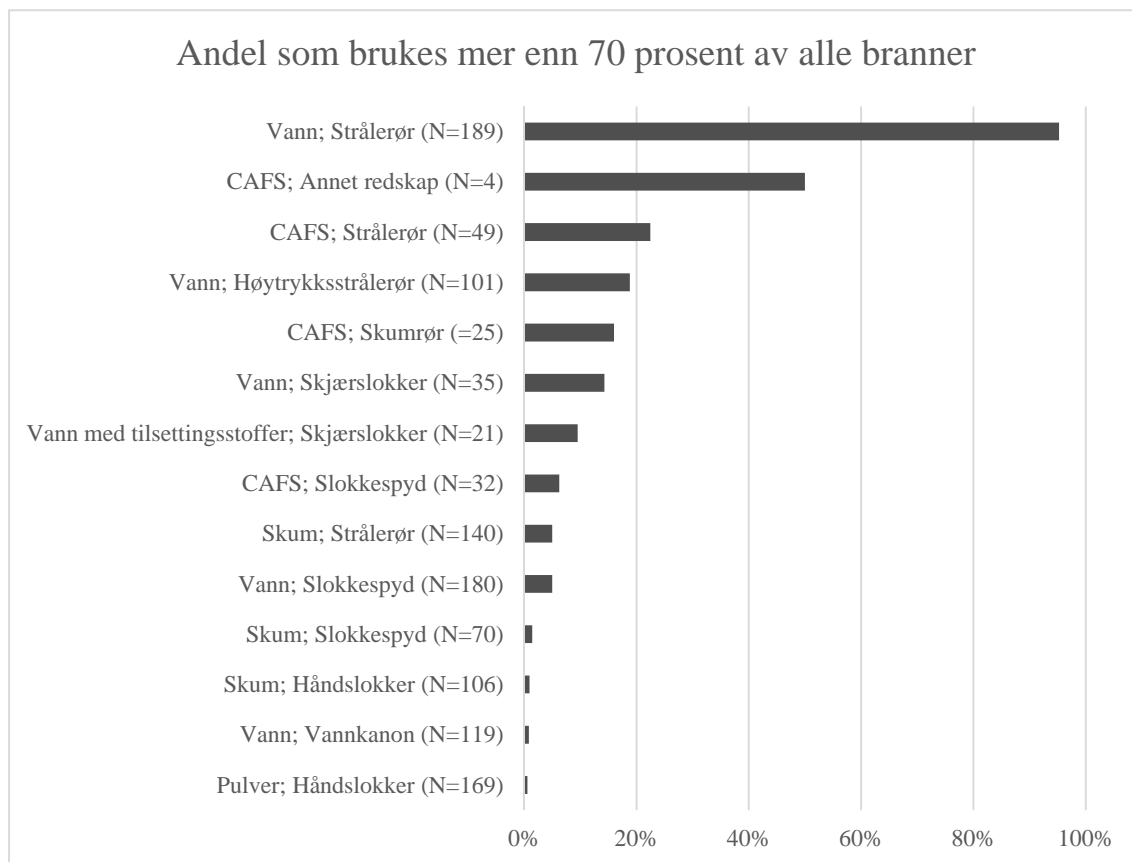
Figuren under viser at skum + slokkespyd er den kombinasjonen med høyest andel som har svart *ikke i bruk*. Kombinasjoner hvor ingen har svart dette alternativet er utelatt fra figuren.



Figur: Andel som har svart *ikke i bruk*.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Tilsvarende kan vi gjøre for å se på andelen som svarer at de bruker tilgjengelig utstyr i mer enn 70 prosent av alle branner. Figuren under viser at vann + strålerør er den kombinasjonen med høyest andel for svaralternativet mer enn 70 prosent av alle branner. Kombinasjoner hvor ingen har svart dette alternativet er utelatt fra figuren.



Figur: Andel som har svart mer enn 70 % av alle branner.

# 3

---

## Begrunnelse for anskaffelse og bruk

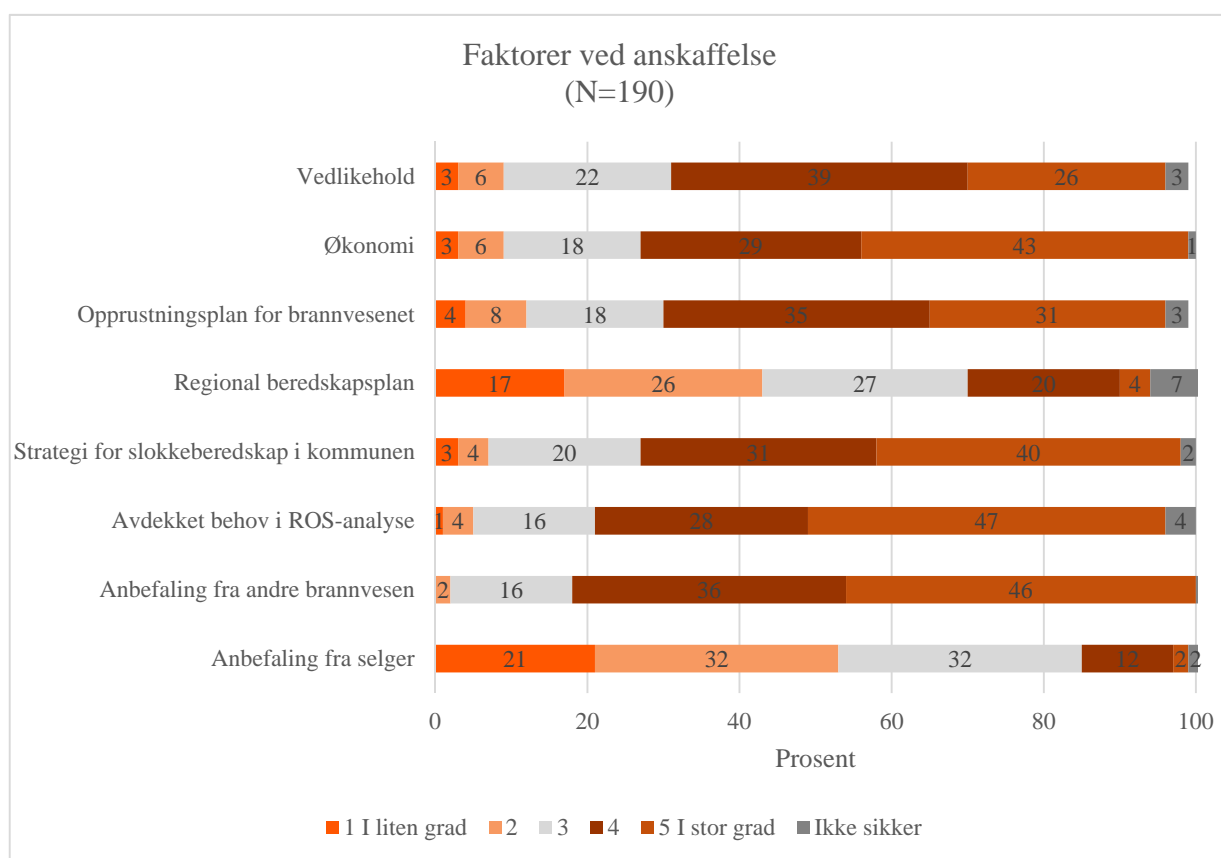
---

Det antas at valg av utstyr ikke alltid gjøres på bakgrunn av pålitelig kunnskap om utstyret og vurdering av sikkerhet og effekt. Dette kapitlet beskriver funnene for den delen av undersøkelsen som omhandlet faktorene som legges til grunn ved anskaffelse og bruk av utstyr.

# 3.1

## ANSKAFFELSE

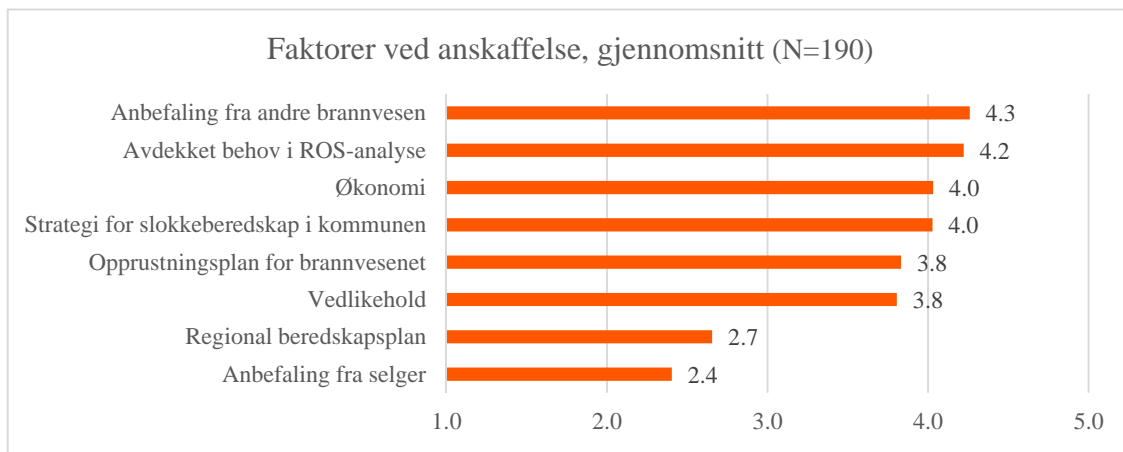
For å få vite hva som ligger til grunn for brannvesenenes valg av utstyr ved anskaffelse ba vi respondentene vurdere åtte ulike faktorer, og oppgi på en skala fra 1 til 5 i hvilken grad disse legges til grunn. Figuren under viser brannvesenenes svar på dette spørsmålet.



Figur: Faktorer ved anskaffelse.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Når vi regner om disse resultatene til gjennomsnitt (ikke sikker utelatt) kan vi rangere de ulike faktorene, og få et inntrykk av hvilke faktorer som gjennomsnittlig tillegges mest vekt av brannvesenene. Figuren under viser at anbefaling fra andre brannvesen får høyest gjennomsnittscore, tett fulgt av avdekket behov i ROS-analyse, mens anbefaling fra selger får lavest score.



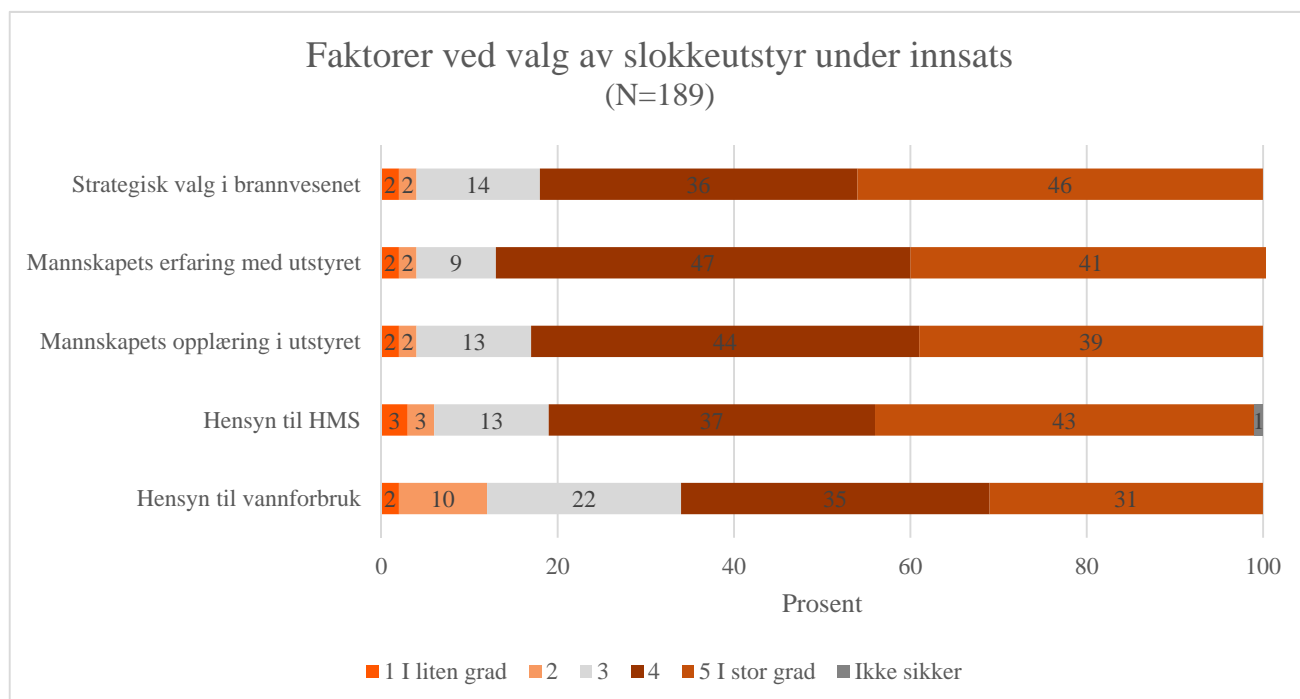
Figur: Faktorer ved anskaffelse, gjennomsnitt.



## 3.2

### BRUK

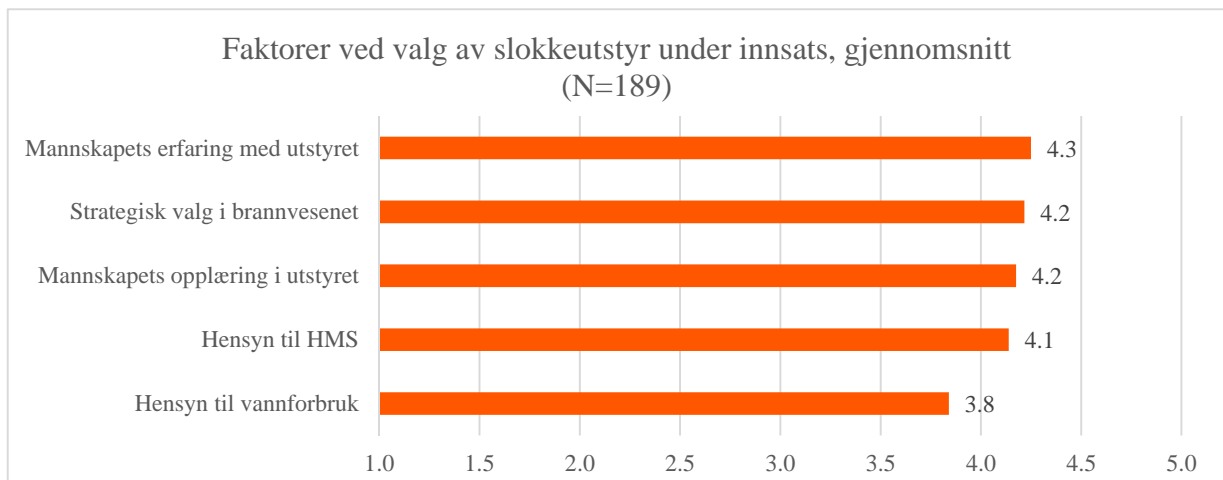
For å få vite hva som ligger til grunn for brannvesenenes valg av utstyr under innsats ba vi respondentene vurdere fem ulike faktorer, og oppgi på en skala fra 1 til 5 i hvilken grad disse legges til grunn. Figuren under viser brannvesenenes svar på dette spørsmålet.



**Figur: Faktorer ved valg av utstyr under innsats.**

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Regner vi om disse resultatene til gjennomsnitt (ikke sikker utelatt) kan vi rangere de ulike faktorene, og få et inntrykk av hvilke faktorer som gjennomsnittlig tillegges mest vekt av brannvesenene. Figuren under viser at det er små forskjeller mellom faktorene, men at mannskapets erfaring med utstyret får høyest gjennomsnittscore, mens hensyn til vannforbruk får lavest score.



Figur: Faktorer ved valg av utstyr under innsats, gjennomsnitt.

# 4

---

## Prosedyrer og rutiner

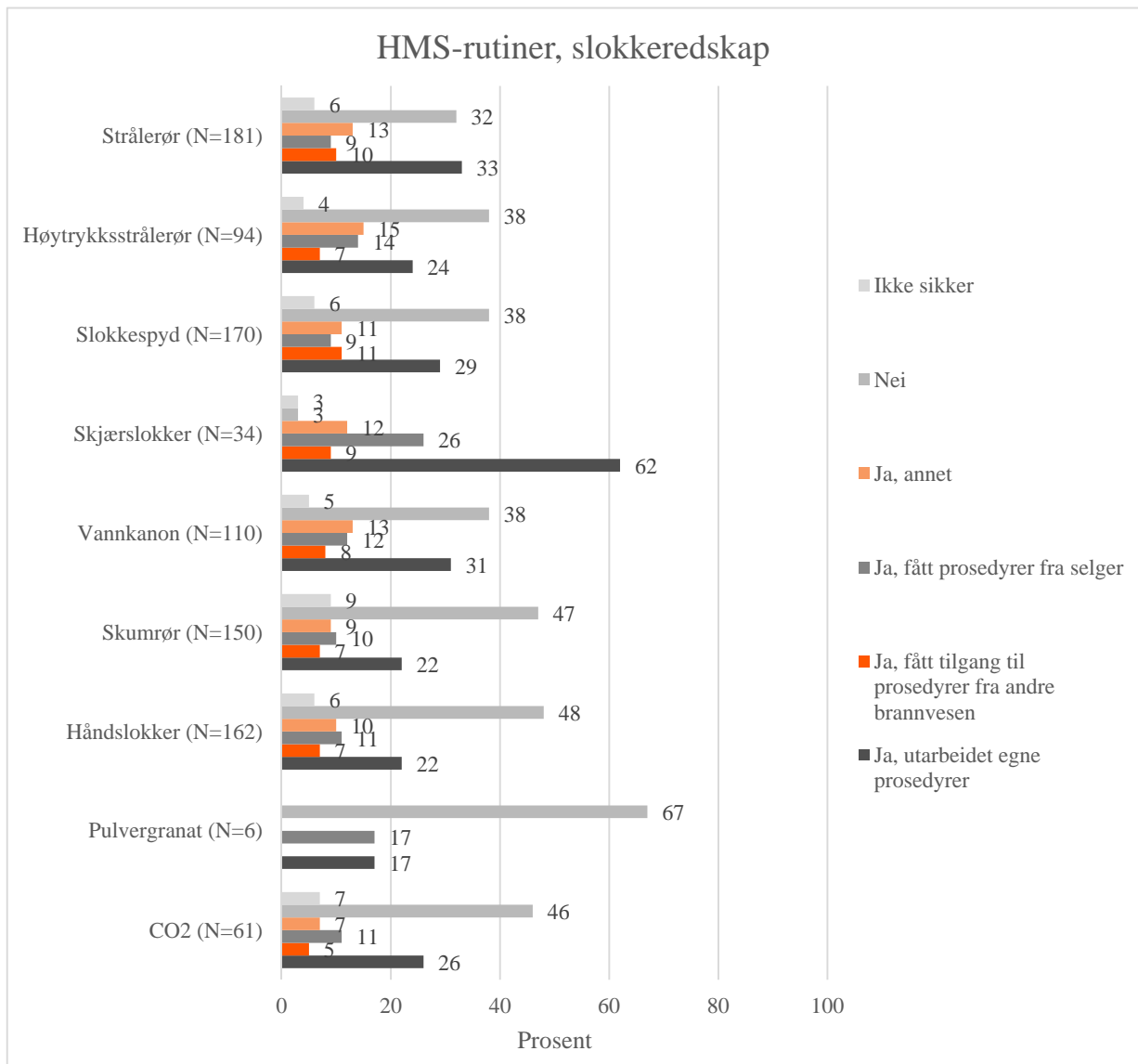
---

Dette kapitlet beskriver funnene for den delen av undersøkelsen som omhandlet rutiner og prosedyrer for brannvesenets slokkeutstyr.

# 4.1

## HMS-PROSEDYRER

Med utgangspunkt i respondentene tidligere svar på spørsmål om tilgjengelig utstyr, fikk de spørsmål om hvorvidt de har HMS-rutiner for de ulike sløkkeredskapene. Fordi andelen som har de ulike redskapene varierer er antallet spurte oppgitt for hvert enkelt redskap. De respondentene som har rutiner kunne krysse av for flere ja-alternativer, for eksempel hvis de både hadde fått prosedyrer fra selger og utarbeidet egne. Figuren under viser resultatene for dette spørsmålet.



Figur. HMS-rutiner, sløkkeredskap.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

De respondentene som krysset av svaralternativet *ja, annet* på en eller flere av slokkeredskapene fikk mulighet til å utdype dette i et kommentarfelt. 18 respondenter benyttet seg av denne muligheten. Deres kommentarer er gjengitt i sin helhet i tabellen under.

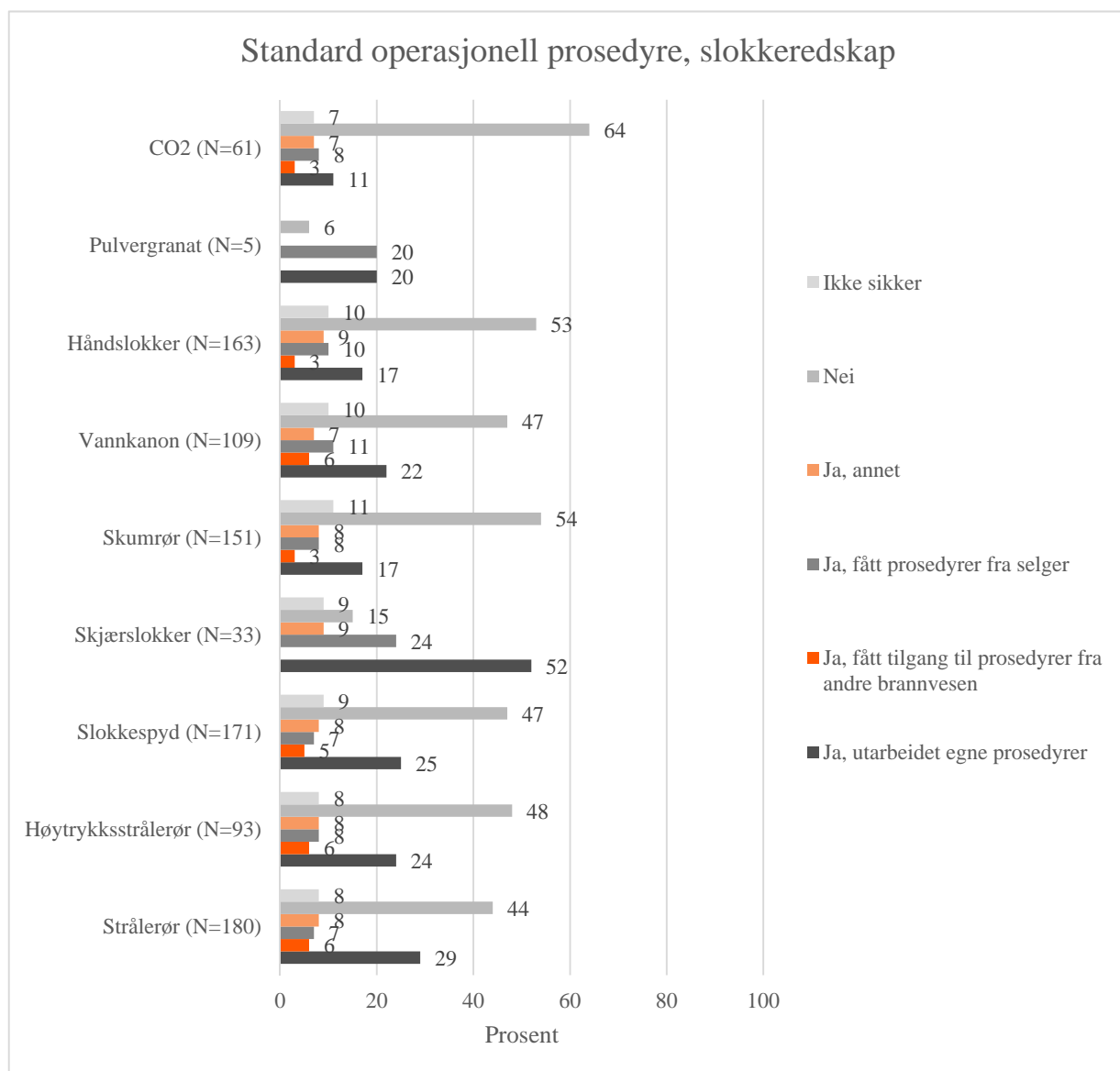
Du har svart "ja, annet" på en eller flere av slokkeredskapene under spørsmålet om HMS-prosedyrer. Hvis du vil utdype, kan det gjøres her:
Utarbeidet prosedyrer som en helhet, ikke spesifisert i enkelt-redskap.
Vi har tilpasset prosedyrene til vårt utstyr og type oppdrag det skal brukes til.
Ikke fastsatte prosedyrer, men praktisk og erfaringsbasert opplæring av ansatte.
Vi benytter tiltakskort hvor HMS er en del av prosedyrene for slokking. Vi har en jobb å gjøre med egne definerte HMS prosedyrer for bruk av hvert enkelt slokkemiddel.
Ja vi har HMS prosedyrer. Disse er henta /og laga selv.
Instrukser fra leverandør
Innarbeidet som en eller flere rutiner i øvelsedokumentasjon. Men ikke egen HMS-prosedyre for hvert enkelt redskap
Slukkespyd og vannkanon er beskrevet i Røykdykkerveiledningen mtp å bedre miljøet for røykdykkere samt og øke slagkraften med et stort strålerør. Rogaland Brann og Redning utøver all røykdykking iht Røykdykkerveiledningen iom at denne er forankret i vår interne Hms prosedyre for røykdykking.
Rutinene for bruk av strålerør ligger pr nå "innbakt" i røykdykker rutiner og slukkeprosedyrer. Ny hms under utarbeiding.
Ikke utarbeidet egen prosedyre pr slokkeredskap. Generell prosedyre utarbeidet.
vi har en sedvane med varsling og flytting av mannskaper fra området/sektoren kanonen blir brukt mot. utrykningsleder iverksetter dette før start av kanon.
Erfaring gjennom øving, ikkje skriftleg prosedyre.
HMS-prosedyrer våre går på type hendingar, og ikkje detaljert slik spørsmålet legg opp til.
Gjennom DIB-samarbeidet
Prosedyrebeskrivelser kan bli bedre
Det ligger i vår prosedyre for røykdykkerinsats.
Rutiner i h.h.t. bransjeopplæringen. Brevkurs, opplæringsbok og NBSK
HMS knyttet til røykdykkerinnsats som angir hvilke type strålerør som skal / ikke skal benyttes...

**Tabell: HMS-rutiner, annet.**

## 4.2

### STANDARD OPERASJONELL PROSEDYRE

Med utgangspunkt i respondentene tidligere svar på spørsmål om tilgjengelig utstyr, fikk de spørsmål om hvorvidt de har standard operasjonell rutine (SOR) for de ulike slokkeredskapene. Fordi andelen som har de ulike redskapene varierer er antallet spurte oppgitt for hvert enkelt redskap. De respondentene som har rutiner kunne krysse av for flere ja-alternativer, for eksempel hvis de både hadde fått prosedyrer fra selger og utarbeidet egne. Figuren under viser resultatene for dette spørsmålet.



Figur. Standard operasjonell rutine, slokkeredskap.

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

De respondentene som krysset av svaralternativet *ja, annet* på en eller flere av slukkeredskapene fikk mulighet til å utdype dette i et kommentarfelt. 8 respondenter benyttet seg av denne muligheten. Deres kommentarer er gjengitt i sin helhet i tabellen under

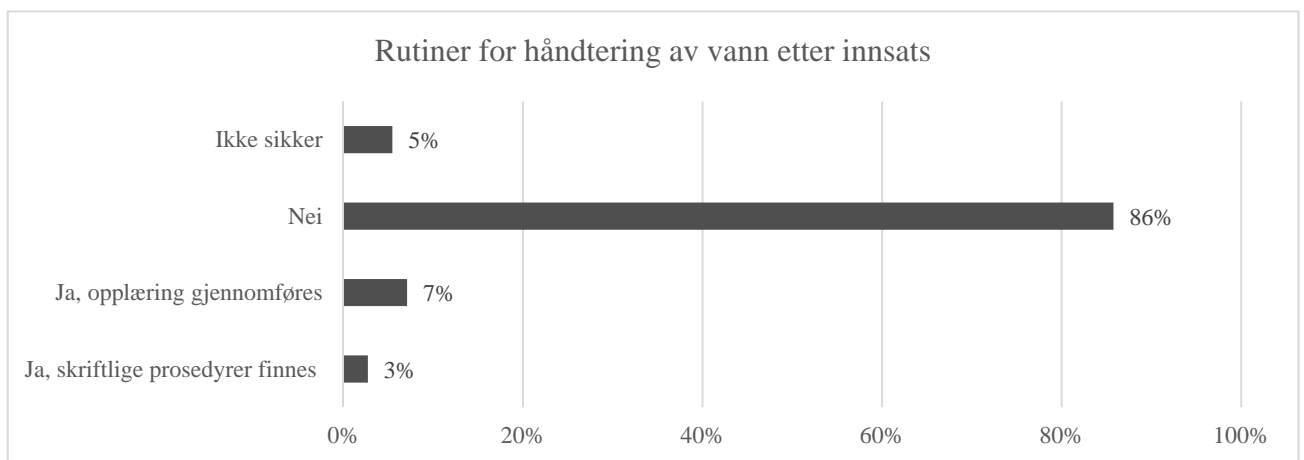
<b>Du har svart "ja, annet" på en eller flere av slukkeredskapene under spørsmålet om standard operasjonell prosedyre (SOP). Hvis du vil utdype, kan det gjøres her:</b>
Dette er rutiner som ligger i faget og blir vurdert ut i fra hva som brenner, hvor det brenner og bedømmelse av situasjonen. Taktisk valg der og da.
Dette er basert på erfaring, veiledning fra leverandør.
Ikke egen prosedyre pr slukkeredskap. Felles!
Det er ikke utarbeidet egne skriftlige prosedyrer for bruk av slukkeredskapene, men brannmannsopplæringen gir mannskapene en grundig opplæring i riktig bruk av slukkeutstyret. I tillegg inngår bruk av slukkeredskapene i øvelser gjennom hele året.
Erfaring gjennom øving og bruk. Ikkje skriftleg prosedyre.
Same svar som for under HMS-prosedyrer.
Gjennom DIB-samarbeidet
Opplæring, utdanning som brannpersonell

**Tabell: Standard operasjonell rutine, annet.**

## 4.3

### RUTINER FOR HÅNDTERING AV VANN ETTER INNSATS

Siste spørsmål om rutiner omhandlet håndtering av vann etter innsats. På dette spørsmålet svarte 86 prosent at de ikke har rutiner for dette, mens 5 prosent svarte ikke sikker. 7 prosent oppga at de gjennomfører opplæring og 3 prosent oppga at det finnes skriftlige prosedyrer. Kun 2 respondenter har krysset av for både opplæring og skriftlige prosedyrer.



Figur: rutiner for håndtering av vann etter innsats.



# 5

---

## Kommentarer til undersøkelsen

---

Avslutningsvis fikk respondentene anledning til å komme med kommentarer til undersøkelsen eller opplysninger om egen besvarelse. 27 respondenter benyttet seg av denne muligheten, og samtlige kommentarer er gjengitt i sin helhet i tabellen under. Hovedvekten av kommentarene gir utfyllende informasjon om rutiner og erfaringer fra det aktuelle brannvesenet, mens noen har benyttet muligheten til å komme med ris eller ros til undersøkelsen.

## 5.1

## AVSLUTTENDE KOMMENTAR

Hvis du har kommentarer til denne undersøkelsen eller ønsker å legge til noe om din besvarelse, kan du benytte dette feltet:
Vi var det første brannvesenet i Norge som tok i bruk One/seven fast på bilene. vi har bare positive erfaringer med dette. vi benytter dette til røykdykking.
Denne undersøkelsen var overkill i forhold til den virkeligheten jeg befinner meg i. HMS for bruk av strålerør, oppsamling av brukt slukkevann??? Når det brenner har vi da for f... viktigere ting å gjøre en å samle på slukkevannet. Ingen av mitt mannskap er så tungnemme at de trenger HMS rutine for å bruke strålerør. Enten kan de gå i innsats eller så kan de det ikke. Det blir styrt av andre rutiner, ikke hvordan et jævla strålerør skal brukes på en sikker måte. Månen til tull jeg skal kaste bort tiden på!
Vi bruker One-seven ved større branner der det er behov for mye slukkemiddel. One-seven gjør om 1 liter vann til 7 liter slukkemiddel ergo mindre vannforbruk som igjen forurensner mindre. I tillegg blandes kjemikalier inn i vannet med 1-2 promille ikke 3-6 prosent som i andre skumsystemer dette gir mindre forurensning. Vi setter HMS og god kunnskap høyt på prioritetslisten
Viktigst vedrørende bruk av slokkemetode er kunnskap om hvordan slukkemiddelet fungerer for å redusere effekten av brannen og fjerne energien brannen har produsert.
Vanskelig å se hvordan svarene skal kunne gi en meningsfull statistikk. (Og så tenker jeg litt på: -må en snekker ha egen HMS-prosedyre for hammeren, saga osv.?).
Mange av spørsmålene dreier seg om brann i bygning. Vi har gjerne fokus på skum på bil-brann og annet. Vi har også skaffet Giraffe-slokkeutstyr, dette er slukke-spiker i stor versjon. Benyttes gjerne dersom man ikke har røykdykkere nok eller at brannen har nådd slikt punkt at røykdykking er frarådelig.
Mange spørsmål og vanskelig å besvare flere av dem presist
Spennende hvis denne undersøkelse kan avdekke behov for nasjonale standarder innenfor slukkearbeid og brannbekjempelse! Godt initiativ!!!!
Rogaland Brann og Redning har det siste året startet arbeidet med og fokusere på vannforbruk ved insatser. Dette er etter min mening som fagansvarlig "slokkemetode" et svært omfattende og tidkrevende arbeid. For at alle mannskapene skal bli gode på de ulike verktøyene vi har til disposisjon kreves det mye trening, dette for og kompensere for lite reelle hendelser. For og få dette til, kreves det tid og gode øvelse objekter som er tilnermet "Train ass you fight" prinsippet. Dette koster penger. Når dette er på plass, er det taktikken som må øves. Jeg har tro på at kombinasjone av ulike typer av verktøy satt sammen, vil resultere i effektiv innsats. En felles forståelse opp og ned i organisasjonen fra konstabel til overbefal ved insatser er avgjørende for at vi skal bli gode. Rogaland Brann og Redning ønsker og bidra med forskning på slukkemetoder. Vi har et bredt utvalg av ulike verktøy i beredskapsavdelingen. Samtidig har vi et bra øvelse område ved SASIRO. Når det gjelder objekter ved øvelse senteret trengs det et løft, for at vi skal kunne teste ut verktøyene på en reel måte.
Litt vel mye valg. Så hoppet over å svare på endel detaljer.
rutiner for hvordan vannet som er brukt i en slukkeinnsats håndteres etter innsatsen er ferdig Interessante ting!!!
Har ikkje egne HMS og/eller SOP-prosedyrer for ulike sløkkjeredskap, men har prosedyre for vannkanon, sløkkjespyd og håndsløkkjeapparat.
synes brann i kjøretøy falt imellom to stoler i denne undersøkelsen
Er noe usikker på hva som legges i begrepet standard operasjonell prosedyre for eksempel for bruk av strålerør. Vi har rutiner som beskriver bruk av for eksempel normal utlegg, men ikke spesifikk for strålerøret.
Savnet mulighet for å krysse av for bil og båt, campingvogn etc som alternativ til brannobjekt.
vi avdekker drikkevannskilder og brønner så fort det lar seg gjøre, og verner disse dersom mulig.
Undersøkelsen var i utgangspunktet bra

## BRANNVESENETS SLOKKEMETODER

Vanskelig å svare korrekt i forhold til tilgjengelig og erfaring med bruk av ulike slukkemidler da dette varierer fra stasjon til stasjon. Skum som slukkemiddel har til nå mest vært brukt ved type bil og båtbranner, som heller ikke er del av undersøkelsen etter det jeg kan tolke.
Har fått levert ny bil i mai mnd. som har montert cafs. Erfaringen med bruken er liten.
om vinteren bruker vi mye snø som slukkemiddel og sikring av andre bygg for å kunne spare på vann.
Denne besvarelsen er kun gjort med utgangspunkt i Odda brann og redning. Ikke mottatt egen undersøkelse på Ullensvang?
Alle spørsmål treffer ikke like godt ut fra egne rutiner og lokale forhold. Noen svar er derfor bare deler av sannheten og vil måtte redegjøres nærmere for i en sammenheng.
hvorfor kan ikke dsb lage forslag til prosedyrer ?
Vi er i ferd med å fornye vårt brannmateriell. One -Seven er anskaffet på 1 brannbil og 1 framskutt enhet etter 2014. Slukkespyd har vært oppsett i ca 20 år ved flere av stasjonene Vi vil gjennomføre 1 ytterligere utvikling gjennom anskaffelsen av ny brannbil i 2017
Rester av valg slukkemiddel etter en brannbekjempelse samles ikke opp.
Dere bruker terminolog, høytrykkstrålerør. I annen lektyre brukes mellomtrykkstrålerør??
Jeg er ny som brannsjef og det er en grad av usikkerhet knyttet til enkelte av spørsmålene.



**Direktoratet for  
samfunnssikkerhet  
og beredskap**

Rambergveien 9  
3115 Tønsberg

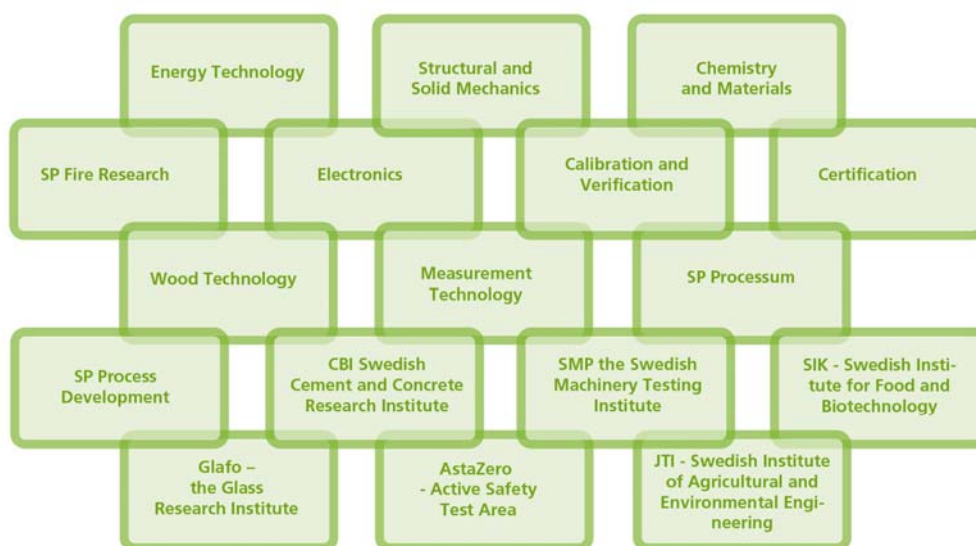
Telefon 33 41 25 00  
Faks 33 31 06 60

postmottak@dsb.no  
www.dsb.no



## SP Technical Research Institute of Sweden

Our work is concentrated on innovation and the development of value-adding technology. Using Sweden's most extensive and advanced resources for technical evaluation, measurement technology, research and development, we make an important contribution to the competitiveness and sustainable development of industry. Research is carried out in close conjunction with universities and institutes of technology, to the benefit of a customer base of about 10000 organisations, ranging from start-up companies developing new technologies or new ideas to international groups.



## SP Fire Research AS

Postboks 4767 Sluppen, 7465 Trondheim

Telefon: 464 18 000

E-post: [post@spfr.no](mailto:post@spfr.no), Internett: [www.spfr.no](http://www.spfr.no)

[www.spfr.no](http://www.spfr.no)

SPFR-rapport A17 20099-01:1



For mer informasjon om publikasjoner utgitt av SP Fire Research og SP:  
[www.spfr.no/publikasjoner](http://www.spfr.no/publikasjoner) og [www.sp.se/publ](http://www.sp.se/publ)