

NBL A13126 - Åpen

Rapport

Slokkevannsmengder

Forfattere

Karolina Storesund

Kristian Hox, Andreas Gagnat Bøe, Ragnar Wighus



SINTEF NBL as

Brannutvikling og slokking

2013-10-25

SINTEF NBL as

Postadresse:
Postboks 4767 Sluppen
7465 TrondheimSentralbord: 73591078
Telefaks:nbl@nbl.sintef.no
www.nbl.sintef.no
Foretaksregister:
NO 982 930 057 MVA

Rapport

Slokkevannsmengder

EMNEORD:Brann
Vann
Slokkevann
Brannvesen**VERSJON**

1

DATO

2013-10-25

FORFATTERE

Karolina Storesund, Kristian Hox, Andreas Gagnat Bøe, Ragnar Wighus

OPPDRAGSGIVER(E)Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
Direktoratet for byggkvalitet**OPPDRAGSGIVERS REF.**Kari Jensen (DSB)
Vidar Stenstad (DiBK)**PROSJEKTNR**

107562

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

81+2 vedlegg

SAMMENDRAG

På oppdrag fra Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap og Direktoratet for byggkvalitet har SINTEF NBL evaluert slokkevannsmengdene som er angitt i regelverket og undersøkt kapasitetsbehov til slokkevann.

Prosjektet har hatt et brannfaglig perspektiv og det er gjennomført litteraturstudier, spørreundersøkelse med brannvesenet, undersøkelse av utrykningsstatistikken, eksperiment og beregninger for å kartlegge og forsøke å svare på myndighetenes problemstillinger.

Rapporten oppsummerer resultatene fra de ulike undersøkelsene som er gjennomført, og gir anbefalinger til hvordan veiledninger kan utformes.

UTARBEIDET AV

Karolina Storesund

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Ragnar Wighus

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Paul Halle Zahl Pedersen

SIGNATUR**RAPPORTNR**

NBL A13126

ISBN

978-82-14-00123-5

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
1	2013-10-25	Første versjon.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	6
1 Innledning	9
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Målsetning	9
1.3 Begrensninger	9
1.4 Hypoteser.....	9
1.4.1 Kapasitetsbehov for slokkevann.....	9
1.4.2 Vurdering tappeprøvemetode.....	10
1.4.3 Plassering av kum/hydrant.....	10
2 Bakgrunns- og regelverksstudie	11
2.1 Regelverk	11
2.1.1 Forskningsmetode	11
2.1.2 Introduksjon	11
2.1.3 Sprinkleranlegg og automatiske slokkeanlegg som tiltak for å påvirke rømningstid.....	12
2.1.4 Vannforsyning.....	13
2.1.5 Veiledning om røyk- og kjemikaliedykking.....	15
2.1.6 Metodekritikk	16
2.2 Studier av utvalgte rapporter	17
2.2.1 Forskningsmetode	17
2.2.2 Brandvattenforsörjning	17
2.2.3 Räddningstjänstens försörjning med släckvatten	17
2.2.4 Vurdering av krav til vannforsyning for automatiske slokkeanlegg	18
2.2.5 Metodekritikk	19
2.3 Diskusjon.....	19
3 Erfaringer med vannmangel ved brann	21
3.1 Artikkelsøk	21
3.1.1 Forskningsmetode	21
3.1.2 Resultater	21
3.1.3 Metodekritikk	21
3.2 Gjennomgang ROS-analyser	21
3.2.1 Forskningsmetode	21
3.2.2 Resultater	22
3.2.3 Diskusjon	24
3.2.4 Metodekritikk	25

3.3	Brannvesenets rapport om hendelser – DSB sin statistikk over bygningsbranner.....	25
3.3.1	Forskningsmetode	25
3.3.2	Resultater	25
3.3.3	Diskusjon	32
3.3.4	Metodekritikk	33
3.4	Møte med brannvanngruppa i Trondheim kommune.....	34
3.4.1	Forskningsmetode	34
3.4.2	Resultat.....	34
3.4.3	Diskusjon	36
3.4.4	Metodekritikk	36
3.5	Spørreundersøkelse brannvesenet.....	36
3.5.1	Forskningsmetode	36
3.5.2	Resultater	37
3.5.3	Diskusjon	47
3.5.4	Metodekritikk	48
4	Alternative slokkemetoder	49
4.1	Forskningsmetode	49
4.2	Resultat	49
4.2.1	Vann som slokkemiddel.....	49
4.2.2	Dråpestørrelser.....	50
4.2.3	Automatiske slokkesystemer.....	50
4.2.4	Manuelle slokkemetoder.....	51
4.3	Diskusjon	52
4.4	Metodekritikk	53
5	Beregninger av kapasitetsbehov for slokkevann	54
5.1	Forskningsmetode	54
5.2	Introduksjon.....	54
5.3	Resultat	54
5.3.1	Brannutvikling.....	54
5.3.2	Innvirkningen av automatiske slokkeanlegg	58
5.3.3	Brannvesenets slokkeinnsats.....	60
5.3.4	Eksempelbygg enebolig med 2 etasjer, grunnflate 80 m ²	60
5.3.5	Eksempelbygg papirlager, grunnflate 1000 m ² , takhøyde 5 m	61
5.4	Diskusjon	62
5.5	Metodekritikk	63
6	Vurdering av tappeprøvemetode.....	64
6.1	Forskningsmetode	64
6.2	Resultater.....	64

6.3	Diskusjon	66
6.4	Metodekritikk	66
7	Plassering av kum eller hydrant – undersøkelse og vurdering av dagens krav	67
7.1	Forskningsmetode	67
7.2	Resultater	67
7.2.1	Trykkfall over slanger	67
7.2.2	Varmestråling fra brann	70
7.3	Diskusjon	72
7.3.1	Trykktap over slanger	72
7.3.2	Varmestråling fra branner med tanke på personellens sikkerhet	72
7.4	Metodekritikk	73
7.4.1	Beregning av trykkfall i slanger	73
7.4.2	Beregning av varmemstråling	73
8	Overordnet diskusjon	74
8.1	Erfaringer med manglende slokkevann og tiltak	74
8.2	Uklare formuleringer i regelverket	75
8.3	Endring i slokkevannsbehovet	76
8.4	Alternative slokkemetoder	76
8.5	Drikkevannskvalitet	76
8.6	Kapasitetsbehov for slokkevann	77
8.7	Vurdering av tappeprøve	77
8.8	Tilgjengelighet og plassering av brannkummer	77
	Bibliografi	79

BILAG/VEDLEGG

Vedlegg A – Brannvesenets rapporteringssystem, rapport om hendelser

Vedlegg B – Spørreundersøkelse – Brannvesenets erfaringer med manglende slokkevann

Sammendrag

Både brann- og eksplosjonsvernloven av 14. juni 2002 samt plan- og bygningsloven av 27. juni 2008 har betydning for vannforsyning i forbindelse med brannsløkking. Dette prosjektet har bakgrunn i at brannvesen, teknisk rådgiverbransje og kommunen som planmyndighet og eier av vannledning/infrastruktur har stilt spørsmål om de eksisterende slokkevannsmengder (beregningsgrunnlaget) som er oppgitt *Veiledning til forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen* og *Veiledning til byggt teknisk forskrift* fortsatt kan anses som riktige.

Prosjektet, som ble gjennomført som 2 delprosjekt, startet opp høsten 2012. Studien er utført med et brannfaglig perspektiv og har både kvantitative og kvalitative innslag ved kartlegging av problemets omfang og vurdering av ulike problemstillinger.

Målet med den første delen av prosjektet var å bli kjent med tematikken samt å kartlegge omfanget av problemer knyttet til mangel på slokkevann. Fra DSB var det uttrykt at man ønsket svar på hvorvidt regelverket kan misforstås eller om det er tydelig nok. Forskningsmetodene har vært kartlegging av regelverk, gjennomgang av tidligere rapporter, artikkelsøk, gjennomgang av brannvesens ROS¹-analyser, analyse av brannvesenets hendelsesrapportering, spørreundersøkelse rettet mot brannvesen, samtale med kommunale myndigheter samt litteraturstudium om slokkemetoder. Basert på denne kartleggingen har prosjektet deretter hatt fokus på en fordypning i temaene kapasitetsbehov for slokkevann, tappeprøver og plassering av kum og hydrant. Dette er gjennomført ved hjelp av litteraturstudium, beregninger og forsøk.

Aktiviteter

Studien er blitt gjennomført ved hjelp av flere aktiviteter:

1. Litteraturstudie,
 - a. regelverk og utvalgte rapporter
 - b. kartlegging alternative slokkemetoder
2. Kartlegging av erfaring med vannmangel ved brann
 - a. Artikkelsøk
 - b. Gjennomgang av ROS-analyser
 - c. Statistikk – brannvesenets rapport om hendelser
 - d. Spørreundersøkelse brannvesenet
3. Beregning av kapasitetsbehov for slokkevann
4. Vurdering av tappeprøvemetode, eksperiment og beregning
5. Vurdering av plassering av kum og hydrant
 - a. Litteraturstudie, kartlegging
 - b. Beregninger

Konklusjoner

Ut i fra arbeidet som er utført kan vi trekke følgende konklusjoner:

- Regelverket ser ut til å fokusere på brannvesenets behov for slokkevann, uten at det nødvendigvis tar spesifikke hensyn til behovet til automatiske brannbekjempelsesanlegg. Dette bør ikke være noe problem så lenge man ikke krever parallell bruk.
- Studien har avdekket at det finnes en del uklare begreper i regelverket som gir rom for tolkning.

¹ Risiko- og sårbarhetsanalyse

- Grenseflater mellom relevante lovverk og forskrifter ser ikke ut til å innebære store konflikter. Imidlertid ser vi at det i DSBs veiledning til forskrift om brannforebygging refereres til REN (Veiledning til teknisk forskrift til plan og bygningsloven 1997) og ikke til veiledning til TEK 10, og vi anbefaler derfor en oppdatering.
- Ved å benytte alternative slökkemetoder, både med tanke på manuell slukking og automatiske brannbekjempelsesanlegg, kan man redusere vannbehovet ved brannslukking. Effekten er imidlertid ikke tilfredsstillende kvantifisert når det gjelder manuelle slökkemetoder, og bør dermed studeres nærmere. Dette bør inkludere kartlegging av allerede gjennomførte studier utført av blant annet brannvesen rundt om i landet.
- Det ser ut til at slokkevannsforsyning inngår i brannvesenets ROS-analyser, men at de i liten grad omhandler vannforsyning til automatiske brannbekjempelsesanlegg. Samtidig oppgir 2/3 av respondentene i spørreundersøkelsen at det finnes en oversikt over hvor mange sprinkleranlegg det finnes i brannvernregionen.
- Der brannvesenet er kjent med manglende slokkevannstilgang løses det ofte med ulike tiltak, gjerne i form av tekniske tiltak (tilgang til tankbil) eller organisatoriske tiltak (samarbeid mellom ulike etater og kommuner).
- Håndteringen av vannkapasitet i kommunal planlegging er sannsynligvis svært ulik fra kommune til kommune, og det ser ut å være en problematikk rundt definisjon av begreper som resulterer i usikkerhet om plassering av ansvar og kostnader.
- Regelverket vedrørende plassering av kum eller hydrant er i stor grad tilfredsstillende. Imidlertid oppleves tilgjengeligheten til disse noen ganger som problematisk. Kummene er særlig utsatte for snøtildekking og isbelegg, og det anbefales at myndighetene vurderer å stille krav til hydrant i stedet.
- Fungerende automatiske brannbekjempelsesanlegg vil begrense og kontrollere brannen på et tidlig stadium og vil redusere brannvesenets behov for vann betraktelig.
- Alternative slökkemetoder vil redusere behovet for vann, men dette er ikke kvantisert i denne studien. En av utfordringene er å få vannet inn i brannsonen ved større branner.
- Det totale behovet for slokkevann i boligbranner uten spredningsfare kan dekkes opp av tankbil. For større industribranner er vannbehovet betydelig større.
- Avgrensede tappeprøver i kombinasjon med hydrauliske beregninger vil kunne gi de samme resultatene som en fullskala tappeprøve ved tapping fra høydebasseng eller tank. For vannett der turtallregulerte pumper, reduksjons- og rørbruddsventiler er installert er det viktig at den hydrauliske modellen tar høyde for dette.
- Vanntrykket i vannettet er noen steder ikke tilfredsstillende med tanke på lange slangeutlegg.
- 25 meter avstand fra kum/hydrant til en brennende bygning er tilstrekkelig med tanke på varmestråling for de aller fleste branner.

Anbefalinger

Ut i fra arbeidet som er utført anbefaler vi følgende:

- Studien har avdekket at det finnes en del uklare begreper i regelverket som gir rom for tolkning. SINTEF NBL anbefaler at myndighetene definerer og tydeliggjør disse begrepene for å unngå ulike tolkninger.
- Det anbefales at DSB oppdaterer veiledningen til forskrift om brannforebygging slik at det også blir referert til den siste veiledningen til byggt teknisk forskrift.
- Ved å benytte alternative sløkkemetoder, både med tanke på manuell sløkking og automatiske brannbekjempelsesanlegg, vil man redusere vannbehovet ved brannsløkking. Effekten er imidlertid ikke tilfredsstillende kvantifisert når det gjelder manuelle sløkkemetoder, og bør dermed studeres nærmere. Dette bør inkludere kartlegging av allerede gjennomførte studier utført av blant annet brannvesen rundt om i landet og videre arbeid bør også inkludere samarbeid med et eller flere brannvesen.
- Kapasitetsbehovet for vann til større industribranner bør studeres nærmere ved bruk av forskjellige sløkkemetoder og effektene av disse bør måles.
- Videre studier som inkluderer gjennomføring av fullskala tappeprøver på vannett som har problemområder, som turtallsregulerte pumper og reduksjons- og rørbruddsventiler, bør gjennomføres for å kartlegge innvirkningen av dette på tappeprøvene.
- SINTEF NBL anbefaler at myndighetene overveier om det skal stilles krav til at hydranter skal benyttes i stedet for kummer, særlig på privat eiendom hvor man ikke har kontroll med kummenes tilgjengelighet.
- En minste tillatt avstand fra kum til nærliggende bygg bør vurderes, på grunn av fare for å overstige grense for maksimal strålingsvarme dersom denne ligger for nært. SINTEF NBL anbefaler imidlertid grundigere tester før en slik avstand fastsettes. Videre arbeid bør inneholde varmefluksmålinger ved forskjellige avstander fra brennende bygg, samt vurdering av hva som er akseptabel varmefluks for brannmannskap og utstyr.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Dette prosjektet har bakgrunn i at aktører som brannvesen, teknisk rådgiverbransje og kommunen som planmyndighet og eier av vannledningsnett og infrastruktur har stilt spørsmål hvorvidt de eksisterende slokkevannmengder som er oppgitt i *Veiledning til forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen* [1] samt *Veiledning til byggt teknisk forskrift* [2] fortsatt kan anses som riktige.

1.2 Målsetning

Det overordnede målet med prosjektet har vært å evaluere slokkevannsmengdene som er angitt i regelverket og om de er tilstrekkelige med tanke på vannmengdebehovet under en slokkeinnsats. Fra oppdragsgiver er det også uttrykt at man ønsker svar på hvorvidt regelverket kan misforstås eller om det er tydelig nok.

Den første delen av rapporten redegjør derfor for problemstillingen og for en kartlegging av omfanget av problemer knyttet til mangel på slokkevann.

For å få et holdepunkt for å si hvorvidt regelverkets krav til vannmengde (henholdsvis 20 l/s og 50 l/s) er korrekt har kapasitetsbehov til slokkevann blitt undersøkt. Målet er å belyse:

- Hva er tilstrekkelig vannmengde?
- Hva kreves av vannforbruk for de branner som oppstår?

Videre er det en målsetning å vurdere mulig bruk av begrenset tappeprøve i forbindelse med automatiske slokkesystem samt å undersøke og vurdere plassering av kum og hydrant med tanke på de avstander som angis i dagens regelverk.

1.3 Begrensninger

Prosjektet har hatt et brannfaglig perspektiv og det er ikke tatt hensyn til problemstillinger i forhold til rammestyring, statlig styring og kommunenes handlingsrom. En kartlegging av faktisk tilgjengelig vannkapasitet rundt om i landet ville ha gitt relevant informasjon, men det er et arbeid av for stort omfang for dette prosjektet og således ikke gjennomført.

1.4 Hypoteser

Utfra problemstillingen som er utgangspunkt for prosjektet er innledningsvis følgende hypotese satt opp:

1. Vannmangel er i dag et problem for brannvesenet.

Hypoteser er videre satt opp med utgangspunkt i ulike problemstillinger:

1.4.1 Kapasitetsbehov for slokkevann

Problemstillinger:

- a) Betyr det noe for brannvesenets behov for vannforsyning om det finnes automatiske slokkeanlegg i bygningen?
- b) Vil alternative slokkemetoder for brannvesenet redusere vannbehovet?
- c) Under hvilke forhold kan brannvesenet klare seg på medbragt vann alene?

Hypoteser:

2. Et fungerende automatisk sløkkeanlegg vil gjøre at brannen brannvesenet møter blir betraktelig mindre og at brannvesenets vannbehov reduseres tilsvarende enn om det ikke finnes et fungerende automatisk sløkkeanlegg.
3. Uavhengig av hvilken type automatisk sløkkeanlegg som er installert eller hvorvidt det er et automatisk sløkkeanlegg installert, vil brannvesenets bruk av alternative sløkkemetoder (eksisterende og kjente metoder) resultere i redusert totalt vannbehov fra vannettet.
4. Dersom brannvesenet i definerte områder har med seg eget sløkkevann, vil det ikke være behov for vann fra vannettet i det hele tatt.

1.4.2 Vurdering tappeprøvemetode**Problemstilling:**

Vil avgrenset tappeprøve kombinert med hydrauliske beregninger kunne dokumentere sløkkevannsforsyningen til automatiske sløkkeanlegg med like stor sikkerhet som en fullskala tappeprøve?

Hypotese:

5. Avgrensede tappeprøver i kombinasjon med hydrauliske beregninger vil med stor sikkerhet gi de samme resultatene som en fullskala tappeprøve.

1.4.3 Plassering av kum/hydrant**Problemstilling:**

Regelverket stiller krav til at brannkum eller hydrant må plasseres innenfor 25-50 m fra inngangen til hovedangrepsvei. Kan dette kravet underbygges, eller bør kravet endres og i så tilfelle til hva?

Hypotese:

6. En kartlegging av kjent kunnskap samt teoretiske beregninger av varmestråling fra brann og trykkfall i slanger vil kunne vise at plassering av brannkum/hydrant innenfor 25-50 meter fra inngangen til hovedangrepsvei er fornuftig og bør fortsatt være praksis i Norge.

2 Bakgrunns- og regelverksstudie

2.1 Regelverk

2.1.1 Forskningsmetode

DSB har bistått med å liste opp hvilket lovverk som regulerer vannforsyning til brannslukking i kommuner [3]. Studien begrenser seg derfor til det regelverk som DSB har angitt, og vil for eksempel ikke omhandle lokale forskrifter. Noen tillegg er gjort underveis, da det viste seg at flere forskrifter kunne være relevante.

2.1.2 Introduksjon

Både brann- og eksplosjonsvernloven av 14. juni 2002 samt plan- og bygningsloven av 27. juni 2008 har betydning for vannforsyning i forbindelse med brannslukking [4, 5].

Brann- og eksplosjonsvernlovens § 9 angir kommunenes plikt til å sørge for etablering og drift av brannvesen. Kommunen skal gjennomføre en risiko- og sårbarhetsundersøkelse (ROS) for å sikre at brannvesenet er best mulig tilpasset de oppgaver de kan bli stilt overfor. I henhold til § 11 e) skal brannvesenet være innsatsstyrke ved brann [4].

Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn av 26. juni 2002 nr. 847 [6], og forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen av 26. juni 2002 nr. 729 [1], er begge hjemlet i brann- og eksplosjonsvernloven og har bestemmelser som direkte eller indirekte setter krav til forsyning av slukke vann.

Plan og bygningsloven regulerer planlegging og byggesaksbehandling. I henhold til § 1-4 "skal plan- og bygningsmyndighetene samarbeide med andre offentlige myndigheter som har interesse i saker etter plan- og bygningsloven og innhente uttalelse i spørsmål som hører under vedkommende myndighets saksområde". Lovens § 27-1 omhandler vannforsyning, herunder slukke vann. Med hjemmel i plan- og bygningsloven stiller byggeteknisk forskrift – TEK 10, § 11-17 krav til tilrettelegging for rednings- og slukkemannskap [2, 5].

Figur 2-1 viser sammenhengen mellom sentrale regelverk og tilhørende veiledninger, som er relevant for slukke vannforsyning.



Figur 2-1 Sammenheng mellom forskjellige regelverk som har betydning for slukkevannsforsyning.

2.1.3 Sprinkleranlegg og automatiske slukkeanlegg som tiltak for å påvirke rømningstid

Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn § 2-3, stiller krav til at det i et brannobjekt skal være rømningsveier som dekker behovet for rask og sikker rømning [6]. Tiltak for å oppnå dette, ved å øke tilgjengelig rømningstid, er blant annet sprinkleranlegg eller annet automatisk slukkeanlegg.

TEK 10 stiller spesifikke krav til i hvilke objekttyper det kreves automatiske slukkeanlegg. I § 11-12 står det at alle byggverk, eller del av byggverk, i risikoklasse 4 hvor det kreves heis, og alle byggverk i risikoklasse 6, skal ha automatisk brannslukkeanlegg. Videre står det i § 12-3 at alle bygninger med tre etasjer eller flere som har boenhet skal ha heis. Kravet gjelder ikke småhus med en boenhet og der atkomst fra inngangsparti til boenhet kun går over én etasje [2]. Tabell 2-1 viser tidligere forskriftskrav vedrørende krav til bruk av sprinkleranlegg [7]:

Tabell 2-1 Krav til bruk av sprinkleranlegg i forskrift før TEK 10 [7].

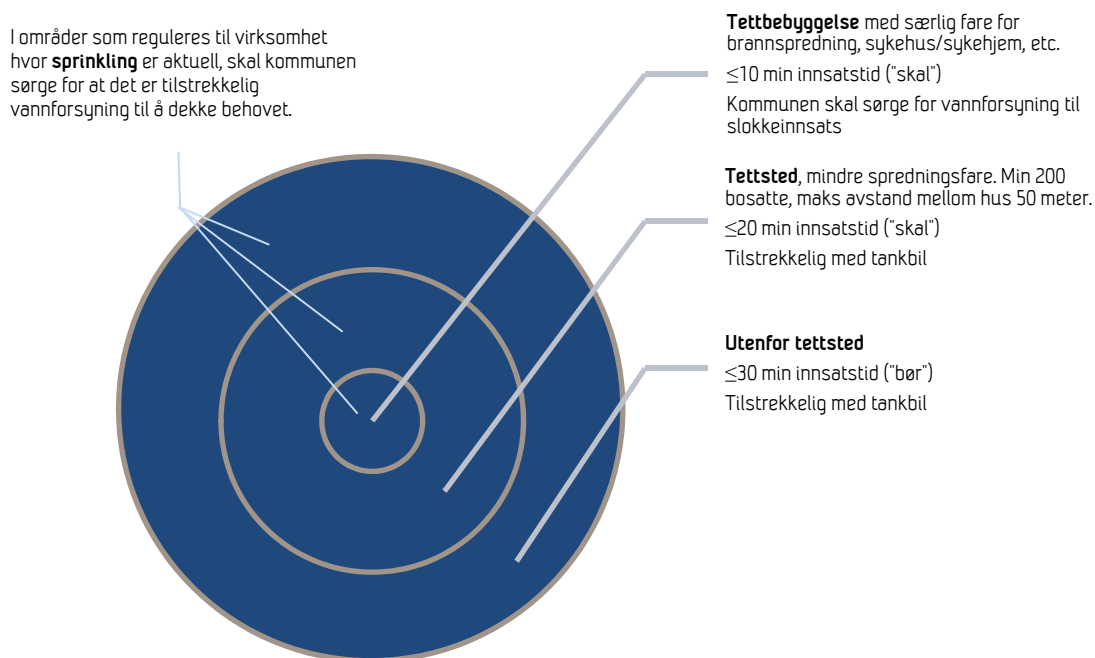
Byggverk beregnet for virksomhet i risikoklasse 4 skal alltid ha nødvendig antall røykværslere, mens byggverk beregnet for virksomhet i risikoklasse 5 og 6 skal ha automatisk brannslukkeanlegg. I slike byggverk av mindre størrelse kan det likevel brukes røykværslere dersom rømningsforholdene er særlig oversiktlige.

Der slike tiltak ikke er tilstrekkelige, skal tilgjengelig tid for rømning økes ved bruk av aktive tiltak, som automatisk brannslukkingsanlegg, røykkontroll m.v.

2.1.4 Vannforsyning

Kommunen skal, etter forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn § 5-4 første ledd, sørge for at den kommunale vannforsyningen fram til tomtegrense i tettbygd strøk er tilstrekkelig til å dekke brannvesenets behov for sløkkevann. Ved liten spredningsfare kan det være tilstrekkelig med tankbil [6]. Tankbil skal, etter forskrift om organisering og dimensjonering § 5-5, kjøres ut i førsteutrykning der kommunen har vedtatt at tankbil kan erstatte annen tilrettelagt sløkkevannsforsyning [1]. Figur 2-2 oppsummerer kravene som stilles til både utrykningstid og hvor kommunen har ansvar for vannforsyning til sløkkeinnsats i forskjellige områder.

I Figur 2-2 brukes ordet *tettsted* som for øvrig defineres i forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen som "Tettbebygget område med minst 200 bosatte, der avstanden mellom husene normalt ikke overstiger 50 meter. Tettsted avgrenses uavhengig av administrative grenser. Statistisk sentralbyrå utgir oversikt over tettsteders størrelse" [1].



Figur 2-2 Beskrivelse av krav til innsatstid og vannforsyning i ulike typer bebyggelse, tolkning basert på [1, 6].

Kommunen skal sørge for at det er tilstrekkelig vannforsyning til å dekke vannbehovet i områder som er regulert til virksomheter hvor sprinkling er aktuelt [6].

Kravet ovenfor kommunen er "å sørge for", hvilket innebærer at kommunen kan velge om den selv skal bygge ut og finansiere, eller sette krav til utbyggere i rammetillatelser og i rekkefølgebestemmelser om sløkkevann [3].

Bestemmelsen om kommunens plikt til *å sørge for* tilstrekkelig vann til brannsløkking var gitt i § 46 i Lov om brannvesenet av 19. nov. 1954, men gjaldt da bare byer og visse andre strøk. I 1990 kom bestemmelsen inn i Forskrift om brannforebyggende tiltak og brannsyn. Dette innebærer at det kan være områder bygd ut før 1990 hvor vannforsyningen ikke er tilstrekkelig (og hvor kravet vanskelig kan gjøres

tilbakevirkende). Dette gjelder særlig områder hvor det foregår næringsvirksomhet hvor sprinkling kan være aktuelt [3].

I henhold til forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn § 4-3, har industri og næringsvirksomheter ansvar for å sørge for fordeling av og tilgjengelighet til slokkevann innenfor eget område [6]. I følge veiledningen til paragrafen må det være tilstrekkelig med slokkevannskapasitet og tilkoblingsmuligheter for brannvesenets slangemateriell, og det anbefales at det lokale brannvesen rådspørres før plassering av koplingspunkter. Vann, elv og svømmebassenger med tilfredsstillende vannmengde kan godtas som slokkevann for campingplasser og liknende [8].

I henhold til Plan- og bygningsloven § 27-1 skal ikke bygning føres opp eller tas i bruk til opphold for mennesker eller dyr dersom adgang til vannforsyning, herunder slokkevann, ikke er tilstrekkelig [5]. I TEK 10 § 11-17 - *Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap* - stilles det krav til vannforsyning. Byggverkets plassering og utforming skal være slik at det er tilgjengelighet til og i bygget for rednings- og slokkeinnsats. Det skal legges til rette for lokalisering og bekjempelse av brannen. Veiledningen til forskriftens § 11-17 angir preaksepterte løsninger i forhold til vannforsyning. Kommunen skal sørge for at kommunal vannforsyning (fram til tomtegrense i tettbygd strøk) er tilstrekkelig for å dekke brannvesenets behov for slokkevann. Der hvor spredningsfaren er liten kan det være tilstrekkelig at vannforsyningen består av tankbil. Med hensyn til vannforsyning til sprinkling er det den samme ordlyden i forskrift om brannforebygging, dvs. "I områder som reguleres til virksomhet hvor sprinkling er aktuelt, skal kommunen sørge for at det er tilstrekkelig vannforsyning for å dekke behovet." I preaksepterte ytelser er det presisert at det ikke regnes med samtidig uttak av slokkevann til sprinkleranlegg og brannvesen [9].

TEK 10 § 15-9 angir at vannforsyningsanlegg med ledningsnett skal være dimensjonert slik at det gir tilstrekkelig mengde og trykk til å dekke vannbehovet, inklusive slokkevann. Veiledningen til TEK 10 viser til leveringskrav iht. forskrift om brannforebygging, samt at lokale forhold kan begrense vannleveransen. Dette må avklares i de enkelte tilfeller. I tilfeller hvor vannverk ikke kan levere vann til større sprinkleranlegg kan det være aktuelt å sikre vannforsyning til disse på annen måte [9].

Det må være trykksatt vann eller åpen kilde i områder hvor brannvesenet ikke kan medbringe tilstrekkelig mengde slokkevann. Slokkevannet må også være lett tilgjengelig uavhengig av årstid [9].

2.1.4.1 Vannkapasitet og ytelse

I Tabell 2-2 gjengis ytelseskrav for utendørs vannforsyning i henhold til veiledningen til TEK 10. Det kan noteres at det ikke benyttes samme enheter for vannkapasitet, l/s og l/min. 20 l/s tilsvarer 1200 l/min, 50 l/s tilsvarer 3000 l/min.

Tabell 2-2 Ytelseskrav til vannforsyning iht. veiledning til TEK 10, § 11-17 [9]

Følgende ytelser må minst være oppfylt for vannforsyning utendørs:

1. Brannkum/hydrant må plasseres innenfor 25-50 m fra inngangen til hovedangrepsvei.
2. Det må være tilstrekkelig antall brannkummer/hydranter slik at alle deler av byggverket dekkes.
3. Slokkevannskapasiteten må være:
 - a. Minst 20 l/s i småhusbebyggelse
 - b. Minst 50 l/s, fordelt på minst to uttak, i annen bebyggelse
4. Åpne vannkilder må ha kapasitet for 1 times tapping.

I Tabell 2-3 gjengis krav som gjelder innendørs vannforsyning.

Tabell 2-3 Krav ved innendørs vannforsyning [9].

Stigeledning må beregnes hydraulisk. I byggverk med mindre brannceller og inntil 25 meter røykdykkerinnsats skal stigeledning dimensjoneres for 500 l/min (2 strålerør à 250 l/min). I byggverk med store brannceller og inntil 50 meter røykdykkerinnsats må stigeledning dimensjoneres for 750 l/min (3 strålerør à 250 l/min). Behov for strålerørstrykk og maksimalt utgangstrykk som kan forventes fra brannvesenets pumper avhenger av utstyret til det stedlige brannvesen. Dette må derfor avklares med det stedlige brannvesen. Det skal beregnes trykktap fra brannvesenets pumpe til strålerør, inkl. slangeutlegg.

I appendiks 4 ("Parametere for vurdering av utstyrsbehov, slokkevannsforsyning o.l.") til *Veiledning til dimensjoneringsforskriften* vises det til vannmengdebehov ved slokking av ulike branntyper [10]. Det blir nevnt at det ikke finnes offisielle tall for dette i Norge, men det gis likevel eksempler på vannmengdebehov for å indikere at det er nødvendig med planlegging og kartlegging med hensyn til ressurser. Disse tallene er basert på erfaringer og DBEs statistikk (dagens DSB). Noen verdier er gjengitt i Tabell 2-4.

Tabell 2-4 Veiledende slokkevannsbehov for ulike branntyper [10].

Branntype	Vannbehov
Overtent enebolig i område med spredningsfare	1000 l/min
"Større" brann innenfor forskriftsmessig brannseksjon/bygning	2500 – 3500 l/min
De "aller største" brannene:	
-Kjøling av fasader på omkringliggende bygninger	800 – 1000 l/min
-Innvendig "avskjæring" av brannen	2000 – 3000 l/min
-Direkte slokkeinnsats	3000 – 9000 l/min

2.1.4.2 Vannkvalitet

Det er som oftest det samme vannettet som leverer slokkevann som også leverer drikkevann. Kommunen må derfor også forholde seg til drikkevannsforskriften. Drikkevannsforskriften stiller blant annet krav til leveringssikkerhet, vannkvalitet og at transportsystem og fordelingsnett er tilstrekkelig dimensjonert [11]. Dette har betydning for de prioriteringer kommunen vil måtte gjøre, ref. Veiledning til TEK 10, § 15-9 første ledd [9].

2.1.5 Veiledning om røyk- og kjemikaliedykking

Veiledning om røyk- og kjemikaliedykking er utgitt av DSB som veiledning og uten bindende regler. Veiledningen beskriver arbeidsrutiner som gjør det mulig for arbeidsgivere og innsatspersonell å etablere et tilfredsstillende sikkerhetsnivå for å utføre røyk- og kjemikaliedykking. Det blir poengtert at veiledningen må tilpasses lokale forhold og den kan ikke brukes som grunnlag for krav, eller som hjemmel for pålegg. I henhold til kapittel 7 i denne veiledningen regnes 2000 liter som tilstrekkelig vannkilde til angrepslange og sikringslange for iverksetting av en kortvarig førsteinnsats. Utlegg fra større vannkilde som tankvogn, vannledningsnett eller åpen kilde skal etableres snarest dersom brannfaren er stor. Det poengteres at verdier ikke angis i absolutte eller begrensede tall, og at verdiene som omhandles i veiledningen skal benyttes med forsiktighet og ut fra en tilpassing til den lokale beredskapen. [12].

Et røykdykkerlag i innsats fører med seg en slange inn i bygningen for egenbeskyttelse og for å kunne angripe brannen. Laget sikres ved at røykdykkerleder har en egen sikringslange liggende klar. Oppsettet

med en angrepsslange og en sikringslange kalles et normalutlegg. Vannforsyningen fra et strålerør bør raskt kunne økes til 200-300 l/min. Et strålerør som gir 1000 l/min øker i følge veiledningen sikkerheten, og kan brukes i tillegg til normalutlegg eller i situasjoner hvor normalutlegg ikke vil være tilstrekkelig. 1000 l/min betegnes som store mengder vann og må ha en egen vannforsyning for ikke å forstyrre røykdykkernes vannforsyning. Røykdykkernes angrepsslange skal maksimalt bestå av 2 slangelengder, hvilket er ca. 50 m. Lenger angrepsslange kan resultere i trykktap som påvirker det maksimale uttaket fra strålerøret [12].

2.1.6 Metodekritikk

I denne kartleggingen har vi kun sett på sentralt regelverk og veiledninger, vi har ikke vurdert eventuelle lokale bestemmelser. Det kan være at lokale bestemmelser har strengere krav, enn det sentrale regelverket gir. Sett i lys av at et av målene med dette prosjektet er å evaluere krav til slokkevannsmengder som er gitt i sentralt regelverk, ble det lokale regelverket ansett som mindre relevant.

2.2 Studier av utvalgte rapporter

2.2.1 Forskningsmetode

Tre rapporter var valgt ut i forarbeidet til prosjektet for å gi en innsikt i problemstillingens bakgrunn, og hvilke spørsmål som er blitt belyst tidligere. Utvalg og fremskaffelse av rapportene er gjort i samarbeid med DSB.

De tre rapportene som ble ansett som spesielt interessante i forbindelse med dette prosjektet, var:

1. Brandvattenforsörjning – Brandmannaskolan, 1999 [13].
2. Räddningstjänstens försörjning med släckvatten – Högskolan i Karlstad, 1994 [14].
3. Vurdering av krav til vannforsyning for automatiske sløkkeanlegg – Kjærland, 2011 [15].

Disse er gått gjennom og kort referert. I tillegg er annen litteratur også funnet frem underveis, som er lagt til grunn for videre arbeid, for eksempel *VAV P83 Allmänna vattenledningsnät – Anvisningar för utformning, förnyelse och beräkning* [16], og *Hvordan er kvaliteten på sprinkleranlegg i Norge?* [17].

2.2.2 Brandvattenforsörjning

Læreboken *Brandvattenforsörjning* fra Räddningverket i Sverige er en del av en utdanningspakke for brannvesenet i Sverige [13]. Boken gir en innføring i grunnleggende hydraulikk, vannkilder og brannposter, pumper, vanntransport i slangesystemer og slangeutlegging.

2.2.3 Räddningstjänstens försörjning med släckvatten

Räddningstjänstens försörjning med släckvatten er en forskningsrapport fra Högskolan i Karlstad, utgitt i 1994. Rapporten beskriver to forskjellige system for sløkkevannsforsyning: via brannposter koplet til kommunenes vannett og via redningstjenestens tankbiler. Systemene sammenlignes og det gjøres en kost-nytte av bruk av tankbiler ("alternativ-metoden") som alternativ til brannposter ved sløkking av brann i tettbygd område [14].

Tabell 2-5 Svenska vatten- og avloppsföreningens anbefaler (VAV, P 38) følgende vannmengder når brann skal sløkkes ved bruk av brannpost.

Boligområder eller andre sammenlignbare områder med servicebygg	Brannvann i l/min
Eneboliger, rekkehus, flermannsbolig (<4 etasjer)	600
Andre typer boligområder	1200
Industriområder og brannsikkerhetsmessig liknende områder	
Brannsikre bygninger uten lagring av brennbart materiale	600
Brannsikre bygninger uten betydelig lagring av brennbart materiale	1200
Høy brannbelastning, for eksempel snekkerverksted, trelasthandel	2400
Eksepsjonell brannbelastning, for eksempel virksomheter som håndterer olje.	>2400

Samme tabell er også inkludert i den nyere publikasjonen fra VAV, *VAV P83 Allmänna vattenledningsnät – Anvisningar för utformning, förnyelse och beräkning* [16].

Rapporten *Samhällets brandvattenforsörjning* fra 1981 presenterer blant annet en undersøkelse blant 12 kommuner som hadde innført alternativmetoden. De fleste var enige om at en maksimal avstand til nærmeste brannpost på 1000 meter var for langt, og at maksimalavstanden i praksis hadde blitt 600 m. I

tre av de tolv kommunene var brannvesenet ansvarlig for tilsyn av brannpostnettet, mens teknisk etat ("gatukontoret") hadde hele ansvaret i de andre kommunene. Branndammer var ved dette tidspunktet under avvikling, på grunn av at brannvesenets utstyr ble bedre, særlig med tanke på tankbiler [14].

Rapporten presenterer også resultater fra en spørreundersøkelse der landets brannvesen ble bedt om å estimere vannforbruk ved slokking av ulike typer branner.

Rapporten refererer til en undersøkelse som VBB gjorde i 1981, som angir at slokketeknikken i Sverige medfører vannbehov i henhold til følgende formel:

$$W = 0,30 A^{0,664} \quad (1)$$

hvor

W = vannmengde i L/s

A = brannarea i m²

600 l/min skal i henhold til formelen være vannbehovet for å slokke en brann hvor brannarealet er 200 m² [14].

Til sammenligning angir læreboken *Brannfysikk – fra teori til praksis*, utgitt av Norges Brannskole, et vannbehov ved overtenning og optimal slokking på mellom 0,5-1,5 l/min per m² gulvflate. Det blir poengtert at dette er under ideelle betingelser og at andre betingelser kan medføre økt vannbehov [18].

2.2.4 Vurdering av krav til vannforsyning for automatiske slokkanlegg

Studien *Vurdering av krav til vannforsyning for automatiske slokkanlegg* er gjennomført på oppdrag av OFAS¹ [15]. Rapporten innleder med en kartlegging av regelverk, standarder og andre publikasjoner, hvor tekst, med relevans for vannforsyning for automatiske slokkanlegg, blir sitert.

Lover og forskrifter som blir nevnt eller som siteres er:

- Plan- og bygningsloven (PBL), § 27-1
- Byggeteknisk forskrift med veiledning (TEK 10), § 11-17, § 15-9
- Brann- og eksplosjonsvernloven, § 9
- Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn med veiledning, § 2-4, § 5-4
- Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen med veiledning, § 5-5
- Internkontrollforskriften
- Forskrift om vannforsyning og drikkevann (Drikkevannsforskriften)

Andre publikasjoner:

- NS-EN 1717 – Beskyttelse mot forurensning av drikkevann i drikkevannsinstallasjoner og generelle krav til utstyr for å hindre forurensning ved tilbakestrømning.
- Melding HO-1/99 – Temaveiledning Sprinkler, Punkt 5.7, Vanntilførsel
- Byggforskeren, Byggdetaljblad 550.361 Sprinkleranlegg, 4. Vannforsyning
- VA miljøblad nr. 82 – Vatn til brannsløkking
- OFS detaljblad nr. 003, Levering av vann til sprinkleranlegg
- NS-EN 12845 Automatiske sprinklersystemer
- FG-Veiledning for utførelse av kontroll av automatiske slokkanlegg (tappeprøve)
- NS-INSTA 900, Boligsprinkler, Del 1: Dimensjonering, installering og vedlikehold

¹ Opplysningskontoret for automatiske slokkanlegg

Rapporten sammenstiller beskrivelser og vurderinger av referansene som er gjennomgått og drøfter deretter mulige løsninger på uklare forhold. En kort beskrivelse av det som tas opp av uavklarte forhold:

- Ansvarsforhold når det ikke kan leveres de vannmengder som er beskrevet i TEK 10 og forskrift om brannforebygging.
- Omfang av ROS-analyser når det gjelder vannforsyning for brannslukking.
- Ansvarsforhold og kommunens informasjonsplikt ved manglende/mangelfull vannforsyningskapasitet overfor bygningseiere og brannvesen.
- Ansvarsforhold vedrørende sikring av vannforsyning til automatiske slokkeanlegg.
- Test av vannforsyning til nye automatiske slokkeanlegg. Tappeprøver kreves i følge [15] gjennomført, men tappeprøver med full vannmengde aksepteres ikke i alle kommuner, fordi undertrykket tappeprøven skaper kan føre til innsig i rørene og forurensning av drikkevannet.
- Test av vannforsyning til automatiske slokkeanlegg, rutinekontroll. Omfang og frekvens på periodiske kontroller.

2.2.5 Metodekritikk

Denne aktiviteten gir ingen fullstendig oversikt over forskningsaktiviteten på dette området den senere tid, men heller en rask innføring i noen sentrale problemstillinger. Flere kilder til kunnskap kom til underveis i prosjektarbeidet, noe som gjorde at en måtte revurdere noen av hypotesene og løsningene underveis. Dersom en hadde utført en mer omfattende litteraturundersøkelse tidligere i prosjektet, kunne det tidligere ha gitt en større forståelse for problemstillingene. Underveis i prosessen har det kommet frem flere rapporter som er relevant for dette temaet. Disse er ikke gjengitt i dette avsnittet, men er referert til underveis i rapporten.

2.3 Diskusjon

Slokkevannsmengder

Om man ser på kravene til slokkevannsmengder som er gitt i veiledningen til TEK 10, ser man at det skal være minst 20 l/s (1200 l/min) i småhusbebyggelse, og minst 50 l/s (3000 l/min) i annen bebyggelse. Disse verdiene samsvarer også med de veiledende tallene som er gitt i veiledningen til Dimensjoneringsforskriften, hvor 1000 l/min antas å være tilstrekkelig for brann i enebolig og en øvre verdi på 3000 – 3500 l/min for de større brannene (da sett bort i fra direkte slokkeinnsats i de "aller største" brannene).

I den svenske rapporten *Räddningstjänstens försörjning med släckvatten*, som refererer til *Svenska vatten- och avloppsföreningen*, er tilsvarende anbefalinger henholdsvis 600 l/min for småhusbebyggelse og 1200 l/min for andre typer boligområder. For industriområder er anbefalingene fra den svenske rapporten fra 600 l/min i brannsikre bygninger uten lagring av brennbart materiale til 2400 l/min i bygg med høy brannbelastning. For virksomheter med eksepsjonell brannbelastning anbefales det over 2400 l/min.

Både de norske og de svenske tallene er basert på erfaringer og statistikk fra brannvesenene i de to landene, så det er påfallende at de svenske verdiene ligger lavere enn de norske. Årsaken til dette er ikke kjent, men forskjellige slokkemetoder og ulike praksis mtp. statistikk kan være to årsaker. I referanse [19] nevnes det at det er forskjell mellom Sverige og USA med tanke på vannforbruk i brannslukking (USA bruker mer), og det er ikke utenkelig at det er en slik forskjell mellom Norge og Sverige også.

I veiledningen til TEK 10 og i dimensjoneringsforskriften benyttes det forskjellige enheter på vannmengder: henholdsvis l/s og l/min. Dette gjør direkte sammenligning av ulike krav vanskeligere og kan være en kilde til forvirring. I neste revisjon av regelverket bør man bruke like enheter.

Ansvarsforhold

Studien *Vurdering av krav til vannforsyning for automatiske slokkeanlegg* påpeker at det er uavklarte ansvarsforhold i regelverket. Hvem har ansvaret når de vannmengder som er beskrevet i TEK 10 og forskrift om brannforebygging ikke kan oppfylles? Hvilket ansvar og opplysningsplikt har kommunen ovenfor bygningseiere og brannvesen ved mangelfull vannforsyningskapasitet? Og hvem har ansvaret for å sikre vannforsyning til automatiske slokkeanlegg?

Det virker som de fleste uklarheter knytter seg opp mot unntakene: de tilfellene hvor kravene i regelverket ikke kan møtes. Derfor anbefales det at det i neste revisjon av lovverket plasseres ansvar for de tilfellene det ikke er praktisk mulig å møte kravene. I tillegg fremgår det at det er uklart hvor ansvaret ligger for å sikre tilstrekkelig med vannforsyning til automatiske slokkeanlegg. Dette ansvaret må tydeliggjøres og defineres.

3 Erfaringer med vannmangel ved brann

Det er gjort forsøk på å finne dokumentasjon for å vurdere status for at vannmangel ved brann kan oppstå rundt om i Norge. Kommunenes ROS-analyser i forhold til brann er sentralt for temaet, og det er gjort forsøk på å få en oversikt over kommunenes og brannvesenenes kontroll på slukkevannsforsyningen, dels ved gjennomgang av et utvalg ROS-analyser men også ved en spørreundersøkelse som gikk ut til landets brannsjefer.

3.1 Artikkelsøk

3.1.1 Forskningsmetode

Det ble gjennomført søk etter nyhetsartikler i Retriever på kombinasjoner av søkeordene "slokkevann", "brannvesen", "slukkevann", "vannmangel", "vann", "slukkeanlegg", "sprinkler", "sprinkel", "sprinklersystem", "sprinkelsystem" og "brann". Hensikten var å undersøke hvordan problemstillingen blir nevnt i media, om det er noen type hendelser som skiller seg ut, og om problem med mangel på slukkevann er hyppig nevnt i media.

3.1.2 Resultater

De fleste treff på artikler i Retriever kommer fra forskjellige lokalaviser. Ikke alle kombinasjoner av søkeord ga treff. Mange notiser handler om avvik som brannvesenet har funnet ved tilsyn. Noen artikler omhandler tunnelsikkerhet, herunder tilgang på slukkevann. Noen få artikler omhandler branner hvor det har vært dårlig tilgang på slukkevann og hvor brannvesenet har vært avhengig av tankbiler. Dette har stort sett vært ved branner i grisgrendte strøk. I noen branner hadde lave temperaturer gjort slukkearbeidet enda vanskeligere, pga. at alternative vannkilder var bunnfrosne. En artikkel nevner at spesielt driftsbygninger er utsatte. De har som regel gode vannledninger inn til husene, men ikke alltid påkoblingsmuligheter for brannvesenet. Det ønskes i følge artikkelen også et krav til automatisk slukkeanlegg i driftsbygninger, spesielt der hvor det er høy risiko for brann. Det ble ikke funnet noen konkrete eksempler på branner hvor automatiske slukkeanlegg har kommet i konflikt med brannvesenets behov for slukkevann [20-41].

3.1.3 Metodekritikk

Denne aktiviteten ga få resultater med tanke på medieoppslag om manglende slukkevann, som sier oss at denne problemstillingen ikke tas opp i særlig grad i media. Andre søkeord kunne ha gitt andre resultater, selv om vi antar de brukte søkeordene som dekkende. Aktiviteten inngikk som en del i kartleggingen av problemstillingen manglende slukkevann. I så måte var denne metoden lite egnet.

3.2 Gjennomgang ROS-analyser

3.2.1 Forskningsmetode

Prosjektet fikk tilgang til et utvalg av brannvesenenes ROS-analyser fra DSBs arkiv, og de omfatter 13 ROS-analyser. Disse er i følge DSB innarbeidet i kommunenes ROS-analyser i varierende grad. ROS-analysene ble gjennomgått med fokus på å finne avsnitt som omhandler slukkevann.

3.2.2 Resultater

3.2.2.1 Molde brann- og redningstjeneste

ROS-analysen inneholder en del som omhandler vannforsyning i ulike brannscenarier. Et scenario omhandler en brann på en øy uten fast veiforbindelse (kun ferje eller båt) og med dårlig brannvannforsyning. Brannsløkkingen baseres da på pumper for å transportere vann. En tankbil kan fraktes over fra fastlandet via ferje. Et annet scenario er brann i en driftsbygning i et område med dårlig vannforsyning. I slike tilfeller legger brannvesenet bruk av tankbil med 10 000 l vann og pumper til grunn for å håndtere en slik situasjon. Dette er et område hvor vannforsyningsnettet ikke er dimensjonert for å håndtere større branner. Dette gjør tankbilberedskap fra Molde kommune nødvendig [42].

3.2.2.2 Sande kommune

Sande kommune vurderer at tilgangen til vann, fra det kommunale vannverket, er så god at kompensere tiltak ikke er nødvendig. Videre sies det at når brannvesenet ikke har tilstrekkelig med slokkevann, har beredskapen liten verdi. Et område i brannvernregionen har ikke vannverk.

I vedlegg til ROS-analysen er det gjort vurderinger av konsekvenser ved uønskete hendelser, hvor tilgang til slokkevann for brannvesenet er vurdert. I de aller fleste tilfellene vurderes det som god tilgang til vann for brannvesenet. Spesielt for industrilokaler er også tilgang til slokkevann i bedriften vurdert. Slokkevann tilgang i forhold til generell brann i bolig, ser ikke ut å være vurdert. I den forbindelse er det heller mangel på røykdykkere i brannvernregionen som blir nevnt som problematisk [43].

3.2.2.3 Hol kommune

Hol kommune har opprettet retningslinjer vedrørende tilrettelegging for rednings- og slokkemannskaper samt slokkevann i Hol kommune. Retningslinjene inkluderer blant annet vannforsyning utendørs og til slokkeanlegg. Det skal legges opp til slokkevann til alle nybygg i kommunen samt der hvor ledningsnettet blir oppgradert. Det stilles krav om plassering av brannkum for småhus med kapasitetskrav på 20 l/s for småhus og 50 l/s fordelt på minst 2 uttak for annen bebyggelse. Tappetiden skal være minst 1 time. Retningslinjene beskriver videre kravene som stilles i forhold til å bruke tankbil som erstatning for uttak av slokkevann fra vannledningsnettet. Tankbil kan brukes i boligstrøk o. l. hvor spredningsfaren er liten. Dette skal innarbeides i kommunens ROS-analyse. Dokumentet poengterer at uttrykket "hvor spredningsfaren er liten" ikke er definert i noe lovverk, og man har derfor laget sin egen definisjon og satt 16 meter mellom bygninger som minste avstand for "hvor spredningsfaren er liten". For øvrig menes det at spredningsfaren vil variere i forhold til vegetasjon, høydeforskjeller, avstand samt vindforhold.

Brannsjefen kan også godkjenne at andre vannkilder, som for eksempel svømmebasseng, kan legges inn i slokkeplanen.

Virksomheter som har endret bruk av byggverk i forhold til forutsetninger gitt tidligere, og hvor behovet for slokkevannsforsyning har økt, har selv ansvar for at det branntekniske sikkerhetsnivået blir tilfredsstillende.

Når det gjelder ansvar for vannforsyning til slokkeanlegg, legges det et tydelig ansvar på utbygger for å sørge for at vannforsyningen er tilfredsstillende. Ansvarlig prosjekterende / utførende skal kvalitetssikre at slokkeanlegget har tilstrekkelig vannforsyning. Det er ikke nevnt hvorvidt slokkeanlegg og brannvesenets slokkeinnsats forventes å kunne kjøres samtidig [44].

3.2.2.4 Bardu kommune

Bardu kommune peker ut kommunens vannledningsnett som den primære slokkevannresursen i kommunen, og viser til at områder med tettbebyggelse er dekket av dette systemet. Kommunen inneholder imidlertid en god del spredt bebyggelse, og dette skal primært dekkes av tankbil, men også åpen kilde kan benyttes. Det poengteres at de åpne kildene er frosset til i store deler av året [45].

Analysen fra Bardu kommune har innlemmet erfaringstallene om hva som er tilstrekkelig slokkevannsmengde fra veiledningen til Dimensjoneringsforskriften i sin egen ROS-analyse, sitert i Tabell 3-1.

Tabell 3-1 Slokkevannmengde i henhold til Bardu kommune sin ROS-analyse [45].

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Overtent enebolig i område med spredningsfare:<ol style="list-style-type: none">a. 1000 l/min, tilsvarer 4 stk stråler fra 38 mm slange á 250 l/min2. "Større" brønn innenfor forskriftsmessig brønnseksjon / bygning:<ol style="list-style-type: none">a. 2500-3500 l/min, tilsvarer 10-12 stråler fra 38 mm slanger á 250 l/min eller 6 stråler fra 65 mm slanger á ca. 450-500 l/min evt. vannkanon med ca. 1000-1500 l/min pluss 1-3 stråler fra 65 mm slanger og 4 stråler fra 38 mm slanger.3. De "aller største brønnene"<ol style="list-style-type: none">a. Til kjøling av fasader på omkringliggende bygninger: 800-1000 l/minb. Innvendig "avskjæring" av brønnen, og kjøling av fasader på omkringliggende bygninger: 2000-3000 l/minc. Direkte slokkeinnsats: 3000-9000 l/min. Slike vannmengder (9000 l/min) finner man sjelden på vannledningsnettet. |
|---|

3.2.2.5 Dokumentasjon av organisering og dimensjonering i Mosseregionens Interkommunale Brann- og Feiervesen

Det er gjort en registrering av slokkevannsforsyning i forbindelse med tidligere ROS-analyse. Vannforsyningen vurderes å være tilfredsstillende i de fleste tettbebygde strøk, men at det i enkelte tilfeller kreves at tankbil medbringes [46].

3.2.2.6 Brannordninga for Porsanger kommune

I forbindelse med risikokartlegging er slokkevannsforsyningen i kommunen registrert, og skal være dekkende for brannsituasjoner som kan inntreffe i kommunen [47].

3.2.2.7 Brannordninga for Inn-Trøndelag brannvesen IKS

Manglende slokkevannsforsyning utenom tettsteder er erstattet / supplert med tankbil [48].

3.2.2.8 Brannordning for Rennebu kommune

Slokkevannsforsyningen skal være dekkende for de brannsituasjoner som kan inntreffe i kommunen, med unntak for enkelte områder med spredt boligbebyggelse og gårdsbruk. Slokkevannsforsyningen vil da være dekket ved bruk av tankbil [49].

3.2.2.9 Dokumentasjon av kartlagt risiko for kommunene Drammen, Lier, Nedre Eiker, Sande, Svelvik og Øvre Eiker

Dokumentet beskriver en kartlegging av vedtak fattet av bygningsmyndighetene. Disse vedtakene inkluderer også dispensasjoner som er gitt med tanke på reduserte krav til vannforsyning. Det foreligger ingen fullstendig oversikt over vedtak som er gjort av bygningsmyndigheter, men det legges til grunn at

tankbil er en forutsetning for brannvesenets beredskap, og at tankbil skal kompensere for dårlig vannforsyning.

I områder som ikke har tilfredsstillende slokkevannsforsyning eller hvor det er kjent at vannmengde eller vanntrykk er for lavt, skal tankbil og pumpemateriale tas med ved førsteinnsats [50].

Det nevnes at kommunens vannverksvakter kan snu eller øke vannstrømmen i ledningsnettet ved behov.

Kapasiteten i ledningsnettet i alle kommunene i regionen er ikke kartlagt.

3.2.2.10 Salten regionråd – Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS)

Rapporten inkluderer flere kommuner i regionen og er skrevet i forkant av at Salten IKS ble etablert. Det tas blant annet opp problemer med slokkevanntilgang i flere av kommunene og at tankbil og pumping / fylling av tankbil med sjø- eller ferskvann må legges til grunn. Kapasitet til både pumper og tankbiler er nevnt [51].

3.2.2.11 ROS-analyse Etnedal kommune

Rapporten er relativt gammel (fra 1997) men beskriver blant annet problemer med vannforsyning vinteren 1995-1996. 80 % av husstandene hadde da vann fra egne anlegg og 20 % var tilkoplede det kommunale anlegget. En stor del av de private anleggene hadde problemer med at vannledninger frøs eller at tilsig til vannkilder stoppet opp denne vinteren og var derfor avhengig av tappepunkter og utkjøring med vanntank. For øvrig er ikke slokkevann spesifikt nevnt i rapporten [52].

3.2.2.12 ROS-analyse Hallingdal

Rapporten legger til grunn at det generelt er utilstrekkelig vannforsyning i kommunen og at det derfor må være en tankbil knyttet til hver stasjon som standardutrustning. Vannforsyning (tankbil) er høyt opp på prioriteringslisten for beredskap i kommunen.

I forhold til brannvesenets deltakelse i byggesak poengteres det at kompetansen på bygnings- og branntekniske fagområder i brannvesenet er høyt og at dette bør utnyttes bedre [53].

3.2.2.13 Risikoanalyse – Brannordning for Tranøy kommune

Tilgangen til slokkevann er kartlagt. Det er tilgang til slokkevann via vannledningsnettet i definerte tettsteder og større bygder med spredt bebyggelse. Områder uten vannverk eller tilfredsstillende slokkevannsforsyning via vannledningsnettet er definert, og her legges tankbil og slokkevann fra åpen kilde til grunn for beredskapen. Det angis at slokkevannsbehovet for en overtent bolig er 1000 l/min (4 stråler fra 38 mm slanger). For slokking inne i en branncelle må vanntilførselen være 3 l/min per m². [54].

3.2.3 Diskusjon

De fleste av de 13 gjennomgåtte ROS-analysene har behandlet problematikken med slokkevann på en eller annen måte. Noen har gjort dette arbeidet mer grundig enn andre, men det kan se ut til at dette er avhengig av i hvor stor grad det er problem med slokkevannsforsyningen. De fleste brannvernregionene som opplever dette som et problem har iverksatt kompensierende tiltak, som f. eks. å benytte tankbil eller åpne vannkilder.

Studien *Vurdering av krav til vannforsyning for automatiske slokkeanlegg* avdekker at det er svært lite fokus på vannforsyning til sprinkleranlegg i forhold til brannvesenets innsats. Dette blir i stor grad

bekreftet av gjennomgangen av de utvalgte ROS-analysene i denne studien. Om dette skyldes manglende behandling av temaet, eller om det er et ikke-problem i brannvernregionen vites ikke. Det burde i alle fall vært kommentert at man evt. har vurdert at problemstillingen ikke er aktuell. Mange steder med spredt bebyggelse er det ikke utbygd vannett med tilstrekkelig kapasitet til å dekke brannvesenets behov i en slokkeinnsats, og det er akseptert at de heller skal bruke tankbil som vannkilde. Spørsmålet er hvordan dette påvirker automatiske slokkeanlegg som måtte befinne seg i det samme området. Har man tatt høyde for dette ved å bygge basseng? Igjen, dette bør kommenteres i ROS-analysen.

3.2.4 Metodekritikk

I utgangspunktet var denne aktiviteten ment å gjøre en kvantitativ kartlegging av ROS-analyser fra brannvernregioner i Norge for å avdekke i hvilken grad brannvesenet registrerer mangel på slokkevann. Med hensyn til prosjektets omfang var det ikke gjennomførbart å gjennomgå alle eller en stor mengde ROS-analyser. Derfor har DSB bistått med å finne frem et utvalg som skal være representativt for norske brannvernregioner. Størrelsen på utvalget medfører at det ikke kan danne grunnlag for en statistisk oversikt over hvor mange ROS-analyser som omhandler vannmangel-problematikken. Derfor ble metoden endret til en mer kvalitativ tilnærming hvor vi ønsket å se på *hva* man skriver-, og *hvilke* tanker man gjør seg rundt problematikken rundt slokkevannskapasitet, og gjennomgangen kan imidlertid gi eksempler på hvordan ulike brannvesen har håndtert spørsmålet.

3.3 Brannvesenets rapport om hendelser – DSB sin statistikk over bygningsbranner

3.3.1 Forskningsmetode

Hver brann innrapporteres til DSB av brannvesenet. I sin innrapportering benytter brannvesenet et standard skjema, hvor informasjon om hendelsesforløp og slokkeinnsats blir notert. Det er gjort søk i databasen hvor denne informasjonen er lagret og et utvalg parametere er undersøkt.

Undersøkelsen av brannvesenets rapport om hendelser er begrenset til kun å omfatte bygningsbranner. Dermed vil branner som for eksempel skogbrann, ikke være inkludert.

3.3.2 Resultater

3.3.2.1 Vannkilde benyttet ved utrykning / innsats

I perioden 2000-2011 ble det rapportert 37 939 branner i bygninger i Norge. I 23 653 av disse hendelsene er det registrert at "Brannvesenets innsats" stoppet brannspredningen, dette utgjør 62 % av bygningsbrannene. De andre svaralternativene på spørsmålet "Hva stoppet brannspredningen?" er *Innsats av eier / eget personale*, *Brann slokket ved bygningstekniske tiltak*, *Brannen slokket av seg selv* samt *Bygningen brant ned*.

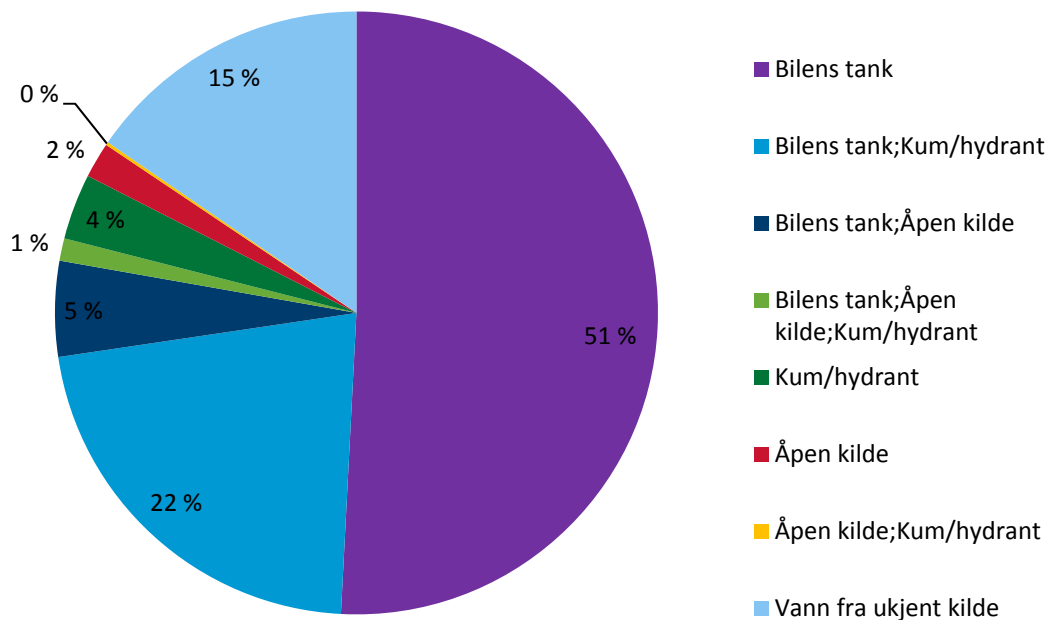
Bruk av slukkemiddel ved innsatsen skal også registreres. Alternativene er *Vann*, *Pulver*, *Skum*, og *Annet*. Under "Vannkilde" skal det velges mellom *Kum/hydrant*, *Åpen kilde* og *Bilens tank*.

I tallgrunnlaget ser vi at:

1. ikke alle krysser for alternativet "Brannvesenets innsats", selv om man senere i formularet krysser for alternativ om hvilken vannkilde som ble brukt ved nettopp brannvesenets innsats.
2. ikke alle krysser for alternativet "Vann" under "Benyttet slukkemiddel" selv om man senere i formularet krysser for hvilken vannkilde som ble brukt.

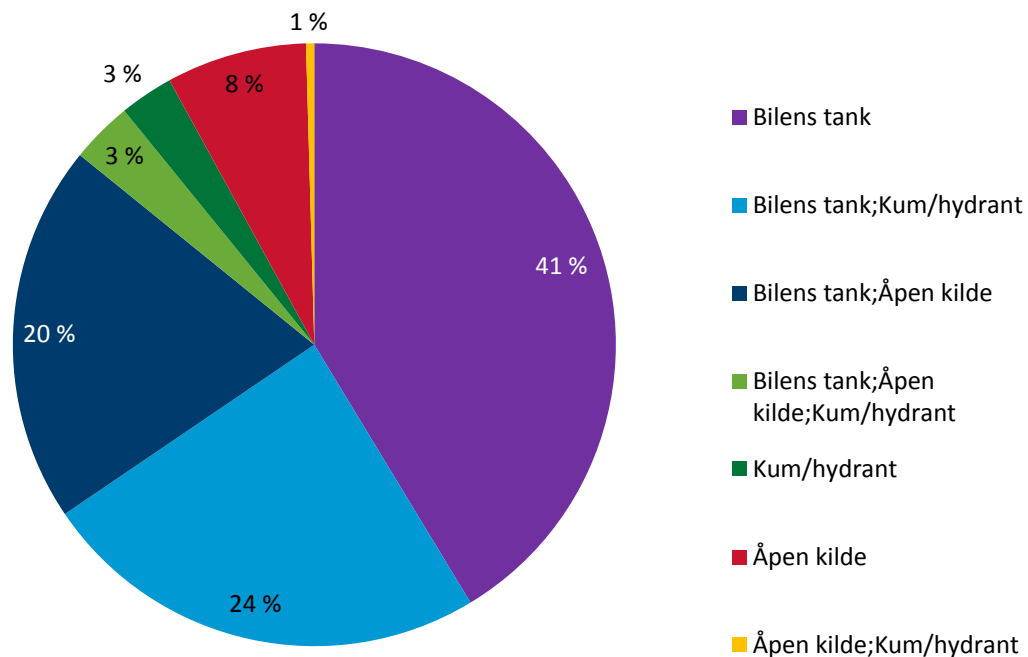
Dette vanskeligjør tolkningen av tallgrunnlaget men vi mener likevel at sammenstillingen gir en realistisk oversikt.

Figur 3-1 viser fordelingen av registrert bruk av *vannkilde*, selv om det ikke er registrert at brannvesenet har bidratt ved slokking eller om vann ble brukt som slokkemiddel. Det er også registrert 3883 branner hvor vann *er* brukt som slokkemiddel (alene eller i kombinasjon med annet slokkemiddel) men hvor vannkilde ikke er registrert (se også vedlegg A). 12 771 branner er ikke tatt med i Figur 3-1 siden de hverken har registrert vann som slokkemiddel eller noen vannkilde. Bilens tank alene ble brukt i 51 % av de 25 168 branner hvor vann ble brukt. Bilens tank, i kombinasjon med annen vannkilde er brukt i 77 % brannene.



Figur 3-1 Registrert vannkilde ved bygningsbranner i perioden 2000 – 2011 (N=25 168 hendelser hvor det er angitt at vann er brukt).

Ved 2771 av totalt 37 939 hendelser i perioden 2000-2011 brant bygningen ned. Det tilsvarer 7,3 %. Av disse er benyttet vannkilde registrert for 2470 av brannene, og fordelingen går frem av Figur 3-2.



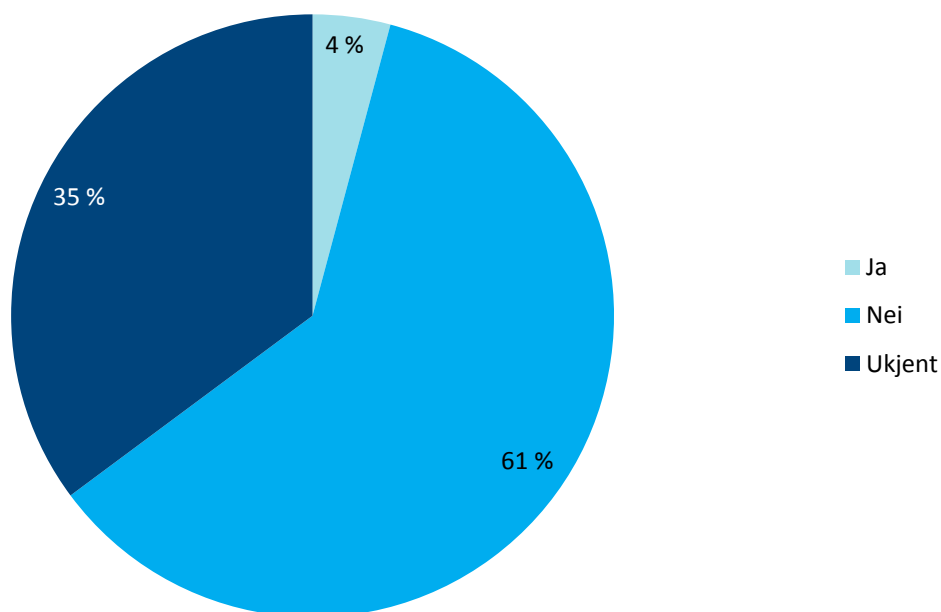
Figur 3-2 Fordeling av benyttet vannkilde ved branner der bygningen brant ned (N=2470 branner hvor vannkilden er registrert).

Tabell 3-2 nedenfor viser fordeling av hvordan fast slukkeanlegg er registrert for alle 37 939 branner i perioden 2000-2011.

Tabell 3-2 Registrering av hvorvidt bygget hadde fast slukkeanlegg og om det er kjent hvorvidt det fungerte

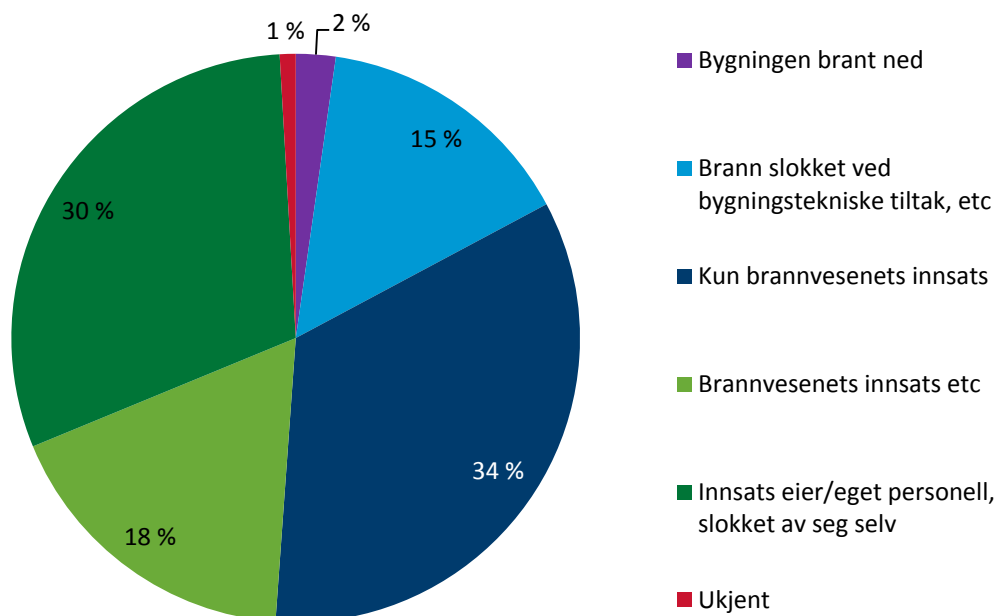
		Fungerte fast slukkeanlegg				Total
		<blank>	Ja	Nei	Ukjent	
Fast slukkeanlegg	<blank>	107	0	0	0	107
	Ja	7	622	221	728	1578
	Nei	5102	0	0	17916	23018
	Ukjent	6275	0	0	6961	13236
Total		11491	622	221	25605	37939

Av 37 939 hendelser er det registrert at det var installert fast slukkeanlegg ved 1578 hendelser. Av disse er det konstatert at det fungerte ved 622 av hendelsene og at det ikke fungerte ved 221 av hendelsene. Det er registrert at det ikke var installert fast slukkeanlegg ved 23 018 av hendelsene. Resterende 13 343 er ukjent (enten registrert som ukjent eller uten registrering). Figur 3-3 viser at andelen hendelser hvor fast slukkeanlegg er registrert tilsvarer 4 %.



Figur 3-3 Andelen faste slukkeanlegg i henhold til hendelsesrapportering (N=37 939 branner i perioden 2000-2011)

Figur 3-4 viser fordelingen av hva som stoppet brannspredningen i de 221 hendelsene hvor det er registrert at faste slukkeanlegg var montert men som ikke fungerte. Mulige svarsalternativer er *Brannvesenets innsats*, *Innsats eier/egget personell*, *Brann slokkes ved bygningstekniske tiltak*, *Brannen slokkes av seg selv* samt *Bygningen brant ned*. Der hvor det ikke svarte på hva som stoppet brannspredningen har vi kalt kategorien *Ukjent*. Det er også mulig å krysse for flere alternativer, slik at det her presenteres sammenslåtte grupper av alternativer. F.eks. der det står *Brannvesenets innsats etc.* vil det være en kombinasjon der brannvesenets innsats inngår. En detaljert tabell med tallgrunnlaget gis i Vedlegg A.



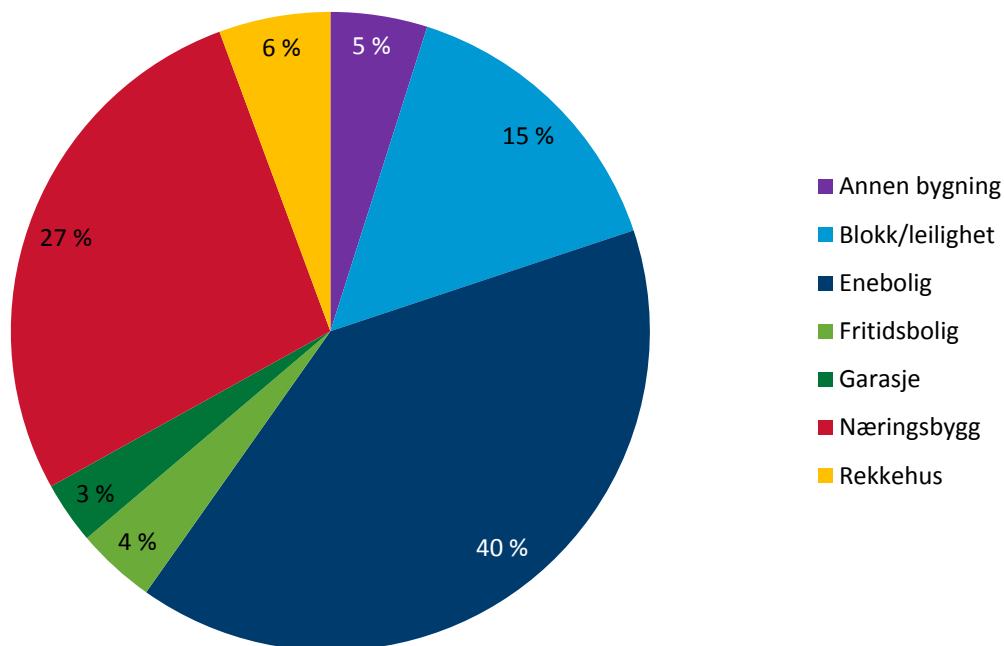
Figur 3-4 "Hva stoppet brannspredningen?" ved hendelser hvor det er registrert at automatisk slokkesystem var installert men at det ikke fungerte. (N=221 branner i perioden 2000-2011)

Tabell 3-3 viser hvordan faste slokkeanlegg fordeler seg på brannsted ved hendelsen. Næringsbygg har den største andelen faste slokkeanlegg. Av brannene i næringsbygg var det i 13 % av disse hendelsene hvor slokkeanlegg var installert i bygget, 59 % hvor det ikke var det, mens det er ukjent om det fantes slokkeanlegg i 28 % av brannene.

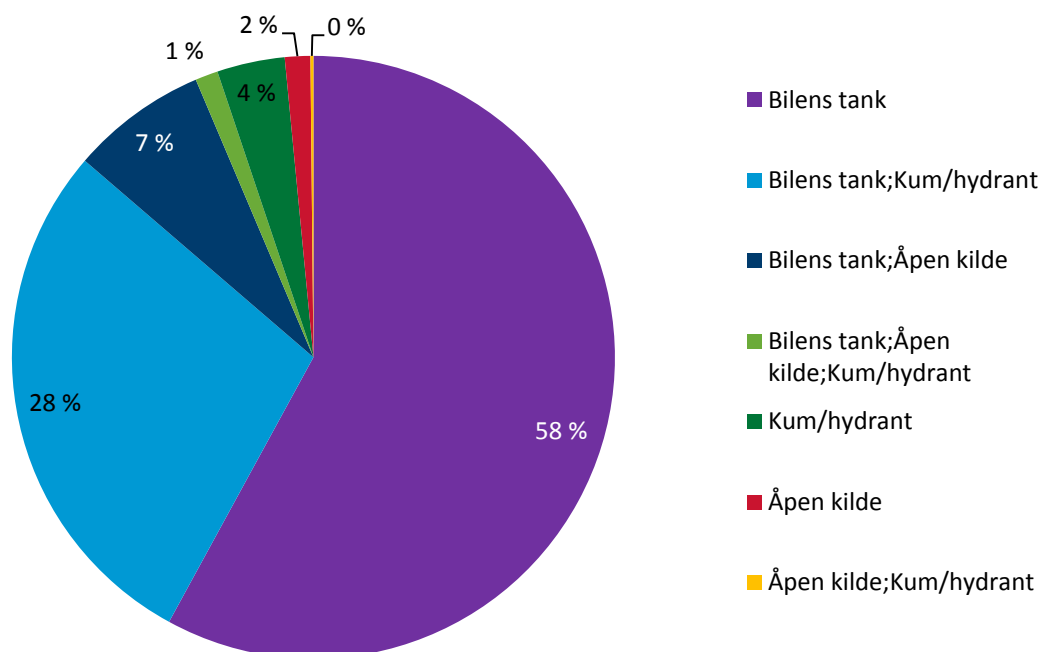
Tabell 3-3 Antall registrerte faste slokkeanlegg, fordelt på brannsted i perioden 2000-2011.

	Fast slokkeanlegg			Total
	Ja	Nei	Ukjent	
Annen bygning	8	1366	485	1859
Blokk/leilighet	147	3980	1559	5686
Enebolig	47	8527	6563	15 137
Fritidsbolig	2	832	684	1518
Garasje	3	864	327	1194
Næringsbygg	1351	6126	2928	10 405
Rekkehus	20	1323	797	2140
Total	1578	23 018	13 343	37 939

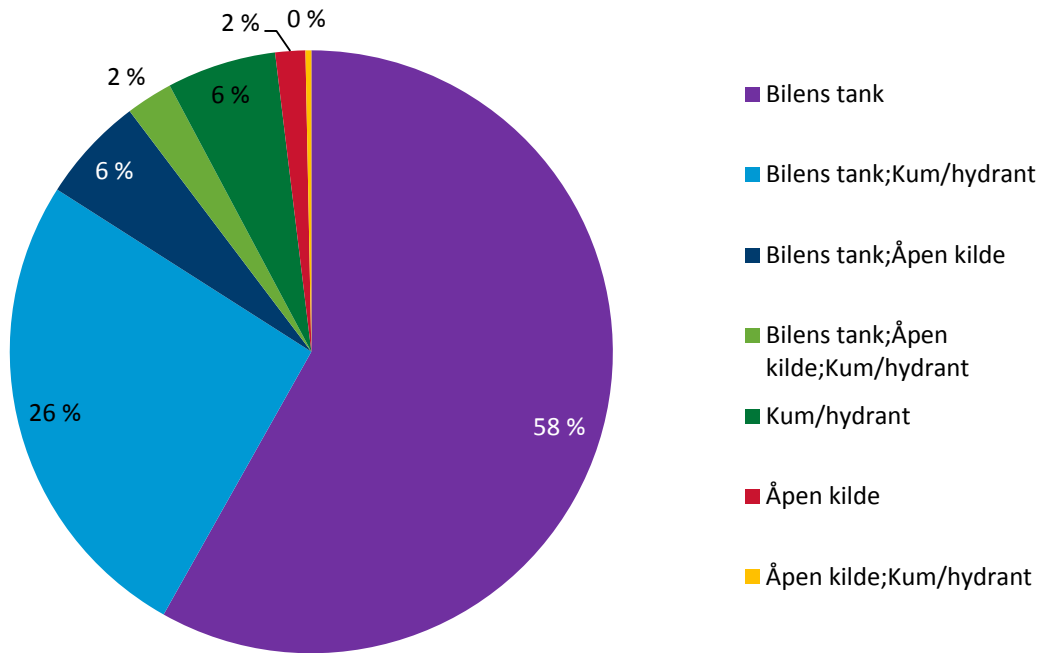
Figur 3-5 viser at i perioden 2000-2011 var de tre brannsteder som var hyppigst representert enebolig (40 %), næringsbygg (27 %) samt blokk / leilighet (15 %).



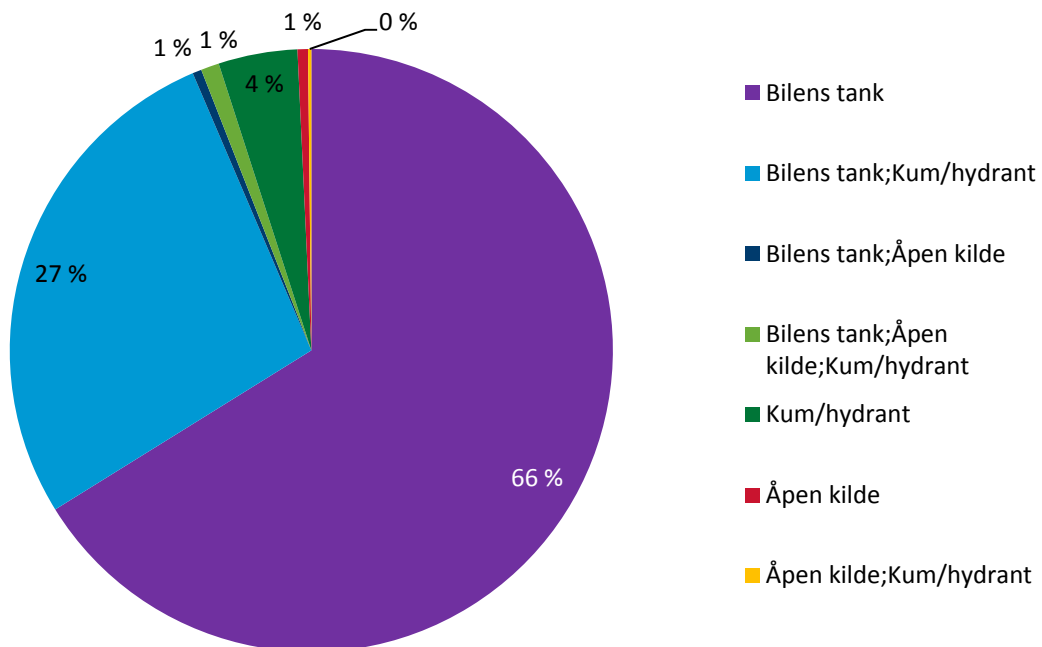
Figur 3-5 Bygningsbranner i perioden 2000-2011 fordelt på brannsted.



Figur 3-6 Fordelingen av benyttet vannkilde ved brann i enebolig. (N=8140 branner hvor en vannkilde er registrert av brannvesenet.)



Figur 3-7 Fordelingen av benyttet vannkilde ved brann i næringsbygg. (N=5462 branner hvor en vannkilde er registrert av brannvesenet.)



Figur 3-8 Fordelingen av benyttet vannkilde ved brann i blokk / leilighet. (N=2875 branner hvor en vannkilde er registrert av brannvesenet.)

3.3.2.2 Kommentarer fra brannvesenet

For å undersøke ytterligere muligheter for å finne kilder hvor brannvesenet registrerer problemer med tilgang på slokkevann, ble det gjort søk i kommentarfeltet til brannvesenet på forskjellige ord som kan være relevant med hensyn til vannmangel. Feltet er frivillig, og det er ikke noen krav til at vannmangel skal føres opp her. Derfor vil metoden kunne vise til eksempler på hendelser med vannmangel, men ikke noen frekvens på hvor ofte det skjer.

Søk på ordet *vannforsyning* ga blant annet følgende eksempler:

- På grunn av lokasjon tok det lang tid for å opprette vannforsyning.
- Mangelfull vannforsyning og langt til nærmeste kommunale brannvannskum.
- Dårlig vannforsyning / trykk gjennom offentlig vannverk gjorde brannen større enn forventet.
- Rørbrudd på kommunal hovedvannledning gjorde at det ikke var noen eksterne vannkilder å tilknytte. Hadde ikke betydning for innsatsen da bygget allerede var overtent. Vannforsyning ble håndtert med tankvognskapasitet.
- Tidkrevende vannforsyningsopplegg kompliserte innsatsen.
- Vannforsyning ble forsinket på grunn av at hakestykket sto under vann og kumlokket var fastfrosset og det var is på åpne vannkilder.
- Liten vannforsyning gjorde at det ikke var nok slokkevann til utvendig slokking.
- Vanskelig å få tak på vannforsyning på denne plassen.
- Skaffet tilstrekkelig vannforsyning i pumpe/utlegg fra elva.
- Lite vann på stedet så det ble etablert vannforsyning med tankbiler.

Søk på ord som *sprinkler*, *sprinkel*, *slukkesystem*, *slokkesystem*, gir mange treff som ikke har med vannmangel å gjøre.

Ved søk på *hydrant* fantes det et eksempel på lang avstand til hydrant (300-350 meter) i tillegg til mangel på tankbil. Et annet eksempel nevner at det var langt til nærmeste hydrant, men at det var tilstrekkelig med slokkevann tilgjengelig på grunn av mange tankbiler.

Søk på *brannkum* ga eksempler på noen problemer med hensyn til å finne brannkummen. Det går da på dårlig merking, dårlig tilgjengelighet grunnet isforhold og tildekking av brannkummen med bilvrak, samt lang avstand til nærmeste brannkum. Det gis også noen kommentarer med hensyn til at slokking ved hjelp at brannkum har fungert tilfredsstillende.

Vannmangel gir et eksempel på hvor brannvesenet ble slått ut på grunn av vannmangel i området. Et annet eksempel nevner at tankbil ble rekvirert grunnet vannmangel og at en ekstra pumpe på vannverket måtte kjøres.

3.3.3 Diskusjon

Bruk av tankbiler

Figur 3-1 viser vannkilder som ble benyttet i over 25 000 bygningsbranner i perioden 2000 – 2011. Denne figuren viser at bilens tank ble benyttet som eneste vannkilde i halvparten av alle brannene, bilens tank i kombinasjon med kum eller hydrant ble brukt i nær en fjerdedel av brannene (23 %) og bilens tank i kombinasjon med åpen kilde i 5 % av brannene. Til sammen ble bilens tank benyttet i 79 % av disse brannene. Tilfeller hvor bilens tank ikke ble benyttet i det hele tatt utgjør 6 % av hendelsene.

Vi ser en tilsvarende trend i Figur 3-2, som viser benyttet vannkilde i branner hvor bygningen brant ned. Også her er bilens tank alene benyttet i en stor del av brannene (41 %), men riktignok noe mindre enn i

Figur 3-1 som tok for seg alle bygningsbrannene. Bilens tank i kombinasjon med kum eller hydrant ble benyttet i 24 % av tilfellene og bilens tank i kombinasjon med åpen kilde ble benyttet i 20 % av tilfellene. Tilfeller hvor bilens tank ikke ble benyttet i det hele tatt utgjør 12 % av hendelsene.

En årsak til at man i større grad benyttet andre vannkilder enn kun bilens tank i branner hvor bygningen brant ned, er trolig at disse brannene er større og dermed krever større mengder vann.

En annen interessant observasjon er at andelen branner hvor bilens tank i kombinasjon med åpen kilde ble benyttet øker til det 4-dobbelte i branner hvor bygningen brant ned. Det kan være flere årsaker til dette. En årsak kan være, som ovenfor, at disse brannene er større og dermed krever større slokkevannmengder. Det kan være en slik vurdering av brannbildet som gjør at man bestemmer seg for å legge opp slokkeinnsatsen med vann fra nærliggende elv eller innsjø. En annen årsak kan være at en større andel av bygningene som brenner ned befinner seg i grisgrendte strøk, hvor vannettet er dårlig utbygd, slik at man må benytte åpen kilde i stedet. Så detaljert er hendelsene ikke blitt analysert i denne studien. Dette kommer imidlertid ikke klart frem av statistikken.

Fordelingen av vannkilder ser ut til å være noenlunde lik for branner i eneboliger og i næringsbygg. Tankbil alene utgjør 58 % av tilfellene og tankbil i kombinasjon med kum eller hydrant utgjør 26 – 28 % av tilfellene. Fordelingen for branner i blokk / leilighet også stort sett lik de to andre fordelingene, bortsett fra at andelen av bruk av åpen kilde er mindre (1 % mot 6 – 7 % i eneboliger og næringsbygg) og andelen av bruk av bilens tank alene ligger 8 % høyere (66 %). Årsaken til den lave bruken av åpen kilde ved branner i blokk kan komme av begrenset tilgjengelighet av åpne kilder ved slike bygg, eller at vannettet er tilstrekkelig for branner i slike bygg.

Automatiske slokkeanlegg

Tabell 3-3 viser at brannvesenet har registrert at det var installert automatisk slokkeanlegg i 1 578 av 37 939 branner. Dette utgjør 4,2 % av hendelsene. Antallet er nok noe høyere, siden antall branner hvor det er *ukjent* om det var installert slokkeanlegg er hele 13 343 (35,2 %). Samtidig ble det bekreftet at det *ikke* var installert slokkeanlegg i 23 018 hendelser (60,7 %).

Ikke uventet er det flest næringsbygg som har installert slokkeanlegg (13,0 %). I eneboliger som brant, var det installert slokkeanlegg i kun 0,31 % av hendelsene. Det er ikke noe krav til automatiske slokkeanlegg i eneboliger, derfor er det nok kun personer som har et spesielt fokus på brannsikring som har installert et slikt system hjemme.

Tabell 3-2 presenterer en oversikt over hvorvidt slokkeanleggene fungerte ved brann. Som sagt var slokkeanlegg bekreftet installert i 1 578 hendelser, og av disse er det bekreftet at det fungerte i 622 tilfeller (39,4 %), at det *ikke* fungerte i 221 tilfeller (14 %), mens det er ukjent om det virket eller ei i 728 tilfeller (46,1 %). Vi kjenner ikke årsaken til at de er blitt registrert som ikke fungerende men hovedparten av de brannene hvor det er registrert at det faste slokkeanlegget ikke fungerte er slokket på annen måte. For eksempel er en stor andel av disse brannene slokket av eier/eget personell, noe som tyder på at brannen kanskje ikke var så stor at et slokkesystem burde løse ut. På den andre side ser vi at en enda større andel er blitt slokket kun av brannvesenet eller brannvesenet i tillegg til noe annet. Vi kan utfra disse tallene ikke konkludere med funksjonsraten for automatiske slokkeanlegg ved brann.

3.3.4 Metodekritikk

DSBs database inneholder mye informasjon om brannene brannvesenet har rykket ut til. Man må imidlertid være oppmerksom på at det kan være ulik grad av nøyaktighet når rapporteringsskjemaet fylles ut av brannvesenet. Eksempler hvor dette ble tydelig er tilfeller hvor det ikke var oppgitt at vann ble oppgitt som slokkemiddel, mens det oppgis hvilken vannkilde som ble brukt. Dette må man ta hensyn

til når informasjonen skal bearbeides. Det er lett å oppdage slike uoverensstemmelser, men det blir verre i tilfeller hvor det ikke er andre parametere man kan sjekke opp i mot for logisk brist.

I det store og hele har man ingen grunn til å tro at dette er et uttalt problem, og at man ikke kan benytte dataene slik de ble gjort i denne aktiviteten. Det vil si at vi bedømmer nøyaktigheten som tilstrekkelig for denne undersøkelsen.

3.4 Møte med brannvanngruppa i Trondheim kommune

3.4.1 Forskningsmetode

For å få et bilde av kommuners synspunkter på utfordringer knyttet til vannforsyning, ble det avholdt et møte med brannvanngruppa i Trondheim. Deltakere fra Trondheim kommune var representanter fra kommunalteknikkenheten og Trondheim bydrift. Møtet ble gjennomført som en diskusjon med spesielt fokus på problemstillinger som denne delen av kommunen møter i forbindelse med slokkevannsforsyning.

3.4.2 Resultat

Brannvanngruppa er en faggruppe innenfor kommunalteknikk og bydrift som har brannvannskapasitet innenfor sitt ansvarsområde. Prosjektgruppen møtte representanter fra brannvanngruppa for å drøfte mulige konfliktområder mellom kommunen/utbygger og kommunen/brannvesen men også innad i kommunen samt andre innspill til prosjektet.

Nedenfor gjengis punktvis temaer som er tatt opp i prosjektgruppens møte med brannvanngruppa i Trondheim:

- Drikkevannsforskriften:
For kommunalteknikk er drikkevannets kvalitet første prioritet, men man opplever at andre aktører har andre prioriteringer. Sammen med manglende retningslinjer i forhold til mengder og kapasitet.
 - For å ha en tilstrekkelig kvalitet på drikkevannet krever dette en viss gjennomstrømning i ledningsnettet noe som ikke kan være tilfredsstillende om nettet er dimensjonert for muligheten for store sprinkleranlegg.
 - Ved store vannuttak er det fare for undertrykk på vannettet med påfølgende fare for innsug av forurenset vann. Det er derfor en risiko forbundet med å koble anlegg direkte på hovedvannledningen og dette ønsker ikke kommunen å gjøre. Det er derfor ingen mulighet for å utføre tappeprøver på anlegg i dag.
 - Ingen kontroll at store anlegg vil begrense uttaket til den vannmengden de har fått godkjent av kommunen. Brannvesenet vil også koble seg på å ta alt tilgjengelig vann. Dette kan skape tilbakeslag og problemer andre steder på nettet.
 - Har også opplevd tilbakeslag fra sprinkleranlegg pga. at trykktap i vannettet gjør at vannet som står i sprinkleranlegget får høyere trykk.
- Regulering/prosjektering av byggesaker:
 - Mangler retningslinjer for at brannvann kommer tidlig inn i prosessen.
 - Fortetting av boligstrøk med større boenheter som øker brannvannbehovet fra 20 til 50 l/s er et problem.
 - Brannvanngruppa er inne i arealplanlegging, men dette har blitt vanskeligere ettersom flere og flere boligområder krever 50 l/s og denne forskjellen kommer ikke tydelig fram gjennom arealplanen.
 - Regulering og godkjenning i byggesaker skjer uten at brannvanngruppa blir spurt om tilgjengelig brannvann. I ettertid kommer de inn og må finne midler for å sørge for nok brannvann.

- Har mest kontakt med VVS-ingeniører fra utbyggerprosjektene.
- Kommunikasjonen internt i kommunen må bli bedre for å få orden på punktene over.
- Konsekvensen om utbygger ikke får nok brannvann fra det kommunale nettet er at byggeprosjektet blir dyrere. Det må lages mindre seksjoner og/eller bygges vannreservoar. Blir dyrt for utbyggerne. Alternative slokkemetoder er sjeldent vurdert.
- Forsikringsselskapene setter agendaen når det gjelder slokkeanlegg. Deres hovedfokus er å beskytte liv og verdier, men har mindre interesse i drikkevannskvalitet.
- I utgangspunktet skal det fra kommunen sitt ståsted ikke beregnes at slokkeanlegg går samtidig som brannvesenets innsats. Har opplevd at utbyggere har fått krav fra forsikringsselskap at det skal være mulighet for samtidig innsats.
- Brannvannsgruppa møter oftest VVS-rådgivere i byggesak. Branntekniske rådgivere kan oppleves som firkantete fordi de er lite villige å ta hensyn til andre aspekter når de stiller krav til utbygger om sprinkleranlegg.
- Brannvanngruppa ønsker mer fokus blant interessentene at vannet skal drikkes.
- Kommunikasjon mellom brannvesenet og kommunen:
 - Mangelfull kommunikasjon. Har forskjellige interesser.
 - Uttaler seg separat i forhold til byggesak.
 - Nye krav om avstand til brannkum er et problemområde. Kommunen har tidligere sett problemer med privateide brannkummer når det gjelder vedlikehold og tilgjengelighet (brøyting). De ønsker derfor å eie vannettet helt fram til alle brannkummer. Kravet om 25-50 meter som brannvesenet håndhever for å få ferdigattest (tidligere 125 m) gjør at flere kummer havner på privateide områder. Kommunen ønsker i utgangspunktet ikke å ha vannrør i private veier og dette gjør dette vanskelig. Et alternativ er at kommunen kjøper veien og tar over vedlikeholdet, men dette byr på nye problemer og kostnader.
- Oversikt over sprinkleranlegg:
 - Finnes ingen oversikt over dette fra kommunen.
 - FG kan kanskje ha oversikt over anlegg de har godkjent.
 - Ønskelig å ha et innrapporteringsystem på dette.
 - Brannvanngruppa må hele tiden huske på hvor store vannuttak de har godkjent for å overholde dette ved endring av vannettet. Gjør at vannettet er veldig lite fleksibelt.
 - Norsk vann kan kanskje kontaktes om dette da dette er et innmeldt problem til dem.
- Boligsprinkler:
 - Har lite vannbehov (mindre enn brannvesenets 20 og 50 l/s) og byr sånn sett på lite problemer for kommunen. Uttak anbores gjerne rett på vannledning uten ventiler på begge sider som standard sprinkleranlegg. Dette kan gjøre at boligsprinkleren ikke har vann om vannet er stengt i området.
 - Finnes heller ingen oversikt over dette.
- Eksempler:
 - I et område i ligger kapasiteten i dag på ca. 120 l/s. De har en del problemer med drikkevannskvaliteten og ønsker å endre anlegget så kapasiteten blir mindre, men større gjennomstrømning gir bedre drikkevannskvalitet. Dette skaper en del utfordring for ny virksomhet i området som trenger stor vannkapasitet til sprinkleranlegg.
 - Store vannuttak på område A vil gi dårlig vanntilgang på område B
 - Område C ligger på enden av strekket og har lite vann, ca. 11 l/s. En mulig løsning er å koble seg på nettet til nærliggende kommune.
- Annet:
 - Brannvann havner ofte mellom to stoler i forvaltningen og ingen direktorater som har direkte ansvar for dette.
 - Ønsker sentrale retningslinjer for hva som er kommunens ansvar i forhold til brannvann når det gjelder sprinkleranlegg. Det står ikke klart og entydig hva kommunen har ansvar for å gi.
 - Ønskelig også med eget direktorat som driver med vann og avløp.

- Det er generelt ikke tydelige eiere av vann og avløp i Norge, noe som kan bidra til konflikter og problematiske situasjoner.
- Kommunen opplever større fokus på behov av dokumentasjon av kapasiteten de siste årene. Man jobber med å avklare interne normer for hvor stor del av tilgjengelig kapasitet som kan regnes som brannvann uten at andre forbrukere får dårlig drikkevannskvalitet.
- Sentrale problemstillinger for kommunen:
 - Hva skal kommunen levere?
 - Hva skal utbygger stå for selv?

3.4.3 Diskusjon

Etter møtet med brannvanngruppa i Trondheim kommune, kommer det frem at det er en interessekonflikt mellom de som skal sørge for tilstrekkelig slokkevannskapasitet til et gitt bygg og de som skal sørge for god drikkevannskvalitet. På den ene siden har man brannvesen, branntekniske rådgivere, VVS-ingeniører og utbyggere som setter krav til kommunen, mens man på den andre siden har kommunen (herunder kommunalteknikk) som også har et ansvar i henhold til drikkevannsforskriften for å sørge for god vannkvalitet.

I tilfeller hvor det kreves store mengder slokkevann, blir det vanskelig å oppfylle begge disse kravene: stor vannkapasitet kan gi dårlig drikkevannskvalitet fordi gjennomstrømmingen av vannet blir for lav.

Kommunen påpeker at en bedre avklaring av hva som er kommunens ansvar mtp. vannforsyning er ønsket. Hvor mye vann skal kommunen levere? De mener at det per i dag ikke er entydige krav og at dette fører til "konflikter" med den andre parten (utbygger-siden).

I tillegg påpekes det at kommunikasjonen mellom ulike parter i byggeprosessen må være god, slik at rette instanser involveres tidlig. Dette for å sikre at både slokkevannskapasitet og drikkevannskvalitet blir ivarettatt.

3.4.4 Metodekritikk

Dette er en kvalitativ undersøkelse, og resultatene er ikke nødvendigvis dekkende for andre kommuner. Trondheim representerer en stor kommune og hensikten med å gjengi problemstillinger nevnt ved dette møtet er å gi eksempler. Det finnes sannsynligvis andre problemstillinger og utfordringer i andre kommuner, som ikke blir nevnt her.

3.5 Spørreundersøkelse brannvesenet

For å kvantifisere hvor stort problemet med manglende slokkevann er, ble det utarbeidet og gjennomført en spørreundersøkelse som gikk ut til landets brannvesen.

3.5.1 Forskningsmetode

Det ble sendt ut en spørreundersøkelse til landets brannvesen. Resultater, metode og begrensninger er beskrevet i avsnitt 3.5. Hensikten med undersøkelsen var blant annet å kartlegge erfaringer og synspunkter med hensyn til vannforsyning.

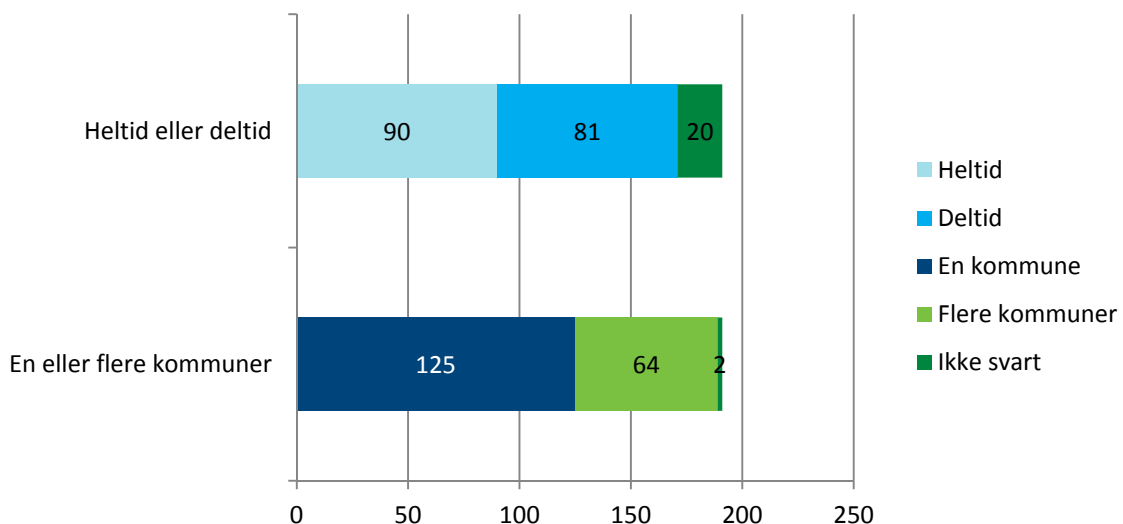
Undersøkelsen ble sendt ut fra DSB til brannsjefer i 248 brannvernregioner ved hjelp av det internettbaserte spørreundersøkelsesverktøyet QuestBack. Svarene fra spørreundersøkelsen ble behandlet i SPSS Statistics. Spørsmålene og svarsalternativene er gjengitt i Vedlegg B.

Undersøkelsen ble gjennomført i januar 2013, og vi fikk 191 respondenter av de 248 brannsjefene som undersøkelsen ble utsendt til, noe som gir en svarprosent på 77 %. Spørsmålene omhandlet erfaringer med manglende slukke vann, hvilke kompenserende tiltak som hadde blitt gjennomført og synspunkter på forskriftskravene til vannmengder og kumplasseringer. I tillegg ble det spurt om hvilke slokketekniker brannvesenene bruker og i hvilke prosesser i kommunen slukke vann blir omhandlet er en del av og i hvilken grad brannvesenet har en aktiv rolle i byggesak og forhåndskonferanser.

3.5.2 Resultater

Nedenfor følger resultatene etter spørreundersøkelsen som gikk ut til brannvesenet.

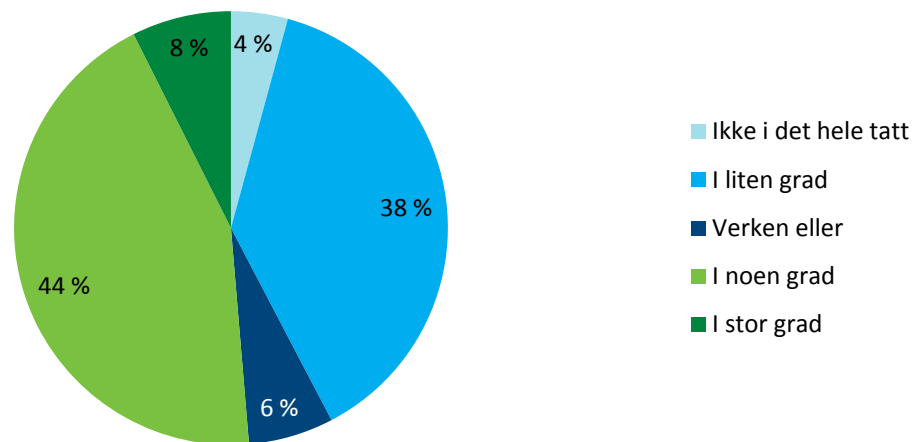
Av de 191 respondentene er 90 stykker brannsjef på heltid, mens 81 er brannsjef på deltid. 125 av brannsjefene er sjef i en kommune mens 64 er sjef i flere kommuner. Denne fordelingen kommer frem i Figur 3-9.



Figur 3-9 Fordelingen heltid eller deltid og sjef i en eller flere kommuner. (N=191)

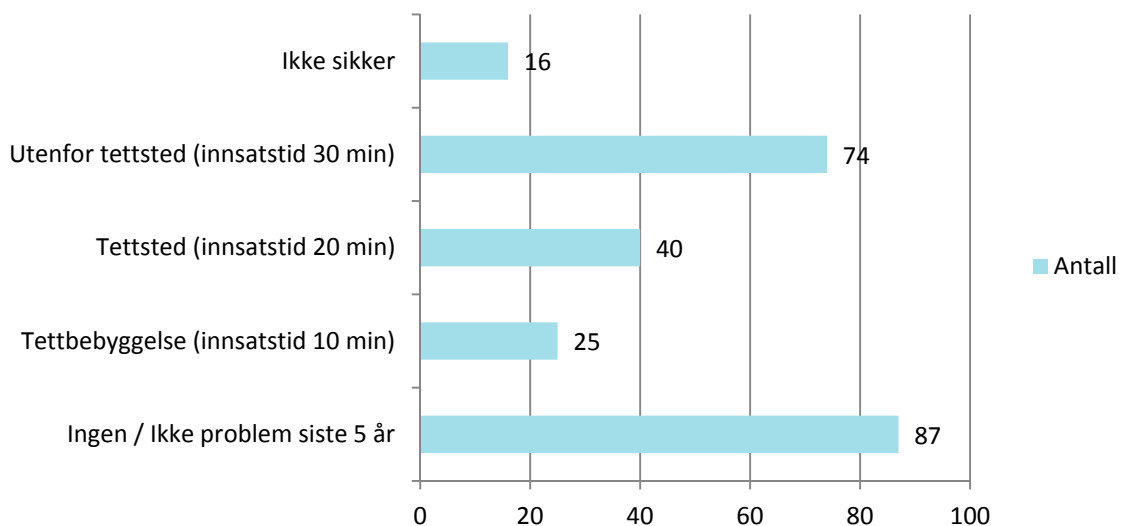
3.5.2.1 Problemer med tilgang på slukke vann fra vannettet

Figur 3-10 viser i hvilken grad brannsjefene opplever begrenset tilgang til slukke vann fra vannettet som et problem i sin brannvernregion. 97 oppgir at dette i stor grad eller i noen grad er et problem, mens 80 brannsjefer oppgir at dette i liten grad eller ikke noe problem i det hele tatt.

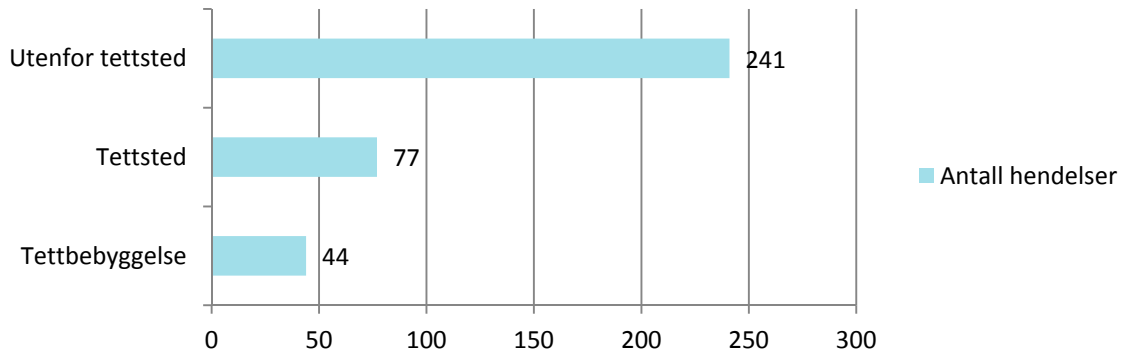


Figur 3-10 I hvilken grad begrenset tilgang på slokkevann fra vannettet i brannvernregionen er et problem. (N=189)

Som Figur 3-11 viser er det 87 respondenter som svarer at de ikke har opplevd problemer med begrenset tilgang til slokkevann i løpet av de siste 5 år. I motsetning er det 86 brannvesen som svarer at de har opplevd problemer. Hvor mange brannvesen som opplever problemer fordelt på områder kommer også frem på figuren. Figur 3-12 viser antall hendelser disse 86 brannvesenene har opplevd, fordelt på type område hendelsen inntraff. Totalt er det anslått 362 hendelser der tilgangen til slokkevann ble sett på som et problem de siste 5 årene. Av figuren fremgår det at det er i områder utenfor tettsteder man i størst grad støter på problemer med vannforsyningen.



Figur 3-11 Figuren viser hvor mange brannvesen som har opplevd problemer pga. begrenset tilgang til slokkevann i løpet av siste 5 år, fordelt på type område. (N=189)

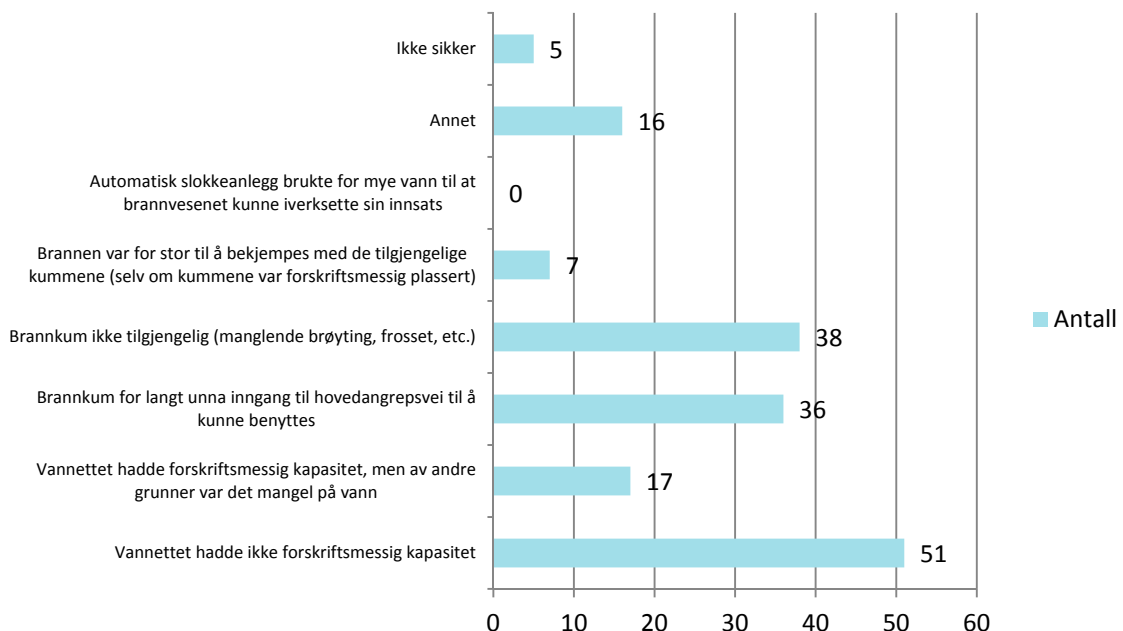


Figur 3-12 Antall hendelser hvor brannvesenene har opplevd problemer pga. begrenset tilgang til slokkevann i løpet av siste 5 år, fordelt på type område. Tallene er estimater fra brannvesenene. (N=86)

3.5.2.2 Tilgang til slokkevann

På spørsmål om hva brannvesenet hadde opplevd som var årsak til vannmangel (Figur 3-13), svarer 51 at vannet ikke hadde forskriftsmessig kapasitet. I følge denne spørreundersøkelsen er dette den hyppigste årsaken til vannmangel. To andre årsaker er at brannkummen ikke er tilgjengelig pga. manglende brøyting eller vedlikehold (n = 38) og at kummen er for langt unna til å kunne benyttes (n=36).

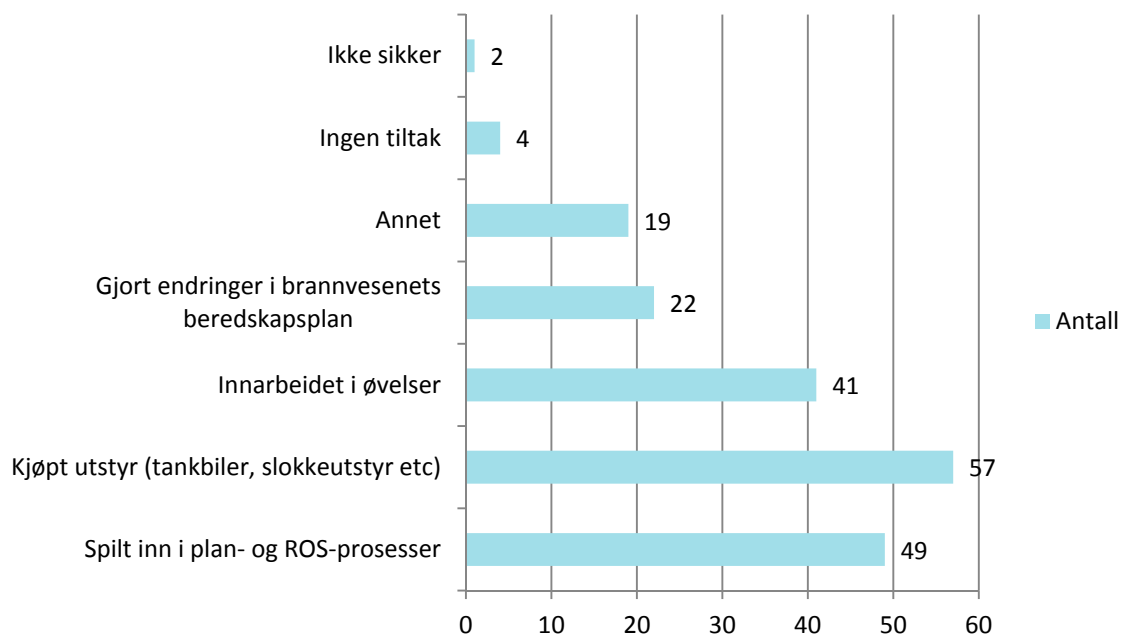
I et kommentarfelt kunne respondentene som svarte "Annet" utdype hva de mente, og manglende vedlikehold, dårlig merking, manglende brannkummer og private vannverk ble nevnt som årsaker.



Figur 3-13 Årsaker til vannmangel. (N=86)

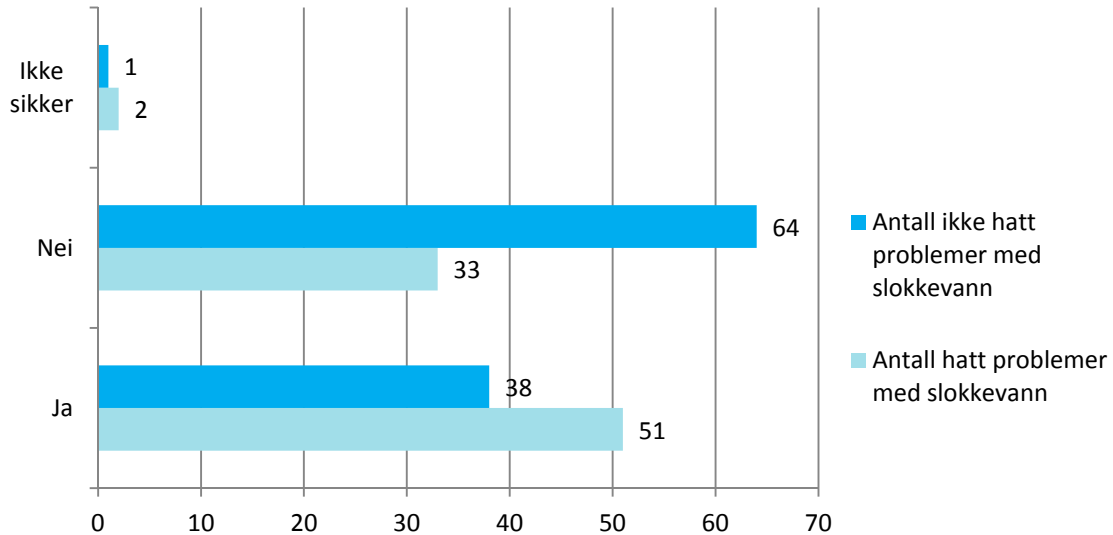
Figur 3-14 viser hvilke tiltak som er gjennomført i de 86 brannvesenene som oppgir at de har hatt problemer med begrenset tilgang til slokkevann. De hyppigste tiltakene er innkjøp av utstyr, innspill til plan- og ROS-prosesser og innarbeiding i øvelser. De som svarte annet spesifiserte det i

kommentarfeltet. Her ble samarbeid med nabokommuner om tankbiler, jevnlig kontroll og bedre merking av brannkummer, bedring av vannettet og etablert flere brannkummer.



Figur 3-14 Gjennomførte tiltak. (N=86)

På spørsmål om brannvesenet har gjennomført øvelse der man øvde på situasjoner med begrenset tilgang til sløkkevann i løpet av de siste 2 år svarer 89 brannsjefer, som er litt under halvparten, at dette er gjennomført (dette kommer fram i Figur 3-15). Av de brannvesenene som har oppgitt at de har hatt hendelser der begrenset sløkkevann var et problem de siste 5 årene var det 51 av 86 som oppga at dette hadde inngått i øvelse, mens blant de som ikke har hatt problemer var det kun 38 av 104 som oppga at dette hadde inngått i øvelse.

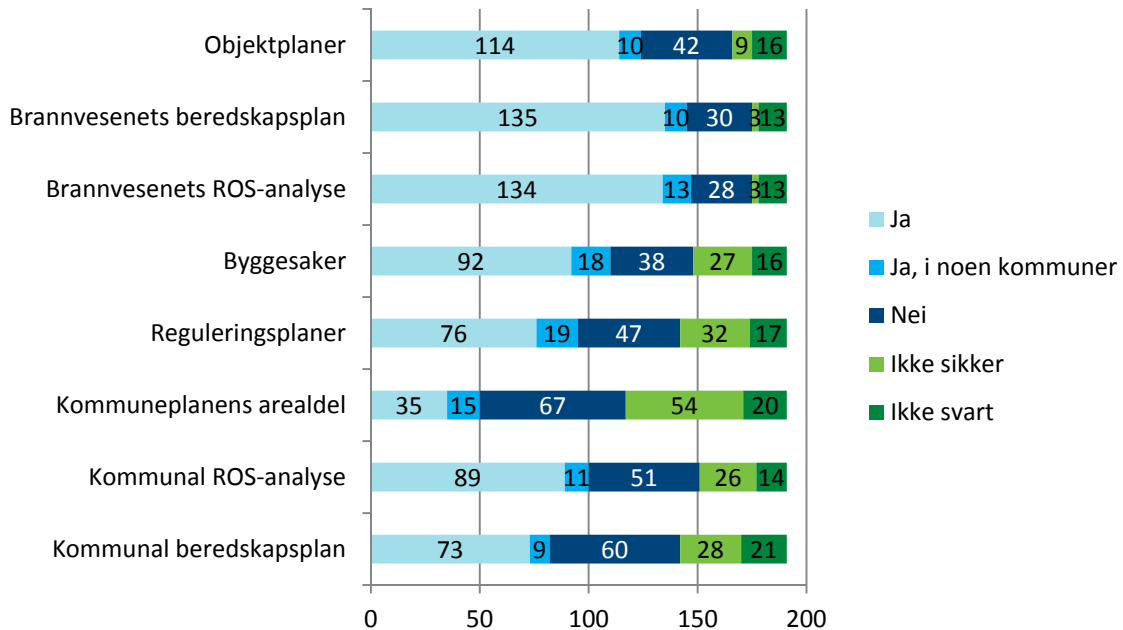


Figur 3-15 Gjennomført øvelse med begrenset tilgang til slokkevann siste 2 år. (N=189)

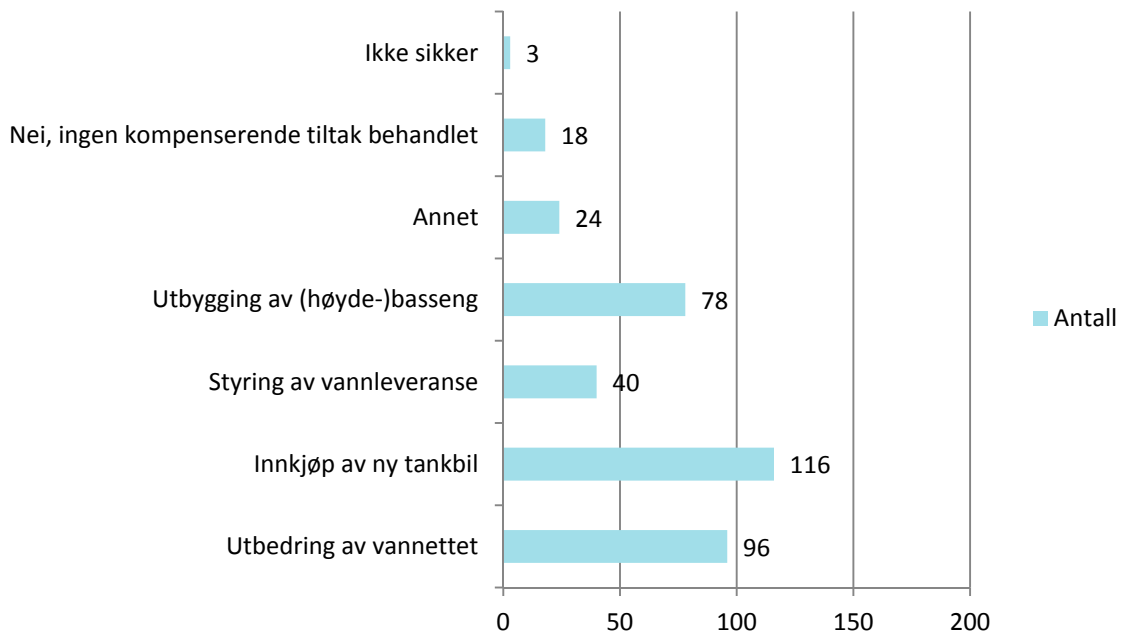
3.5.2.3 Prosjektering og byggesak

Videre ble det spurt om brannsjefen visste om tilgangen på slokkevann ble behandlet i noen av følgende prosesser: kommunal beredskapsplan, kommunal ROS-analyse, kommuneplanens arealdel, reguleringsplaner, byggesaker, brannvesenets ROS-analyse, brannvesenets beredskapsplan og objektplaner. Resultatet kan sees i Figur 3-16. Et flertall av brannsjefene oppgir at dette er en del av objektplaner, brannvesenets beredskapsplan og ROS-analyse. Dette er prosesser som utføres av brannvesenet selv, mens for de andre prosessene, som er kommunene sitt ansvar, er det en større andel som svarer nei og ikke sikker.

Når det gjelder kompensierende tiltak som er behandlet i disse prosessene kommer dette fram i Figur 3-17. Her er innkjøp av tankbil, utbedring av vannettet og utbygging av (høyde-)basseng de hyppigste tiltakene som er behandlet. Under andre tiltak kommer det frem samarbeid med andre kommuner, trykkforsterking, utbygging av reservevannkilder, avtale med bønder om bruk av gjødselsvogner, bruk av sjøvann og tiltak som skum og vanntåke for å redusere vannforbruket.

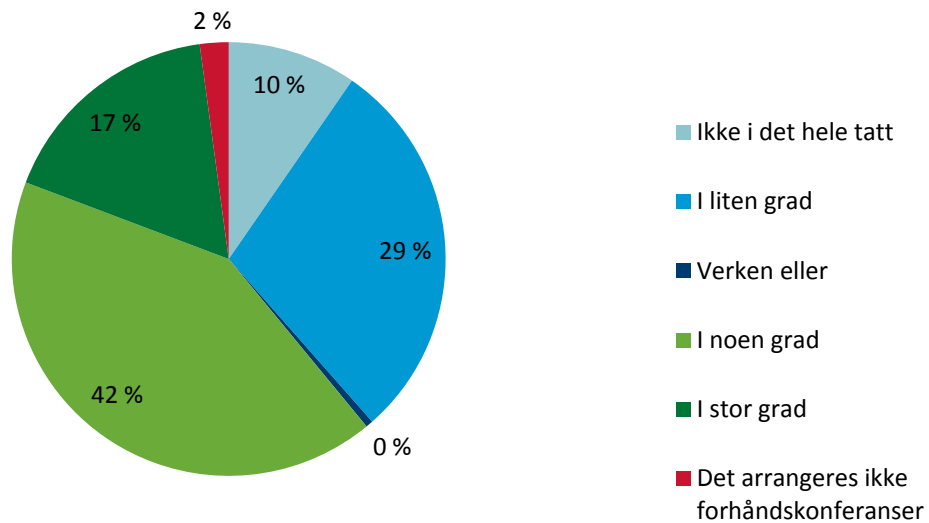


Figur 3-16 I hvilke prosesser den begrensede tilgangen til slokkevann er behandlet. (N=191)

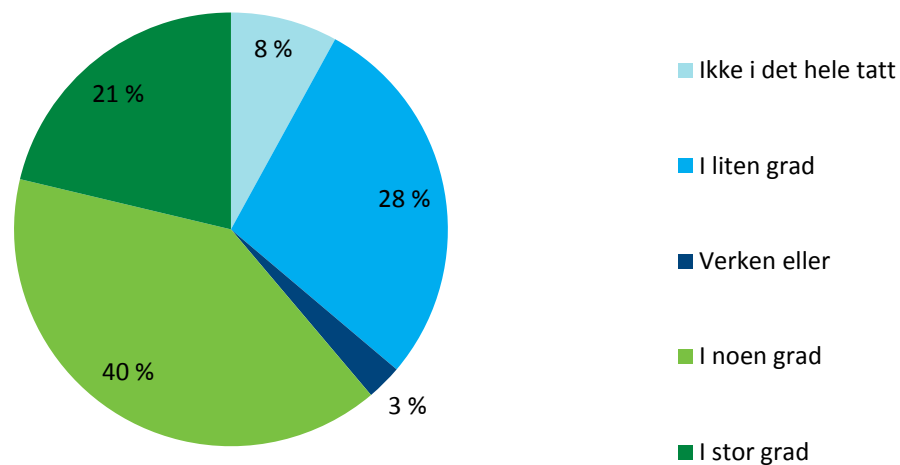


Figur 3-17 Kompenserende tiltak som er behandlet i prosessene fra Figur 1-8. (N=191)

I hvilken grad brannvesenet har en aktiv rolle i forhåndskonferanser og byggesaker når det gjelder slokkevannskapasitet kommer fram i Figur 3-18 og Figur 3-19. Her har 110 brannvesen i noen grad eller i stor grad en aktiv del i forhåndskonferanser. 72 brannvesen har i liten grad eller ikke i det hele tatt en aktiv del i forhåndskonferanser. Når det gjelder byggesak har 115 brannvesen i noen grad eller i stor grad hatt en aktiv rolle mens 68 i liten grad eller ikke i det hele tatt har hatt det.



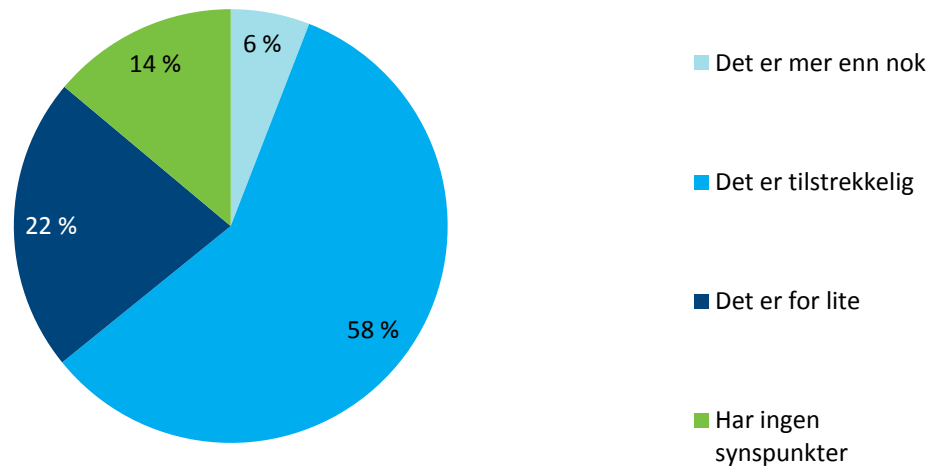
Figur 3-18 I hvilken grad har ditt brannvesen en aktiv rolle i forhåndskonferanser når det gjelder slokkevannskapitet? (N=187)



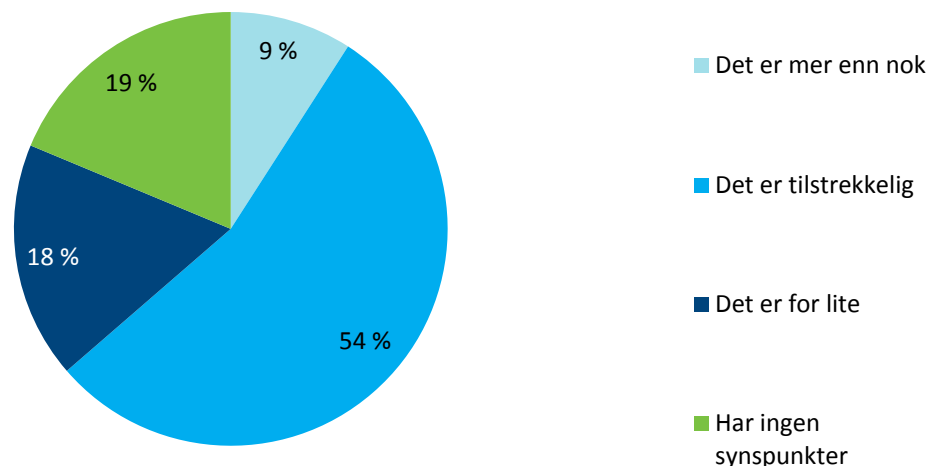
Figur 3-19 I hvilken grad har ditt brannvesen en aktiv rolle i byggesaker når det gjelder slokkevannskapitet? (N=188)

3.5.2.4 Krav til vannkapasitet og tilgang til brannkum/hydrant

Ifølge Veiledningen til forskrift om brannforebyggende tiltak, § 5-4, Vannforsyning samt Veiledningen til TEK 10, § 11-17, preaksepterte ytelser – vannforsyning kommer det frem at vannkapasiteten for slokkevann i småhusbebyggelse skal være minst 20 l/s og i annen bebyggelse 50 l/s. Hva brannsjefene mener om dette kravet kommer frem i Figur 1-12 og 1-13. Henholdsvis 41 av 187 og 33 av 187 syns denne kapasiteten er for liten. Over halvparten syns disse mengdene er tilstrekkelige.



Figur 3-20 Hva mener du om kravet for slokkevann på minst 20 l/s i småhusbebyggelse? (N=187)

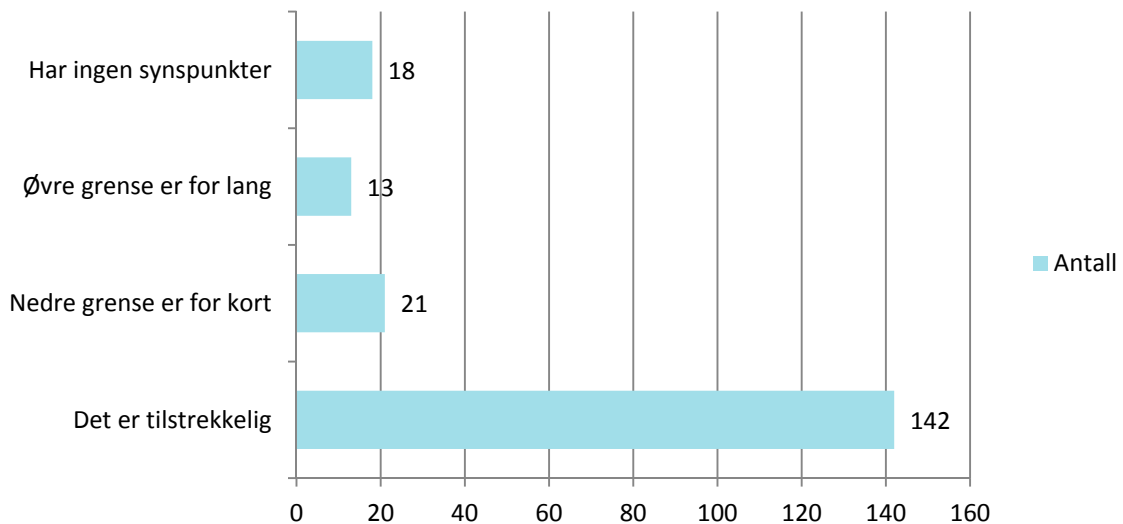


Figur 3-21 Hva mener du om kravet for slokkevann på minst 50 l/s i annen bebyggelse? (N=187)

Veiledningen til TEK 10, § 11-17, preaksepterte ytelser – vannforsyning sier også at brannkum/hydrant må plasseres innenfor 25-50 meter fra inngangen til hovedangrepsvei. Kun 26 brannsjefer mener at disse grensene ikke er gode. 21 brannsjefer mener nedre grense er for kort og vil ha kummen lenger unna inngangen til hovedangrepsvei enn dagens 25 meter mens 13 brannsjefer mener at øvre grense er for lang og ønsker kummen nærmere inngangen til hovedangrepsvei enn dagens 50 meter. I tillegg er det 9 brannsjefer som krysser av begge og ønsker at nedre grense skal økes og øvre grense skal senkes.

Av de 13 som har svart at øvre grense er for lang er det kun 5 av disse som spesifiserer en øvre grense som er lavere enn kravet på 50 m. Dette kan tyde på at svaralternativene var noe uklart og de har skrevet opp den avstanden de mener bør være øvre grense. Av de som svarer at øvre grense er for lang er snittet av ønsket grense $36 \pm 6,5$ meter og av de som svarer at nedre grense er for kort er snittet på ønsket lengde

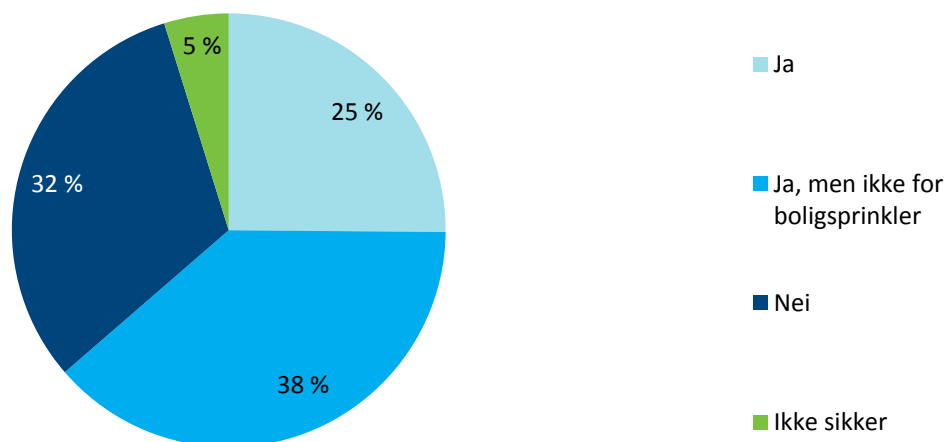
60±21 meter. Det er da likevel et klart flertall, 160 brannsjefer, som ikke har en mening om dette eller mener dagens krav er tilstrekkelig.



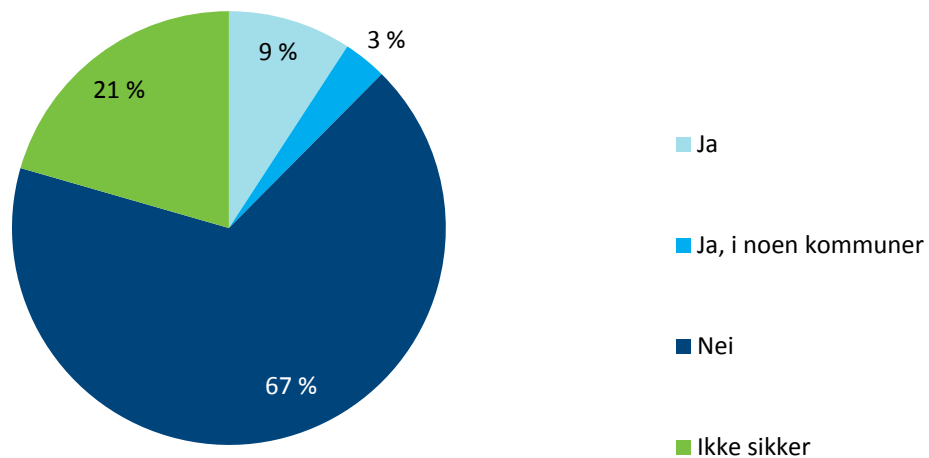
Figur 3-22 Hva mener du om kravet til at brannkum/hydrant plasseres innenfor 25-50 meter fra inngang til hovedangrepsvei? (N=186)

3.5.2.5 Automatiske slokkeanlegg

Når det gjelder automatiske slokkeanlegg kommer det fram fra Figur 3-13 at det ikke har vært noen hendelser de siste 5 årene der automatiske slokkeanlegg er grunnen til vannmangel. I Figur 3-23 finnes oversikt over hvor mange som oppgir at det finnes oversikt over automatiske slokkeanlegg i kommunen og i Figur 3-24 finnes oversikt over hvor mange kommuner der kommunen stiller krav om at det skal være tilgjengelig slokkevann til brannvesenet samtidig som automatisk slokkeanlegg blir brukt.



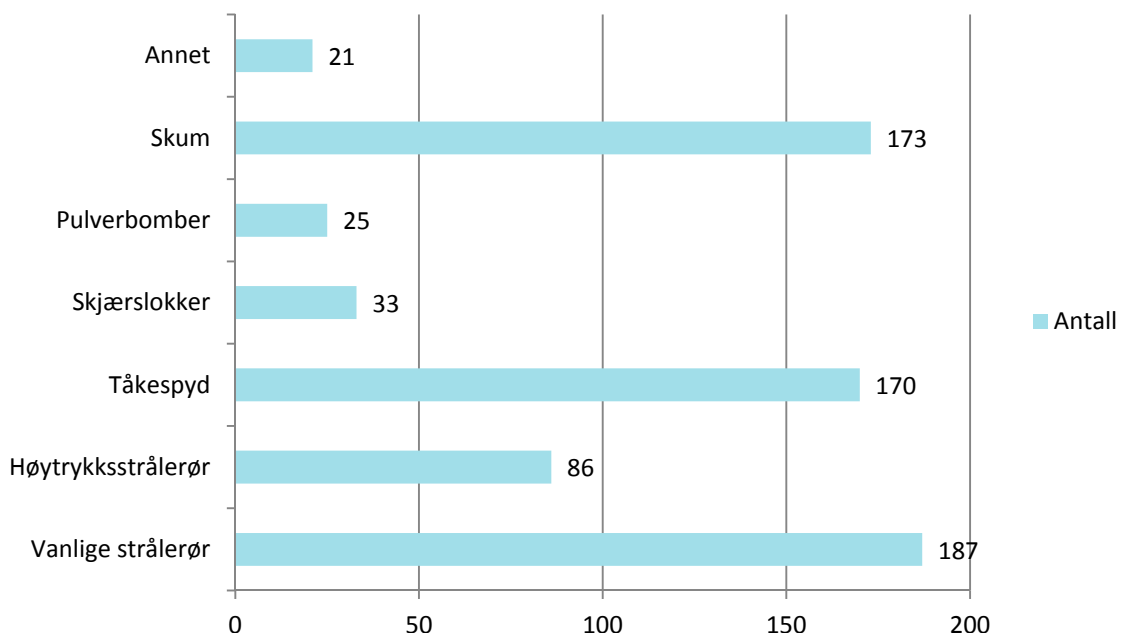
Figur 3-23 Finnes det en oversikt over automatiske slokkeanlegg i brannvernregionen? (N=187)



Figur 3-24 Finnes det kommunale krav om at automatiske sløkkeanlegg skal fungere samtidig som brannvesenet utfører sløkkeinnsats? (N=185)

3.5.2.6 Sløkkemetoder

Hvilke sløkkemetoder som blir brukt av brannvesenene er oppgitt i Figur 3-25. Her kommer det frem at Vanlige strålerør, skum og tåkespyd er det sløkkeutstyret som er tilgjengelig i flest brannvesen. Under *annet* blir det nevnt CAFS, OneSeven¹, vannkanon, pulver, CO₂ og salt som sløkkemetoder (se kapittel 4 for omtale av sløkkeutstyr og -metoder).



Figur 3-25 Antall brannvesen som benytter hvilke sløkkemetoder. (N=191)

¹ CAFS (Compressed Air Foam Systems) er en fellesbetegnelse for skumsystemer, OneSeven er et varemerke.

3.5.2.7 Andre kommentarer

Til slutt var det en mulighet for å komme med ytterligere kommentarer og 71 av respondentene gjorde dette. Flere av kommentarene gikk igjen hos flere brannvesen og disse er oppsummert i punktene under:

- I landlige strøk er man avhengig av tankbil for å slokke. I de mange brannvesen er også tankbil/mannskapsbil med tank brukt (og sett på som tilstrekkelig) i førsteinnsatsen. Om vinteren burde tankbil vært påkrevd som førsteinnsats.
- Tilgjengelighet og plassering av brannkum/hydrant er minst like viktig som avstanden til hovedangrepsvei. Om brannkummen/hydranten kommer for nær brannen kan strålingsvarmen være et problem. Mange steder er det også manglende vedlikehold på kummer og hydranter. Burde vært påkrevd at kummer lå i kommunale veier med brøyting. Flere nevner også at det burde vært påkrevd hydranter fordi disse er lettere tilgjengelig om vinteren og raskere å koble seg på.
- Områder med fritidsboliger uten vannforsyning sees på som et problem.
- Langs kysten er det vanlig å bruke sjøvann som slokkemiddel der det ikke er vannett.
- Vanskelig å pålegge private vannverk utbedringer og bedring av kapasitet fordi det er uklart hvordan kostnadene skal fordeles.
- 20 l/s er for lite der det er rekkehus og tett bebyggelse med stor fare for spredning.
- Kommunen mener at 50 l/s er for strengt og vil ikke forbedre nettet.
- Man har gjort avtaler med nabokommunen om felles bruk av tankbil.
- Presisering at slokkevannsforsyning må med når nye industriområder planlegges. Fortetting i områder som er utbygd til gamle krav byr på problemer.
- Hvor lenge kreves det at forsyningen skal være 50 l/s? Kan være problematisk i mindre kommuner med små vannreservoar.
- Ønske om flere klasser med mengdekrav. I høy risiko bygg som store industriområder og tett trehusbebyggelse er 50 l/s for lite.
- Hvem har ansvaret for at slokkevannsforsyningen er tilstrekkelig (jamfør lovteksten: sørge for)?
- Moderne slokkeutstyr som reduserer brannvesenets vannbehov bør tas hensyn til i regelverket i fremtiden.

3.5.3 Diskusjon

Omfang

Figur 3-10 viser at 52 % av respondentene opplever problemer med slokkevannstilførselen i stor eller i noen grad. Av Figur 3-12 fremgår det at det i løpet av de siste 5 år har vært om lag 360 hendelser der tilgangen til slokkevann var et problem. Disse tallene er kun estimat fra respondentenes side, men de angir problemets størrelsesorden. Dette betyr at det i gjennomsnitt oppstår minst en hendelse hver 5. dag der tilgangen til slokkevann er problematisk (flere respondenter ville mest sannsynlig ha ført til økt frekvens).

Årsaker til problemer med tilgang til slokkevann

De hyppigste årsakene til problemer med tilgangen av slokkevann er for liten kapasitet i vannettet eller problemer med brannkum/hydranter (vedlikehold, brøyting og for lang avstand) (Figur 3-13). 67 % av de problematiske hendelsene inntreffer utenfor tettbebygde strøk (Figur 3-12).

En respondent kommenterte at *"Da dette er kjente problemstillinger gjennom mange år har de lokale brannvesenene tilpasset sin beredskap i forhold til realitetene. Dette medfører at områder som i utgangspunktet har for lite vannforsyning løses uten problemer pga. at en er bevisst på problematikken"*. Dette underbygges også av Figur 3-14 som viser at de fleste som opplever problemer med slokkevannstilførselen kompenserer med innkjøp av utstyr som tankbiler og slokkeutstyr (de fleste

brannvesenene oppgir at de har tilgang til vanlige strålerør, skum og tåkespyd som slukkeutstyr), behandling av problemet i ROS-prosesser samt at problematikken blir øvd på gjennom øvelser.

Vannkapasitet og plassering av vannkum

Flertallet av brannsjefene er fornøyd med dagens krav til kapasitet 20 l/s og 50 l/s og avstanden til brannkum/hydrant mellom 25 og 50 meter som oppgitt i Veiledningen til forskrift om brannforebyggende tiltak, § 5-4, Vannforsyning og Veiledningen til TEK 10, § 11-17, preaksepterte ytelses – vannforsyning.

Konflikt mellom brannvesenets vannbehov og slukkeanleggs vannbehov

Ingen hendelser er rapportert der automatiske slukkeanlegg hindret tilgangen til slukkevann for brannvesenet, og kun 12 % av respondentene oppgir at det skal dimensjoneres for at automatiske slukkeanlegg kan være aktivt samtidig med slukkeinnsats fra brannvesenet. 64 % av brannvesenene oppgir at de har noen eller full oversikt over automatiske slukkeanlegg i regionen.

3.5.4 Metodekritikk

I arbeidet med å kartlegge erfaringer med manglende slukkevann, valgte vi å sende ut en spørreundersøkelse til brannvesenet. Det er disse som sitter på førstehåndserfaringer med dette problemet, og er i så måte en viktig kilde til informasjon.

Fordelen med å gjennomføre en kvantitativ undersøkelse er vi får fanget opp generelle trender i Norge, og gir oss i så måte et mål på hvor stort problemet med manglende slukkevann egentlig er. En kvalitativ tilnærming kunne gitt oss mer kunnskap om hvilke utfordringer brannvesenet treffer på i denne forbindelse, og hvilke kompenserende tiltak de har iverksatt.

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

4 Alternative slokkemetoder

Vann har vært brukt som slokkemiddel i alle tider og sprinklerteknologien er i seg selv en rundt 100 år gammel teknologi. De siste 25 årene har det skjedd mye på forskningsfronten når det gjelder dråpestørrelse som har medført ny teknologi som automatiske slokkesystemer med vanntåke, skjærslokker og tåkespyd. Hensikten med dette avsnittet er en kartlegging av forskning på alternative slokkemetoder for å se på muligheten til å effektivisere vannforbruket. Konvensjonelle slokkemetoder krever mye vann og mange steder er vannforsyningen begrenset. Dette utgjør i så måte et problem. I tillegg kan begrenset vannforbruk være med å minimere vannskadene etter en brann. Dette kan være spesielt viktig i uerstattelige kulturminner og verneverdige hus. Det er her sett på både automatiske slokkeanlegg og metoder som kan brukes under brannvesenets innsats.

4.1 Forskningsmetode

Denne aktiviteten er gjennomført som en litteraturstudie og har tatt for seg sprinkler, vanntåke og tilsatsmiddel i automatiske slokkeanlegg og skjærslokker, tåkespyd og tilsatsmidler i brannvesenets innsats. Utgangspunktet er hentet fra erfaringer gjort av SINTEF NBL de siste årene gjennom flere prosjekter og rapporter. I tillegg er det brukt forskning linket til på produsentenes hjemmesider og artikkelsøk på "Engineering Village" med kombinasjoner av søkeordene "fire", "extinguishing", "water mist", "flow" og "efficiency".

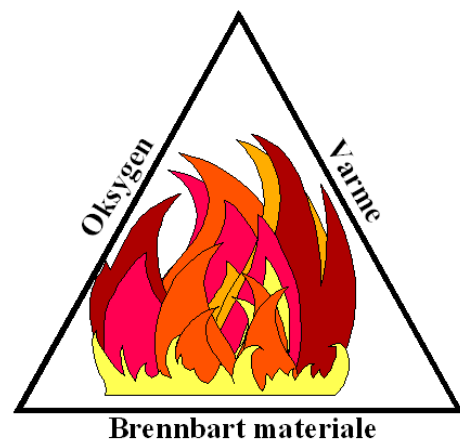
4.2 Resultat

4.2.1 Vann som slokkemiddel

Den tradisjonelle branntrekanten vist i Figur 4-1 forklarer hva som må være tilstede for at en brann skal oppstå og bli opprettholdt. Det trengs tilstrekkelig med oksygen, varme og brennbart materiale. For å slukke en brann må en eller flere av sidene fjernes. Vann som slokkemiddel vil kunne påvirke alle sidene av branntrekanten.

Vann er veldig effektivt når det gjelder å fjerne varme fra brannen. Vann har veldig høy fordampningsvarme, 2257 kJ/kg, og høy spesifikk varmekapasitet, 4,2 kJ/kgK. Om 1 kg vann med 10 °C påføres brannen og varmes opp til 100 °C medfører dette at vannet tar opp 378 kJ som er 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 vannfordamper øker volumet ca. 1700 ganger. Dette vil si at om 1 kg fordampes vil vanddampen oppta et volum på 1700 liter. Om dette skjer i forbrenningssonen vil dette fortrenge og fortynne oksygenet og brannen slukkes på grunn av oksygenmangel.



Figur 4-1 *Branntrekanten.*

Vann som treffer det brennbare materialet vil kunne fukte dette og øke motstanden mot antenning og på denne måten hindre tilgangen til brennbart materiale. Dette er avhengig av hvilket materiale som brenner. Væskebranner der væsken har flammepunkt over 60 °C har for eksempel vist seg veldig vanskelige å slukke ved å kjøle brenselet [55].

4.2.2 Dråpestørrelser

Ettersom vann slokker branner ved hjelp av flere metoder er dråpestørrelsen viktig. For å fortrenge oksygenet er det en nødvendighet at vannet fordampes og det er gjennom fordamping vannet klarer å fjerne mest varme fra brannen. For å fukte brenselet er man på den andre siden avhengig av at vannet ikke fordampes. Om vannet fordampes eller ikke er avhengig av dråpestørrelsen til vannet. Små dråper har lettere for å fordampe og dette gjennom kjøling og inertisering har vist seg som en effektiv måte å slokke branner på. Forsøk gjennomført av SINTEF NBL as tidlig på nittitallet [55, 56] viste at ved å redusere dråpestørrelsen fra 1,2 mm til 0,6 mm trengte man bare 1/3 av vannmengden for å slokke samme brann.

Om dråpene har en diameter som er mellom 0,15-0,3 mm i strålerør brukt under manuell innsats har dette vist seg å være mest effektivt for slokking i innvendige rom da alt 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 kastlengden til strålerøret [57, 58].

Talleksemlene over er for normale strålerør. Når det gjelder automatiske slokkeanlegg med vanntåke, tåkespyd, høytrykksstrålerør og skjærslukkere er disse gjerne designet for høyere trykk og/eller små dyseåpninger, noe som gir høy utgangshastighet på vannråpene. Det er derfor vanskelig å si noe generelt om hvilken dråpestørrelse som er optimal for hvert enkelt system for at dråpene skal nå helt fram til brannsonen før de fordampes.

4.2.3 Automatiske slokkesystemer

Automatiske slokkesystemer er forhåndsinstallerte slokkeanlegg som bruker vann, gass eller skum for å slokke branner. Gassanlegg krever relativt tette rom. For gasser som skaper helsefarlige forhold (CO_2 , N_2) kreves forsinket utløsning om det oppholder seg mennesker i rommet. Det er mest aktuelt for å beskytte enkelte rom og ikke hele bygningsmassen. Dette blir da ikke tatt med her.

4.2.3.1 Sprinkleranlegg

Kravene til boligsprinkler er beskrevet i standarden NS-INSTA 900-1. Det skal da beregnes vannstrøm for at maks 4 dyser utløser samtidig og designtettheten på 2,04 mm/min eller 4,08 mm/min utfra antall etasjer i bygningen og hva bygningen brukes til. Det skal designes for det største rommet systemet skal gjelde for. Maksimal areal dekket av hvert sprinklerhode er 37 m². Dette vil gi at et boligsprinkleranlegg maksimalt vil kreve 600 l/min, som er mindre enn det som i dag kreves for brannvesenets slokkevannskapasitet på henholdsvis 1200 l/min og 3000 l/min (20 l/s og 50 l/s) [59].

Alle systemer som går utover boligsprinkleranlegg blir beskrevet av standarden NS EN 12845. En vanlig benyttet vannpåføringsrate for boliger og publikumsområder, innenfor det som betegnes som OH1 (Ordinary Hazard 1) er 5 mm/min. I disse fareklassene skal et sprinkleranlegg ha vannforsyning minimum 360 l/min (OH1). Tilsvarende for LH (Low hazard) er 189 l/min. Vannforsyningen dimensjoneres for et bestemt minste designareal, noe som gir større vannbehov for høyere fareklasse.

Når det gjelder industri og lagervirksomhet er designtettheten her satt av hva som lages eller lagres på området. For virksomheter som driver med eksplosiver og for eksempel produserer fyrverkeri kan kravet komme opp på en designtetthet på 30 mm/min og opptil et krav om 12 000 l/min.

4.2.3.2 Vanntåkeanlegg

For vanntåke finnes det ingen gjeldende standarder for anlegg plassert i bolig eller andre bygninger på land. Det finnes en Teknisk Spesifikasjon for vanntåkeanlegg (CEN TS 14972) som benyttes i påvente

av en egen europeisk standard. Derimot finnes det en rekke tester for skip utarbeidet av IMO¹. Dette inkluderer både maskinrom, lugarer, korridorer og publikumsområder. Det er derimot ingen forskjell i testene som utføres for skip og tilsvarende rom og bygningstyper på land. På land er vanntåke brukt i en del i verneverdige bygninger og kulturminner der tradisjonelle anlegg er umulig eller der vannskader er ansett som et stort problem. Av eksempler kan det nevnes at det brukes vanntåke i 12 stavkirker og noen få hoteller i gamle bygninger. På Røros brukes et tørr-rørs vanntåkeanlegg på noen kalde uthusloft i verneverdige bygninger. I tillegg er det installert vanntåke i loftet over kuppelen på Studentersamfundet i Trondheim på grunn av frykten for kollaps av vekten av vann ved utløsning av et tradisjonelt anlegg [56, 60].

Vanntåke har sine store fordeler i lukkede eller delvis lukkede rom der lufttilførselen er begrenset eller kontrollert. Dette for å utnytte inertiseringseffekten av påført vann. Det er vist at ved vanntåke og en viss temperatur i rommet trengs kun 0,2 l/m³ i forholdsvis tette rom. Begrensningene til vanntåke er om rommet er godt ventilert fordi inertiseringen vil være veldig begrenset og også om brannen er liten eller skjult. Om det er en liten brann blir ikke temperaturstigningen i rommet høy nok til at vannet fordampes 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 og om brannen eskalerer vil anlegget oppnå full effekt [55, 56].

I en forsøksserie utført av SINTEF NBL i brann i et rom-korridor oppsett ble forskjellen mellom sprinkler og vanntåkedyser undersøkt. Kravet til vannpåføring for et sprinkleranlegg for en fareklasse OH1 ville i dette tilfellet være 5 mm/min mens vanntåkedysene kun brukte mellom 0,4-1,6 mm/min i forsøkene. Dråpestørrelsen til vanntåkedysene var her nominelt mellom 0,085 og 0,38 mm [61].

4.2.3.3 Tilsatsmidler

Når det er snakk om tilsatsmiddel i automatiske slokkeanlegg er det forskjellige typer skum det er snakk om. Skumtypene blir delt opp i flere grupper utfra hvor mye skumblanding ekspanderer. Lavekspansjonsskum eller tungskum kan ekspandere opptil 20 ganger, mediumekspansjonsskum ekspanderer mellom 20 og 200 ganger og høyekspansjonsskum eller lettskum kan ekspandere opptil 2000 ganger. Lettskum blir ofte brukt for å fylle deler av rom med skum og er anbefalt i høye rom der det er fare for brannspredning i høyden. Tungskum er godt egnet til å slokke væskebranner fordi skummet vil dekke væsken og inertisere brannen. Det er gjort forsøk med forskjellige typer skum i standard IMO maskinromtester med stort hell. Skum virker hurtig men det er viktig med god fordeling av dysene i rommet for høy dekningsgrad. Skummet er ikke giftig, men evakuering av områder etter utløsning av anlegg kan bli noe hindret [62].

4.2.4 Manuelle slokkemetoder

Under manuelle slokkemetoder vil det bli gjennomgått forskjellig slokkeutstyr brukt av brannvesenet under deres innsats. Håndsløkkeapparat og andre mindre slokkeredskaper vil ikke bli tatt med. For manuelle slokkemetoder er ofte teknikken og bruken av utstyret veldig viktig og avgjørende for et godt resultat. Tester med flere typer strålerør med forskjellige vinkler mellom brannen og vannpåføringen har vist seg å gjøre store utslag og forskjellig utstyr har forskjellige vinkler som er optimalt for dette utstyret [63].

4.2.4.1 Strålerør

Det finnes mange typer strålerør med forskjellige egenskaper, men det vanlige er å ha en variasjonsdyse som kan fungere med flere konvinkler på vannstrålen og normalt vanntrykk som er på vannettet. Det er dermed ikke påkrevet med egen pumpe for tilkobling til brannkum eller høytrykkspumpe ved bruk fra bil. Vannpåføringsraten er regulerbar fra ca. 100 l/min og oppover. Det finnes også høytrykksstrålerør

¹ International Maritime Organization

som arbeider med et høyere trykk og da krever egen pumpe. Dette vil produsere mindre vanddråper og også bruke mindre vann [57].

4.2.4.2 Tåkespyd og skjærsløkker

Dette er moderne sløkkeutstyr som har blitt mer og mer vanlig den siste tiden. Slike verktøy benytter høyt trykk og produserer en vanntåke. Skjærsløkkeren jobber på trykk oppimot 300 bar og har en påføringsrate på 50 l/min som er halvparten av den minste påføringsraten fra et normalt strålerør. Skjærsløkkeren har vist seg veldig effektivt i både mindre og større lukkede rom. For maksimal effekt er man avhengig av lukkede rom, men skjærsløkkeren har en kastlengde på ca. 15 m og kan derfor også brukes til å treffe flammesonen direkte. Skjærsløkkere produserer veldig små dråper som fordampner lett, men dråpene har en utgangsfart på 220 m/s for å få lengre kastlengde. I tillegg til vann kan det tilsettes partikler som gjør at skjærsløkkeren kan brukes til å skjære gjennom bygningsmateriale og kan derfor effektivt komme til steder som ellers ville vært vanskelig tilgjengelig. Forsøk med skjærsløkker har vist at alt vannet tilført fordampet også i store forsøkshaller. Skjærsløkkeren krever grundig opplæring og trening for sikker og riktig bruk for å oppnå maksimal effekt [57, 62, 64, 65].

Tåkespydet har noe høyere påføringsrate enn en skjærsløkker (72 l/min), men dette er fortsatt mindre enn vanlige strålerør. Dette produserer også vanntåke og er best egnet i lukkede rom. Tåkespydet har begrenset kastlengde og har vist seg ikke å være optimal i større rom. Tåkespyd er enkle og trygge å bruke. Begge disse metodene har vist seg å begrense vann- og miljøskader i sammenheng med brannsløkking [57, 64].

4.2.4.3 Tilsatsmidler

Som i automatiske sløkkeanlegg er det skum som brukes som tilsatsmiddel. Disse er beregnet for spesielle type branner som væskebranner, men det har blitt mer og mer vanlig å bruke i branner i trematerialer også. I vanntåkeutstyr som skjærsløkker og tåkespyd har sløkkeeffekten av skum vist seg ikke å være målbar. Derimot kan skum innvirke på å dekke til brennbart materiale på en god måte og hindre helt eller forlenge tiden til reantennelse [64].

4.2.4.4 Pulverbomber

Denne metoden er kjent brukt i Norge, men omfanget er usikkert. Pulverbomber består av en ball med en ytterkappe av brennbart materiale. Når dette antenner vil en lunte på innsiden starte og brenne og antenner et kjemisk stoff som ekspanderer ved forbrenning og produserer et pulver som skal fortrenge oksygen. Produktet er tiltenkt steder der vannslanger og annet konvensjonelt sløkkeutstyr er vanskelig å komme fram med [57].

4.3 Diskusjon

Det mest brukte sløkkemiddelet er vann, som har fordelene med at det fungerer mot alle 3 sidene av branntrekanten: det fjerner varme, fortrenge oksygen og hindrer brensel å antenne. For at vannet skal være mest effektivt er dråpestørrelsen viktig. Denne bør være så liten at mye av vannet fordampner i forbrenningssonen, men ikke så liten at fordampingen skjer før vannet når forbrenningssonen. En dråpestørrelse mellom 0,15 mm og 0,30 mm i diameter har vist seg å være mest effektivt i manuell sløkking med strålerør.

Automatiske sløkkeanlegg med vanntåke og skjærsløkker benytter høyt trykk og høy utgangshastighet på vanddråpene for at de små dråpene skal nå lenger inn i forbrenningssonen før de fordampner. Det finnes også lavtrykk vanntåkesystemer som oppnår gode resultater i tester. Optimal dråpestørrelsesfordeling for bekjempelse av branner med mindre dråper enn konvensjonelle systemer, både faste og mobile, er ikke fastlagt i noen undersøkelse. Hvert system gir en unik fordeling av dråper, og effekten blir svært

systemavhengig. Forsøk ved SINTEF NBL as viser allikevel at bruk av vanntåke som fast slokkeanlegg kontra boligsprinkler kan redusere vannforbruket med $\frac{2}{3}$.

Vannforbruket til et normalt strålerør er 250 l/min, mens tåkespyd bruker 72 l/min og skjærslokker 50 l/min som er en klar reduksjon på vannforbruket. Det finnes også høytrykks- og mellomtrykks- strålerør som benytter mindre dråpestørrelser. Når det gjelder valg av slokkemetode ved manuell slokking er dette veldig situasjonsavhengig. Hva er brenselet, hvor stor er brannen, hvor lett tilgjengelig er brannen og hvordan er kapasitet på slokkevann. Det er da vanskelig å sette slokkemetodene opp mot hverandre, men det er viktig at brannvesenet har kunnskap om utstyr for å gjennomføre slokking med flere ulike metoder.

Et annet alternativ er å blande skum inn i vannet. Skummet vil ekspandere og vil kunne føre til redusert vannforbruk. Om skum er tilsatt vannet vil dette dekke overflaten bedre og hindre reantennelse. Dette er særlig effektivt på væskebranner som tidligere var sett på som der skum primært ble brukt. Det har i den senere tid blitt mer og mer vanlig å bruke skum på branner i tremateriale. Det finnes automatiske slokkeanlegg som benytter en skumblanding i hele anlegget, men også anlegg som har skuminnblandet på kun et begrenset område for å beskytte en spesiell risiko.

Artikler som gjør en kvantitativ sammenligning av ulike slokkeutstyr og-teknikker er manglende i litteraturen og en slik helhetlig studie er det absolutt et behov for.

4.4 Metodekritikk

Denne delen er gjennomført som et litteraturstudium. Det er gjennomført flere søk i artikkeldatabaser. Det har vist seg at det var vanskelig å finne mange artikler som omhandler vannforbruket på en god måte. Der det er forsket på vannforbruk er det kun et fåtall metoder som er omhandlet så resultatene i artiklene er ofte vanskelige å sammenlikne med hverandre.

5 Beregninger av kapasitetsbehov for slokkevann

5.1 Forskningsmetode

Det har blitt gjennomført litteraturstudie av standarder, tilgjengelige forskningsartikler og håndbøker på emnene brannlast, brannutvikling, automatiske slokkeanlegg og slokkeметoder. Sammen med erfaringer gjort under tidligere forskning på SINTEF NBL de siste årene har dette dannet grunnlaget for de teoretiske beregningene på brannutvikling som er beskrevet her.

5.2 Introduksjon

For å prøve å gi et bedre holdepunkt for å si om 20 og 50 l/s er korrekt vannmengde, er målet med denne aktiviteten å belyse problemstillingene "Hva er tilstrekkelig vannmengde?" og hva som kreves av vannforbruk for de branner som oppstår.

Det er gjennomført en kvantitativ analyse av hva ulike vannrater betyr for slokkeinnsatsen. Utgangspunktet er representative eksempelbygg i ulike risikoklasser utfra TEK 10 § 11-2 der det er valgt ut et papirlager som er risikoklasse 2 og har en veldig stor varmelast og en enebolig som er risikoklasse 4 og vil ha betydelig mindre varmelast.

Ettersom dette er teoretiske beregninger på eksempelbygg kan resultatene avvike reelle brannscenarioer, men vi mener at de valgte eksemplene gir et godt bilde på hva som kan møte et brannvesen under utrykning i begge ender av skalaen når det gjelder størrelse på branner og at de gir et godt bilde på effekten av automatiske slokkeanlegg. I denne delen går vi utfra at eksempelbyggene er bygd etter gjeldende forskrift, TEK 10 og at en brann begrenser seg til en branncelle. Vi ser heller ikke på aspekter som kostnad, sikkerhet og miljøpåvirkning som følge av brannen.

5.3 Resultat

5.3.1 Brannutvikling

En brann starter med antennelse. Dette er definert som starten på en rask, eksoterm reaksjon, som utvikler seg slik at brenselet gjennomgår en kjemisk forandring. Antennelsen utløser en vedvarende selvunderholdende prosess. Det skilles mellom pilotantennelse, der antennelsen skjer ved hjelp av en flamme eller en gnist, og spontanantennelse, der antennelsen skjer spontant i en brennbar konsentrasjon av oksygen og brenselldamp og hvor temperaturen er tilstrekkelig høy og selvantennelse, der materialet i seg selv avgir så mye energi at det antenner [62, 66].

Forbrenning med skjer ved at brennbar brenselldamp blandes med oksygen og gjennomgår en oksidasjonsprosess i gassform. Dette vil si at væsker må fordampes for å antenne og faste materialer krever nedbrytning av det faste materialet til gasser bestående av enklere molekyler. Dette er kalt pyrolyse. Dette gjør at gasser antenner mye lettere enn væsker og faste stoffer. Når det gjelder glødebranner og ulmebranner er dette overflateprosesser som ikke krever pyrolyse. Antennelsestemperaturen som kreves for at faste materialer skal spontanantenne ligger for de fleste brennbare materialer mellom 400 og 500 °C [62].

Etter antennelse i en brann deles det videre forløpet i fire faser. Først en begynnende fase som sakte utvikler seg til en brann. I mange situasjoner tar denne fasen lang tid og er påvirket av mange ytre faktorer. I branntekniske analyser blir ofte denne fasen utelatt på grunn av problemene med å simulere denne. Det blir bare antatt at brannen har oppstått og starter med den neste fasen som er vekstfasen.

Forsøk har vist at vekstfasen starter når brannen har oppnådd en varmeavgivelseshastighet på mellom 20 og 50 kW [66, 67].

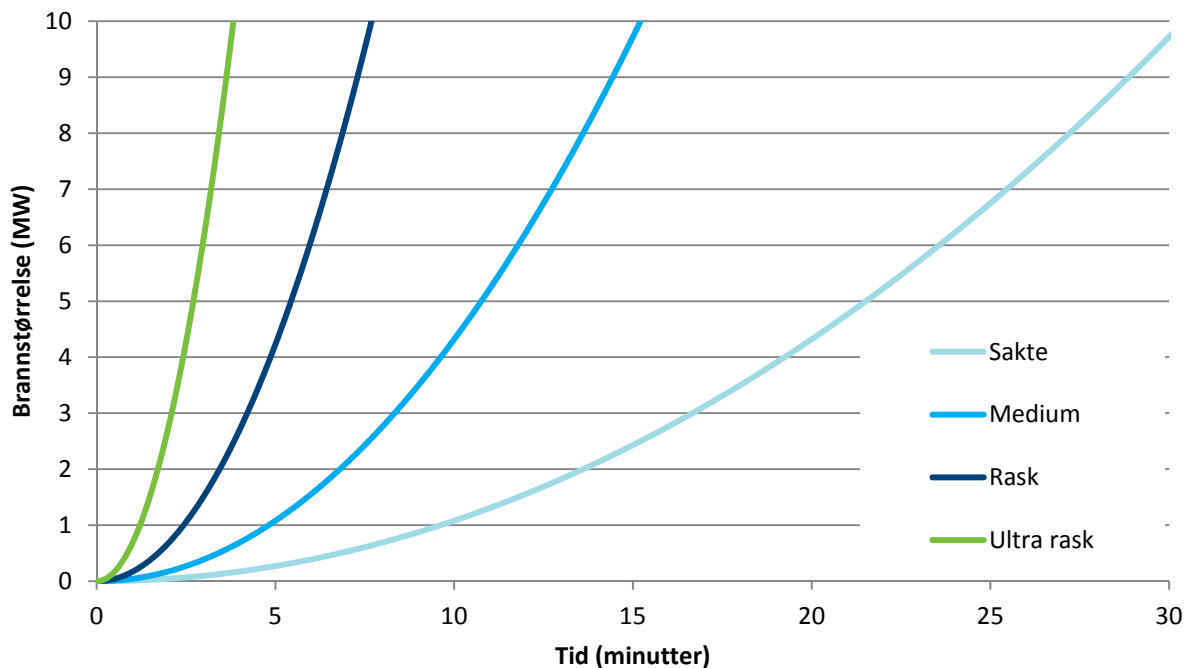
I vekstfasen øker brannen kraftig i størrelse og varmeavgivelseshastigheten følger følgende formel:

$$\dot{Q} = \alpha t^2 \quad (2)$$

Her er \dot{Q} varmeavgivelseshastigheten i kilowatt, α er brannvekstraten i kilowatt per sekund kvadrert, som ligger mellom 0,003 for sakte utviklende branner opp til 0,19 for ultrarask utviklende branner, og t er tiden i sekunder. En oversikt over brannvekstrater med eksempler fins i Tabell 5-1 og en oversikt over utviklingen ved forskjellige brannvekstrater er vist i Figur 5-1 [68].

Tabell 5-1 Oversikt over brannvekstrater med eksempler [68].

Brannvekstrate	α	Eksempler
Sakte	0,003	Bankbygninger, foajeer, resepsjoner, offentlige rom og venteområder
Medium	0,012	Bolig, sykehusrom, hotellrom, kontorer og klasserom
Rask	0,047	Arkiver, kjøkken, bibliotek, kjøpesenter, teater og kino
Ultra rask	0,190	Tekniske rom, enkelte lager



Figur 5-1 Brannstørrelser som funksjon av tid for forskjellige utviklingshastigheter, basert på Tabell 5-1.

Denne veksten vil foregå helt til den neste fasen som er fullt utviklet brann. Dette skjer når brannen ikke kan bli større, enten på grunn av at det ikke er mer brennbart materiale tilgjengelig, brennskrollert, eller at tilgangen til luft begrenser brannen, ventilasjonskontrollert. Utviklingen vil da flate ut på dette

toppnivået. For å finne dette toppnivået er det nødvendig å beregne både det brenselskontrollerte og det ventilasjonskontrollerte tilfellet. For det brenselskontrollerte må alle gjenstander og flater i brannrommet analyseres og summeres for å finne den maksimale varmeavgivelsen. Statistiske verdier for en god del rom finnes i Tabell 5-2. For det ventilasjonskontrollerte tilfellet må alle åpninger summeres sammen etter følgende formel:

$$\dot{Q}_{vent} = 1560 \sum_i A_i \sqrt{H_i} \quad (3)$$

Der Q_{vent} er den maksimale ventilasjonskontrollerte varmeavgivelsen i kilowatt, A_i er arealet av åpningen i kvadratmeter og H_i er høyden på åpningen i meter [62, 66]. Figur 5-2 viser noen bilder av typiske brannstørrelser for forskjellig varmeavgivelse.

Tabell 5-2 Oversikt over brannenergi per kvadratmeter golvflate for forskjellig bruk av bygning. 80 % -fraktil brukes for dimensjonerende brannenergi [69, 70].

Kategori	Gjennomsnitt (MJ/m ²)	80 % -fraktil (MJ/m ²)
Bolig	780	948
Sykehus	230	280
Hotell	310	377
Bibliotek	1500	1824
Kontor	420	511
Klasserom i skoler	285	347
Forretningslokaler	600	730
Teater, kino	300	365
Offentlige rom	100	122



100 W



1000 W



10 kW



100 kW



1 MW



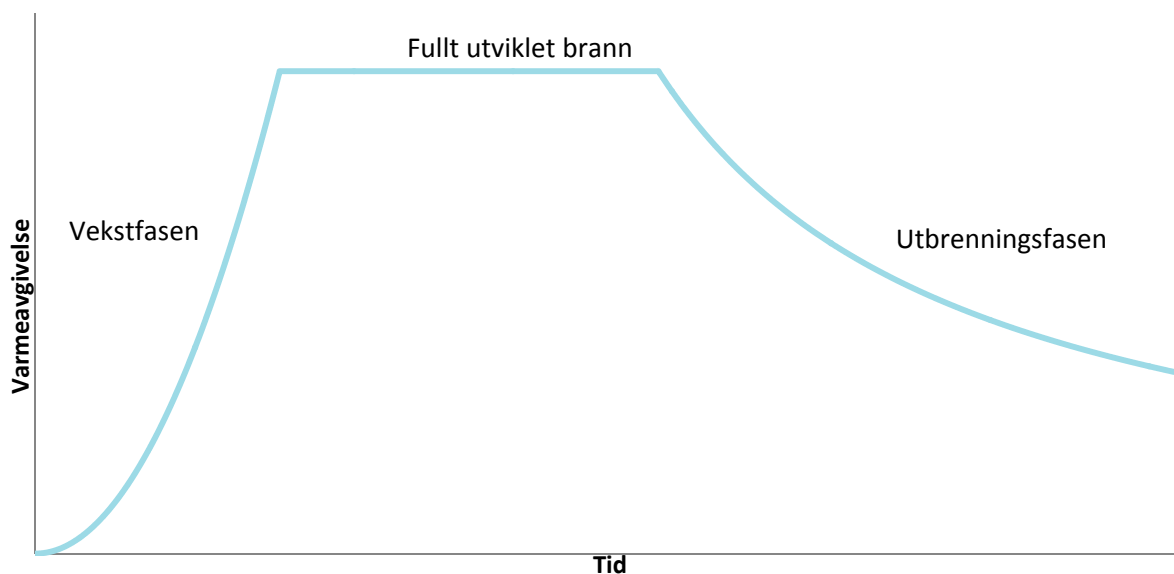
10 MW



100 MW

Figur 5-2 Oversikt over typiske brannstørrelser for forskjellig varmeavgivelse[71].

Når det brennbare materialet begynner å brenne ut vil mengden brennbar gass reduseres og brannen vil avta. Dette skjer når ca. 70 % av det brennbare materialet har brent opp og kalles utbrenningsfasen [69]. I analyser blir ofte antennelsen og den begynnende fasen utelatt. Det fastslås bare at det er en brann under utvikling. Det går da an å lage en brannkurve over forløpet til brannet. Et eksempel på dette er vist i Figur 5-3.



Figur 5-3 Eksempel på brannkurve som viser de tre fasene i løpet av en brann etter antennelse.

5.3.2 Innvirkningen av automatiske slokkeanlegg

Hensikten med et automatisk slokkeanlegg er ikke nødvendigvis å slokke brannen, men å dempe og kontrollere brannen, begrense spredningen og forhindre at bærende konstruksjoner kollapser. I forbindelse med arbeidet med internordisk standard prINSTA TS 950 "Fire safety engineering – Verification of fire safety design in buildings" har det blitt utviklet retningslinjer for utviklingen av varmeavgivelse i bygninger med automatiske slokkeanlegg. Om anlegget er designet i henhold til standard NS-EN 12845, konvensjonelle sprinkleranlegg, eller INSTA 900, boligsprinkler, kan følgende brukes [67, 68].

Aktivering av anlegget med varmeavgivelse mindre enn 5 MW:

- Varmeavgivelsen er konstant i et minutt.
- Varmeavgivelsen synker lineært til en tredjedel av varmeavgivelsen ved aktivering over et minutt.
- Varmeavgivelsen forblir konstant på dette nivået.

Aktivering av anlegget med varmeavgivelse mer enn 5 MW:

- Varmeavgivelsen forblir konstant på nivået ved aktivering.

5.3.2.1 NS-EN 12845 Faste brannslukkesystemer, automatiske sprinklersystemer

NS-EN 12845 er en standard som beskriver dimensjonering, installering og vedlikehold av automatiske sprinkleranlegg. Den deler inn i 3 fareklasser, lav- (LH), ordinær- (OH) og høy fare (HH) og hver av disse er igjen delt opp i flere grupper. Lav fareklasse anvendes der det er arealer med liten brannlast og lav brennbarhet med ingen rom over 126 m² og brannmotstand på minst 30 minutter. Eksempler på dette er kontorbygg, skoler og fengsel som tilfredsstillere kravene i klassen. Ordinær fareklasse anvendes der brennbart materiale med medium brannlast og brennbarhet er prosessert eller produsert. Denne fareklassen er delt opp i 4 grupper (OH1-4). Eksempler her er sykehus, hoteller og bibliotek (OH1), bakerier, bryggerier og andre matprosesseringsanlegg (OH2), bilverksted, kjøpesenter og møbelfabrikk (OH3) og kino, teater og konserthaller (OH4). Høy fareklasse er delt inn i to klasser om det er prosessering (HHP) eller lagring (HHS) det er snakk om. Hver av disse klassene er delt opp i 4 grupper/kategorier. Eksempler her er plastproduksjon (HHP1), malingsproduksjon (HHP2), bildekkfabrikk (HHP3), fyrverkeriproduksjon (HHP4). For høy fareklasse lagring (HHS) er både hva som lagres, hvor høyt det lagres og hvor mye som lagres viktig for å bestemme klassen og vannpåføringsraten [72].

En oversikt over kravene til vannpåføring, driftsareal og minimum kapasitet på vannettet for de ulike fareklassene finnes i Tabell 5-3. For lav fareklasse skal det være tilstrekkelig kapasitet til påføring i 30 minutter, for ordinær fareklasse 60 minutter og for høy fareklasse 90 minutter.

Tabell 5-3 Oversikt over vannpåføring, driftsareal og minimum kapasitet for ulike fareklasser.

Fareklasse	Design tetthet [mm/min]	Driftsareal		Minimum vannkapasitet	
		våt eller pre-action [m ²]	Tørr eller alternativ [m ²]	våt eller pre-action [l/min]	Tørr eller alternativ [l/min]
LH	2,25	84	-	225	-
OH1	5,0	72	90	375	725
OH2	5,0	144	180	725	1100
OH3	5,0	216	270	1100	1800
OH4	5,0	360	-	1800	-
HHP1	7,5	260	325	1950	2450
HHP2	10,0	260	325	2600	3250
HHP3	12,5	260	325	3250	4070
HHP4	-	-	-	-	-

5.3.2.2 INSTA 900-1: Boligsprinkler - Dimensjonering, installering og vedlikehold

INSTA 900-1 er en standard som gjelder i Norden og omhandler dimensjonering, installering og vedlikehold av automatiske slokkeanlegg beregnet for boliger. Om bygningen inneholder farer andre enn hva som er typisk for boliger skal slokkeanlegget være beskyttet i henhold til NS-EN 12845. Standarden deler boligsprinkler opp i tre typer. Type 1 er for eneboliger, tomannsboliger, rekkehus med maks tre etasjer pluss kjeller og boligblokker med maks fire boenheter og maks tre etasjer pluss kjeller. Type 2 er for boligblokker med maks åtte etasjer pluss kjeller og type 3 er for høyere blokker og pleiehjem. Oversikten over kravene til vannpåføring, antall sprinkelhoder det skal tas høyde for at løses ut samtidig og minimum varighet for de tre typene finnes i Tabell 5-4[73].

Tabell 5-4 Oversikt over vannpåføring, antall design sprinkelhoder og minimum varighet for ulike typer boligsprinkler.

Type	Design tetthet [mm/min]	Antall design sprinkelhoder	Minimum varighet på vanntilførsel [min]
1	2,04	1-2	10
2	2,04	1-4	30
3	4,08	4	30

5.3.2.3 Standarder for vanntåke

Foreløpig finnes det ingen standarder som omhandler vanntåke på land som er gjeldende i Norge. Det jobbes med standarden INSTA 900-3 som omhandler vanntåke i boliger og i tillegg finnes teknisk spesifisering CEN/TS 14972 som omhandler test protokoller for industri som har fare for væskebranner, kabeltuneller, kontorer i fareklasse OH1, storkjøkken med frityrgrøter og lager i fareklasse OH3. I tillegg kan vanntåke brukes om ytelsene er dokumentert gjennom fullskala branntesting for hvert enkelt bruksområde og denne er ekvivalent til et sprinkleranlegg. Så for vanntåke finnes det ingen designtetthet leverandørene må følge, men leverandørene må teste sin løsning opp mot referansetester med sprinkleranlegg for å vise at ytelsen er ekvivalent eller bedre enn referansen. Dette er også tilfelle i flere av testene i CEN/TS 14972. Ettersom vanntåkeanlegg må testes for hvert enkelt bruksområde om ytelsen er ekvivalent med sprinkler kan det i beregninger legges til grunn at virkningen er den samme, men vannpåføringsraten er forskjellig, og denne kan variere fra leverandør til leverandør. For kontorer i fareklasse OH1, med vannpåføringsrate 5 mm/min, har tester etter CEN/TS 14972 utført på SINTEF

NBL as vist at vanntåkeanlegg klarer å begrense skadene og temperaturen tilsvarende et sprinkleranlegg med 40 % mindre vann [74].

5.3.3 Brannvesenets slokkeinnsats

Vann som slokkemiddel er diskutert i kapittel 4 og som nevnt har vann en kapasitet til å fjerne 2,6 MJ energi fra brannen per liter vann om vannet varmes fra 10 °C og fordamper. Hvor effektivt brannvesenet klarer å utnytte vannet på ved forskjellige slokketeknikker har vist seg vanskelig å finne sammenliknbar litteratur. I 2009 gjennomførte Søndre Follo Brannvesen IKS forsøk som sammenliknet vann og trykkluftskum (CAFS) for 3 forskjellige scenarioer [75]. Sammen med forsøk gjort for MSB(Myndigheten for samhällssäkerhet och beredskap) i Sverige på Skjærsløkkeren er resultatene fra disse forsøkene gjengitt i Tabell 5-5 [65].

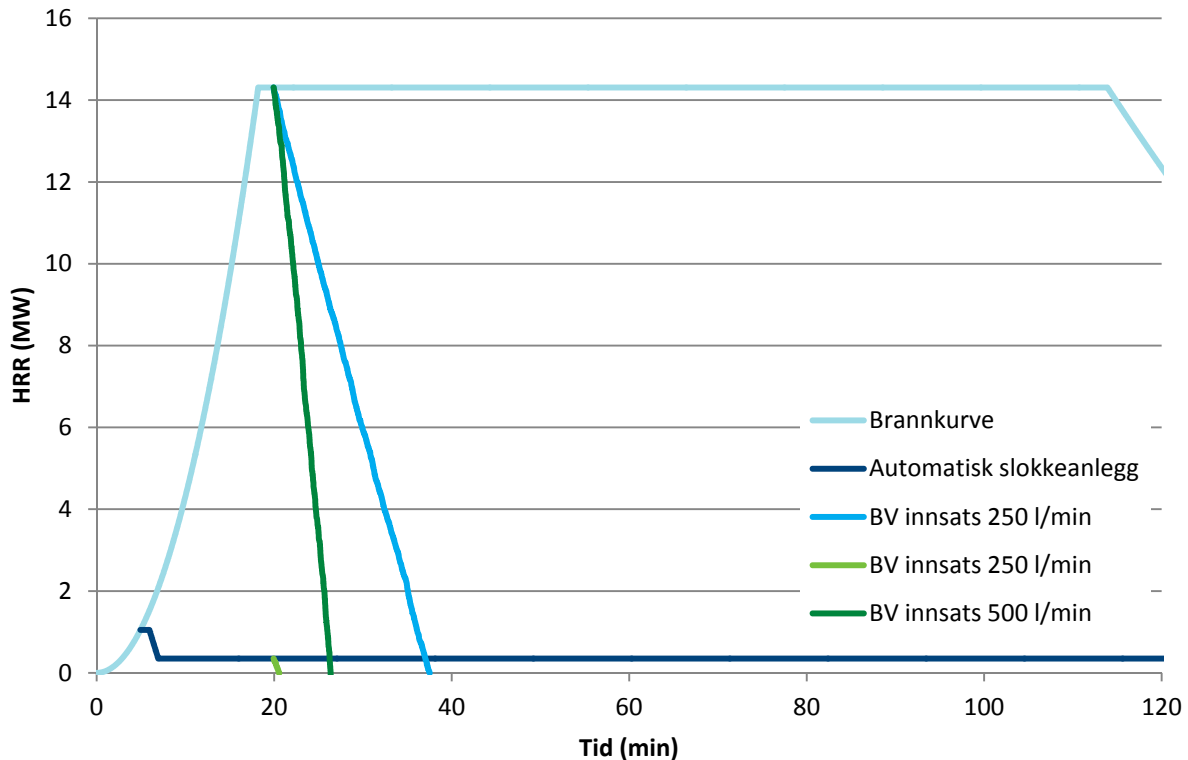
Tabell 5-5 Oversikt over vannpåføringsrate, tid for slokking og slokkeeffekt for vanlige strålerør, trykkluftskum (CAFS) og skjærsløkker for noen forsøk[65, 75].

Scenario	Branneffekt	Vannpåføringsrate	Tid for slokking	Slokkeeffekt per liter vann
[-]	[MW]	[l/min]	[mm:ss]	[MW/l]
Strålerør, brann i rom	1	250	01:13	0,003
CAFS, brann i rom	1	130	01:40	0,005
Strålerør, brann i leilighet	4	250	02:43	0,006
CAFS, brann i leilighet	4	130	04:28	0,007
2 stk strålerør, brann i enebolig	10	500	03:19	0,006
2 stk CAFS, brann i enebolig	10	260	04:15	0,009
2 stk skjærsløkker, dieselpool	10	100	04:00	0,025

Ut fra tallene i Tabell 5-5 kan det se ut som om skjærsløkkeren er overlegen både normale strålerør og trykkluftskum, men det kan bemerkes at testene er utført på helt forskjellige scenario. Forsøkene med strålerør og trykkluftskum er utført i reelle møblerte rom/leiligheter/eneboliger der det ble startet med utvendig slokking før røykdykkerne gikk inn mens skjærsløkkforsøkene er utført i en stor tom lagerhall med kun diesel i to pool som brannkilde.

5.3.4 Eksempelbygg enebolig med 2 etasjer, grunnflate 80 m²

Boliger har i følge Tabell 5-2 en brannenergi på 780 MJ/m² gulvflate. To åpne dører og 3 åpne vinduer gir en maksimal ventilasjonskontrollert branneffekt på 14,3 MW. Videre gir Tabell 5-1 at brannvekstraten er medium, 0,012 kW/s³. Om et boligsprinkleranlegg er installert kan man anta at dette vil løse ut når et rom er overtent som er ved en varmeavgivelse på ca. 1 MW. Videre er det antatt at det er mulig å detektere brannen ved samme tidspunkt som boligsprinkleranlegget blir aktivert og brannvesenet har en utryknings tid på 15 minutter. Dette vil gi en brannutvikling som vist i Figur 5-4.



Figur 5-4 Brannutvikling for brann i enebolig som viser virkningen av et fungerende automatisk sløkkeanlegg og brannvesenets innsats.

Som sett i Figur 5-4 vil brannvesenet ankomme like etter overtenning av hele eneboligen. Sløkkeinnsatsen er lik den i forsøkene utført av Søndre Follo Brannvesen beskrevet i kapittel 5.3.3 med først en utvendig innsats før røykdykkerne går inn i bygget og fullfører sløkkingen. Om brannvesenet ankommer senere i brannløpet vil det mest sannsynlig være lite verdier å redde og sikkerheten for brannmannskapet vil være betydelig større for å gjennomføre innvendig innsats.

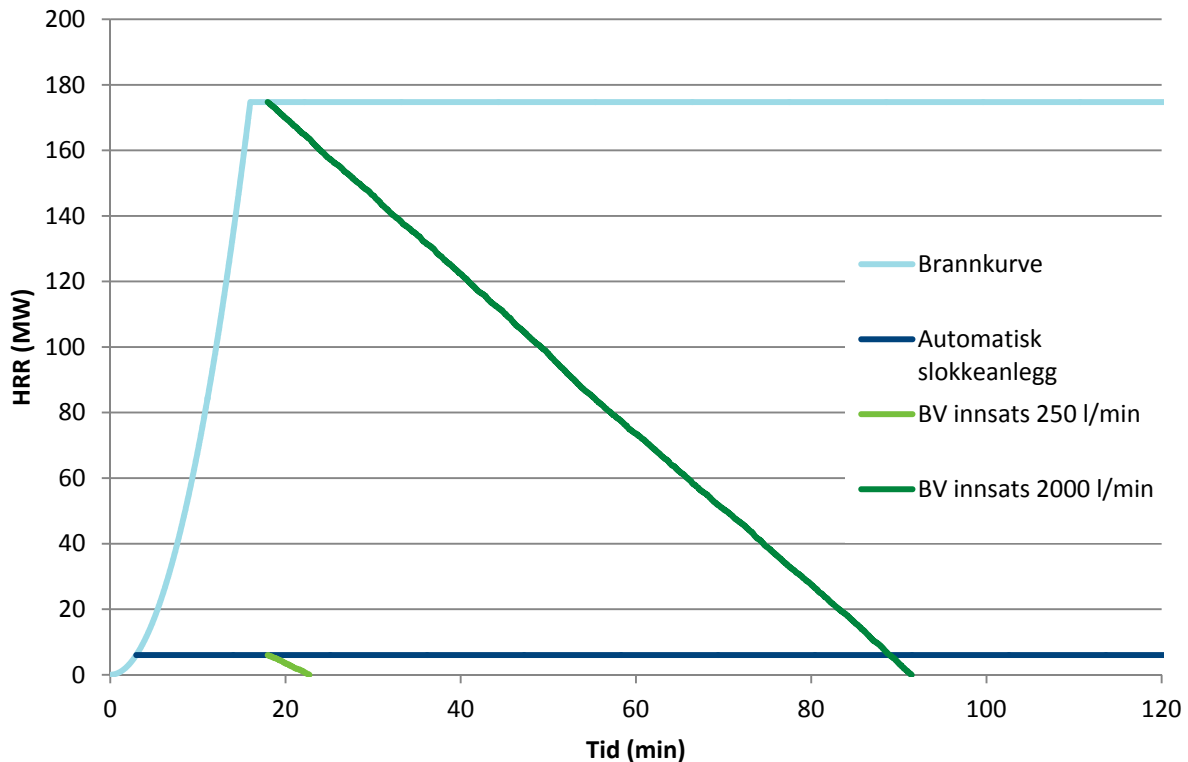
Denne beregningen tar ikke høyde for at vegger og etasjeskiller vil forsinke brannutviklingen noe så utviklingen er beregnet konservativt og vil være litt saktere enn vist. Når brannen når maksimal branneffekt er den ventilasjonskontrollert. Etter en stund kan man anta at brannen brenner hull i tak og vegger og vil vokse enda mer.

Når man vil se utviklingen med automatisk sløkkeanlegg vil dette begrense brannen betydelig og kontrollere denne før den sprer seg ut av det rommet brannen oppstår. For et anlegg bygd etter INSTA 900-1 vil forbruket fra dette anlegget totalt være på 650 liter før brannvesenet kommer og det er beregnet at brannvesenet bruker ca. 80 liter for å slukke den reduserte brannen som er igjen. Totalt vannforbruk blir da 730 liter og alt vannet er brukt i et rom. For brannvesenets innsats med et strålerør på 250 l/min er totalt vannforbruk beregnet til 4350 liter og for to strålerør på 250 l/min totalt 3000 liter. Dette vil bli brukt både utvendig og innvendig i hele bygningen.

5.3.5 Eksempelbygg papirlager, grunnflate 1000 m², takhøyde 5 m

Papirlager en brannenergi på 1100 MJ/m² gulvflate [70]. To åpne porter på 5x5 m gir en maksimal ventilasjonskontrollert branneffekt på 174 MW. Videre gir Tabell 5-1 at brannvekstraten er ultra rask, 0,19 kW/s³. Et sprinkleranlegg installert etter NS-EN 12845 vil være i fareklasse HHS kategori III og ha en vannpåføringsrate på 17,5 mm/m² og et utløsningsareal på 300 m². Man kan anta at anlegget vil løse

ut når taktemperaturen når 60 °C som tilsvarer en varmeavgivelse på 6 MW i eksempelbygget. Videre er det antatt at det er mulig å detektere brannen ved samme tidspunkt som sprinkleranlegget blir aktivert og brannvesenet har en utryknings tid på 15 minutter. Dette vil gi en brannutvikling som vist i Figur 5-5.



Figur 5-5 Brannutvikling for brann i papirlager som viser virkningen av et fungerende automatisk slokkeanlegg og brannvesenets innsats..

Som sett i Figur 5-5 vil brannvesenet ankomme like etter overtenning av hele papirlageret. Når man vil se utviklingen med automatisk slokkeanlegg vil dette begrense brannen betydelig og kontrollere denne. For et anlegg bygd NS-EN 12845 vil forbruket fra dette anlegget totalt være på 78 750 liter før brannvesenet kommer og det er beregnet at brannvesenet bruker ca. 1000 liter for å slokke den reduserte brannen som er igjen med et strålerør på 250 l/min. Totalt vannforbruk blir da 78 750 liter.

Brannvesenets innsats med åtte strålerør hvert på 250 l/min er totalt vannforbruk beregnet til 290 400 liter. Dette forutsetter at brannvesenet har maksimal effektivitet på bruken av vann og innvendig slokking. I tillegg kan det i papirlager brenne inne i papirballer som gjør det vanskelig for vannet og komme til alle plassene det brenner. Innvendig slokking i dette eksempelet vil også innebære en stor risiko for brannvesenets mannskaper og sannsynlig forløp når brannvesenet kommer fram er å bruke vann utvendig for kjøling og hindring av spredning. Denne bruken av vann vil ha ingen effekt for slokking av brannen innvendig i bygget, men vil kun hindre spredning mot omgivelsene til brannvesenet klarer å få tilgang innvendig.

5.4 Diskusjon

Dette delkapittelet tar for seg sammenlikning av brannforløp i to eksempelbygg og sammenlikner brannvesenets slokkeinnsats uten og med fungerende slokkeanlegg. Når det gjelder branner der det er

installert automatiske sløkkeanlegg og disse ikke fungerer i det hele tatt kan man anta at brannforløpet blir likt som om det ikke er installert noe anlegg. Andelen branner der automatiske sløkkeanlegg ikke har fungert er en del av brannvesenets hendelsesrapportering og er oppsummert i Tabell 3-2. Tallene her inneholder feilkilder i den grad at ukjent er en stor del av tilfellene og hvilket grunnlag brannvesenet har brukt under utfyllingen i dette feltet er uklart. Dette er noe som bør undersøkes nærmere for å få et bedre underlag for funksjonsraten til automatiske sløkkeanlegg.

For de byggene som har installert et fungerende forskriftsmessig automatisk sløkkeanlegg vil dette anlegget kontrollere brannen og hindre videre spredning etter utløsning.

Sløkkeeffekten for vanlige strålerør i bygningsbrann er målt til 0,006 MW/l. For å beregne varmeuttaket og virkningsgraden av det forbrukte vannet må kurven for brannvesenets sløkkearbeid integreres over tiden det tar å slukke og sammenliknes med det maksimale teoretiske varmeuttaket som er 2,6 MJ/l. I eksempelboligen og i forsøkene utført av Søndre Follo brannvesen er virkningsgraden på vannet beregnet til ca. 30 %. Så det er med andre ord en lang vei å gå for å finne mer optimal utnyttelse av det vannet som brukes. Det største problemet er ofte å få vannet inn i brannsonen der det brenner for og fullt ut utnytte både vannets kjøle- og inertiseringsseffekt. I dag starter brannvesenets innsats med å kjøle byggets fasader og sløkking fra utsiden av bygget. Dette for å hindre spredning til omkringliggende bygg og brannmannskapenes sikkerhet. Dette vil ha veldig begrenset effekt på brannen inne i bygget og en tidlig innvendig innsats eller nye alternative metoder som klarer å få vannet inn i brannsonen er viktig om man vil begrense sløkevannet som blir brukt. Sammenlikning av ulike sløkkemetoder i forhold til kapasitet er noe som det burde forskes mer på i videre arbeid.

For en enebolig på 2 etasjer med en grunnflate på 80 m² er det beregnet et totalt behov for mindre enn 4350 l utfra hvilke sløkkemidler som benyttes. For industribygg som et papirlager på 1000 m² er behovet adskillig større med et totalforbruk på 290 400 liter vann med optimal sløkking. Med dagens sløkkemetoder er det ikke et reelt tall da det vil bli brukt mye vann utvendig for å hindre spredning før den direkte sløkkeinnsatsen i bygget kan iverksettes.

5.5 Metodekritikk

Denne delen av prosjektet baserer seg på teoretiske beregninger og for at prosjektet ikke skal bli for omfattende er det valgt ut et fåtall eksempelbygg i ulike risikoklasser. I alle eksempelbyggene er det gått ut fra at disse er bygd etter gjeldende lover og forskrifter og at brannen ikke sprer seg ut av en branncelle eller mellom bygg. Innredning og ventilasjon er også noe som kan variere fra forskjellige bygg tilsvarende eksempelbyggene.

Når det gjelder virkningen av vannet som brannvesenet påfører er det mange faktorer som spiller inn så dette er vanskelig å bestemme. De viktigste faktorene hvordan vannet påføres og hvor tilgjengelig brannen er for brannvesenet. Det er her også stor forskjell på indirekte (kvelning av brannen) og direkte sløkking (kjøling av brannen). Alternative sløkkemetoder kan også ha en helt annen rate enn vanlige strålerør, men sløkkeeffekten av metoden vil være helt avhengig av brannscenarioet.

6 Vurdering av tappeprøvemetode

6.1 Forskningsmetode

I denne deloppgaven har det blitt utført teoretiske beregninger av trykkfallet ved tappeprøver og disse har blitt verifisert av enkle forsøk. I tillegg har samtaler med Frank Elton i Brannvernforeningen, som jobber med å utføre tappeprøver dannet grunnlag for arbeidet i denne deloppgaven.

6.2 Resultater

Ved beregning av trykkfall i generelle ledning- og rørsystemer brukes ofte Darcy-Weisbacs formel [13]:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} \quad (4)$$

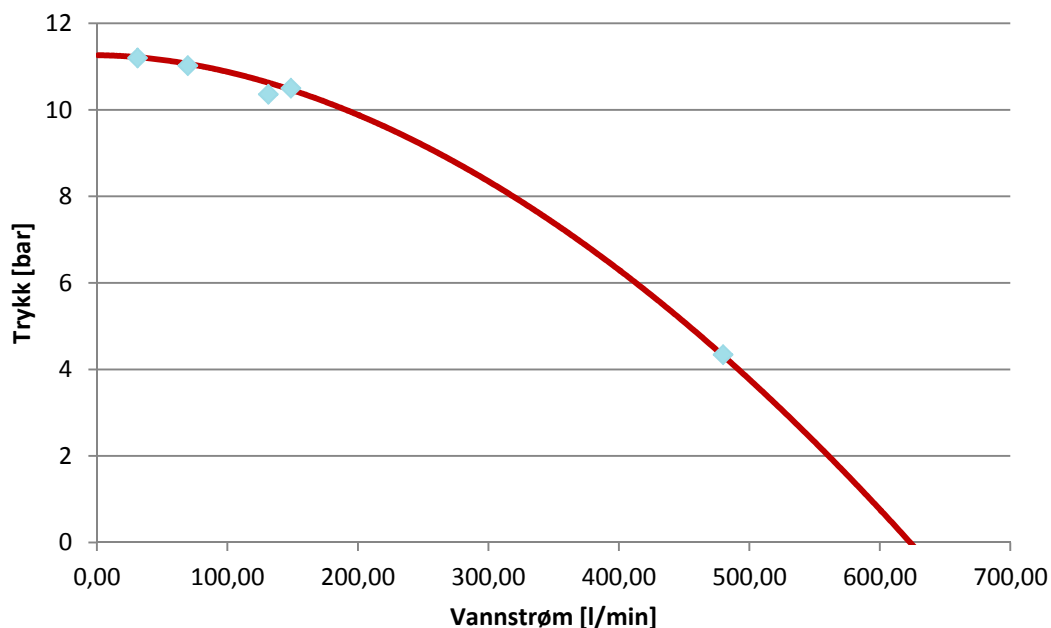
Der h_f er trykkreduksjonen (m VS) over et rør med lengde L (m) og diameter D (m). v (m/s) er vannhastigheten gjennom røret, g er tyngdeakselerasjonen ($9,81 \text{ m/s}^2$) mens f er friksjonsfaktoren.

Trykket tapes også over komponenter som koblinger og forgreininger. Da er $f \frac{L}{D}$ byttet ut med et friksjonstall som er uavhengig av slange- eller rørlengden. Summen av trykktapet blir da summen av alle komponenter.

For beregning av trykkfallet gjennom rør brukt i automatiske slokkeanlegg brukes Hazen-Williams formel som er en forenkling av Darcy-Weisbacs formel som gjelder kun for vann under som strømmer med en hastighet mindre enn 10 m/s [72, 76]:

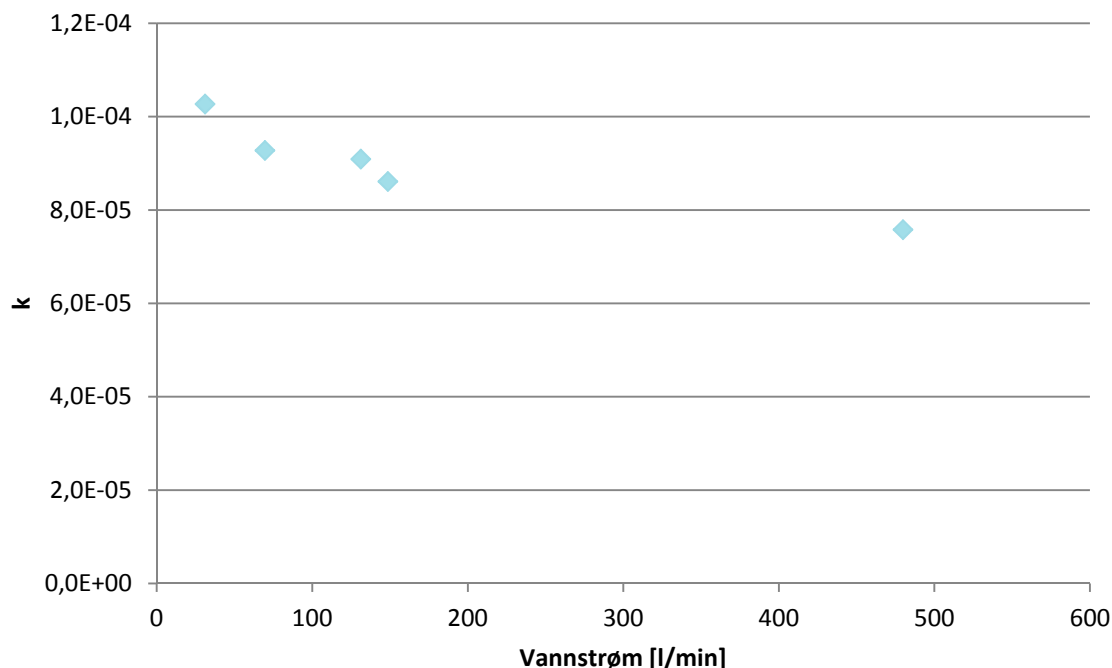
$$\Delta p = \frac{6,05 * 10^5}{C^{1,85} D^{4,87}} Q^{1,85} = k * Q^{1,85} \quad (5)$$

der Δp er trykkfallet, C er Hazens-Williams friksjonskoeffisient, D er diameteren på røret i millimeter og Q er vannstrømmen målt i liter/minutt. Både C og D er konstanter og en kurvetilpasning med $Q^{1,85}$ kan bli brukt for å se gyldigheten av formelen. Enkle forsøk er utført med måling av vannstrøm og trykk ved utløpet. En oversikt over målingene og kurvetilpassingen er vist i Figur 6-1.



Figur 6-1 Oversikt over trykk og vannstrømmålinger utført av SINTEF NBL for å demonstrere en tappeprøve.

Ved utførte tappeprøver blir det tatt minimum tre målinger. Erfaringer gjort av Frank Elton er at kurven i hovedsak er en god tilnærming til målte data så lenge vannet blir tappet direkte fra høydebasseng eller tank, noe som også kommer fram i det enkle forsøket som ble utført. I kurvetilpassingen er standardavviket beregnet til å være 2,5 %. Om k -verdien blir beregnet fra kun de fire første målingene er disse litt høyere enn målingen med alle fem punktene. En oversikt over de målte k -verdiene som er funnet, er vist i Figur 6-2.



Figur 6-2 Oversikt over k -verdien funnet i forsøkene utført av SINTEF NBL

6.3 Diskusjon

Utfra bruk av Hazen-Williams formel viser Figur 6-2 at det er noe variasjon i k -verdien i det utførte forsøket. Fire punkter med liten vannstrøm vil gi en litt lavere kapasitet enn det som faktisk måles i det femte punktet. Dette er ikke signifikant og tallgrunnlaget er litt tynt for å konkludere noe. Erfaringer fra Frank Elton i brannvernforeningen viser at modellen som bruker Hazen-Williams formel er tilfredsstillende for å bruke ved begrensede tappeprøver. Flere målinger gjort under fullskala tappeprøver bør gjøres for å verifisere dette nærmere. Det som ikke er tatt med i en slik enkelt modell er problemområder som turtallsregulerte pumper, reduksjons- og rørbruddsventiler som vil ha en grense for vannstrøm der de har sin begrensing. Ved begrenset tappeprøve er det viktig at kommunene har pålitelige modeller der dette er ivaretatt og at de som utfører tappeprøvene har informasjon om hva som er installert på vannettet og har kunnskap om hva konsekvensene av dette har på målingene. Flere forsøk av fullskala tappeprøver der problemområdene er til stede bør gjennomføres for å få full oversikt over innvirkningen av dette.

6.4 Metodekritikk

Det er kun utført et forsøk med begrenset kapasitet så tallgrunnlaget er begrenset. En sammenlikning med andre hydrauliske modeller er heller ikke gjennomført.

7 Plassering av kum eller hydrant – undersøkelse og vurdering av dagens krav

7.1 Forskningsmetode

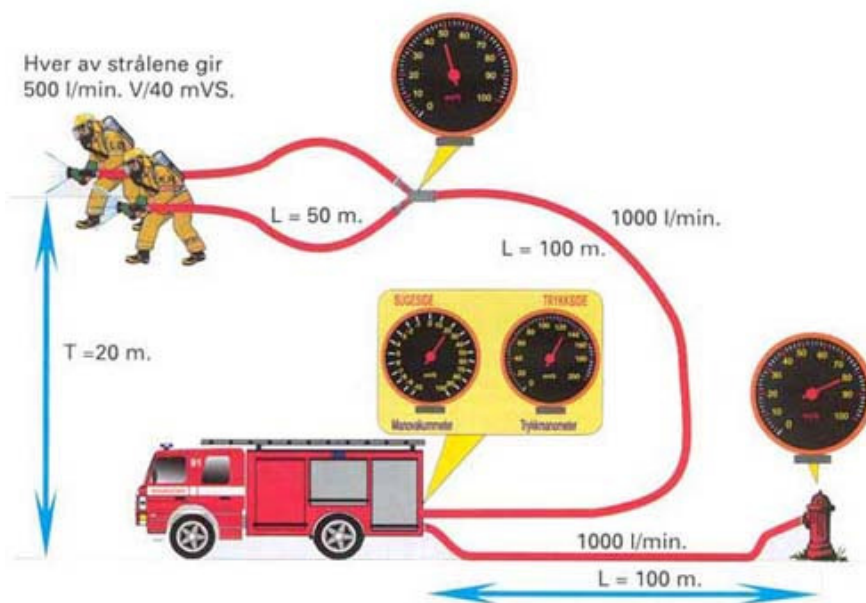
Det har blitt gjennomført en litteraturstudie av vannets trykkfall gjennom slanger og strålevarme avgitt fra brann gjennom tilgjengelige forskningsartikler, lærebøker, samt relaterte temaer diskutert i branttidsskrifter. Dette har dannet grunnlaget for de teoretiske beregningene av trykkfall.

7.2 Resultater

I veiledning til TEK 10, § 11-17 [9] er det i preaksepterte ytelser oppgitt at vannforsyningen skal være 20 l/s ved småhusbebyggelse og 50 l/s¹ (fordelt på minst to uttak) ved annen bebyggelse. Videre skal brannkum/hydrant plasseres innenfor 25-50 m fra inngangen til hovedangrepsvei.

7.2.1 Trykkfall over slanger

I et standard slukkeoppsett hentes det ut vann fra en nærliggende brannhydrant til brannbilen (Figur 7-1). Her brukes det en kraftig brannslange, typisk 2,5 tommer (65 mm). I brannbilen er det ei pumpe som forsterker vanntrykket og som er kraftig nok til å opprettholde det vanntrykket som er ønskelig i det påfølgende slangesystemet. Det hjelper imidlertid lite om man har kraftig pumpe dersom hydranten ikke har nok trykk til å føre vannet inn til selve pumpa. Dermed er det vannettets trykk og tilførselen til brannbilen som er det kritiske punktet i denne settingen [77].



Figur 7-1 Et standard slukkeoppsett ved uttak fra brannhydrant. Bilde reproduisert med tillatelse [77].

¹ 20 l/s tilsvarer 1200 l/min, 50 l/s tilsvarer 3000 l/min.

7.2.1.1 Teoretiske beregninger for trykktap i slanger

Flere faktorer bidrar til å redusere vanntrykket gjennom slangesystemet. Det være seg blant annet:

- Lengden på slangen
- Vannmengden som passerer gjennom slangen per tid
- Friksjonstallet til slangen,
- Slangens diameter
- Høydeforskjell mellom hydrant og brannbil.

I tillegg vil krøll og bøy på slangen samt koblinger redusere trykket ytterligere.

For å beregne trykktapet i brannslanger brukes slangelikningen. Denne er utledet fra Darcy-Weisbachs ligning som finnes i formel (4), kapittel 6.2 [13]:

$$h_f = k_f \cdot \left(\frac{q}{100}\right)^2 \cdot \frac{L}{100} \quad (6)$$

Der k_f er slangens k-faktor (friksjon), q er vanngjennomstrømmingen (l/min) og L er slangelengden (m).

I beregningene er slangelikningen (6) brukt til å beregne trykktapet. En k -verdi på 0,06 er valgt for en 65 mm gummiert slange, og en k -verdi på 7,5 er valgt for en 38 mm slange. Disse friksjonsfaktorene er hentet fra [13]. I Tabell 7-1 og Tabell 7-2 er trykktap for henholdsvis en 65 mm gummiert slange og en 38 mm slange ved ulike lengder og vannmengder beregnet.

Tabell 7-1 Trykktap (bar) for en 65 mm slange ved ulike lengder og vannmengder

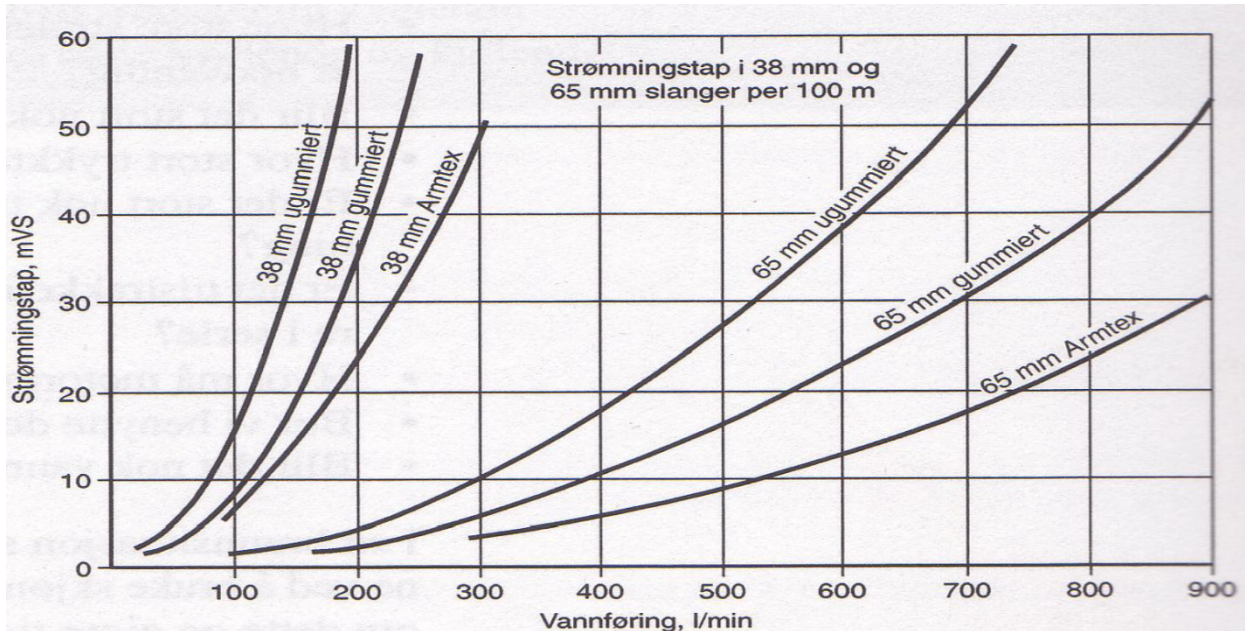
vannmengde [l/min]	Brannslangelengde [m]			
	25	50	75	100
250	0,1	0,2	0,3	0,4
500	0,4	0,8	1,1	1,5
750	0,8	1,7	2,5	3,4
1000	1,5	3,0	4,5	6,0
1250	2,3	4,7	7,0	9,4
1500	3,4	6,8	10,1	13,5
3000	13,5	27,0	40,5	54,0

Dersom man endrer diameteren på slangen til 38 mm øker trykktapet betraktelig. Se Tabell 7-2.

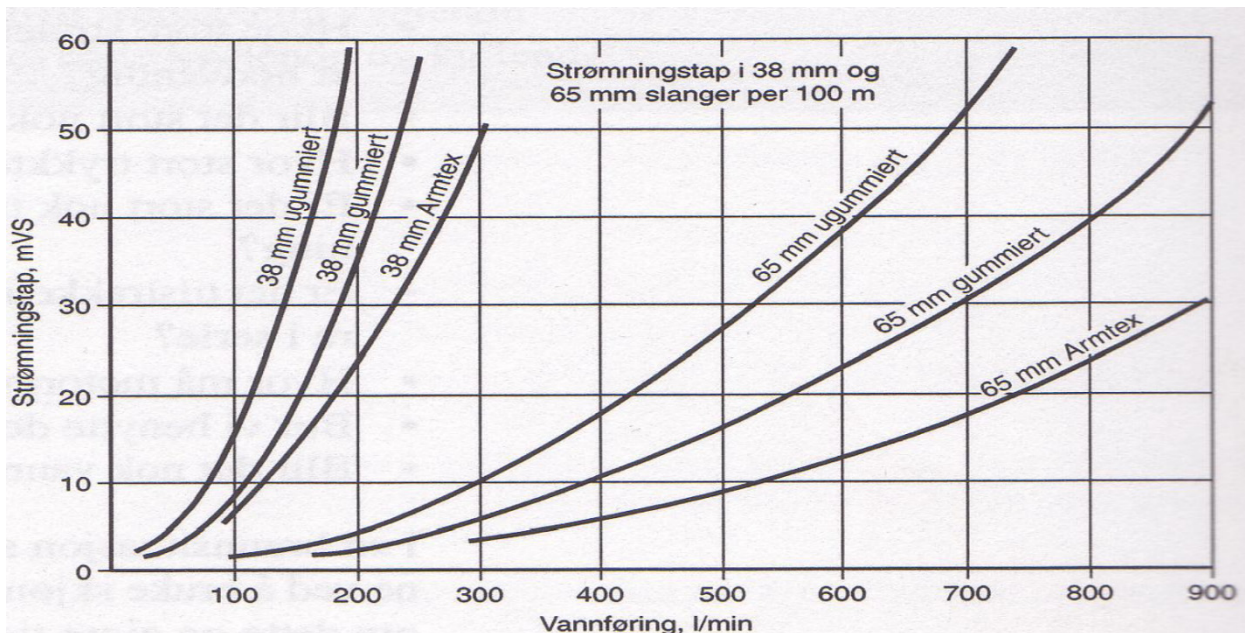
Tabell 7-2 Trykktap (bar) for en 38 mm slange ved ulike lengder og vannmengder

vannmengde [l/min]	Brannslangelengde [m]			
	25	50	75	100
250	1,2	2,3	3,5	4,7
500	4,7	9,4	14,1	18,8

750	10,5	21,1	31,6	42,2
1000	18,8	37,5	56,3	75,0



Figur 7-2 viser at trykktap i slanger kan variere mye selv om både diameter og vannmengde er lik. Denne figuren er hentet fra Inn-Trøndelag Brannvesen [78]. 1 mVS tilsvarer 0,1 bar.



Figur 7-2 Trykktap over 100 m slanger ved ulik vannføring og slangetyper.

7.2.1.2 Tommelfingerregler for trykktap

Av ligning (4) kan følgende tommelfingerregler utarbeides:

- Trykktapet øker til det firdobbelte når vannføringen dobles

- Trykktapet er proporsjonal med slangelengden
- Trykktapet halveres når diameteren dobles.

Videre finnes det mer konkrete tommelfingerregler man kan jobbe med, vær oppmerksom på at disse kan variere noe.

- Brannmannen.no sier:
 - "Når det går 500 l/min gjennom en 100 meter lang slange (65 mm) så blir trykktapet 15 VS." Dette tilsvarer 1,5 bar [77].
- DSB opererer derimot med tall som ligger lavere.
 - "Trykktap i ø38 mm slange med 50 m lengde utgjør ca. 1,7 bar ved en vannføring på ca. 250 l/min. Trykktap i ø65 mm slange med 100 m lengde utgjør ca. 0,9 bar ved en vannføring på ca. 500 l/min." [12].

7.2.2 Varmestråling fra brann

Dersom en brannhydrant/vannuttak ligger for nære det brennende huset kan det være direkte farlig å bruke denne med tanke på personellsikkerhet og det kan være til skade for nødvendig utstyr.

Varmefluks

Varmefluks er et mål på hvor mye varme som passerer en gitt flate, og varmemfluksen fra en brann varierer med tanke på hvor stor brannen er og hvor nære man befinner seg. En varmemfluks på 5 kW/m² regnes som maksimal grense for personer (uten beskyttelsesdrakt), og vil gi alvorlige brannskader innen kort tid. Brannmenn med beskyttelsesklær kan tåle ca. 7 kW/m² for en viss tid. Ved 10 kW/m² vil lett antennelig gjenstander slik som aviser og gardiner ta fyr. Ved 20 kW/m² vil normale gjenstander ta fyr [79].

Begrensningene til utstyr og brannmenn

Det finnes mange ulike retningslinjer for hva som er tillatt mengde varmemstråling for personer. Verdiene varierer fra 1,4 kW/m² til 5 kW/m² [80].

Vi har valgt 2,5 kW/m² som grense fordi det er disse som er oppgitt i den internasjonale standarden ISO 13571 [81]. Den sier at en person uten spesiell vernebekledning kan oppholde seg i en varmemfluks på 2,5 kW/m² inntil 30 min før den blir så varm at den ikke klarer å utføre normale arbeidsoppgaver. Denne grensen vil bli brukt i våre beregninger.

Videre finnes det egne klasser for hvilke temperaturer og varmemstråling utstyr skal tåle Tabell 7-3 [82].

Tabell 7-3 Ulike termiske miljø for brannmenn og utstyr

Termisk klasse	Maks tid [min]	Maks temperatur [°C]	Maksimum fluks [kW/m ²]
I	25	100	1
II	15	160	2
III	5	260	10
IV	< 1	> 260	> 10

Brannbekledning for brannmenn skal følge klassifiseringsstandarden EN 469 [83], og utstyr merket med denne klassifiseringen skal tåle en temperatur på 180 °C i minst 5 min.

Brannslanger tåler temperaturer mye bedre enn brannmenn. Ifølge en tysk test viste slangene ingen tegn til deformasjon selv ved en omgivelsestemperatur på 500 °C hvis det kontinuerlig rant vann igjennom, og opp til 250 °C dersom vannet var i ro [84].

Håndholdte radioer hører til klasse I ifølge NIST (National Institute of Standards and Technology) [82].

7.2.2.1 Teoretiske beregninger for varmestråling

For å beregne varmefluksen fra en brann til et punkt har følgende ligning blitt brukt [DiNenno, 2002 #93]:

$$\dot{q}_{r,T}'' = 15.4 \left(\frac{d}{D} \right)^{-1.59} \quad (7)$$

Der $\dot{q}_{r,T}''$ er varmefluksen gitt i kW/m², d er avstanden fra sentrum av brann til et punkt utenfor brannen og D er diameteren på en væskebrann. De øvrige koeffisientene er basert på empiri.

Videre er varmen (Q) fra væskebrannen regnet ut ifra følgende ligning [DiNenno, 2002 #93]:

$$Q = \Delta h_c \dot{m}_{\infty}'' (1 - e^{-k\beta D}) \cdot A \quad (8)$$

Hvor

Δh_c er effektiv varme ved forbrenning av brensel

\dot{m}_{∞}'' er forbrenningsrate av brensel per overflateareal

$k\beta$ er en empirisk konstant, bestemt av hvilken type drivstoff som benyttes

D er diameter på væskebrann

A er arealet på væskebrann

I våre beregninger i Tabell 7-4 er tall for bensin benyttet. $\Delta h_c = 44,7 \frac{MJ}{kg}$,

$\dot{m}_{\infty}'' = 0,048 \frac{kg}{m^2s}$, $k\beta = 3,6$ (brennverdier hentet fra [85])

Tabell 7-4 viser resultater fra disse beregningene.

Tabell 7-4 Varmefluks (kW/m^2) ved ulike brannstørrelser og avstander fra brannen

Energi [MW]	Væskebrann-diameter [m]	Avstand fra brannens ytterkant [m]					
		5	10	15	20	25	30
7	2	2,7	1,0	0,6	0,4	0,3	0,2
27	4	6,3	2,7	1,5	1,0	0,7	0,6
61	6	9,7	4,5	2,7	1,8	1,3	1,0
108	8	12,8	6,3	3,9	2,7	2,0	1,5
152	9,5	14,8	7,7	4,8	3,4	2,5	2,0
379	15	20,6	12,1	8,1	5,9	4,5	3,6

7.3 Diskusjon

7.3.1 Trykktap over slanger

Det må påpekes at de beregningene SINTEF NBL har gjort stemmer bedre overens med de tallene som brannmannen.no [77] oppgir enn tallene fra DSB[12]. Som vist i Figur 7-2 varierer trykktapet over slangene også med hvilken type slange man bruker. Mens SINTEF NBL og brannmannen.no har tatt utgangspunkt i gummierte slanger, ser det ut til at tallene fra DSB er basert på veldig gode slanger, med lav friksjonskoeffisient. (dette vites ikke sikkert siden tallene til DSB ikke er spesifisert og mangler kilder).

Når trykktap over slanger beregnes blir endel antakelser gjort, for eksempel at slangene ligger helt rette. Dette er imidlertid sjelden tilfelle, og noe ekstra trykktap må derfor i realiteten medregnes.

På grunn av slike betingelser bør absolutt teoretisk minste trykktap, som standard for aller slanger, brukes med forsiktighet.

Trykket i vannet varierer ganske mye, og som et eksempel oppgir Trondheim kommune at de har et vannet som varierer mellom 2 og 10 bar (20 og 100 m VS) [86].

2 bar trykk vil kun være tilstrekkelig for å dekke trykktapet til omtrentlig en slangelengde på 25 meter. Utenom dette kommer trykktap i koblinger eventuelle høydeforskjeller. Videre er det forskjell på tilgjengelig trykk og det trykket man "får lov å benytte seg av". Inngangstrykket til en pumpe bør ikke bli under 1 bar for å unngå å risikere at slangen kollapser [87].

Dette viser at i områder hvor vanntrykket er veldig lavt må alternative vannkilder vurderes. I situasjoner der kummen befinner seg for langt unna slik at trykktapet på grunn av lange slangeutlegg mellom kum og bil blir for stort, kan et kompromiss være å plassere brannbilen nærmere brannhydranten. Dette medfører imidlertid til en lengre angrepsvei og flere slangeutlegg. Eventuelt kan det brukes eksterne pumper mellom kum og brannbil. Begge disse løsningene vil kunne gi et tilstrekkelig trykk, men på bekostning av responstid, som da økes.

7.3.2 Varmestråling fra branner med tanke på personellens sikkerhet

Tabell 7-4 viser at 25 meter er en tilstrekkelig avstand for branner med en total varmestråling mindre enn 142 MW. Dette er imidlertid en relativt stor brann, da en overtent enebolig regnes som 20 MW. Dersom avstanden reduseres til kun 10 meter rekker det til ca. en boligbrann (20 MW), men ikke noe særlig større branner.

Disse beregningene viser imidlertid at en brannhydrant ikke bare bør plasseres i forhold til hovedangrepsvei, men også i forhold til annen bebyggelse rundt. Denne avstanden må nødvendigvis ikke være den samme som til hovedangrepsvei, men bør i alle fall være 10-15 meter unna, siden varmestråling nærmere enn dette overstiger grensen for hva som er tillatt. SINTEF NBL anbefaler imidlertid grundigere tester før en slik avstand fastsettes.

7.4 Metodekritikk

7.4.1 Beregning av trykktap i slanger

I beregningene i Tabell 7-1 og Tabell 7-2 blir det gjort endel antagelser for å forenkle systemet. Blant annet blir det kun tatt hensyn til trykktap som følge av slangens lengde og vannmengden som strømmer igjennom. k -verdien som brukes gjelder for 100 meter slanger, men er antatt å være proporsjonal med slangelengden. Dette er imidlertid ikke helt riktig, for ved 0 meters slange ville det fortsatt ha vært noe trykktap i koblinger. Denne k -verdien varierer også fra slangetype til slangetype og fra hvor gamle de er. I de teoretiske beregningene er det for 65 mm slange brukt en k -verdi som svarer til en gummiert slange. For 38 mm slange var det ikke oppgitt noen slangespesifikasjoner. Videre er det antatt at slangene er rette, dette stemmer sjelden helt, og noe ekstra trykktap må tillegges for et reelt system. Trykktap som følge av høydeforskjell mellom strålerør og pumpe samt forgreininger til flere slanger er heller ikke medregnet. Dette trykktapet vil imidlertid være likt for alle systemer uansett slangelengde, da disse er antatt å være uavhengige av lengden på tilførselslangen.

7.4.2 Beregning av varmestråling

I varmestrålingsberegningene er det tatt hensyn til en væskebrann. Væskebranner forekommer riktignok sjeldnere enn husbranner, men er likevel valgt som brannkilde siden disse er mye enklere å lage modeller for. Varmestrålingen fra en væskebrann vil imidlertid kunne gi et godt sammenlikningsgrunnlag også for husbranner, siden vi vet hvor mye varme de avgir totalt og kan da sammenligne med kjente størrelser for boligbranner.

Det vanskeligste punktet å ta hensyn til er hvor varmt det kan være på stedet der brannhydranten befinner seg. I diskusjonen er det antatt at $2,5 \text{ kW/m}^2$ er den maksimalt tillatte varme fluksen som en person kan bli eksponert for i opptil 30 min, ifølge ISO 13571 [81]. Denne verdien er basert på personer uten spesielle beskyttelsesklær. Det finnes lite litteratur på hva en person kan tåle med beskyttelsesutstyr, og dermed er den valgte verdien noe usikker.

8 Overordnet diskusjon

Innledningsvis ble følgende hypoteser formulert i dette prosjektet:

1. Vannmangel er i dag et problem for brannvesenet.
2. Et fungerende automatisk slokkeanlegg vil gjøre at brannen brannvesenet møter blir betraktelig mindre og at brannvesenets vannbehov reduseres tilsvarende enn om det ikke finnes et fungerende automatisk slokkeanlegg.
3. Uavhengig av hvilken type automatisk slokkeanlegg som er installert eller hvorvidt det er et automatisk slokkeanlegg installert, vil brannvesenets bruk av alternative sløkkemetoder (eksisterende og kjente metoder) resultere i redusert totalt vannbehov fra vannettet.
4. Dersom brannvesenet i definerte områder har med seg eget slokkevann, vil det ikke være behov for vann fra vannettet i det hele tatt.
5. Avgrensede tappeprøver i kombinasjon med hydrauliske beregninger vil med stor sikkerhet gi de samme resultatene som en fullskala tappeprøve.
6. En kartlegging av kjent kunnskap samt teoretiske beregninger vil kunne vise at plassering av brannkum/hydrant innenfor 25-50 meter fra inngangen til hovedangrepsvei er fornuftig og bør fortsatt være praksis i Norge.

Disse hypotesene vil bli nærmere diskutert i avsnittene nedenfor.

8.1 Erfaringer med manglende slokkevann og tiltak

Ut i fra spørreundersøkelsen som ble sendt ut til brannvesenet, ser det ut til at ca. halvparten av respondentene mener at begrenset tilgang på slokkevann er et problem i deres brannvernregioner. Bare 8 % mener at det er et problem i stor grad, mens 44 % mener at det er et problem i noen grad. 48 % respondentene mener at det er et problem i liten grad, ikke er et problem i det hele tatt eller verken eller. Det går også frem av undersøkelsen at flest hendelser med manglende slokkevann inntreffer utenfor tettsteder.

Samtidig virker det som at de brannvesenene som opplever disse utfordringene har gjennomført kompensierende tiltak, som å gå til innkjøp av tankbil eller mer egnet slokkeutstyr. En respondent forteller at *"Da dette er kjente problemstillinger gjennom mange år, har de lokale brannvesenene tilpasset sin beredskap i forhold til realitetene. Dette medfører at områder som i utgangspunktet har for lite vannforsyning løses uten problemer pga. at en er bevisst på problematikken. Eks. i områder med dårlig vannforsyning tas det ut flere mannskaper og flere tankbiler, enn en tilsvarende hendelse i et område der vannforsyningen er tilfredsstillende"*. En annen respondent opplyser om at *"Kommune som vår har i stor grad sprett busetnad og heller lite utbygd infrastruktur. Dette medfører at det er avgjerende viktig at brannvesenet sjølve har god kapasitet på sløkkevatn med ut. Ved bruk av høgtrykks skumsystem reduserer ein og behovet for sløkkevatn"*.

Det kom også fram eksempler på organisatoriske tiltak som var gjort. Et brannvesen forteller at de har *"tettere samarbeid mellom vannverkene og brannvesene for å bedre vedlikeholdet i brannkummer"*. Et annet brannvesen forteller at de har en avtale med brannvesenet i naboregionen om samarbeid om tankbil.

Når distriktskommunene har en infrastruktur som ikke møter kravene til slokkevannskapasitet, må man kompensere med egnede tankbiler. Dette stiller krav til brannbilparken på disse stedene. En respondent i spørreundersøkelsen mener at *"Det bør stillast sentrale krav til brannvernet sitt bilmateriell for å få sikker levering av sløkkevatn. Spesielt når gjeld alder og driftssikkerheit"*. DSBs oversikt over brannvesenenes biler viser at 51 % av brannvesenenes biler med tankkapasitet er over 20 år gamle (1993-modell eller eldre). Det er sannsynlig at en moderne bilpark er viktig for å opprettholde en god beredskap

og driftssikkerhet i distriktene, spesielt der hvor man ikke har annen tilgang på slokkevann enn ved hjelp av tankbil.

Basert på ovenstående diskusjon mener vi at hypotese 1 (Vannmangel er i dag et problem for brannvesenet.) er falsifisert, det vil si at vannmangel stort sett ikke er et problem for brannvesenet.

8.2 Uklare formuleringer i regelverket

I regelverket er det mange formuleringer som ikke er entydige. Dette gjør at det er rom for tolkning som igjen fører til at de ulike aktørene tolker begrepene ut fra egne interesser. Det er ikke usannsynlig at disse interessene er økonomisk begrunnet. Når dette skjer blir det ulik oppfatning av hvor ansvaret ligger, og partene ender opp med å peke på hverandre. I slike tilfeller er det lett for at ting faller mellom stoler og ikke blir løst på en tilfredsstillende måte.

I dette prosjektet har vi kartlagt følgende formuleringer som kan oppleves som upresise:

"Å sørge for"

En formulering som oppleves diffus er "*å sørge for*". Dette uttrykket har forskjellige synonymer, som kan være årsak til ulike oppfatninger av ansvarsforholdene. To av disse synonymene er [88]:

1. å sørge for som i å forsyne
2. å sørge for som i å kontrollere, ha tilsyn med

I det første tilfellet vil kommunen ha et ansvar for å bygge ut vannettet, slik at utbygger får det vannet som kreves i regelverket. I det andre tilfellet vil kommunen ha en tilsynsplikt for å passe på at utbygger skaffer seg tilstrekkelig vann. SINTEF NBL mener derfor at dette uttrykket bør defineres og tydeliggjøres for å unngå ulike tolkninger.

"Områder hvor spredningsfaren er liten"

Et annet begrep som brukes i forbindelse med dimensjonering av beredskapen, men som ikke er definert, er "*områder hvor spredningsfaren er liten*". Spredningsfaren vil være avhengig av vær og vind, vegetasjon og avstand til andre bygninger, og kan dermed endre seg over relativt kort tid. Denne erkjennelsen, sammen med fraværet av en definisjon, gir rom for tolkning, med resultat i ulik beredskapsmessig dimensjonering. Samtidig må man være forsiktig med å komme med for rigide definisjoner, som kan forhindre at det stedlige brannvesen gjennomfører en lokal risikovurdering. SINTEF NBLs oppfatning er at sistnevnte punkt bør veie tyngre, og at man ikke bør lage for rigid definisjon av hva *liten spredningsfare* betyr.

"Tilstrekkelig vannforsyning"

Et sentralt uttrykk i regelverket som oppleves som uklart er begrepet "*tilstrekkelig*" vannkapasitet. Dimensjoneringsforskriften stiller krav til at kommunen skal sørge for at den kommunale vannforsyning fram til tomtegrense i tettbygd strøk er *tilstrekkelig* til å dekke *brannvesenets behov for slokkevann*. Ved liten spredningsfare kan vannforsyning via ledningsnett erstattes av tankbil. Her er det behov for retningslinjer om hva kommunen har ansvar for å gi og hva de kan pålegge utbygger å ta ansvar for.

Det finnes eksempler hvor kapasiteten er lavere enn 20 l/s og OFAS stiller spørsmålet om hvilket ansvar kommunen da har. I tilfeller hvor det er behov med mer vann enn 50 l/s for å forsyne automatiske slokkeanlegg, hva er da kommunens ansvar?

"Slokkevann"

Det kan være at betegnelsen "*slokkevann*" er utydelig. Det kan tolkes slik at både vann til brannvesenets slokkeinnsats og vann til automatiske slokkeanlegg inkluderes i dette begrepet. Skal vann til automatiske slokkeanlegg være inkludert i noen tilfeller? Ut i fra gjennomgangen av ROS-analysene ser det ut til at brannvesenene holder vann til automatiske slokkeanlegg utenom.

"Sprinkling"

Begrepet "sprinkling" kan oppfattes diskriminerende med hensyn til andre teknologier. I stedet for begrepet "sprinkling" bør "automatiske brannbekjempelsesanlegg" benyttes. Dette med filosofien at hensikten med noen anlegg er at de skal dempe brannen, ikke nødvendigvis slokke den helt.

8.3 Endring i slokkevannsbehovet

Utbygning og endring av områder kan være komplisert. Et område kan i utgangspunktet være regulert for eneboliger (småhusbebyggelse), som krever tilgang på 20 l/s slokkevann. På et tidspunkt kan det på grunn av f. eks. fortetningspolitikk, være at flermannsboliger blir aktuelt. Dette medfører da også krav til høyere slokkevannskapasitet (50 l/s). En utbygging av vannettet for å møte det nye kravet vil representere en høy kostnad for kommunen.

På den andre siden, dersom en kommune vil ta høyde for økt utbygging i framtiden, og dermed dimensjonerer vannettet deretter, kan man få problemer med drikkevannskvaliteten pga. lav gjennomstrømming. Dette betyr at kommunene må finne en balanse med tanke på hva som er passe vannkapasitet til enhver tid. Alternativt kan man tilstrebe og legge langsiktige planer for hvilke områder man regulerer til forskjellige formål, slik at utbyggingen av vannettet ikke blir mer kostnadskrevenne enn nødvendig.

8.4 Alternative slokkemetoder

Ut i fra litteraturstudiet om alternative slokkemetoder ble det klart at man ved å benytte forskjellig slokkeutstyr og forskjellige slokketeknikker kan redusere vannbehovet i en slokkeinnsats. Det er imidlertid ikke funnet noen publiserte studier som gjør en kvantitativ analyse av dette. Imidlertid kjenner vi til at flere brannvesen har gjort egne slike studier. For å kunne gi innspill til regelverksutforming og anbefalinger til brannvesen bør en kvantitativ studie gjennomføres. Denne studien bør utføres av en uavhengig aktør, og ta utgangspunkt i ny teknologi generelt, ikke bare tilbud fra enkelte utstysleverandører.

8.5 Drikkevannskvalitet

Som nevnt kan en overdimensjonering av vannettet føre til redusert drikkevannskvalitet på grunn av lav gjennomstrømming (utskiftning) av vannet i rørene. I tillegg kan en overdimensjonering av anlegget føre til at bygningseier, slokkeanlegg eller brannvesen bruker mer vann enn tillatt, noe som fører til et undertrykk i rørnettet. Dette kan føre til innsig av forurenset vann i vannettet, og drikkevannskvaliteten blir forringet. Derfor er det viktig slik TEK 10 § 15-9 angir: at vannforsyningsanlegg med ledningsnett skal være dimensjonert slik at det gir tilstrekkelig mengde og trykk til å dekke vannbehovet, inklusive slokkevann.

8.6 Kapasitetsbehov for sløkkevann

Et fungerende automatisk sløkkeanlegg vil, som vist i kapittel 5 definitivt gjøre at brannen brannvesenet møter blir betraktelig mindre og brannvesenets vannbehov reduseres betraktelig i forhold til om det ikke finnes et fungerende automatisk sløkkeanlegg. Hypotese 2 er dermed ikke falsifisert ut i fra den teorien som er funnet.

Brannvesenets vil med alternative sløkkemetoder kunne redusere behovet for vann, men dette er ikke kvantifisert i denne studien. Et av hovedproblemene er å få vannet inn til brannsonen ved store branner. Hypotese 3 er dermed ikke falsifisert.

Eksempelbyggene viser at det totale behovet for sløkkevann i boligbranner kan dekkes av kapasiteten til en vanlig norsk tankbil. For større branner i industribygg er behovet mye større, men et fungerende automatisk sløkkeanlegg og alternative sløkkemetoder som får sløkkemiddelet inn i brannsonen kan begrense dette betraktelig. Hypotese 4 ikke falsifisert.

8.7 Vurdering av tappeprøve

Avgrensede tappeprøver i kombinasjon med hydrauliske beregninger vil kunne gi de samme resultatene som en fullskala tappeprøve ved høydebasseng eller tank. Om ventiler eller pumper er installert i vannettet kan dette påvirke hvordan kurven for tappeprøven vil se ut og gode hydrauliske modeller som ivaretar dette er viktig for å kunne ta høyde for dette ved begrenset tappeprøve. Hypotese 5 står fremdeles, men problemområder bør undersøkes nærmere.

8.8 Tilgjengelighet og plassering av brannkummer

Totalt sett virker brannvesenene å være fornøyde med dagens forskriftskrav til plassering av brannkummer, men det virker å være en del utfordringer knyttet til tilgjengelighet og vedlikehold av disse. Kommunen har ansvar for vannforsyning frem til vannkum, og brøyting av kommunal vei, men ved private veier med brannkummer, er det en problematikk med brøyting ved brannkum. Eier av privat vei er ofte ikke bevisst dette ansvaret, hvilket kan føre til at kommunen må ta over ansvaret, noe som medfører en kostnad for kommunen. Alternativt kan konsekvensen bli at brannvesenet ikke har forventet tilgang til vann ved brann fordi at kummen er dekket av is og snø. En respondent i spørreundersøkelsen uttalte at ved å stille krav til å benytte brannhydranter i stedet for brannkummer vil dette problemet reduseres.

Det har ikke lyktes oss å finne noen konkrete holdepunkt for hvorfor kravet til avstanden til brannkum eller hydrant er satt til å være innenfor 25 – 50 m fra inngang til hovedangrepsvei. Det kan tyde på at dette er noe som har blitt til i diskusjon med brannvesenet, og har erfaringsmessig grunnlag. Problem med plassering for nær brannobjektet vil være strålevarme fra et overtent hus ved brannvesenets ankomst. Plassering for langt unna vil kunne være trykktap i slanger og koplinger, sammen med forlenget tid til utlegging av utstyret. Det kan synes som at begge disse hensyn mangler tilfredsstillende kvantitativ begrunnelse.

Basert på beregninger i kapittel 7 virker det imidlertid som at nåværende anbefaling til plassering av kum/brannhydrant i veiledning til TEK 10, § 11-17, er fornuftig. Dette forutsetter da at vanntrykket på de aktuelle steder er tilstrekkelig høyt. Informasjon fra Vann og avløpsseksjonen i Trondheim kommune sammen med teoretiske beregninger har vist at et lavt vanntrykk sammen med en lang kumavstand vil kunne gi brannvesenet for lite vann og dermed forsinke sløkkeinnsatsen.

Varmestrålingsberegninger viser at 25 meter er en tilstrekkelig avstand for de aller fleste branner med tanke på maksimal varmegrense.

På den annen side står det ingenting i forskriftene om hva nærmeste tillatte avstand for en kum til et bygg er. (Avstand til nærmeste bygg og hovedangrepsvei er nødvendigvis ikke den samme). Som vist i Tabell 7-4 øker varmestrålingen kraftig jo nærmere et brennende bygg man kommer, og vi anbefaler derfor at det i forskriftene også legges ved en anbefaling for hvor nært et bygg en utbygger kan plassere en kum/hydrant.

Hypotese 6 står fremdeles, men det bør vurderes å oppgi avstand fra kum til nærmeste bygg, og ikke bare fra kum til inngang til hovedangrepsvei i veiledningen.

Bibliografi

- [1] FOR 2002-06-26-729: *Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen*, Justis- og beredskapsdepartementet.
- [2] FOR-2010-03-26-489: *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift - TEK 10)*, Kommunal- og regionaldepartementet.
- [3] Jensen (2012). *Brann*. Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap, Tønsberg.
- [4] LOV-2002-06-14-20: *Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven)*, Justis- og beredskapsdepartementet.
- [5] LOV-2008-06-27-71: *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*, Miljøverndepartementet.
- [6] FOR-2002-06-26-847: *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn*, Justis- og beredskapsdepartementet.
- [7] FOR-1997-01-22-33: *Forskrift om krav til byggverk (TEK 97)*, Kommunal- og regionaldepartementet.
- [8] (2004). *Veiledning til forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn*, Tønsberg, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.
- [9] *Veiledning om tekniske krav til byggverk*, Direktoratet for byggkvalitet, Oslo. Lastet ned 2012-10-03 fra <http://byggeregler.dibk.no/dxp/content/tekniskekrav/>.
- [10] *Veiledning til forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen*, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.
- [11] FOR-2001-12-04-1372: *Forskrift om vannforsyning og drikkevann*, Helse- og omsorgsdepartementet.
- [12] *Veiledning om røyk- og kjemikaliedykking*, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, Tønsberg. Lastet ned 2012-11-20 fra <http://oppslagsverket.dsb.no/content/brann-og-eksplosjonsvern/forskrifter/organisering-av-brannvesen/veiledning-kjemikaliedykking/.pdf?expand-content=on>.
- [13] Utbildningsstaben (1999). *Brandvattenförsörjning*. Räddningsverket, Karlstad, Sverige.
- [14] Mattsson (1994). *Räddningstjänstens försörjning med släckvatten*. Institutionen för ekonomi, Högskolan i Karlstad, Karlstad.
- [15] Kjærland (2011). *Vurdering av krav til vannforsyning for automatiske sløkkeanlegg*. For Opplysningskontoret for automatiske sløkkeanlegg (OFAS),
- [16] (2001). VAV P83 *Allmänna vattenledningsnät - Anvisningar för utformning, förnyelse och beräkning*. VAV AB, Stockholm, Sverige.
- [17] Adolfsen (2003). *Hvordan er kvaliteten på sprinkleranlegg i Norge?*, Oslo, Opplysningskontoret for sprinkleranlegg.
- [18] Liebe (ed.) 1995. *BRANNFYSIKK - fra teori til praksis. Brannutvikling, brannspredning, sløkking og utlufting*, Oslo: Norsk brannvernforening, Norges Brannskole.
- [19] Janson, Lundgren & Andersson (1981). *Samhällets brandvattenförsörjning - Brandvattenbehov, Alternativsystem*. VBB, Stockholm, Sverige.
- [20] Bjørnevik. (2011). Smågris gir brannrisiko. *Jærbladet*, 2011-12-16.
- [21] Larssen. (2009). Livsfarlig. *Nordlys*, 2009-05-05.
- [22] (2010). Brannsikkerhetesmangler på Veita må rettes opp i. *Bladet Tromsø*, 2010-12-07.
- [23] Barth-Heyerdaahl. (2011). Blar opp 56 mill. til farlig tunnel. *Nordlys*, 2011-02-23.
- [24] (2011). Branntilsynet ved Frisvold. *iTromsø*, 2011-04-05.
- [25] (2011). Fant avvik etter tilsyn. *iTromsø*, 2011-10-12.
- [26] (2011). Tærudhallen trenger mer vann. *Romerikes blad*, 2011-12-07.
- [27] (2012). Fant avvik på hotell. *iTromsø*, 2012-01-30.
- [28] Løkken. (2012). Hentet sløkkevann til kanonen fra Glåma. *Arbeidets rett*, 2012-08-13.
- [29] (2009). Lover sløkkevann per 30. mai. *Agderposten*, 2009-05-08.

- [30] Solvang. (2004). Melkebil med blålys og sirene. *Nordlys*, 2004-01-06.
- [31] Tønset. (2005). For lite vann mot brann. *Adresseavisen*, 2005-09-02.
- [32] Strass. (2007). "Turist-tunnel" er dødsfelle. *VG*, 2007-04-24.
- [33] (2008). En person savnet etter brann på Gibostad. *Folkebladet*, 2008-01-08.
- [34] Gaarder. (2009). God vannberedskap. *Akershus Amtstidende*, 2009-03-17.
- [35] Rapp. (2010). Best beredskap i storbyene. *Aftenposten*, 2010-04-23.
- [36] Tidemann. (2010). Brannvesenet manglet vann i Vikenbrann. *Arbeidets rett*, 2010-08-25.
- [37] Dahle. (2011). Mulig ulovlig drift på eiendom. *Jarlsberg*, 2011-08-03.
- [38] Slettevold. (2011). Brannvesenet ønsker handling. *Bergensavisen*, 2011-07-04.
- [39] Åldstedt. (2002). Vannmangel oppsto lørdag. *Adresseavisen*, 2002-12-10.
- [40] Bjørkeli. (2010). Brant ned til grunnen. *Fædrelandsvennen*, 2010-12-04.
- [41] (2008). Livsverk lagt i aske. *Adresseavisen*, 2008-12-31.
- [42] (2010). Rev. 01/10 Risiko- og sårbarhetsanalyse for Molde Brann- og redningstjeneste.
- [43] (2010). Risiko og sårbarhetsanalyse, Sande kommune, Brannvern.
- [44] (2010). Retningslinjer vedrørende tilrettelegging for rednings- og slokkemannskaper samt slokkevann i Hol kommune.
- [45] Bardu kommune,
- [46] (2009). *Dokumentasjon av organisering og dimensjonering i Mossregionens Interkommunale Brann- og Feiervesen*.
- [47] (2000). *Brannordninga for Porsanger kommune*. Lakselv.
- [48] (2010). *Brannordning for Inn-Trøndelag Brannvesen IKS. Dokumentasjon over brannvernarbeidet for Steinkjer, Snåsa, Inderøy, Mosvik, Verran og Osen kommune*.
- [49] Fjellstad (2010). *Brannordninga for Rennebu kommune*.
- [50] *Dokumentasjon av kartlagt risiko for kommunene Drammen, Lier Nedre Eiker, Sande, Svelvik og Øvre Eiker*. Drammensregionens brannvesen IKS (DRBV),
- [51] Eberg & Vikhagen (2005). 435 3700 Risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS). Norconsult AS,
- [52] (1997). ROS-analyse Etnedal kommune.
- [53] Botnen (2010). ROS-analyse, Hallingdal brann- og redningstjeneste.
- [54] Risikoanalyse, Brannordning for Tranøy kommune.
- [55] Wighus (1993). STF25 A93041 *Sprinkleranlegg - Nødvendig vannmengde. Teknologistatus*. SINTEF NBL as, Trondheim, Norge.
- [56] Wighus (2000). STF22 A00852 *Vanntåke slokketeknologi - status 2000*. SINTEF NBL as, Trondheim, Norge.
- [57] Brandt, Steen-Hansen & Stensaas (2004). A04137 *Nytt slokkeutstyr og nye slokketeknikker - økt sikkerhet for brannmannskapene?* SINTEF NBL as, Trondheim, Norge.
- [58] Stensaas (2001). *Forbedret slokketeknikk og annet utstyr i relasjon til røykdykkernes arbeidsinnsats og sikkerhet*. SINTEF Norges branntekniske laboratorium, Trondheim.
- [59] NS-INSTA (2009). *Boligsprinkler*. Norsk Standard,
- [60] Pedersen, Wighus, Mostue, Aune & Drangsholt (2003). A04103 *Vanntåke anvendt i bygninger. Utredning om forsknings- og utviklingsbehov*. SINTEF NBL as, TekØk as, Trondheim, Norge.
- [61] Rossebø, Mai & Wighus (2009). F08123 *Vanntåke i bygg - Forsøk med lavtrykk dyser og boligsprinkler i rom-korridor konfigurasjoner*. SINTEF NBL as, Trondheim, Norge.
- [62] Stensaas & Opstad (1998). *Håndbok i branntekniske analyser og -beregninger*, SINTEF Bygg og miljøteknikk - Norges brannteknisk laboratorium.
- [63] Chang, Fu, Chen & Shu (2008). Evaluating the performance of a portable water-mist fire extinguishing system with additives. *Fire and Material*, 32, 383-397.
- [64] Fallberg, Palmkvist, Edholm & Ingason (2004). *Övertrycksventilation kombinerad med skärsläckare*. Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund (SÄRF), SP Sveriges Provnings och Forskningsinstitut AB, Borås, Sverige.
- [65] Fallberg, Palmkvist, Hertzberg & Ingason (2010). *Skärsläckarkonceptets operativa användande*. Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund (SÄRF), SP Sveriges Provnings och Forskningsinstitut AB, Borås, Sverige.

- [66] Hagen (2004). *Grunnleggende brannteknikk*.
- [67] Nystedt (2011). 3150 *Verifying Fire Safety Design in Sprinklered Buildings*. Lund University,
- [68] INSTA (2012). *Fire Safety Engineering - Verification of fire safety design in buildings*. Norsk Standard,
- [69] (2008). *Eurokode 1: Laster på konstruksjoner; Del 1-2: Allmenne laster; Laster på konstruksjoner ved brann*. Norsk Standard,
- [70] (2009). 520.333 *Byggdetaljblad: Brannenergi i Bygninger - Beregninger og statistiske verdier*, SINTEF Byggforsk.
- [71] Steen-Hansen *Presentasjon om brannstart; brann og risikoanalyse*.
- [72] (2009). *Faste brannslukkesystemer; Automatiske sprinklersystemer; Dimensjonering, installering og vedlikehold*. Norsk Standard,
- [73] (2009). *Boligsprinkler - Dimensjonering, installering og vedlikehold*. Norsk Standard,
- [74] (2011). *Faste brannslukkesystemer - Vanntåkesystemer - Dimensjonering og installering*. Norsk Standard,
- [75] Kaasa (2009). *Dokumentasjon av sikkerhet ved bruk av trykkluftskum (CAFS) i røykdykkerinnsats for norske brannvesen*. Søndre Follo Brannvesen IKS,
- [76] Lieu (1998). Limitations and proper use of the Hazen-Williams equation. *Journal of Hydraulic Engineering*, 124, 951-954.
- [77] Myhr (1999). *Vannføring og trykktap del 5 av 6* [Online]. brannmannen.no. Available: <http://www.brannmannen.no/arkiv/1999.aspx?PID=54&M=NewsV2&Action=1&NewsId=1501> [Accessed].
- [78] *Tema Vannforsyning*, Inn-Trøndelag Brannvesen.
- [79] Hyeong-Jin Kim (2000). *HEAT RELEASE RATES OF BURNING ITEMS IN FIRES*, American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- [80] Raj (2008). A review of the criteria for people exposure to radiant heat flux from fires. *Journal of Hazardous Materials*, 159, 61-71.
- [81] *Life-threatening components of fire - Guidelines for the estimation of time to compromised tenability in fires*,
- [82] M.K. Donnelly (2006). *Thermal Environment for Electronic Equipment Used by First Responders*, National Institute of Standards and Technology.
- [83] *Fire Fighting Protective Clothing - EN 469:2005*, ALWIT GmbH.
- [84] Brandschutzes (2010). *Technischer Bericht DRUCKLUFTSCHAUM (DLS)*.
- [85] DiNenno (2002). *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, SFPE & NFPA.
- [86] *Sanitærreglement del 1*, Trondheim Kommune, Trondheim. Lastet ned 13.september 2013 fra <http://www.trondheim.kommune.no/content/1117716845/Sanitarreglement-del-1>.
- [87] Myhr (2011). *Vannføring og trykktap del 6 av 6* [Online]. Available: <http://www.brannmannen.no/arkiv/fag-og-presentasjoner.aspx?PID=40&M=NewsV2&Action=1&NewsId=139> [Accessed].
- [88] Guttu (2005). *Norsk Ordbok*, Kunnskapsforlaget Aschehoug og Gyldendal.

A Brannvesenets rapporteringssystem, rapport om hendelser

Tabell A- 1 Benyttet slukkemiddel fordelt på vannkilde. Fra Brannvesenets rapporteringssystem, rapport om hendelser.

	Vannkilde								Total
		Bilens tank	Bilens tank;Kum/hydrant	Bilens tank;Åpen kilde	Bilens tank;Åpen kilde;Kum/hydrant	Kum/hydrant	Åpen kilde	Åpen kilde;Kum/hydrant	
Benyttet slukkemiddel	8163	231	32	7	0	13	5	0	8451
Annet	1673	90	7	0	0	3	1	0	1774
Pulver	2633	142	4	0	0	5	2	0	2786
Pulver;Annet	161	6	0	0	0	1	0	0	168
Pulver;Skum	18	5	0	0	0	0	1	0	24
Pulver;Skum;Annet	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Skum	112	18	3	0	0	1	0	0	134
Skum;Annet	10	4	0	0	0	0	0	0	14
Vann	3074	10291	4844	1174	249	767	413	34	20846
Vann;Annet	230	146	48	4	5	12	9	0	454
Vann;Pulver	496	1509	261	53	17	52	39	6	2433
Vann;Pulver;Annet	27	37	9	3	1	6	1	0	84
Vann;Pulver;Skum	7	37	17	5	0	2	1	0	69
Vann;Pulver;Skum;Annet	0	1	2	0	0	0	0	0	3
Vann;Skum	46	270	261	39	29	25	7	1	678
Vann;Skum;Annet	3	3	9	2	2	0	0	0	19
Total	16654	12791	5497	1287	303	887	479	41	37939

Tabell A- 2 Hva slokket brannspredningen? Fra Brannvesenets rapporteringssystem, rapport om hendelser.

	Antall
	2
Brønn slokket ved bygningstekniske tiltak	2
Brønn slokket ved bygningstekniske tiltak; Bygningen brant ned	1
Brønn slokket ved bygningstekniske tiltak; Innsats eier/eget personell	29
Brønn slokket ved bygningstekniske tiltak; Slokket av seg selv	2
Brannvesenets innsats	75
Brannvesenets innsats; Brønn slokket ved bygningstekniske tiltak	13
Brannvesenets innsats; Brønn slokket ved bygningstekniske tiltak; Bygningen brant ned	1
Brannvesenets innsats; Brønn slokket ved bygningstekniske tiltak; Innsats eier/eget personell	13
Brannvesenets innsats; Bygningen brant ned	3
Brannvesenets innsats; Innsats eier/eget personell	12
Brannvesenets innsats; Slokket av seg selv	1
Innsats eier/eget personell	41
Innsats eier/eget personell; Slokket av seg selv	2
Slokket av seg selv	24
Sum	221

B Spørreundersøkelse – Brannvesenets erfaringer med manglende sløkkevann

Er din stilling som brannsjef heltid eller deltid?

- (1) Heltid
(2) Deltid

Er du brannsjef i 1 eller flere kommuner?

- (1) 1 kommune
(2) Flere kommuner

Hvilke av følgende sløkkemetoder benytter ditt brannvesen?

(Flere svar mulig)

- (1) Vanlige strålerør
(2) Høytrykksstrålerør
(3) Tåkespyd
(4) Skjærslokker
(5) Pulverbomber
(6) Skum
(7) Annet, spesifiser _____

Hvor mange ganger har begrenset tilgang til sløkkevann fra vannettet i brannvernregionen ført til problemer i de forskjellige typer områder siste fem år?

(Kryss av for aktuelle alternativ og skriv inn omtrentlig antall):

- (1) Ingen / ikke problem siste fem år
(2) Tettbebyggelse (Innsatstid 10 min): _____
(3) Tettsted (Innsatstid 20 min): _____
(4) Utenfor tettsted (Innsatstid 30 min): _____
(5) Ikke sikker

Hvilke problemer har dere opplevd med tanke på begrenset tilgang til sløkkevann fra vannettet i brannvernregionen?

(Flere svar mulig)

- (1) Vannettet hadde ikke forskriftsmessig kapasitet
(2) Vannettet hadde forskriftsmessig kapasitet, men av andre grunner var/oppstod det mangel på vann
(3) Brannkum for langt unna inngang til hovedangrepsvei til å kunne benyttes
(4) Brannkum ikke tilgjengelig (manglende brøyting, frosset etc.)
(5) Brannen var for stor for å bekjempes med de tilgjengelige kummene (selv om kummene var forskriftsmessig plassert og dimensjonert)
(6) Automatisk sløkkeanlegg brukte for mye vann til at brannvesenet kan iverksette sin innsats
(7) Annet, spesifiser _____
(8) Ikke sikker

Hva er eventuelt gjort av tiltak?

(Flere svar mulig)

- (1) Spilt inn i plan- og ROS-prosesser
- (2) Kjøpt utstyr (tankbiler, slukkeutstyr etc.)
- (3) Innarbeidet i øvelser
- (4) Gjort endringer i brannvesenets beredskapsplan
- (5) Annet _____
- (6) Ingen tiltak
- (7) Ikke sikker

I hvilken grad mener du at begrenset tilgang til sløkkevann fra vannettet i din brannvernregion er et problem?

- (0) Ikke i det hele tatt
- (1) I liten grad
- (2) Verken eller
- (3) I noen grad
- (4) I stor grad

Har ditt brannvesen siste to år gjennomført øvelser der begrenset tilgang til sløkkevann inngikk i øvelsen?

- (1) Ja
- (2) Nei
- (3) Ikke sikker

Finnes det en oversikt over automatiske sløkkeanlegg i din brannvernregion?

- (1) Ja, dette finnes for alle automatiske sløkkeanlegg
- (2) Ja, men ikke for boligsprinkler
- (3) Nei
- (4) Ikke sikker

Finnes det, i din brannvernregion, kommunale krav til at automatiske sløkkeanlegg skal fungere samtidig som brannvesenet utfører sløkkeinnsats?

- (1) Ja
- (2) Ja, i noen kommuner
- (3) Nei
- (4) Ikke sikker

Er tilgang på sløkkevann behandlet i noen av følgende prosesser?

	Ja	Ja, i noen kommuner	Nei	Ikke sikker
Kommunal beredskapsplan	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Kommunal ROS-analyse	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Kommuneplanens arealdel	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Reguleringsplaner	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Byggesaker	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>
Brannvesenets ROS-analyse	(1) <input type="checkbox"/>	(2) <input type="checkbox"/>	(3) <input type="checkbox"/>	(4) <input type="checkbox"/>

Brannvesenets beredskapsplan (1) (2) (3) (4)
Objektplaner (1) (2) (3) (4)

Er noen av følgende kompenserende tiltak behandlet i en eller flere av disse prosessene?
(Flere svar mulig)

- (1) Utbedring av vannettet
- (2) Innkjøp av ny tankbil
- (3) Styring av vannleveranse
- (4) Utbygging av (høyde-)basseng
- (5) Annet spesifiser: _____
- (6) Nei, ingen kompenserende tiltak behandlet
- (7) Ikke sikker

I hvilken grad har ditt brannvesen en aktiv rolle i forhåndskonferanser når det gjelder slokkevannskapitet?

- (0) Ikke i det hele tatt
- (1) I liten grad
- (2) Verken eller
- (3) I noen grad
- (4) I stor grad
- (5) Det arrangeres ikke forhåndskonferanse
- (6) Ikke sikker

I hvilken grad har ditt brannvesen en aktiv rolle i byggesaker når det gjelder slokkevannskapitet?

- (0) Ikke i det hele tatt
- (1) I liten grad
- (2) Verken eller
- (3) I noen grad
- (4) I stor grad
- (5) Ikke sikker

Hva mener du om kravet til vannkapasitet for slokkevann på minst 20 l/s i småhusbebyggelse?

(Ref. Veiledning til forskrift om brannforebyggende tiltak, §5-4, Vannforsyning samt Veiledning til TEK 10, § 11-17, preaksepterte ytelser – vannforsyning)

- (1) Det er mer enn nok
- (2) Det er tilstrekkelig, ønsker ingen forandring
- (3) Det er for lite
- (4) Har ingen synspunkter på kravet til vannkapasiteten

Hva mener du om kravet til vannkapasitet for slokkevann på minst 50 l/s fordelt på t uttak, i annen bebyggelse enn småhusbebyggelse?

(Ref. Veiledning til forskrift om brannforebyggende tiltak, §5-4, Vannforsyning samt Veiledning til TEK 10, § 11-17, preaksepterte ytelser – vannforsyning)

- (1) Det er mer enn nok

- (2) Det er tilstrekkelig, ønsker ingen forandring
- (3) Det er for lite
- (4) Har ingen synspunkter på kravet til vannkapasiteten

Hva mener du om kravet til at brannkum / hydrant må plasseres innenfor 25-50 meter fra inngangen til hovedangrepsvei?

(Flere svar mulig)

(Ref. TEK 10 § 11-17, preaksepterte ytelser vannforsyning)

- (1) Det er tilstrekkelig, ønsker ingen forandring av dette kravet
- (2) Nedre grense er for kort avstand. Angi hva minimumsavstand burde være (i meter fra hovedangrepsvei): _____
- (3) Øvre grense er for lang avstand. Angi hva maksimumsavstand burde være (i meter fra hovedangrepsvei): _____
- (4) Har ingen synspunkter på plassering av brannkum / hydrant.

Har du ytterligere kommentarer i forbindelse med brannvesenets tilgjengelighet på sløkkevann vil vi gjerne ha din tilbakemelding.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no