



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Utvikling av metode for valg av automatiske slokkeanlegg



Foto: Øystein Franck-Nielsen/ Østre Porsgrunn kirke nedbrent 2011

Bacheloroppgave utført ved Høgskolen Stord/ Haugesund – Avd. Haugesund Studie for ingeniørfag

Studieretning: Branningeniør

Av:
Martin Holm Nøttveit
Øyvind Øvland
Emmanuel Eriksson

Kandidat nr. 2
Kandidat nr. 15
Kandidat nr. 17

BACHELORPROSJEKT

Studentenes navn: Øyvind Øvland
Martin Nøttveit
Emmanuel Eriksson

Linje & studieretning Brann, sikkerhetsingeniør

Oppgavens tittel: *Utvikling av metode for valg av automatiske slokkeanlegg*

Oppgavetekst:

Automatiske slokkeanlegg har vært benyttet som et brannsikringstiltak i bygninger i over 100 år. Markedet og systemene er i stadig utvikling. Blant aktørene i bransjen er det mange meninger rundt valg av type automatisk slokkeanlegg, og hvor de ulike systemtypene er best egnet.

Kan bruk av Delphi metoden, gi en god fagkyndig vurdering for å bedømme valg av hvilke automatisk slokkeanlegg som er best egnet for boligbygninger (risikoklasse 4), omsorgsboliger (risikoklasse 6) og verneverdige bygg?

Denne oppgaven skal kartlegge hvilke premisser som er avgjørende når det skal velges type automatisk slokkeanlegg. Oppgaven skal benytte Delphi metoden, hvor det etableres ett panel av eksperter som skal bidra med sine meninger på temaet. Oppgaven vil også kartlegge hvor bransjen er på vei.

Endelig oppgave gitt: Onsdag 2. mars 2016

Innleveringsfrist: Onsdag 4. mai 2016 kl. 12.00

Intern veileder: Kristian Grimstvedt

Ekstern veileder: Jostein Breivik, SBS Consult

Godkjent av studieansvarlig:
Dato:

J.C. Lundberg
15/4 - 16



Høgskolen Stord/Haugesund
 Studie for ingeniørfag
 Bjørnsonsgt. 45
 5528 HAUGESUND
 Tlf. nr. 52 70 26 00
 Faks nr. 52 70 26 01

Oppgavens tittel Utvikling av metode for valg av automatiske slokkeanlegg		Rapportnummer (Fylles ikke ut)
Utført av Emmanuel Eriksson Øyvind Øvland Martin Nøttveit		
Linje Sikkerhet, Brannteknikk		Studieretning Ingeniørfag
Gradering Åpen / Konfidensiell	Innlevert dato	Veiledere Kristian Grimstvedt, HSH Jostein Breivik, SBS Consult

Ekstrakt:

Automatiske slokkeanlegg har eksistert og vært benyttet som brannsikringstiltak i bygg i over 100 år. Tradisjonelt er det sprinkleranlegg som har vært benyttet, men de siste årene har nye alternativer kommet på markedet. Med en stadig utvikling av de ulike slokkeanleggene har anvendelsesområdene for de ulike anleggene blitt bredere.

Ved flere valgmuligheter har dette medført en naturlig problemstilling, om hvor de forskjellige automatiske slokkeanleggene er best egnet for de respektive bygninger; boligbygg (risikoklasse 4), omsorgsboliger (risikoklasse 6) og vernede- og fredede bygg.

Ved bruk av delphimetoden, har et panel blitt opprettet bestående av eksperter med bred kompetanse innenfor brannsikkerhet og automatiske slokkeanlegg. Denne metoden tillot ekspertene å gå gjennom et oppsett av ulike runder med individuelle problemstillinger. Disse rundene bygget videre på hverandre mot det endelige spørsmålet om hvilket slokkeanlegg som er best egnet for de aktuelle byggtypene. Med underlag fra dette ekspertpanelet, har det i tillegg vært en målsetning å undersøke hvilke kriterier som er viktigst å legge til grunn for valget av automatiske slokkeanlegg. På bakgrunn av de kriteriene som framkom ble det utarbeidet en prioriteringsliste for hver av de enkelte byggtypene, hvor kriteriene ble rangert etter grad av viktighet.

Rapporten konkluderer med at sprinkleranlegg vil være det best egnede anlegget for omsorgsboliger og boligbygg. Det blir også konkludert at for bruk i verneverdige og fredede bygg vil et anlegg bestående av gass eller vanntåke i utgangspunktet være å foretrekke.

Forord

Denne bachelorrapporten markerer avslutningen på en treårig branningeniørutdanning på Høgskolen i Stord/Haugesund. Arbeidet som presenteres i denne rapporten ble planlagt under høstsemesteret 2015, og blitt gjennomført gjennom våren 2016. Bachelorrapporten skal ha en arbeidsmengde og bredde som tilsvarer 15 studiepoeng, og er oppbygget bevisst for at studenter skal kunne bruke deres profesjonelle kunnskaper ved å fordype seg innenfor et valgt tema.

Rapporten er rettet mot personer med noen forkunnskaper om temaet.

Valget av automatiske slokkeanlegg er et tema som kommer til å bli mer aktuelt med tiden som kommer. Med en stadig utvikling av ulike varianter automatiske slokkesystem har valgmulighetene og egenskapene til de forskjellige anleggene blitt både større og mer krevende. Dette har skapt en naturlig utfordring for alle som arbeider med brannsikring og rundt valget av det ”rette” systemet. Dette framkom tydelig på et seminar arrangert av Brannfaglig Fellesorganisasjon (BFO) i februar 2016 som omhandlet forskjellige typer automatiske slokkeanlegg. Denne bacheloroppgaven er tenkt som et startprosjekt på en videre forskning av temaet, og det siste rapporten ser på er mulige utbedringer og forslag til en videre utvikling av metoden for valg av automatiske slokkeanlegg.

Muligheten til å forske på et emne som er så relevant ift. hva vi ønsker å jobbe med i fremtiden, har vært både engasjerende og utfordrende. Denne bacheloroppgaven har gitt oss muligheten til å møte mange interessante mennesker, som i dag er nøkkelpersoner innen brannsikringens miljøet i Norge. Prosjektet har også vært kunnskapsgivende og gitt oss et innblikk i noen av de problemstillingene vi kommer til å møte i framtiden.

Vi har lært mye under arbeidet med dette hovedprosjektet, men mye hadde ikke vært mulig uten hjelpen og støtten vi har fått underveis. Vi ønsker spesielt å takke:

- Våre veiledere Kristian Grimstvedt og Jostein Breivik for gode innspill og kritiske tilbakemeldinger.
- HSH, Jan Hantho og Eivind Moen for muligheten til å delta på seminar.
- BFO for et spennende og lærerikt seminar.
- Stefan Andersson for hjelp til innhenting av ressurser.
- Ragnhild Øvland for korrekturlesing.
- Arne Kristian Øvland for din hjelp som kontaktperson i brannvesenet
- Alle delhipaneldeltakere for deres uvurderlige tilbakemeldinger, uten dere hadde dette ikke vært mulig.
- Våre familier som har støttet oss gjennom hele vår utdanning.

Haugesund
4.mai 2016

Emmanuel Eriksson

Martin Nøttveit

Øyvind Øvland

Innholdsliste

Forord	III
Figurliste.....	VII
Tabellista	VIII
Definisjoner	IX
Sammendrag	XI
1. Innledning.....	1
1.1. Bakgrunn	1
1.2. Formål og problemstilling	1
1.3. Forutsetning og begrensninger	2
2. Brannteori.....	3
2.1. Brannkjemi	3
2.1.1. Brannelementene	4
2.3. Varmetransport.....	6
2.3.1. Konduksjon (varmeledning).....	6
2.3.2. Konveksjon (varmestrøm).....	6
2.3.3. Stråling	6
2.4. Klassifisering av branner.....	6
3. Automatiske slokkeanleggs-teori	8
3.1. Hensikten med automatiske slokkeanlegg	8
3.2. Sprinkleranlegg	8
3.2.1. Mekanisme for slokking og undertrykking	9
3.2.2. Svakheter med vann som brannsløkkingsmiddel	9
3.2.3 Typer av sprinkleranlegg.....	9
3.2.4 Dokumentasjon for anvendelse av sprinkleranlegg.....	10
3.3. Vanntåkeanlegg	12
3.3.1. Mekanisme for slokking og undertrykking	12
3.3.2. Svakheter med vanntåkeanlegg	14
3.3.3. Typer av vanntåkeanlegg	14
3.3.4. Dokumentasjon for anvendelse av vanntåkeanlegg	14
3.4. Gassanlegg	14
3.4.1. Miljøhensyn.....	15
3.4.2. Generell oppbygning av et gassanlegg.....	16
3.4.3. Inergen.....	16
3.4.4. Argonite.....	17
3.4.5. Novec 1230	17
3.4.6. Mekanisme for slokking.....	17

3.4.7 Svakheter ved et gassanlegg.....	17
3.4.8. Dokumentasjon for bruk av gassanlegg	18
3.5. Regelverk som stiller krav til automatiske sløkkeanlegg	19
3.5.1. Krav fra forskriften om tekniske krav til byggverk (TEK 10)	19
3.5.2. Krav fra brann og eksplosjonsvernsløven	19
4. Delhipanel teori	21
4.1. Delhipanel prosessen.....	21
4.2. Delhipanel egenskaper	22
5. Metode.....	23
5.1. Forarbeid	23
5.1.2. Kriterier for panel	23
5.1.3. Valgt løsning	23
5.1.4. Fordeler og ulemper ved valgt løsning.....	24
5.1.5. Antall eksperter	24
5.1.6. Valg av eksperter.....	24
5.1.7. Deltagernes standpunkt	25
5.2. Design av delhipanel	26
5.2.1. Oppsett av delhipanelet	26
5.2.2. Oppbyggingen av undersøkelsen	26
5.3. Stilte spørsmål under delphiundersøkelsen	27
5.3.1. Bakgrunn og hensikt for stilte spørsmål.....	27
5.3.2. Runde 1 – Kriterier bak valg av automatisk sløkkeanlegg.....	28
5.3.3. Runde 2 – Prioritering av faktorene bak valget av automatisk sløkkeanlegg	28
5.3.4. Runde 3 – Valg av automatisk sløkkeanlegg	29
5.3.5. Runde 4 – Valg av automatisk sløkkeanlegg/ fortsettelse av debatt	30
5.3.6. Runde 5 – Diskusjon av resultat så langt	31
5.3.7. Runda 6 – Hvor er bransjen på vei	32
6. Resultat.....	33
6.1. Runde 1: Kriterier for valg for valg av automatisk sløkkeanlegg	33
6.1.1. Upartisk oppsummering Runde 1	34
6.2. Runde 2: Prioritering av faktorer for valg av automatisk sløkkeanlegg	34
6.2.1. Prioritering av faktorer for boligbygg i RKL 4	34
6.2.2. Prioritering av faktorer for omsorgsboliger i RKL 6	35
6.2.3. Prioritering av faktorer for verneverdige og fredede bygg	36
6.2.4. Upartisk oppsummering Runde 2.....	37
6.3. Runde 3-4: Valg av automatisk sløkkeanlegg.....	38
6.3.1. Upartisk oppsummering Runde 3-4	38

6.4. Runde 5: Revidering av resultat	39
6.4.1. Upartisk oppsummering Runde 5	39
6.5. Runde 6: Hvor er bransjen på vei?	39
6.5.1. Upartisk oppsummering av runde 6	40
7. Diskusjon.....	41
7.1. Prioriteringslisten	41
7.2. Sprinklerbeskyttelse av boligbygg og omsorgsboliger	44
7.2.1. Pålitelighet till ett sprinklersystem	46
7.2.2. Personsikkerhet ved et sprinkleranlegg	49
7.3. Vernede og fredede bygg	53
7.3.1. Sekundærskader i verneverdige og fredede bygg	54
7.3.2. Vernede og fredede kirker	56
8. Feilkilder	58
8.1. Anonymitet	58
8.2. Misforståelse rundt spørsmålsformulering	58
8.3. Tidsfaktor	58
9. Fremtidig arbeid	59
10. Konklusjon	60
Referanser.....	61
Vedlegg A – Upartiske oppsummeringer fra delphiundersøkelsen	63
Vedlegg B – Utdrag fra rundene av delphiundersøkelsen.....	67
Vedlegg C – Skikk og bruk for delhipanelet.....	87

Figurliste

Figur 1 - Branntetraeder illustrer de forskjellige elementene som inngår i en brann (Gustav B, digital).....	3
Figur 2 - Figuren viser den brennbare blandningen for LEL og UEL for metan (medtillatelse fra Bjarne Christian Hagen)	4
Figur 3 - De tre aggregattilstandene med tilhørende faseoverganger.	5
Figur 4 - Figuren illustrerer de ulike klassifiseringene av branner [4].....	7
Figur 5 - Illustrasjon av et sprinklerhode montert på et rørrnettverk (rettigheter fra Vårt Land).	8
Figur 6 - Tegning av et klassisk oppsett av et våtanlegg (rettigheter fra Sprinklerpartner AS). 9	9
Figur 7 - Tegningen av et klassisk tørranlegg (rettigheter fra Sprinklerpartner AS).	10
Figur 8 – Illustrerer oppbygningen av en flaskebank (Rettigheter fra Fire Eater AS).....	15
Figur 9 - Viser oppbygningen av et generelt gassanlegg og tilhørende deler	16
Figur 10 - Forsiden til nettsiden for den valgte løsningen	23
Figur 11 - Illustrasjon over de tre prioriteringslistene for de spesifikke byggene.	30
Figur 12 - Illustrerer prioriteringen av de forskjellige kriteriene for boligbygg	34
Figur 13 - Illustrerer prioriteringen av de forskjellige kriteriene for omsorgsboliger.....	35
Figur 14 - Illustrerer prioriteringen av de forskjellige kriteriene for verneverdige og fredete bygg.	36
Figur 15 - Generell livssyklus kostnader for et inert sløkkeanlegg [20].....	43
Figur 16 - Påliteligheten for sprinkleranlegg samt påliteligheten for et AFS system, (vanntåke, gass, skum) etter den britiske standarden, PD 7974-7:2003 [22].....	47
Figur 17 - Statistikk grunnlaget for sprinkleranlegg for omsorgsboliger fra NFPA: U.S. experience with sprinklers [23]	47
Figur 18 - Statistikk grunnlaget for sprinkleranlegg for boligbygg fra NFPA: U.S. experience with sprinklers [23]	48
Figur 19 - Statistisk bakgrunn for feilkilder på sprinkleranlegg i generelle boligbygg fra NFPA: U.S. experience with sprinklers [23].....	48
Figur 20 - Plantegning over første etasje for Bergsens bo- og servicesenter [24].....	50
Figur 21 - illustrerer tilstanden i områdene under brannscenarioet for brann i soverom og stuen [24].....	51
Figur 22 - Illustrerer tilstanden i de ulike områdene under brannscenario i felleskjøkkenet [24]	51
Figur 23 - illustrerer dødshyppigheten før og etter strengere tiltak for brandsikring ble iverksatt i Vancouver [24].....	52
Figur 24 - Illustrerer modellanalysen bak løsning for en problemstilling [26].....	55
Figur 25 – Riksantikvarens statistikk for innvendig beskyttelse med type automatisk sløkkeanlegg, vernede og fredede bygg [30].....	56
Figur 26 – Riksantikvarens statistikk for utvendig beskyttelse med type automatisk sløkkeanlegg, vernede og fredede bygg [30].....	57

Tabellista

Tabell 1 - Typer automatiske slokkeanlegg	2
Tabell 2 - Type boligsprinkler mot tiltenkt anvendelsesområde [11]	11
Tabell 3 - Type fare klassifisering for type anvendingsområde [12]	11
Tabell 4 - GWP sammenheng mellom anleggene sett opp mot klimaskadelige Halon 1301 ..	15
Tabell 5 - Oversikt over antall eksperter og deres kjennetegn.	25
Tabell 6 - Oversikt over runder og deres formål	28
Tabell 7 - Kriterier og deres kjennetegn.....	33
Tabell 8 - Prioritering av kriterier for boligbygg	35
Tabell 9 - Prioritering av kriterier for omsorgsboliger.....	36
Tabell 10 - Prioritering av kriterier for vernede og fredede bygg	37
Tabell 11 - Prioriteringslistene for samtlige byggtyper	42
Tabell 12 - Investerings kostnader for sprinkleranlegg satt opp mot et inertanlegg	43
Tabell 13 - Kriterier for kritisk tilstand [24]	50
Tabell 14 - Konsentrasjon av inert gas sett opp mot tilgjengelig oppholdstid [16]	53

Definisjoner

Definisjoner på begrep anvendt i denne bachelorrapport i alfabetisk rekkefølge.

Adiabatisk:	En prosess som skjer uten utveksling av varme eller masse med omgivelsene.
Aggregat tilstand:	Tilstand stoffer/materialer kan opptre i.
Akseptkriterier:	Kriterier som legges til grunn for beslutninger om akseptabel risiko.
ARK:	Arkitekt.
Assurandør:	Forsikringsgiver, den som påtar seg assurance og overtar risikoen, i motsetning til forsikringstager.
Automatisk fredet:	Kulturminner fra oldtid og middelalder (inntil år 1537).
BF85:	Byggeforskrift 85.
Brannenergi:	Summen av varmemengde som frigis ved forbrenning av alle faste og mobile brennbare materialer i et område.
Clean agent:	Gass som fordamper lett og etterlater seg ingen rester.
CO:	Karbonmonoksid.
Deposisjon:	Prosess hvor et stoff går direkte fra gassform til fast stoff.
Flaskebank:	Lagringsplass for slokkegass.
Forbrenningsprosess:	Forbrenningsprosessen er en kjemisk reaksjon hvor drivstoff og en oksygen reagerer å danne varme.
Forbrenningssone:	Området der blandingsforholdet mellom brennbar gass og luft er slikt at det pågår en forbrenning.
Frie radikaler:	Reaktive, elektrisk ladde deler av et molekyl.
Grått legeme:	Et objekt som absorberer stråling og reflekterer en mindre andel av strålingen tilbake.
Halon gass:	Fellesbetegnelse på slokkegasser som inneholder ulike halogener.
Inertisering:	Inertisering er prinsippet om tilsetning av en inert gass slik som nitrogen for å oppnå en ikke- brennbar atmosfære.
Katalytisk prosess:	Den prosessen hvor visse stoffer øker eller nedsetter hastigheten av kjemiske reaksjoner, uten selv å inngå i utgangsstoffene eller reaksjonsproduktene, og også uten å bli oppbrukt eller forandret.

Kjemisk spalting:	Deling av en cellekjerne til lettere cellekjerener.
Kompartmental skala:	Et begrep som tar for seg et større område.
Kost- nytte analyse:	Kostnad-nytte-analyse er en økonomisk analyseteknikk for vurdering av den samfunnsøkonomiske lønnsomhet av et prosjekt.
Latent fordampningsvarme:	Varmen som må til for å oppnå faseovergangen fra væske til damp.
LEL:	Nedre brennbarhetsgrense. Laveste konsentrasjon av brennbar gass/damp i luft som er tilstrekkelig for antennelse med etterfølgende flammeutbredelse gjennom blandingen uten tilførsel av energi utenfra.
NFPA:	National Fire Protection Association.
Potens:	En potens er en funksjon av et grunntall opphøyd i en eksponent.
Ppm:	Parts per million.
Pyrolyse:	Irreversibel kjemisk spalting av et stoff under påvirkning av varme.
Reaktant:	Stoff som forbrukes i en kjemisk reaksjon.
RIBr:	Bannsikkerhetsrådgiver.
Risikoaversjon:	Risikoaversjon er motvilje til å ta risiko.
RKL:	Risikoklasse. Kategori av byggverk, eller ulike bruksområder i et byggverk, ut fra den trussel en brann kan innebære for skade på liv og helse.
RKL 4:	Risikoklasse 4.
RKL 6:	Risikoklasse 6.
ROS-analyse:	Risiko og sårbarhetsanalyse.
Spesifikk varmekapasitet:	Et materials evne til å ta opp varme.
Sublimasjon:	Faseovergangen direkte fra fast form til gassform uten å gå via flytende form.
UEL:	Øvre brennbarhetsgrense. Høyeste konsentrasjon av brennbar gass/damp i luft som er tilstrekkelig for antennelse med etterfølgende flammeutbredelse gjennom blandingen uten tilførsel av energi utenfra.
Tilgjengelig rømningstid:	Tilgjengelig rømningstid er tiden fra en brann oppstår til forholdene blir kritiske.

Sammendrag

Automatiske slokkeanlegg har eksistert og vært benyttet som brannsikringstiltak i bygg i over 100 år. Tradisjonelt er det sprinkleranlegg som har vært benyttet, men de siste årene har nye alternativer kommet på markedet. Med en stadig utvikling av de ulike slokkeanleggene har anvendelsesområdene for de alternative anleggene blitt bredere.

Ved flere valgmuligheter har dette medført en naturlig problemstilling, om hvor de forskjellige automatiske slokkeanleggene er best egnet. I dag finnes det en segmentering i bransjen hvor de forskjellige grupperingene innehar delte synspunkter rundt dette valget. Det er derfor klart at en metode bør utarbeides, der de forskjellige grupperingene får delt sine synspunkter på en fagkyndig og strukturert måte. Denne rapporten omhandler valget av automatiske slokkeanlegg til bruk i boligbygg (RKL 4), omsorgsboliger (RKL 6) og verneverdige og fredede bygg. Det ble også undersøkt hvordan valget av automatiske slokkeanlegg vil utvikles i fremtiden.

Ved bruk av delphimetoden, har et panel blitt opprettet bestående av eksperter med bred kompetanse innenfor brannsikkerhet og automatiske slokkeanlegg. Denne metoden tillot ekspertene å gå gjennom et oppsett av ulike runder med individuelle problemstillinger. Disse rundene bygde videre på hverandre mot det endelige spørsmålet om hvilket slokkeanlegg som er best egnet for de aktuelle byggtypene. Med underlag fra dette ekspertpanelet, har det i tillegg vært en målsetning å undersøke hvilke kriterier som er viktigst å legge til grunn for valget av automatiske slokkeanlegg. På bakgrunn av de kriteriene som framkom ble det utarbeidet en prioriteringsliste for hver av de enkelte byggtypene, hvor kriteriene ble rangert etter grad av viktighet.

Resultatene viste at prioriteringen av kriteriene var tilnærmet like for boligbygg og omsorgsboliger, hvor kriterier som pålitelighet og dokumentasjon hadde høyest betydning. Prioriteringslisten for verneverdige og fredede bygg var relativt lik med unntak av kriterier som sekundærskader og estetikk, som i denne sammenhengen ble mer vektlagt.

I denne bachelorrapporten ble det konkludert med at et sprinkleranlegg var å foretrekke med tanke på brannbeskyttelsen for både boligbygg og omsorgsboliger. Sprinkleranlegg viste seg å være best egnet for begge bygningene på bakgrunn av majoriteten av ekspertenes meninger, men også ift. prioriteringslisten som tok for seg hva ekspertene mente var de viktigste faktorene rundt valget av automatisk slokkeanlegg.

Ved valget av automatisk slokkeanlegg for verneverdige og fredede bygg, anså ekspertene slokkeanlegg basert på gass og vanntåke å være de beste alternativene. Dette valget representerte et klart flertall, og stemte overens med de viktigste faktorene i prioriteringslisten. Avgjørelsen ville være avhengig av det individuelle bygget, og hva som skulle beskyttes. Her bør en utføres en form for kost-nytte analyse for å kartlegge gjeldene akseptkriterier. Hvis akseptkriteriet rundt sekundære skader var strengt, ville et slokkeanlegg basert på gass være å foretrekke. Dersom akseptkriteriet rundt sekundære skader tillot vann som slokkemedium, stod en derimot mer fritt til å velge mellom de ulike anleggene.

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Automatiske slokkesystem har eksistert og blitt brukt til brannsikring av bygninger i over 100 år [1]. Tradisjonelt er det sprinkleranlegg som har vært benyttet, men de siste årene har nye alternativer kommet på markedet. Slokkeanlegg som vanntåke og gassanlegg har i nyere tid blandet seg mer inn i diskusjonen rundt valget av automatiske slokkeanlegg, da disse systemene i større grad er bygget rundt nyere teknologi. Dette har bidratt med en større debatt rundt bruken av disse anleggene, og hvilket anvendelsesområde disse systemene er egnet for. Situasjonen i dag er at det finnes alternativer til det tradisjonelle valget (sprinkler), og med den stadige utviklingen for de alternative systemene stilles det ofte spørsmålsteget om disse systemene er gode nok.

Produsenter har et klart ønske om å øke deres markedsandel, samtidig som rådgivende branningeniører ofte ser på automatiske slokkeanlegg som en av flere tiltak i et større system, for å oppnå tilstrekkelig nivå av brannsikkerhet. Resultatet av dette i dag er at det vil være utenkelig for mange bruksområder å løse brannsikkerheten uten å ha et automatisk slokkesystem. Dette kan sees opp mot de stadige strengere kravene til slike systemer i forskriftene, men også de gode erfaringsdataene et konvensjonelt sprinklersystem har opparbeidet seg igjennom årene. Ettersom de ”nyere” systemene ikke har den samme grad av dokumentasjon som et sprinklersystem, stilles det ofte spørsmål til hvilke kriterier som skal legges til grunn for å vurdere om et system er egnet for diverse bruksområder. Denne rapporten vil ta for seg de ulike kriteriene som inngår i valget, og vil videre utarbeide en metode for valget av automatisk slokkeanlegg.

1.2. Formål og problemstilling

Som nevnt i innledningen har utvikling av de ulike automatiske slokkeanleggene, satt et spørsmålsteget ved egnetheten til de ulike systemene for forskjellige bruksområder. Denne usikkerheten danner et mangfold av forskjellige meninger i brannsikkerhetsmiljøet. Det er derfor klart at en metode bør utarbeides, der de forskjellige grupperingene får delt sine synspunkter på en ordentlig og strukturert måte. Denne bachelorrapporten vil svare på de ulike problemstillingene presentert, ved hjelp av delphimetoden. Metoden vil omhandle bruken av et bredt spekter av eksperter for å svare på den aktuelle problemstillingen. Disse ekspertene vil være ledende personligheter i brannsikkerhetsmiljøet, og vil ha bred kunnskap rundt temaet. Ekspertene vil se på bruksområdene; boligbygg (RKL 4), omsorgsboliger (RKL 6) og vernede og fredede bygg, og vil se på hvilke kriterier som skal ligge til grunn for valget. Kriteriene vil tilslutt danne en bakgrunn for hva ekspertene anser som det best egnede systemet for de forskjellige bygningstypene. Metoden vil også ta for seg hvor ekspertene mener bransjen er på vei, samt hvordan valget av automatiske slokkeanlegg vil gjøres i framtiden.

1.3. Forutsetning og begrensninger

I dag eksisterer det mange forskjellige typer automatiske sløkkesystem på markedet. Denne oppgaven har begrenset seg til følgende typer automatiske sløkkeanlegg, se tabell 1.

Tabell 1 - Typer automatiske sløkkeanlegg

Sprinkleranlegg:
1. Tradisjonelle sprinklersystem NS-EN 12845
2. Boligsprinkler NS-INSTA 900-1
Vanntåkeanlegg:
1. Lavtrykksanlegg (opp til 12.5 bar)
2. Mediumtrykksanlegg (12.5 – 35 bar)
3. Høytrykksanlegg (over 35 bar)
"Clean Agent" gasanlegg:
1. Inergen
2. Novec 1230
3. Argonite

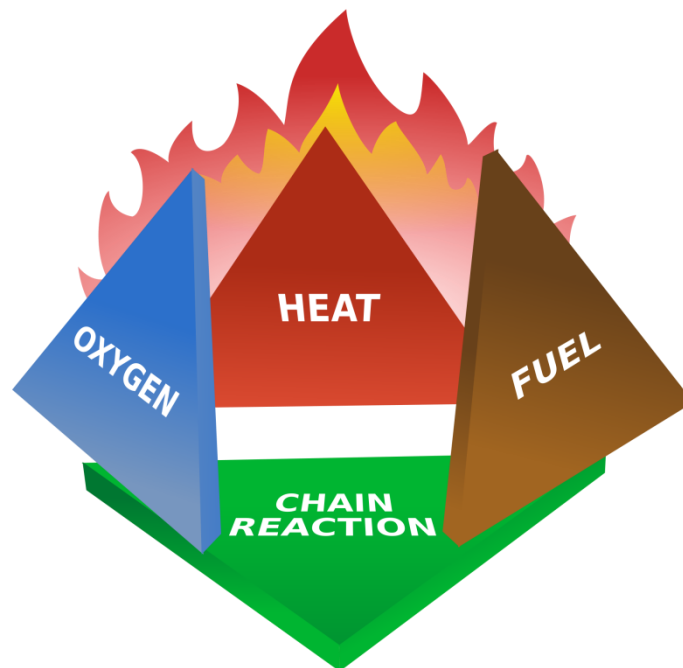
Som en ytterligere begrensning vil denne oppgaven bare ta for seg verneverdige- og fredede bygg, boligbygg (RKL 4) og omsorgsboliger (RKL 6) med krav til heldøgns/delvis bemanning. Rapporten tar ikke for seg omsorgsboliger eller pleieinstitusjoner der beboerne er selvstendige med fysiske egenskaper til å klare seg selv.

2. Brannteori

Teoridelen skal gi en grunnforståelse for fenomenet brann og dets kjennetegn. Det vil bli gitt en forklaring rundt kjemien, samt de ulike typene av brann som kan oppstå. Kapittelet tar for seg oppbygningen av en brann og forklarer videre de ulike brannelementene og varmestransportformene.

2.1. Brannkjemi

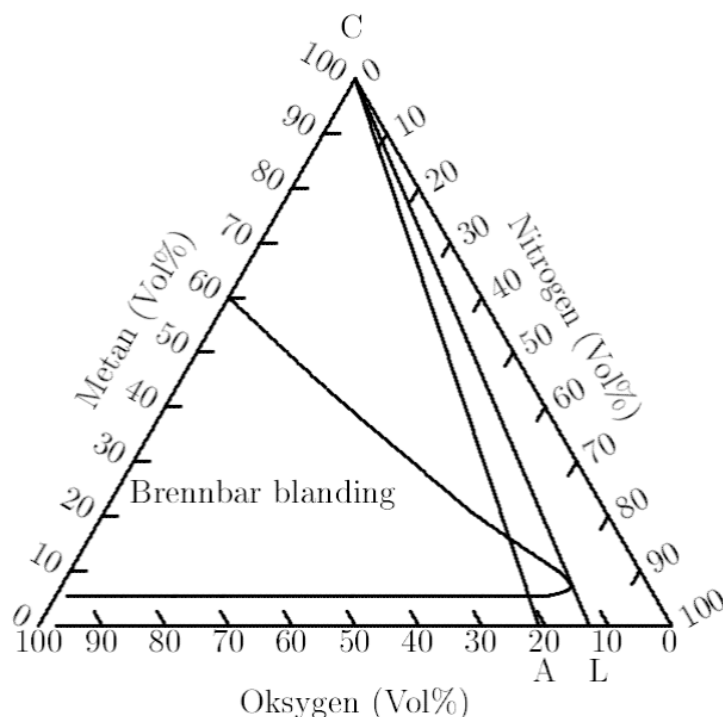
For å få en antennelse og en bærekraftig brann må det være en riktig blanding av brensel, oksygen og energi i forbrenningssonen. Ved å fjerne en av disse komponentene vil en brann slukke eller aldri antenne. Kjedereaksjonene som oppstår i en brann er også nødvendige for å opprettholde brannen. Disse fire elementene sammenlagt utgjør brannfirkanten. Dette er en utvidelse av den mer kjente branntrekanten (brensel, oksygen og energi), brukt i diverse brannkurs og lettere brannteknisk litteratur. I engelsk og amerikansk litteratur brukes terminologien branntetraeder (se figur 1) som bedre illustrerer rollen de kjemiske reaksjonene spiller i en forbrenning. [2] [3]



Figur 1 - Branntetraeder illustrer de forskjellige elementene som inngår i en brann (Gustav B, digital)

For å forstå teknikken bak automatiske slokkeanlegg og de forskjellige virkemidlene disse anleggene benytter ved slokking eller kontrollering av branner, er det viktig å kjenne til under hvilke omstendigheter en brann kan antenne og opprettholdes. En brann oppstår ved at et brensel oppnår en tilstrekkelig temperatur (antennelsestemperatur), og den omkringende oksygenkonsentrasjonen er innenfor antennelige grenser. Antennelsestemperaturen som er den laveste temperaturen det er mulig å få en antennelse ved, varierer fra gass til gass, og blir bestemt av komposisjonen eller oppbygningen til hver enkelt gass. Hver gass har også tilhørende nedre (LEL) og øvre (UEL) brennbarhetsgrenser. Disse grensene angir under hvilke konsentrasjoner en gass kan antenne. [2] [3]

Figur 2 nedenfor viser et eksempel på dette med metan som brensel. Konsentrasjoner av en gass, lavere enn LEL eller høyere enn UEL vil ikke kunne brenne.



Figur 2 - Figuren viser den brennbare blandingen for LEL og UEL for metan (medtillatelse fra Bjarne Christian Hagen)

UEL og LEL er temperatur- og trykkavhengig, dvs at grensene for UEL OG LEL endres ved endring av temperatur eller trykk. Dette eksempelet er ved normale tilstander, med romtemperatur og 1 atm trykk. Under disse forholdene vil den brennbare konsentrasjonen av metangass ligge mellom 5-15 %. [3]

Når det skal utvikles metoder for sløkking av brann, ligger fokuset på å finne en måte å fjerne de elementene som skal til for å opprettholde brannen. En brann sløkkes eller kontrolleres ved kvelning, kjøling, ved å forhindre de kjemiske kjedereaksjonene som forekommer i en brann, eller en kombinasjon av disse [2] [3]

2.1.1. Brannelementene

Dette underkapittelet tar for seg de 4 elementene som er involverte i en forbrenningsprosess.

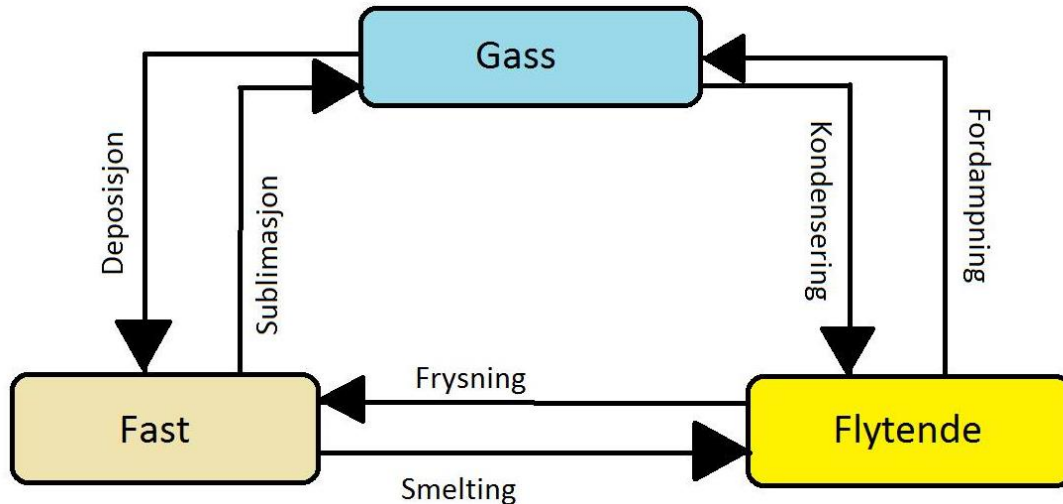
2.1.1.1 Brensel

Brensel kommer i flere varianter og tilstander. Brensel sammen med oksygen er reaktantene i en forbrenningsprosess. Brensel er stort sett karbonbaserte men et unntak er hydrogengass (H_2) [3]

Aggregat tilstand

Brensel finnes i 3 former, fast-, væske- og gassform. For at en flamme skal kunne starte og opprettholdes må brenselet være i gassform. Hvis brenselets startaggregattilstand er fast eller i væskeform må det gå gjennom en prosess for å omdannes til gassform som kan brennes direkte. Faste stoffer må som oftest smelte (til væskeform), og deretter fordampe (til

gassform) før en antennelse kan forekomme. Enkelte faste stoffer kan også gå rett fra fast form til gassform. Dette gjøres ved sublimasjon eller ved at brenselet gjennomgår en kjemisk spalting. Et eksempel på dette er treverk, som ved oppvarming vil gå direkte fra fast form til gass form som kan forbrennes. De ulike faseovergangene mellom aggregattilstandene illustreres i figur 3 nedenfor. [3] [2]



Figur 3 - De tre aggregattilstandene med tilhørende faseoverganger.

2.1.1.2 Energi

Som nevnt innledningsvis i dette kapittelet må det være en tilstrekkelig temperatur for at et brensel skal kunne antenne og holde en kontinuerlig flamme i forbrenningssonen. For at brannen skal opprettholdes er det viktig at det kontinuerlig frigis nok brennbar gass fra brenselet og inn til forbrenningssonen. Dette avhenger av at den eksisterende flammen gir fra seg nok energi til å opprettholde temperaturen i forbrenningssonen og å forvarme omliggende materialer til det punktet at ny brennbar gass blir tilgjengelig. I følge Bjarne Christian Hagens bok *Grunnleggende brannteknikk* (2004), må temperaturen i forbrenningssonen holdes rundt 1500-1600 K for å kunne opprettholde en forbrenning. [3]

2.1.1.3 Oksygen

Luft under normale forhold inneholder vanligvis 20.95 % oksygen. Oksygen er sammen med brenselet, hovedreaktantene i en forbrenning. Uten tilstrekkelig oksygenkonsentrasjon i forbrenningssonen vil en brann kveles og slokkes. De fleste stoffer vil ikke kunne opprettholde en forbrenning ved oksygenivåer lavere enn 15 %. Enkelte slokkeanlegg fokuserer på å redusere det omliggende oksygenivået ved å blande inn andre ubrennbare gasser ved en eventuell brann (inertisering). Disse gassene vil ikke inngå i den kjemiske prosessen og på denne måten hindre en forbrenning ved å stenge ute oksygenet. For disse slokkesystemene er det rettet oppmerksomhet rundt de fysiologiske konsekvensene på menneskekroppen i tillegg til miljøforurensing. [3] [2]

2.1.1.4 Kjedereaksjon

I kjemiske reaksjonsligninger blir ikke de mellomliggende prosessene som også er kalt kjedereaksjoner eller katalytiske-reaksjoner beskrevet. I de katalytiske prosessene finnes det frie radikaler (ioner, atomer og molekyler) som er nødvendige for å opprettholde en kjemisk prosess. Disse frie radikalene brukes ikke opp i reaksjonssonen. Enkelte slokkesystemer

introduserer atomer og ioner som binder seg til de frie radikalene og dermed bryter opp kjedereaksjonene som er nødvendig for å opprettholde en brann. [3]

2.3. Varmetransport

Et stort fokus for automatiske slokkeanlegg er å begrense spredningen av en brann. Varme transporteres hovedsakelig på tre måter:

- Konduksjon (varmeledning),
- Konveksjon (varmestrømning)
- Stråling

2.3.1. Konduksjon (varmeledning)

Varmespredning via konduksjon forekommer når et objekt blir varmet opp tilstrekkelig slik at varmen sprer seg gjennom materialet. Siden varme alltid vil gå mot kald side, blir det en naturlig transport av varme gjennom materialet. Varmeledning forekommer oftest i faste stoffer hvor frie elektroner overfører energien. I gass og væske er det kollisjoner mellom atomer og molekyler som overfører energi. Varmeledning vil være viktigst tidlig i et brannforløp hvor brannen er liten. [3]

2.3.2. Konveksjon (varmestrøm)

Varmetransport i form av konveksjon forekommer når en væske eller gass kommer i kontakt med et fast stoff og disse har ulike temperaturer. Røykspredning er et godt eksempel på konveksjon. På grunn av trykkforskjeller vil en røyk spre seg rundt i et bygg, og den varme røyken kan varme opp faste materialer i andre deler av bygget som kan lede til antennelse.







Det finnes to typer konveksjon, tvungen og naturlig. Tvungen konveksjon forekommer ved at fluidet blir påvirket av en ytre kraft f.eks. en vifte. Naturlig konveksjon skjer ved hjelp av temperatur- og tetthetsforskjeller i luften. Varm luft (f.eks. røyk) har lavere tetthet enn kald luft, og dette vil medføre at den varme luften vil stige. [3]

2.3.3. Stråling

Varmestråling er elektromagnetisk stråling som alle objekter med høyere temperatur enn absolutt nullpunkt (0 K/ -273.15 °C) avgir. Hvor mye stråling et objekt avgir er proporsjonal med temperaturen til objektet opphøyd i fjerde potens. Varmestrålingen vil være dominerende etterhvert som brannen har vokst seg til fullt utviklet rombrann. [3]

2.4. Klassifisering av branner

Den britiske standarden British Standard EN-2 (Classification of Fires), skiller mellom seks forskjellige typer branner, hvor branner er blitt delt inn i brede kategorier for slukking. Formålet med inndelingen er å sørge for at riktig tilnærming for slukking blir brukt for de forskjellige brannene. Disse brannene er illustrert i figur 4, og det blir videre beskrevet nedenfor. [4] [5]

CLASSES OF FIRES	TYPES OF FIRES	SYMBOL
A	Wood, paper, fabric, plastic, and most kinds of trash.	
B	Flammable liquids (for example, gasoline).	
C	Burning gases (for example, natural gas).	
D	Combustible metals * such as magnesium, potassium, titanium, and zirconium. * Exception of the metals that burn in contact with air or water (for example, sodium).	
E	Fires involving potentially energized electrical equipment .	
F	Unsaturated cooking oils in well insulated cooking appliances located in commercial kitchens.	

Figur 4 - Figuren illustrerer de ulike klassifiseringene av branner [4].

Type A brann

Vil være brann i solide materialer av organisk natur som inneholder karbonforbindelser eller som generelt produser glør. Altså brann i materialer som tre, papir, stoff, gummi og mange forskjellige typer plast.

Type B brann

Vil være branner i brannfarlige og brennbare væsker, petroleums fett, tjære, olje, oljebasert maling, løsemidler, lakk og brannfarlige gasser. Denne type brann kan videre deles inn i to underkategorier, etter hvorvidt det er mulig blande væsken med vann.

Type C brann

Denne kategorien omhandler branner i brennbare gasser, som naturlig gasser og petroleumsgasser.

Type D brann

Omhandler branner i metaller eller pulveriserte metaller, hvor bruken av vann vil være ineffektivt eller gjøre mer skade. Eksempler på dette vil være metaller som magnesium, titan, zirkonium, litium og kalium.

Type E Brann

Er branner i strømførende elektrisk utstyr.

Type F Brann

Vil være branner i kjøkkenapparater som bruker oljer eller fett, fra vegetabiliske eller animalske kilder.

[4] [5]

3. Automatiske slokkeanleggs-teori

Dette kapitlet forklarer den grunnleggende teorien rundt de ulike automatiske slokkeanleggene som det er valgt å fokusere på i denne oppgaven. Det kommer også til å redegjøres for de ulike systemenes metode for bekjempelse av brann, dokumentasjonsgrunnlag for bruken og deres generelle oppbygning. Det kommer også fram hvilke lover og regler som i dag krever installasjon av brannsikringstiltak, i dette tilfellet automatiske slokkeanlegg

3.1. Hensikten med automatiske slokkeanlegg

Hensikten med å installere et automatisk slokkeanlegg i en bygning er for å kunne sikre et nivå av trygghet for personer og materielle verdier ved brann. Et automatisk slokkeanlegg er et aktivt system, konstruert for å slokke en brann i start/oppbygningsfasen eller kontrollere og begrense spredningen av en brann til den kan slokkes med andre midler.

Ved å begrense spredningen og utviklingen av en brann vil dette øke bygningens brannsikkerhet i form av tilgjengelig rømningstid, og det vil begrense tapet av materielle verdier. Uten et slokkeanlegg vil dette kunne medføre at en brann fritt kan spre seg og vokse, noe som betydelig øker risikoen for at mennesker kan omkomme. [6]

3.2. Sprinkleranlegg

Et sprinkleranlegg er et fast nettverk av vannrør med sprinklerhoder montert i anbefalt avstand fra hverandre. Vannet tilføres fra en vannkilde, enten fra en tank via pumper, fra byens sentrale vannverk eller fra lokale vannkilder, gitt at vannstrømmen er tilstrekkelig. Sprinklerhodet er munnstykket som retter en vannstråle mot en deflektorplate som fordeler vannet ut over et område. Avhengig av hvilket type anlegg som brukes blir vannet holdt tilbake på forskjellige måter. I et våtanlegg er rørsystemet fylt med vann frem til sprinklerhodene. Vannet holdes tilbake av en glasspatron som inneholder varmfølsom væske. Når denne væsken utvides, knuser glasspatronen, som åpner opp slik at vann kan strømme gjennom. I et tørranlegg er rørene trykksatt med luft som holder tilbake vannet frem til aktivering. Ved utløst sprinklerhode, reduseres lufttrykket i anlegget og klaffen i alarmventilen åpnes slik at vannet strømmer gjennom rørene og ut sprinklerhodene. Bare sprinklerhodene over brannen utløses da det er her varmen er mest konsentrert. Dette begrenser skader på områder det ikke brenner og minsker nødvendig vannmengde. [7] [8] [9] [10]



Figur 5 - Illustrasjon av et sprinklerhode montert på et rørnettverk (rettigheter fra Vårt Land).

3.2.1. Mekanisme for sløkking og undertrykking

Vann er det mest brukte brannslukningsmiddelet, hovedsakelig på grunn av det faktum at det er allment tilgjengelig og billig. Vann har i tillegg ønskelige brannslukningsegenskaper som en høy spesifikk varmekapasitet og en høy latent fordampningsvarme, da en liter vann kan absorbere opp til 0,683 kJ varme når den øker fra romtemperatur til fordampningstemperatur (21°C-100°C). Dette er den hovedsaklige mekanismen for sløkking med sprinkleranlegg, der det utløste vannet kjøler ned brannen ved å absorbere varmen. [8]

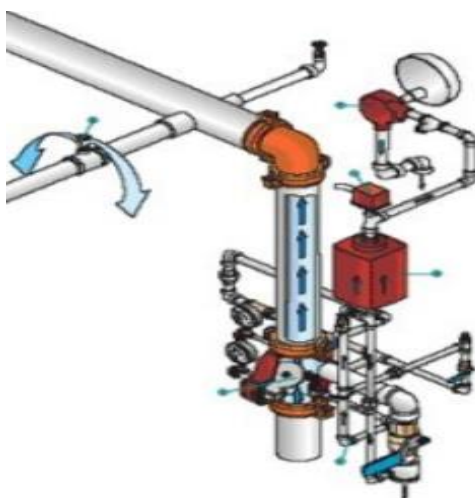
3.2.2. Svakheter med vann som brannsløkkingsmiddel

Vann har mange fordeler, men kan i noen tilfeller anses å være uegnet for beskyttelse av noen vannreagerende materialer. I noen tilfeller kan bruken av vann produsere varme, brannfarlige og giftige gasser, eller føre til eksplosjoner. Kvantitetene av disse produktene må anses, selv om tilføringen av tilstrekkelig vann iblant kan overgå reaksjonen med mindre mengder av disse materialene. En annen svakhet med vann er tettheten til vannmolekylene som kan være større enn de fleste hydrokarbonbrenslene, dette gjør at vannet legger seg under det brennende væskelaget. Derfor kan vannet i disse tilfellene ikke gi en effektiv beskyttelse mot de brennende hydrokarbonene. Istedenfor vil brenselet flyte over vannet, fortsette å brenne og eventuelt spre seg. Hydrokarbonene kommer heller ikke til å kunne blandes ut til den grad at forbrenningen stopper. For å bekjempe slike branner kan skumløsninger innføres i vannet for å gi en effektiv beskyttelse og kvele brannen. Skum har lavere tetthet og vil legge seg over den brennende væsken og hindre tilstedeværelsen av oksygen. [8]

3.2.3 Typer av sprinkleranlegg

3.2.3.1. Våtanlegg

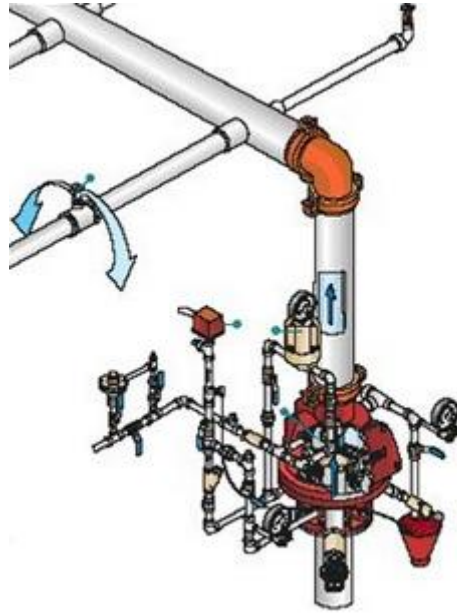
Et våtanlegg er et sprinkleranlegg hvor rørrettet alltid er fylt med vann. Ved et brannscenario slippes vannet øyeblikkelig etter utløsning. Dette er den vanligste typen av sprinkleranlegg, (se figur 6). [10]



Figur 6 - Tegning av et klassisk oppsett av et våtanlegg (rettigheter fra Sprinklerpartner AS).

3.2.3.2 Tørranlegg

I et tørranlegg vil rørnettets være fylt med trykksatt luft, alternativt inerte gasser. Vannet holdes tilbake av en ventil, som ved utløsning av den trykksatte luften vil åpne seg og frigjøre vannet til rørene. Denne typen brukes normalt på områder uten oppvarming, hvor det er risiko for at vannet i rørene kan fryse til is. En prinsippskisse kan sees i figur 7. [10]



Figur 7 - Tegningen av et klassisk tørranlegg (rettigheter fra Sprinklerpartner AS).

3.2.4 Dokumentasjon for anvendelse av sprinkleranlegg

3.2.4.1. Boligsprinkler NS-INSTA 900-1

Denne standarden omhandler de spesifikke kravene og anbefalingene rundt dimensjonering, installering og vedlikehold av boligsprinkleranlegg, med mål om å slokke eller kontrollere en brann i en bygning eller en bygningsdel avsatt til boligformål. Den beskriver også hvilken type av boligsprinkler som skal installeres, avhengig av fareklassen. Type 1 og 2 boligsprinkler har en varighet på 30 minutter, mens et type 3 anlegg har en minimumstid på 60 minutter. Eksempler på hvilken type anlegg som skal benyttes ut fra bruksområdet kan avlese i tabell 2. [11]

Tabell 2 - Type boligsprinkler mot tiltenkt anvendelsesområde [11]

Type boligsprinkleranlegg	Eksempel på tiltenkt anvendelsesområde
1	Eneboliger og tomannsboliger; Rekkehus med tre etasjer over bakken, inklusive loft, og én kjelleretasje; Eller Boliger med høyst fire boligenheter og høyst tre etasjer og én kjelleretasje.
2	Bygninger utformet som byggverk til boligformål med høyst 8 etasjer og en kjelleretasje, unntatt helseinstitusjoner utformet som permanente boliger for mennesker som trenger hjelp for å komme ut av bygningen.
3	Helseinstitusjoner, eller deler av helseinstitusjoner, utformet som boliger for mennesker som trenger hjelp for å komme ut av bygningen; bygninger med 9 etasjer eller mer, utformet som byggverk til boligformål.

3.2.4.2 Traditionelle sprinkleranlegg NS-EN 12845

Denne europeiske standarden omhandler alle typer av bygninger hvor et sprinkleranlegg brukes som et sikkerhetstiltak. Som NS-INSTA 900-1 spesifiserer denne også krav og anbefalinger for dimensjonering, installering og vedlikehold. Til forskjell fra NS-INSTA 900-1 benytter NS-EN 12845 de europeiske fareklassene "lav fareklasse" til "høy fareklasse" for å beregne hvilken grad av sikkerhet som skal ligge til grunn for prosjektering av anlegget. Totalt deler alle fareklassene seg i 13 ulike grupper, avhengig av hvilken type bygning det skal prosjekteres for, men også andre faktorer som; brannenergi, areal, volum og lagring som kan forekomme. Eksempler på ulike fareklasser og anvendelsesområde kan ses i tabell 3. [12]

Tabell 3 - Type fare klassifisering for type anvendingsområde [12]

Fare klassifisering	Anvendelsesområde for type av fare klassifisering
Lav fareklasse	Fengselsinstitusjoner og kontorlokaler med lav brannenergi og ingen lokaler med areal større enn $126m^2$.
Ordinær fareklasse 1 OH2 OH3	Sementfabrikker Sjokoladefabrikker Bilverksteder
Høy fareklasse Prosess 1 HHP 2 HHP 3	Gummivarefabrikk Lighterfabrikk Cellulosenitratproduksjon

3.3. Vanntåkeanlegg

Som et sprinkleranlegg, bygger vanntåke på samme idé av faste nettverk av vannrør med munnstykker plassert i anbefalt avstand fra hverandre. Vanntåkeanlegg avgir fine vannstråler, uten dråper større enn 1 mm i diameter. Partikler som er mindre enn 20 μm i diameter tar lang tid å utløse, og dermed skapes det som både i litteratur og vitenskap kalles ”tåke”. En vanntåke brukt i bannsikkerhetsformål er en fin vanntåke bestående av en rekke dråper av ulik størrelse, fra finpartikkeldråper til betydelig større dråper. Vanntåkemunnstykkene produserer sprayer som har en høyere andel finere dråper enn hva det som er typisk for vanlige sprinkleranlegg. Vanntåkeanlegg har dokumentert forbedring av effektiviteten av varmeopptak, noe som kommer av økningen i tilgjengelig overflateareal for varmeoverføring. Sprayfunksjonen deler vannet inn i mindre partikkelstørrelser, noe som gir mindre tid for varmeabsorbering og fordampning. Mer varme absorberes per masseenheter av vann ettersom partikkelens størrelse minsker. Det vil si at en økning i vanndråper i en vannspray, minsker mengden av vann nødvendig for brannslukking, noe som forbedrer effektiviteten for denne typen vannbaserte brannslukkingsanlegg. [8] [13] [14]

3.3.1. Mekanisme for slokking og undertrykning

Det finnes hovedsaklig to måter å tilføre vanntåke på:

1. Objektrettet tilførsel. Dette innebærer at vanntåken tilføres med stor hastighet rettet mot et brannobjekt, eventuelt med en lavere høyde og flere munnstykker. Dette omringer objektet helt med vanntåke. Munnstykkene kan utløses automatisk eller i spesifikke soner.
2. Romfylling. Dette innebærer at alle munnstykkene åpnes og fyller hele rommet med vanntåke. Munnstykkene plasseres da på steder hvor risikoen for en brann er størst, eksempelvis rundt vegger, gulv eller himling. Denne tilførselen er spesielt effektiv mot full rombrann og slokker effektivt branner som har vokst seg til en viss størrelse. [9] [13]

Slokkemekanismen for vanntåkeanlegg er best egnet for klasse A branner (faste materialer) samt klasse B branner (væskebranner). Vanntåkeanlegg har fire karakteristiske måter å slokke en brann på [8]:

- Gassfasekjøling
- Utblanding av brannfarlige gasser og oksygenfortrengning
- Fuktning og kjøling av brensel
- Stråledempende

Gassfasekjøling: Ved gassfasekjøling fjernes varme fra flammen og fra varme gasser ved fordampning av vannet. Kjølingseffekten av vanntåken kommer av at vannet deles opp i flere fine dråper, hvilket forbedrer fordampningshastigheten. Jo mer vann fordamper, blir en større mengde varme uthentet fra flammen, som leder til at temperaturen i flammen minsker. Hvis flammemetemperaturen reduseres til under det kritiske nivået som kreves for å opprettholder forbrenningen (begrensende adiabatisk flammemetemperatur), vil flammen slokkes. Kjølingen av flammen minsker også strålingen til brenseloverflaten, hvilket minsker pyrolysehastigheten av brenselet. [8]

Utblending av brannfarlige gasser og oksygenfortrengning: Disse mekanismene forekommer enten på lokal eller kompartmental skala. Den lokale skalaen henviser til forstyrrelser i brannens kjemiske prosess. Gjennom den volumetriske ekspansjonen, øker volumet som opptas av vannet til tre ganger så stort når vanddråpene går over i gassform. Skjer fordampningen i flammen, kan dette stoppe flammens tilførsel av luft (oksygen). På en kompartmental skala kan produksjonen av damp, som følge av vanntåkens interaksjon med flammen, blande ut de varme gassene og minske oksygenkonsentrasjonen i rommet. Oksygenet til forbrenningen er en funksjon av brannens størrelse, tilgjengelig volum, samt ventilasjonsmulighetene i rommet. Om størrelsen på brannen øker, vil oksygenkonsentrasjonen minske ved at oksygenet blir brukt opp i forbrenningen og vanntåken hindrer tilstrømning av ny oksygen. Hvis denne kombinasjonen reduserer oksygenkonsentrasjonen til under det kritiske nivået som kreves for forbrenningen, vil brannen slokke. [8]

Fukting og kjøling av brenseloverflaten: Fukting/kjøling av brenseloverflater er i mange tilfeller den dominerende slokkemekanikken for brensel som ikke produserer brennbare gassblandinger over brenseloverflaten ved romtemperatur. Hvis gass-luftblandingen over brenseloverflaten reduseres til under den nedre brennbarhetsgrensen for brenselet, vil brannen slokkes. [8]

Stråledemping: Vanntåken og vanddampen reduserer målbart strålingsvarmen til objekter nær flammen. Dette hjelper til å forhindre brannspredning til uantente overflater. I forbrenningssonen er strålingsdempingen resultatet av gassfasekjøling og økning av konsentrasjonen av vanddamp mellom brenselet og flammen. Senkingen av flammemetemperaturen reduserer tilbakestrålingen til brenseloverflaten. Vanddamp i luften over brenseloverflaten fungerer som et grått legeme som absorberer strålingsenergien og reflekterer den til brenseloverflaten med redusert intensitet. [8]

3.3.2. Svakheter med vanntåkeanlegg

Vanntåke har mange fordeler, men er ikke nødvendigvis egnet for tidlig slokking av små branner eller blokkerte branner. I disse tilfellene er tilførselsesmetoden avgjørende. Det finnes ingen dimensjonerende slokkekonsentrasjon eller mange sikre bruksområder for vanntåke. Dette kommer av begrensninger i dokumentasjonen for bruk av vanntåkeanlegg, men også fra variasjoner i prestasjon mellom de ulike typene vanntåkeanlegg. Rent filtrert slokkevann er også viktigere for vanntåke enn for sprinkler som følge av mindre åpninger i dysene. [13] [14] [9]

3.3.3. Typer av vanntåkeanlegg

Vanntåkeanlegg deles inn i tre klasser avhengig av trykk:

1. Lavtrykk vanntåkeanlegg (opp til 12,5 bar). Her kan kommunalt vanntrykk benyttes.
 2. Mediumtrykk vanntåkeanlegg (12,5-35 bar)
 3. Høytrykk vanntåkeanlegg (alt over 35 bar)
- [9] [14] [8]

3.3.4. Dokumentasjon for anvendelse av vanntåkeanlegg

I dag eksisterer ingen norsk standard for bruk og prosjektering av et vanntåkeanlegg. I tillegg er ytelsen for vanntåke veldig begrenset til de bruksområdene det er utført tester på. Dette begrenser bruksområdene for vanntåke, da parametrene som brukes i testene av vanntåkeanlegg vil definere begrensningene for bruksområdene. Dette leder til at et vanntåkeanlegg må testes og designes for den aktuelle byggtypen eller bruksområdet for å bevise at anlegget oppfyller minimumskravene. Testene skal utføres av et testinstitutt, akkreditert for testing av vanntåkeanlegg. Testinstituttet må også være sertifisert fra et akkreditert sertifiseringsorgan. Omfattelsen av akkrediteringen skal dekke de relevante produkt- og systemstandardene. [15] [9]

Forskrift om tekniske krav til byggverk åpner opp for valg av utenlandsk akseptert dokumentasjon fra internasjonalt anerkjente institusjoner, eksempelvis: CEN/TS 14972, UL 2167, NFPA 750, IMO Res. A. 800(19) og ANSI/FM 5560. [9] [6] [15]

Prosjekteringsgrunnlaget for standardene må utnyttes fullt ut og produkter må være typegodkjente i samsvar med standarden og produsenten. [15]

3.4. Gassanlegg

De valgte systemene er basert på såkalte "clean agents". Dette er gasser som ikke er direkte skadelige for personer eller miljø om anlegget brukes riktig. Undernevnte gasser er valgt på bakgrunn av at disse er de mest benyttede her i Norge.

1. Argonite
2. Novec 1230
3. Inergen

Etter at slokkesystemer basert på miljøfarlig halongass ble faset ut på tidlig 90-tallet, var det et stort behov for systemer som hadde mindre konsekvenser for miljøet. Siden den gang er det kommet frem en rekke systemer som er gode alternativer til det konvensjonelle vannbaserte

slokkeanlegget. Systemene har forskjellige egenskaper, men generelt kan det sies at systemene har disse likhetstrekkene [8] [9]:

- Ikke elektrisk ledende.
- ”Clean agents”, fordamper lett og etterlater seg ingen rester.
- Krever trykkavlastning i bruksvolumet.
- Avhengig av et gitt volum og en viss tetthet i rommet.
- Mengde slokkemiddel ved utløsning må beregnes på bakgrunn av rommets volum, tetthet og potensiell brannenergi.
- Ventilasjonen må stoppes ved aktivering.
- Slokkeanlegg og deteksjon må vurderes som et helhetlig system.
- Lagret som trykkgass, alternativt væske under trykk (se figur 9).



Figur 8 – Illustrerer oppbygningen av en flaskebank (Rettigheter fra Fire Eater AS)

3.4.1. Miljøhensyn

Global warming potential (GWP) er et mye brukt mål på hvor mye masse drivhusgass et produkt bidrar med for å øke den globale oppvarmingen. Det er en relativ skala som sammenligner gassene til den samme massen av karbondioksid som har en GWP lik 1. GWP er da rapportert i løpet av en 100-årig integrert tidshorisont. Et utdrag for hvor mye drivhusgass hvert system slipper ut sammenlignet med Halon 1301, kan avleses fra tabell 4.

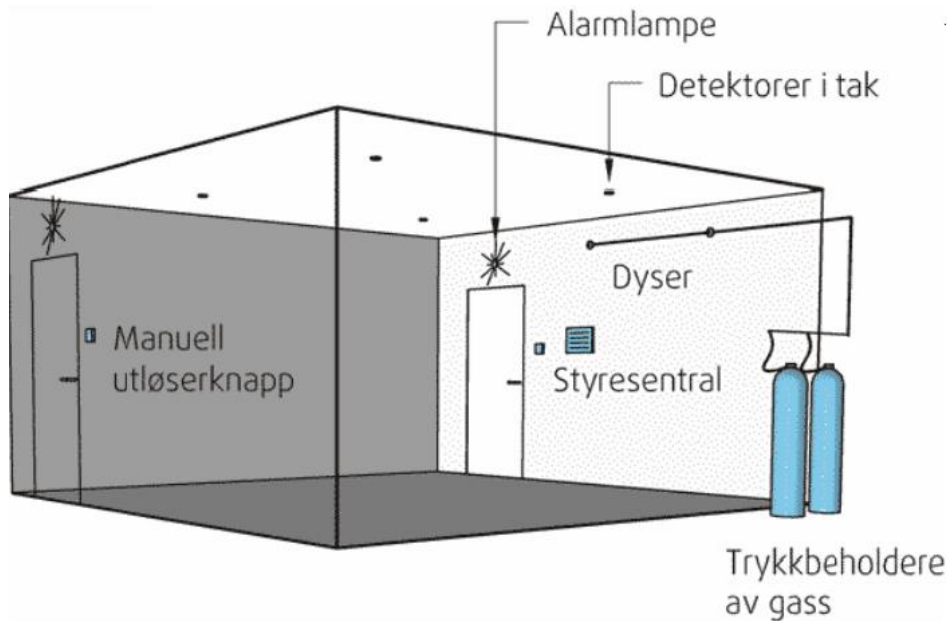
Tabell 4 - GWP sammenheng mellom anleggene sett opp mot klimaskadelige Halon 1301

Type gass	GWP
Halon 1301	7030
INERGEN	0
Argonite	0
Novec 1230	≤ 1

I tabell 4 settes de aktuelle gassene opp mot den tidligere brukte halongassen Halon 1301. Det blir da tydelig at alle de valgte gassene vil ivareta hensyn i forhold til global oppvarming. [16]

3.4.2. Generell oppbygning av et gassanlegg

Som vist i Figur 10 vil oppsettet av et slokkesystem basert på gass skille seg fra hvordan et konvensjonelt sprinkleranlegg vil se ut. Et gassanlegg vil være et mer komplekst system ettersom det normalt sett vil inneholde flere komponenter. Dette kommer som en følge av den presisjongrad som kreves for å sikre riktig doseringsmengde og personsikkerheten i bygget.



Figur 9 - Viser oppbygningen av et generelt gassanlegg og tilhørende deler

Oppbygning av et gassbasert slokkesystem vil generelt sett inneholde:

- Detektorer
- Kontrollpanel
- Manuell utløser
- Lyd/lysalarm
- Flaskebank
- Rørnett
- Dyser laget for distribusjon av gass
- Trykkavlastning
- Stenging av ventilasjon

Den generelle oppbygningen av de aktuelle systemene vil være tilnærmet lik hverandre. Forskjellen vil være størrelsen på og innholdet i flaskebankene. [9]

3.4.3. Inergen

Inergen er en inert gass som består av 52 % nitrogen (N_2), 40 % argon (Ar) og 8 % karbondioksid (CO_2). Dette er gasser som eksisterer naturlig i jordens atmosfære, Inergen er derfor en gass som er miljøvennlig fordi den ikke påvirker ozonlaget eller omgivelsene

generelt. Den ekstra tilførselen av CO₂ vil dessuten stimulere hjertet til personer som oppholder seg i et rom med Inergen, til å slå noe raskere og lungene til å puste hyppigere. Dette vil medføre at kroppen kompenserer for manglende oksygen i rommet. Ettersom Inergen også er en inert gass vil den maksimale eksponeringstiden på 5 min også være gjeldende hvis en ser dette opp mot NFPA2001. Dette vil gå imot den generelle konsensusen om at Inergen er personsikkert. Det skal derimot ikke sees bort fra at i den aktuelle standarden kommer det fram at Inergen har et fortrinn ovenfor de andre gassystemene med hensyn til personsikkerhet. [16]

3.4.4. Argonite

Argonite er en inert gass som består av 50 % nitrogen (N₂) og 50 % argon (Ar). Dette er igjen gasser som eksisterer naturlig i atmosfæren, og det kan derfor sies at Argonite er en miljøvennlig gass. Personsikkerhet vil være en annen sak. Det er ikke direkte farlig å oppholde seg i et rom med Argonite, men det vil ikke være å anbefale å oppholde seg i et rom med ca. 12,5 % oksygen over en lengre periode. Dette kommer også fram i NFPA2001 som omhandler bruken av sløkkeanlegg basert på gass, hvor maksimal eksponeringstid for inerte gasser anslåes til å være 5 min for personer i et rom med 12 % oksygen. [16]

3.4.5. Novec 1230

Novec 1230 er et annet eksempel på et sløkkesystem som erstatter bruken av halon. Novec 1230 har den kjemiske formelen $CF_3CF_2C(O)CF(CF_3)_2$ og oppbevares i væskeform. Væsken har et kokepunkt på 49.2°C, og har en veldig lav fordampningsvarme, ca. 25 ganger mindre enn for vann. Dette sammen med Novec 1230 sitt høye damptrykk, fører til at væsken vil fordampe mer enn 50 ganger raskere enn vann. Dette tillater middelet å gå hurtig fra væskeform til gassform når det strømmer ut gjennom dysene.

Produsenten av Novec 1230, 3M, argumenterer for at middelet er klimavennlig, ettersom uavhengige tester viser at middelet har en neglisjerbar effekt på miljøet.

3M anslår også at Novec 1230 er personsikkert, men anbefaler ikke langvarig eksponering. [17]

3.4.6. Mekanisme for sløkking

Ved deteksjon vil systemet slå ut og brannen vil slukkes ved hjelp av oksygenfortrenging for henholdsvis Inergen og Argonite. Novec 1230 vil i hovedsak bruke kjøling som sin sløkkemetode [17] [16]

3.4.7 Svakheter ved et gassanlegg

Gassanlegg vil generelt sett ha følgende svakheter [9]:

- Avhengig av en flaskebank, som har sitt medfølgende krav til areal.
- Riktig dosering av sløkkegass er viktig. Underdosering vil redusere sløkkeeffekten, overdosering kan føre til økt personrisiko
- Hvis en inkluderer kostandene av utskiftninger og feilutløsninger, kan totalkostnadene bli høye
- Avhengig av en viss tetthet i bygningen.

- Kan anses som et mer komplekst system ettersom gasslokking som regel vil kreve; elkraft, detektorer, sentralutstyr, programmering, kabling, gasstette lukke- /åpnespjeld, overvåking-/utløserpanel, evakueringsvarsel og utløseraktuatorer for å fungere.
- Krever mer vedlikehold
- Ved utløsning vil anlegget normalt sett kreve refylling av flaskebanken, noe som kan føre til økt risiko i det tidsrommet hvor flaskebanken er tom.

3.4.8. Dokumentasjon for bruk av gassanlegg

Mye av argumentasjonen mot bruken av automatiske slokkesystemer basert på gass er bundet rundt den manglende dokumentasjonen for disse slokkesystemene. Dette vil være problematisk når TEK10 stiller krav om at aktive brannsikringstiltak må dimensjoneres og utføres i samsvar med relevante dimensjonerings- og produktstandarder

Ettersom det ikke eksisterer en norsk standard for automatiske slokkesystemer basert på gass, må ansvarlig prosjekterende se på internasjonalt anerkjent litteratur. Veiledningen til TEK10 (VTEK) åpner for dette, og nevner hva som anses som anerkjent litteratur.

“I den grad slike mangler eller ikke er dekkende, kan andre aksepterte dokumenter benyttes. Dette kan for eksempel være standarder fra internasjonalt anerkjente institusjoner som VdS Schadenverhütung GmbH (VdS), The Loss Prevention Certification Board (LPCB), National Fire Protection Association (NFPA), Factory Mutual (FM) og Underwriters Laboratories (UL).” [6]

National Fire Protection Association (NFPA) har utarbeidet standarder som omhandler automatiske slokkesystem basert på gass. NFPA 2001: Standard, On Clean Agent Fire Extinguishing Systems, er en veldig god og aktuell standard i denne sammenhengen. Standarden omfatter både halogenerte midler og inerte gasser, og vil derfor være dekkende for de aktuelle gassene for denne oppgaven. [16]

Standarden inneholder generell informasjon om områder som:

- Anvendelse av ”clean agents”
- Bruksområder og begrensninger
- Fare for personell
- Elektriske klareringer
- Miljøfaktorer
- Kompatibilitet med andre midler
- Standarden adresserer også krav til komponenter, systemdesign, inspeksjon og opplæring.

Bruk av standarder fra andre land forutsetter at ansvarlig foretak gjør en vurdering av relevans og gyldighet i hvert enkelt tilfelle. Prosjekteringsgrunnlag i standardene må benyttes fullt ut, produktene må være typegodkjente i samsvar med standarden og produsentens spesifikasjoner

og grunnlag for godkjenning av produktene må følges. Vurderingen må være dokumentert og tilgjengelig for tilsyn og uavhengig kontroll. [6]

3.5. Regelverk som stiller krav til automatiske sløkkeanlegg

Plan- og bygningsloven stiller krav til alle planleggings og bygningsmyndigheter å følge denne loven og de tilhørende forskrifter i alle deres arbeidsoppgaver. Det er blandt disse at forskriften om tekniske krav til byggverk stiller krav om automatiske sløkkeanlegg.

3.5.1. Krav fra forskriften om tekniske krav til byggverk (TEK 10)

I bygninger hvor rømning og redning kan forventes å være tidskrevende skal det benyttes aktive tiltak for å øke den tilgjengelige rømningstiden. TEK 10, § 11-12 angir følgende krav til automatiske sløkkeanlegg:

- 1) Bygning, eller del av bygning, i risikoklasse 4 med krav til heis.
- 2) Bygning i risikoklasse 6

I tillegg til å oppfylle kravene ovenfor stiller veiledningen til teknisk forskrift (VTEK) følgende etterkrav:

- 1) Brannceller over flere etasjer med bruttoareal over $800m^2$, gjelder for bygninger i risikoklasse 1,2,4 og 5
- 2) Areal som har åpen forbindelse inn mot overbygd gård må ha automatisk sløkkeanlegg. Unntak er små arealer som resepsjoner, altanganger etc. der brannenergien er liten.

I tillegg gir forskriften flere eksempler på veiledningsløsninger til automatiske sløkkeanlegg, og det kan også benyttes som et kompensierende tiltak om andre branntekniske tiltak ikke er tilstrekkelige. [6]

3.5.2. Krav fra brann og eksplosjonsvernsløven

Eksisterende bygg som holdes opprative, svarer til forskriften om brannforebygging (FOB). Hjemmelen for forskriften stammer fra Brann og eksplosjonsloven, og stiller følgende krav for eier av et bygg med et automatisk sløkkeanlegg installert [18]:

- 1) Eier skal sørge for at bygningen er bygd, utrustet og vedlikeholdt i samsvar med gjeldene lover og forskrifter til forebygging av brann.
- 2) Skal sørge for at kravene til brannteknisk utforming og utrustning er ivaretatt iht til kravene i plan og bygningsloven (Pbl)
- 3) Den tekniske sikkerheten i bygninger som er prosjektert etter gjeldene forskrifter skal opprettholdes iht plan- og bygningsloven.
- 4) Sikkerhetsnivået i eldre bygninger skal oppgraders til samme nivå som for BF85
- 5) Eieren skal sørge for å installere et automatisk sløkkeanlegg hvor dette er nødvendig for å sikre materielle verdier og hindre brannspredning.
- 6) Eieren skal sikre at alle rømningsveier til enhver tid sørger for rask og sikker rømning fra bygningen.

For punkt 4 skal det strebes etter å opprettholde en brannsikkerhet slik at det totale sikkerhetsnivået blir tilnærmet lik kravene til brannsikkerhet i TEK10, men skal minimum oppfylle kravene fra BF85.

Punkt 5 kan også resultere i en oppgradering eller utbygning av allerede eksisterende automatisk slokkeanlegg.

I tillegg skal det også nevnes for punkt 6, at et automatisk slokkeanlegg vil gi en økning i den tilgjengelige rømningstiden.

[18]

4. Delhipanel teori

Delhipanelmetoden ble utviklet av Rand Corporation på 50-tallet av Dalkey og Helmer. Delphi teknikken er en gruppekommunikasjonsprosess som bygger på logikken ”to eller flere hoder tenker bedre en ett”. Teknikken baseres på å gjennomføre detaljerte undersøkelser og diskusjoner om en spesifikk problemstilling ved hjelp av et ekspertpanel, og retter seg mot å nå en form for konvergens om problemstillingen mellom ekspertene. [19]

4.1. Delhipanel prosessen

Delphimetoden er bygget opp som et forum hvor alle deltagerne svarer på problemstillingen fremlagt av paneladministratorene (bachelorgruppen). Teoretisk kan delhiprosessen fortsette kontinuerlig til enighet har blitt oppnådd, men består generelt sett av fire runder. [19]

Runde 1: Den første omgangen begynner vanligvis med et åpent ”enkelt” spørsmål. Det åpne spørsmålet fungerer som en hjørnestein om et innholdsområde som ligger mer i sentrum av den virkelige problemstillingen. Etter at ekspertene har svart på spørsmålet, omformes den innsamlede informasjonen og meningene til en velstrukturert spørreundersøkelse samt en upartisk tekst om hva som ble skrevet. Spørreundersøkelsen benyttes som undersøkelsesinstrument til den andre runden. Den første runden kan også begynnes med en spørreundersøkelse om alle ekspertene har gjennomgått samme litteratur. [19]

Runde 2: Den andre omgangen starter med at hver ekspert får et nytt spørsmål og blir bedt om å svare eller undersøke punktene. Denne omgangen baseres på den informasjonen, og oppsummeringen utført av administratorene fra den foregående runden. Som et resultat fra den andre omgangen er enighet og uenighet relativt enklere å identifisere og kartlegge mellom ekspertene. I den andre runden begynner også enighet og hvordan ekspertene forholder seg til den aktuelle problemstillingen å formes. [19]

Runde 3: I den tredje omgangen får hver ekspert et spørsmål som inneholder en upartisk tekst om diskusjonene og poengene gitt under den forrige runden. Ekspertene blir så bedt om enten å endre hans/hennes tilbakemelding fra forrige runde eller ”forklare grunnen til å stå utenfor enigheten”. Denne runden gir ekspertene en mulighet til å ytterlig tydeliggjøre sin uttalelse, men også til å styrke deres påstand rundt problemstillingen. Sammenlignet med tidligere runder bør det bare forventes en liten økning i graden av enighet. [19]

Runde 4: I den fjerde og ofte den siste runden, er en liste forelagt panelmedlemmene. Listen inneholder oppsummeringen av de tre tidligere rundene med [19]:

- Gjenstående formål
- Utgitte poeng/prioritering
- Minoritetsoppfatninger
- Problemstillinger med oppnådd enighet

Denne omgangen gir ekspertene en siste mulighet til å revidere sine meninger og tilbakemeldinger. Det bør være i bakhodet at antallet delphirunder avhenger av hvilken grad av samstemthet som ønskes av administratorene og kan variere fra tre og oppover[19].

4.2. Delhipanel egenskaper

Delphi metoden har mange egenskaper som gjør den til et godt egnet redskap for å oppnå en enighet rundt en problemstilling eller et spørsmål. Metoden er basert på gjentakelser og tilbakemeldinger som har som mål å utvikle en konsensus på det spesifikke området. Mer spesifikt åpner metoden for at delhipanel-deltakerne kan endre sitt utgangspunkt utover i debattprosessen. Dette resulterer vanligvis i en delphi-studie hvor medlemmene endrer spesifikke utsagn eller elementer, basert på deres evne til å gjennomgå og vurdere kommentarer og tilbakemeldinger fra andre delphi-paneldeltakere.

Andre merkbare egenskaper er metodens krav til anonymitet til paneldeltakerne. Dette minimerer uønskede elementer som kan oppstå ved gruppekommunikasjon. Dette kan være alt fra dominerende individer, bøller, tvang til enighet og manipulasjon. Denne egenskapen vil også hjelpe mennesker som vanligvis ikke er så høylytte i en debattsammenheng, til å ta en sterk rolle de vanligvis ikke ville tatt. [19]

5. Metode

Dette kapitlet omhandler undersøkelsen som har blitt utført ved hjelp av ekspertpanelet. Målet for undersøkelsen har vært utforske hvilke slokkeanlegg ekspertene mener er best egnet for de tre forskjellige bygningstypene som er aktuelle for denne oppgaven. Det er også et mål for oppgaven å kartlegge hvor ekspertene mener bransjen er på vei og hvilke systemer ekspertene mener kommer til å utvide sitt anvendelses område. Undersøkelsen har blitt gjennomført nøye og med stor fleksibilitet i forhold til håndteringen av ekspertenes meninger og tanker. En upartisk framturen for problemstillingen var helt avgjørende for det endelige produktets validitet, og har vært en gjennomgående del for hele metoden. Spørsmålene ekspertene har blitt presentert med har vært nøye planlagt. En total oversikt kan sees i vedlegg B. Kapitlet nedenfor tar for seg panelets design, oppbygning av undersøkelsen samt målet og bakgrunnen for de stilte spørsmålene.

5.1. Forarbeid

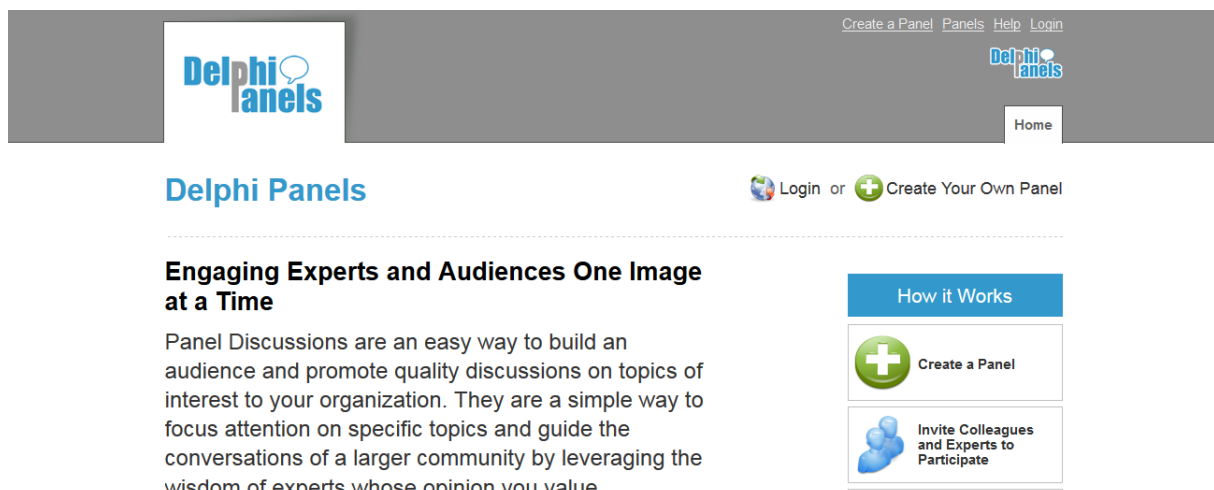
5.1.2. Kriterier for panel

Det var derfor helt avgjørende i planleggingsfasen å finne det riktige verktøyet for gjennomføringen av panelet. Prosjektet kunne blitt gjennomført ved bruk av intervjuer og spørreundersøkelser etc., men det var av interesse å skape åpne debatter hvor forskjellige eksperter innenfor brann hadde mulighet til å diskutere med hverandre, og deretter skape en dynamikk som ikke hadde vært mulig å gjennomføre ved individuelle undersøkelser. Det var også viktig at løsningen var brukervennlig og lett forståelig for deltagerne. En nettbasert løsning var å foretrekke slik at eksperter fra ulike deler av landet hadde mulighet til å delta uavhengig av geografi.

5.1.3. Valgt løsning

Etter å ha evaluert de forskjellige løsningene som er tilgjengelig på markedet, ble det avgjort at nettsiden www.delhipanels.com var den beste løsningen.

Den valgte løsningen tilfredsstilte basiskravene for det panelet gruppen ønsket å skape, med tanke på anonymitet og forståelighet for brukerne. Nettsiden var derimot ikke veldig brukervennlig for administrator av nettsiden. En illustrasjon av nettsiden kan sees i figur 11.



Figur 10 - Forsiden til nettsiden for den valgte løsningen

5.1.4. Fordeler og ulemper ved valgt løsning

Fordelene og ulempene ved et delhipanel som metode framkom tydelig under gjennomføringen. Det var viktig å notere disse underveis, da disse må veies opp mot hverandre for å vurdere om metoden kan benyttes i fremtidig forskning rundt temaet. Listen nedenfor er de klareste fordelene og ulempene for den valgte metoden.

Fordeler:

- Anonymitet for deltakerne
- Brukervennlig for deltakerne

Ulemper:

- Et par uheldige restriksjoner med tanke på hvordan spørsmålene måtte formuleres:
 - a. Spørsmålene hadde en begrensning med tanke på hvor mange tegn/ord som kunne brukes i et spørsmål.
 - b. Tungvint å legge ved bilder eller formler
- Ikke mulig for paneladministratorene å se hvor mange kommentarer en enkelt person har bidratt med, bare mulig å se antall innlogginger på nettsiden.

5.1.5. Antall eksperter

I oppstartsfasen av delhipanelet måtte det også defineres hvor mange eksperter som skulle inkluderes. For få deltakere ville gjort spekteret av kompetanse for lite, det ville gitt for få tilbakemeldinger og ikke gitt noe grunnlag for et valid resultat av oppgaven. For mange eksperter ville gitt motsatt effekt, for mye informasjon og for lite tid til fordøyning av denne informasjonen. Mange deltagere kom via anbefalinger fra både intern og ekstern veileder, og var personer begge veiledere mente hadde bred kunnskap om temaet. Noen av plassene i panelet måtte inneholde selgere fra salgsforetak for de ulike automatiske anleggene, etter hvem som ble ansett som best egnet for denne bacheloroppgaven. Ettersom det ikke fantes noe tydelig svar på hvor mange eksperter det måtte være i panelet for å ta for seg problemstillingen, bestod ekspertpanelet til slutt av 17 deltakere innenfor alle aktuelle aspekter ved valg av automatiske sløkkeanlegg.

5.1.6. Valg av eksperter

For å oppnå den bredeste og dypeste kompetansen som mulig innenfor ekspertpanelet ble det lagt vekt på å finne deltakere fra forskjellige aspekter innenfor automatiske sløkkesystemer, både uavhengige aktører og selgere/produsenter av forskjellige sløkkemidler. En oversiktstabell over deltagerne, hvilken kategori de går under og antall år med erfaring innenfor bransjen kan ses i tabell 5.

Tabell 5 - Oversikt over antall eksperter og deres kjennetegn.

Deltager nr.	Panelist nr 1	Panelist nr 2	Panelist nr 3	Panelist nr 4	Panelist nr 5	Panelist nr 6	Panelist nr 7	Panelist nr 8	Panelist nr 9
Selger / uavhengig	Selger	Selger	Selger	Selger	Uavhengig	Uavhengig	Uavhengig	Selger	Uavhengig
Ant. År erfaring	10 år	11 år	24 år	8 år	26 år	4 år	18 år	15 år	13 år
Kjønn	Mann	Mann	Mann	Mann	Mann	Kvinne	Mann	Mann	Mann
Deltager nr.	Panelist nr 10	Panelist nr 11	Panelist nr 12	Panelist nr 13	Panelist nr 14	Panelist nr 15	Panelist nr 16	Panelist nr 17	
Selger / uavhengig	Selger	Uavhengig	Uavhengig	Uavhengig	Selger	Uavhengig	Uavhengig	Uavhengig	
Ant. År erfaring	13 år	18 år	14 år	7 år	11 år	18 år	20 år	7 år	
Kjønn	Mann	Mann	Mann	Mann	Mann	Mann	Mann	Kvinne	

5.1.7. Deltagernes standpunkt

Dette hovedprosjektet er av en slik natur at det finnes mange interessenter og aktører innenfor salg av forskjellige slokkemetoder, som potensielt kan tjene økonomisk på utfallet av oppgaven. Det var derfor viktig ved valg av deltakere, å undersøke hvilket ståsted og synspunkter de forskjellige ekspertene stod for, og deretter plassere dem i kategorier ut fra dette. For at det skulle kunne gjennomføres rettfærdige debatter i delhipanleet var det nødvendig at alle parter var mer eller mindre likt representert i antall. Konsekvensen av et skjevfordelt ekspertpanel er at en part får flere stemmer i diskusjonsforumet som gjør at sluttproduktet (resultatet) av oppgaven får liten kredibilitet.

5.1.7.1. Uavhengige aktører

I begrepet uavhengige aktører menes det objektive personer som ikke har noen direkte gevinst på utfallet av oppgaven. Brannrådgivere, statlige aktører og eksperter innenfor forsikring regnes som uavhengige aktører i denne sammenheng.

Brannrådgivere er de som hovedsakelig tar seg av den branntekniske prosjekteringsdelen i et byggeprosjekt og håpet var at disse kunne bidra med deres erfaring fra daglig bruk og prosjektering av ulike slokkesystemer. Brannrådgivere har erfaringer fra forskjellige kunders ønsker, pris og kostnader, samt tilgjengelighet og hvilke standarder og lover som foreligger for prosjektering av de ulike slokkesystemene. Brannrådgivere har ikke alltid like god teknisk kompetanse innenfor alle slokkesystemer men de jobber til daglig i samarbeid med kunder og kjenner til deres tanker og ønsker ved valg av automatiske slokkeanlegg for sine bygg og anlegg.

Det var også viktig å få involvert eksperter innenfor statlige organer og lovgivende myndigheter da disse kunne bidra med verdifull kompetanse vedrørende gjeldende og fremtidige forskrifter og standarder. Denne typen eksperter ble også regnet som fullstendig upartiske.

5.1.7.2. Selgere/Produsenter

Selgere og produsenter av de produktene denne oppgaven tar for seg, ble regnet som partiske deltakere av delhipanelet. Disse skulle føre til energiske debatter og tilbakemeldinger på de problemstillingene som ble stilt. Selgere ble regnet til å ha spesialkompetanse innenfor de aktuelle slokkesystemene denne oppgaven tar for seg.

5.2. Design av delhipanel

Designet av selve delhipanelet med tilhørende deler blir grundigere beskrevet i følgende kapitler. I tillegg forklares hvordan den valgte løsningen ble gjort, hvordan oppbyggingen av rundene ble etablert, og hvilke kriterier som lå til grunn.

5.2.1. Oppsett av delhipanelet

Delhipanelet ble satt sammen av en gruppe eksperter innenfor området automatiske slokkeanlegg. Dette var en gruppe med bred kompetanse, som i størst mulig grad dekket de forskjellige systemvariantene som var aktuelle for denne oppgaven. Ved sammensetning av panelet, ble det et stort fokus på å få med nøkkelpersoner i bransjen, men også sørge for at fordelingen av eksperter var rettferdig for de forskjellige systemene. Hva som menes med rettferdig ble sett opp mot at det skulle være en form for balanse for de forskjellige synspunktene, ettersom deltakerne ofte vil ha en forhåndsoppfatning av de ulike systemene. Fokuset var spisset inn på å inkludere et bredt spekter av personer fra alle berørte aktører og interessenter. Dette inkluderte blant annet nøkkelperson fra offentlige instanser, brannvesenet og private aktører.

5.2.1.1. Ekspertenes anonymitet

Anonymiteten til de deltagende ekspertene er en kjernefaktor i et delhipanel. Dette er for at det skal holdes en dynamisk debatt og at ingen skal bli mobbet ut av en diskusjon. Alle potensielle deltagere i panelet ble kontaktet individuelt og det meste av informasjonen ble utsendt individuelt per mail eller på telefon. [19]

5.2.1.2. Opprettelse av konto

Da det skulle opprettes brukerkonti for ekspertene i delhipanelet ble hver konto knyttet opp mot hver enkelt eksperts e-mail adresse. Deretter ble engangspassord og brukernavn sendt i individuelle mailer til samtlige eksperter. Som nevnt tidligere i dette kapitlet var det essensielt for delhipanelets kredibilitet at ekspertene ikke visste hvilke andre som var med i hensyn til anonymitetsfaktoren.

5.2.2. Oppbyggingen av undersøkelsen

5.2.2.1. Runder – start

I starten av hver runde vil hver av deltakerne bli kontaktet via mail eller/og telefon. Her får deltakerne beskjed om at et spørsmål er lastet opp, og får svar på diverse spørsmål hvis noe er uklart. Ettersom resultatet er avhengig av at flest mulig svarer, er det fordelaktig å prøve og motivere deltakerne så langt det er mulig. Spørsmålet bør også lages kortfattet og mest mulig forståelig. Dette vil hjelpe til med å motivere deltakerne til å svare, ettersom det ikke vil kreve for mye av vedkommende å svare med hensyn på tid.

5.2.2.2. Tidsfaktor

Etter at spørsmålet er lastet opp vil det være ønskelig at ekspertene svarer fortløpende, for å opprettholde en form for flyt og framgang. Tidsfristen for hver runde vil i utgangspunktet være en uke, men dette evalueres fortløpende på bakgrunn av hvor mange deltakere som svarer. Ettersom svarene må bearbeides vil det være gunstig at undersøkelsen er fullført i god tid. Dette vil medføre et visst tidspress på deltakerne

5.2.2.3. Avslutning av runder

Etter at en spørsmålsrunde er ferdig vil spørsmålet stenges, og det vil ikke lenger være mulig å svare på spørsmålet. Svarene som er oppgitt vil resultere i en oppsummering basert på hva deltakerne har svart. Denne oppsummeringen lastes opp på nettsiden, hvor alle deltakerne kan se den. Når en runde er avsluttet vil en ny runde med spørsmål bli lastet opp kort tid etter. Rundene med spørsmål vil være bygget opp slikt at resultatet fra forrige runde vil være et sentralt tema i neste runde. Spørsmålene vil kontinuerlig bevege seg mot de sentrale spørsmålene i hovedoppgaven.

5.3. Stilte spørsmål under delphiundersøkelsen

5.3.1. Bakgrunn og hensikt for stilte spørsmål

For å sikre at denne bacheloroppgaven kan svare på de problemstillingene som har blitt stilt, ble det tidlig inntatt at ekspertpanelet måtte stilles godt gjennomtenkte og velstrukturerte spørsmål. Det kom også fram hvor viktig det var at spørsmålene fra de ulike rundene kunne kobles til hverandre.

Metoden som blir benyttet i denne hovedoppgaven kommer i løpet av 6 runder finne svaret på de problemstillingene denne oppgaven har tatt for seg. fem av rundene var rettet mot å svare på hvilket automatisk slokkeanlegg som er best egnet for boligbygg (RKL 4), omsorgsboliger (RKL 6) og vernede- og fredede bygg. I tillegg skulle disse rundene avdekke hvilke faktorer som burde ligge til grunn ved valget, og hvilken prioritering de forskjellige kriteriene skulle ha i forhold til hverandre. Den sjettede runden skulle fokusere på å finne svar på hvor bransjen var på vei ift. hvilket slokkeanlegg som kom til å få større innflytelse på markedet i spørsmålet om bruksområdet og prosjektering. Den skulle også ta for seg hvordan bransjen kommer til å forholde seg til valget og hvordan dette kommer til å gjøres i fremtiden. Opplegget for delhipanelundersøkelsen kan ses i tabell 6

Tabell 6 - Oversikt over runder og deres formål

Runde	Runde 1	Runde 2	Runde 3	Runde 4	Runde 5	Runde 6
Spørsmål	<i>Hvilke faktorer ligger til grunn rundt valget av et automatisk slokkeanlegg</i>	<i>Prioriter de faktorene som ligger til grunn for valget av et automatisk slokkeanlegg for de forskjellige bygningstypene for denne oppgaven</i>	<i>Hvilket slokkeanlegg er best egnet for de forskjellige bygningstypene med bakgrunn på som framkommer i prioriteringslistene (runde 2).</i>	<i>Hvilket slokkeanlegg er best egnet for de forskjellige bygningstypene med bakgrunn på som framkommer i prioriteringslistene (runde 2). (Samme som runde 3)</i>	<i>Deltakerne får tilsendt en upartisk oppsummering av runde 3-4. Denne oppsummeringen skal deltakerne kommentere/revidere</i>	<i>Fra deltakernes personlige meninger, skal en kortfattet tekst skrives om hvordan de ser for seg framtiden for bransjen kommer til å være. Sentrale temaer var her var markedsandel, nye standarder og metoden for å velge system i framtiden</i>
Formål	Undersøke hvilke faktorer de ulike ekspertene mener er viktig for valget av et automatisk slokkeanlegg	Få et overblikk over hvilke faktorer ekspertene mener er viktigst, og hvorfor?	Undersøke hvilke tanker ekspertene har rundt prioriteringslistene for de forskjellige bygningene, og se hvilken innvirkning listene vil ha for valget	Samme som runde 3. Utført for å få en dypere bakgrunn for diskusjon og konklusjon	Oppnå en enighet mellom ekspertene og kvalitetsikre resultatet ved å fjerne usikkerheter og skepsis	Et mer fremtidsrettet spørsmål. Undersøke hvordan ekspertene ser for seg framtiden for bransjen vil være.

5.3.2. Runde 1 – Kriterier bak valg av automatisk slokkeanlegg

Spørsmålet i denne runden skulle fungere som et fundament for resten av undersøkelsen, og var ment å gi deltagerne et hint om hvilken retning undersøkelsen skulle ta.

Spørsmål 1: ”List opp de forskjellige kriteriene du føler er relevante for valg av slokkeanlegg. For eks; pris, pålitelighet, sekundærskader osv. Kriteriene trenger ikke å være i noen spesiell rekkefølge.”

Hensikten med spørsmålet var å få et grunnlag for hvilke kriterier som burde ligge bak valget av automatisk slokkeanlegg. Det ble nevnt et par eksempler på kriterier, slik at ekspertene skulle forstå problemstillingen. Disse kriteriene skulle kunne knyttes direkte mot automatisk slokkeanlegg, slik at resultatet ble mest mulig nøyaktig.

5.3.3. Runde 2 – Prioritering av faktorene bak valget av automatisk slokkeanlegg

Runde to har en direkte sammenheng med den første runden og bygger på de ni faktorene ekspertene mente var viktigst å legge til grunn. De ni faktorene som ble presentert i spørsmål 2 ble plukket ut og rangert etter hvor mange ganger de ble nevnt av ekspertene og i hvilken grad av viktighet de verdsatte faktorene.

Spørsmål 2: ”Disse 9 punktene kom tydeligst frem under forrige runde, da vi lurte på hvilke kriterier dere så på som viktigst ved et generelt valg av automatisk sløkkesystem.

1. **Effekt**
2. **Pålitelighet**
3. **Sekundære skader**
4. **Pris før**
5. **Pris etter**
6. **Tilgjengelighet**
7. **Krav til dokumentasjon**
8. **Krav til areal, inngrep og kompleksitet**
9. **Estetikk**

Kriteriene ble som regel ikke nevnt punktvis, men ble hentet ut fra samtlige eksperters innlegg. Dette tar oss videre til denne runden, hvor vi ønsker at dere skal rangere faktorene fra 1-9 etter hvilken prioritering dere mener de ulike faktorene har ved valg av automatisk sløkkesystem. 1 er viktigst mens 9 er den minst viktige av de overnevnte faktorene. Vi ønsker at dere gjør dette for de 3 aktuelle bygningstypene:

- a) **Privat bolig, risikoklasse 4**
- b) **Omsorgsbolig, risikoklasse 6**
- c) **Vernede- og fredede bygg**

Svar på bakgrunn av deres egne personlige meninger.”

Hensikten med dette spørsmålet var å undersøke hvilken grad av viktighet de ulike faktorene hadde ved valg av sløkkeanlegg. Dette var viktig for undersøkelsen, da prioriteringen av faktorene skulle legge grunnlaget for den videre undersøkelsen av de ulike sløkkeanleggene. Da denne hovedoppgaven baserer seg på valget for boligbygg, omsorgsboliger og vernede og fredede bygg, var det viktig at ekspertene ble veiledet til å samsvare sine resultater til disse bygningene.

5.3.4. Runde 3 – Valg av automatisk sløkkeanlegg

I denne runden ble ekspertenes prioriteringslister med kriterier fra runde 2 sammenlignet med hverandre. Målet var å gjennom et poengsystem bruke ekspertenes egne prioriteringslister, og de sammenlagte faktorene og tilbakemeldingene til å lage en prioriteringsliste for hver bygningstype. Disse prioriteringslistene kan ses i Figur 12.

Omsorgsbolig RKL 6	Boligbygg RKL 4	Verneverdige og fredede bygg
1.Pålitlighet	1.Pålitlighet	1.Pålitlighet
2.Dokumentasjon	2.Dokumentasjon	2.Sekundærskader
3.Effekt	3.Effekt	2.Dokumentasjon
4.Krav til areal, inngrep, osv	4.krav til areal, inngrep, osv	3.Effekt
5.Sekundær skader	4.Sekundærskader	4.Krav til areal, inngrep, osv
6.Pris før	5.Pris før	5.Estetik
7.Pris etter	6.Pris etter	6.Pris før
8.Estetik	7.Estetik	7.Pris etter
8.Tilgjengelighet	8.Tilgjengelighet	8.Tilgjengelighet

Figur 11 - Illustrasjon over de tre prioriteringslistene for de spesifikke byggene.

Spørsmål 3: ”I forrige runde foretok dere en vurdering av de forskjellige kriteriene som ligger til grunn ved valg av best egnet slokkeanlegg. Ut fra deres meninger har vi laget prioriteringslisten over.

Med hensyn på hva som kommer frem i denne prioriteringslisten, hvilke slokkesystem vil være best egnet i de forskjellige sammenhengene? Begrunn svaret ved hvert tilfelle.”

I denne runden fikk ekspertene selv se hvordan deres meninger ble lagt til grunn for fortsettelsen av undersøkelsen. Deltagerne kunne også ut fra de upartisk skapte listene observere hverandres meninger og deres samlede bedømmning på en mer oversiktlig måte enn tidligere i undersøkelsen. Hensikten med denne runden var å på bakgrunn av de ulike prioriteringslistene, velge hvilket automatisk slokkeanlegg som best tok for seg de viktigste faktorene for hver av byggtypene. Målet var i tillegg til dette å undersøke hvilket anlegg ekspertene sterkest assosierte med listene og hvilken grad rangeringen av faktorene hadde for valget.

5.3.5. Runde 4 – Valg av automatisk slokkeanlegg/ fortsettelse av debatt

I denne runden fikk ekspertene samme problemstilling som i runde 3: Hvilket automatisk slokkeanlegg slokkeanlegg er best egnet for de tre ulike bygningstypene med bakgrunn i prioriteringslistene? Denne ekstra runden ble gjennomført for å få tilstrekkelig med tilbakemeldinger og kvalitetsikre resultatet.

Spørsmål 4: ”Ut fra de tre prioriteringslistene fra runde 2, hvilket slokkesystem mener dere passer best til hvilken bygningstype (boligbygg, omsorgsbolig og vernede/fredede bygg)? Begrunn svarene med utgangspunkt i prioriteringslisten fra runde 2.

Eksempel 1: Sprinkleranlegg er best egnet til installasjon i boligbygg da sprinkleranlegg oppfyller de prioriteringene som ble ansett som viktigst for denne bygningstypen. Pålitelighet. (+ gjerne en begrunnelse.)

Eksempel 2: Novac 1230 oppfyller godt de kravene for vernede/fredede bygg iht. prioriteringslisten, den krever også mindre krav til areal for systemet enn andre typer gasslokkeanlegg. (+ gjerne en begrunnelse.) ”

I denne runden var målet samme som for runde 3, og var lagt opp for å starte en debatt mellom ekspertene om hvilket automatisk slokkeanlegg som er best egnet for de ulike bygningstypene. Her ble ekspertene ytterligere oppfordret til å forsvare deres utsagn fra de tidligere rundene. Ekspertene ble også veiledet til å svare på en annen måte enn den tidligere runden. To eksempler ble gitt for at ekspertene lettere skulle forstå hva som ble forventet av svar. Hensikten med dette var å minske sannsynligheten for misforståelse, men også for å veilede fram svar som lettere skulle kunne knyttes sammen med svarene fra runde 3.

5.3.6. Runde 5 – Diskusjon av resultat så langt

I starten av denne runda mottok alle deltagerne en upartisk oppsummering av runde 3-4 på mail. I den kom det frem hvilket automatisk slokkeanlegg deltagerne anså som best egnet for hver og en av de ulike byggtypene.

Spørsmål 5: “Hver av dere har fått oppsummeringen av de foregående rundene på mail, som baserer seg på runde 3 og 4, altså hvilke systemer som er best egnet for de aktuelle byggtypene.

Det vi ønsker fra dere nå, er at dere kommenterer/reviderer oppsummeringen som dere fikk via mail, etter hva dere føler og mener.

Er dere enig i oppsummeringsteksten, kommenter gjerne det.

Om dere er uenig med oppsummeringsteksten, forklar hva dere er uenig i og hvorfor.”

Hensikten med denne runden var å få ekspertene, med bakgrunn i runde 3-4 å enten godkjenne valget av automatisk slokkeanlegg og argumentere for dette, revidere deres tidligere utsagn for å oppnå enighet med flertallet eller argumentere på de punktene de var uenige i å forsøke og overtale de øvrige ekspertene til enighet. Målet med dette var å styrke de poengene ekspertene var mest enige i, men også for å eliminere skepsis og usikre alternativ til valget av ”det rette” slokkeanlegget.

5.3.7. Runda 6 – Hvor er bransjen på vei

En del av dette hovedprosjektet var å undersøke hvor bransjen er på vei. Siden delphimetoden ofte er brukt til å spekulere i framtiden, var det aktuelt å ha et mer framtidsrettet spørsmål, nemlig hvordan deltakerne så for seg hvordan markedet kom til å forandre seg i tiden som kom. Ettersom deltakerne daglig jobber med og eller må forholde seg til temaet, vil det være vanskelig å finne en mer kvalifisert gruppe mennesker, med bedre forutsetninger til å svare på dette spørsmålet. Deltakerne ble derfor stilt følgende spørsmål:

Spørsmål 6: “Hvilket slokkeanlegg kommer til å ta mer plass i markedet framover? Hvorfor?”

Hvordan vil nyere/planlagte standarder påvirke markedet som en helhet?

Hvordan kommer metoden for valg av slokkeanlegg gjøres i framtiden? Hvordan kommer dette til å utvikle seg? ”

Hensikten med en slik rekke spørsmål var å sette seg dypere inn i de problemstillinger og utfordringer som eksisterer i dag rundt temaet automatiske slokkeanlegg, og hvordan deltakerne så at disse kunne utbedres i framtiden. Det var også interessant å se hvordan de forskjellige grupperingene i bransjen så for seg den videre utviklingen i markedsfordeling og hvordan valget av det ”rette systemet” vil gjøres i tiden som kommende tiden.

6. Resultat

I dette kapitlet presenteres resultatet av de seks spørsmålsrundene som ble utført i delphiundersøkelsen. Hver runde vil her bringe med seg statistikk på hva deltakerne mener om problemstillingen. Denne statistikken vil resultere i flere upartiske oppsummeringer basert på hva deltakerne har svart i hver runde av undersøkelsen.

6.1. Runde 1: Kriterier for valg for valg av automatisk slokkeanlegg

I runde 1 ble deltakerne bedt om å liste opp de faktorene de selv mente var relevante ved valg av automatiske slokkeanlegg for de aktuelle bygningstypene. Dette resulterte i en mengde forskjellige meninger rundt spørsmålet om aktuelle kriterier som burde legges til grunn når en avgjør hvilket automatisk slokkesystem som er best egnet. Mye av svarene gikk igjen eller falt under hverandre. Svarene ble derfor kategorisert i brede kriterier som omhandlet større områder. Eksempler på dette er at et kriterium som ”gyldig og relevant prosjekteringsstandard” falt under kriteriet ”dokumentasjon” og ”personsikkerhet”, som etter analysering av hvilken sammenheng det ble argumentert for, falt under kriteriet ”pålitelighet” til et automatisk anlegg. Svarene ble evaluert på bakgrunn på hva som blir sagt flest ganger, og resulterte i følgende liste av kriterier som kan ses i tabell 7 nedenfor.

Tabell 7 - Kriterier og deres kjennetegn

Kriterier ved valg av automatisk slokkeanlegg	Kommentar
1. Pålitelighet	Hvor ofte anlegget fungerer som det skal. Hvilken statistikk som foreligger. Denne faktoren inkluderer personsikkerheten.
2. Dokumentasjon	Hvilken dokumentasjon det foreligger for det aktuelle anlegget. Standarder, koder etc.
3. Effekt	Hvor effektivt anlegget slokker ulike branntyper.
4. Areal, inngrep/ kompleksitet	Hvor mye krav til plass det stilles til oppbevaring av system/utstyr. Hvor kompliserte inngrep må til for installering.
5. Sekundærskader	Hvilke skader som kan komme av utløst anlegg.
6. Pris før	Kostnader frem til anlegget er installert og aktivt.
7. Pris etter	Drift, vedlikehold og etterforsyning av slokkemiddel.
8. Estetikk	Mulighet for bevaring av estetikk i bygget.
9. Tilgjengelighet	Tilgjengelighet til slokkemiddel.

6.1.1. Upartisk oppsummering Runde 1

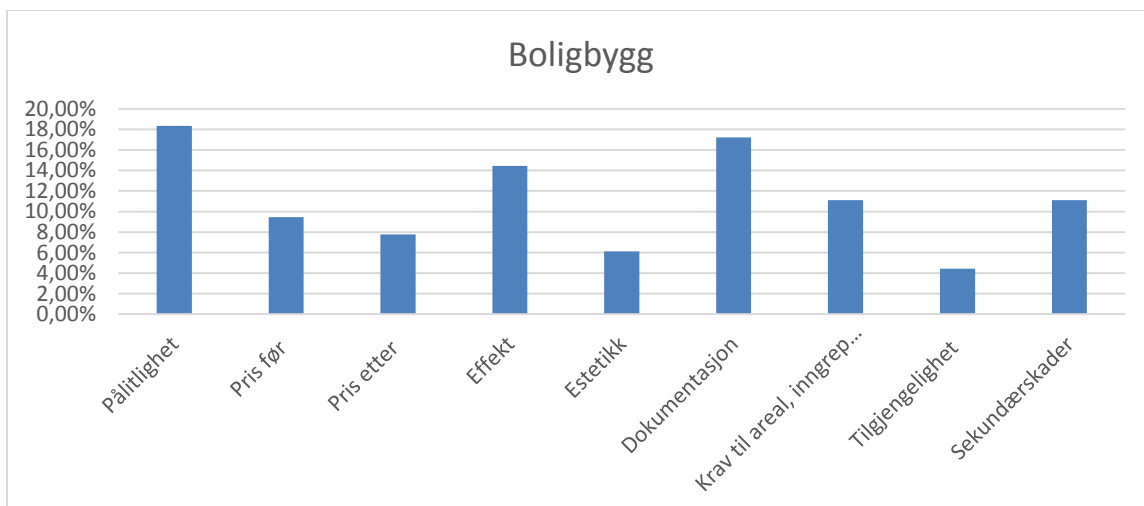
Det kunne merkes at mange som svarte på første runde helst ikke ville utgi noen ”grunntanker” uten å vite på forhånd hvilke akseptkriterier eller hvilken type bygg som skulle brannsikres med tilhørende risiko/sårbarhets undersøkelser. Mange mente også at disse faktorene skulle defineres etter både kundens ønske og behov, samt byggets bruk. Det var en del uenighet mellom paneldeltagerne over hvilke faktorer de selv la til grunn ved valg av automatiske slokkeanlegg, selv om de fleste mente at målet var å finne ”rett anlegg til rett tilfelle”, altså vurdere anlegget ut etter hvert tilfelle. Sekundærskader ble vurdert sterkt i mange tilfeller, men var veldig varierende i hvilken grad de skulle vurderes. Dette til motsetning fra effekt av systemet (evnen til å slokke/kontrollere relevante branner), noe alle nevnte en eller flere ganger i deres innlegg. Riktig dokumentasjon og pålitelighet var også en rød tråd gjennom hele runde 1, da mange mente at uten disse ville uansett løsningen ikke være gyldig. Det skal også nevnes at kostnad, både før og etter installasjon av anlegget ofte ble diskutert som den viktigste faktoren, selv om det var en allmenn enighet om at sikkerheten skulle prioriteres foran kostnad. Estetikk og krav til areal av selve anlegget ble også nevnt et par ganger men var aldri helt i fokus.

6.2. Runde 2: Prioritering av faktorer for valg av automatisk slokkeanlegg

I runde 2 ble deltakerne bedt om å rangere faktorene som kom fram i runde 1, etter hvilken grad de skulle prioriteres for de forskjellige bygningstypene. Resultatet som følger er et produkt av de forskjellige prioriteringslistene ekspertene mente var viktigst ved valg av automatisk slokkeanlegg. Disse listene ble deretter sammenslått og helhetlig vurdert til en overordnet liste for hver bygningstype.

6.2.1. Prioritering av faktorer for boligbygg i RKL 4

Figur 13 viser resultatet for boligbygg som ble hentet fra runde 2. Her vises hvilke faktorer ekspertene mente var viktigst for denne typen bygg, samt til hvilken grad de skulle prioriteres.



Figur 12 - Illustrerer prioriteringen av de forskjellige kriteriene for boligbygg

Ekspertene var enige om at pålitelighet, dokumentasjon og effekt er viktigst ved valg av automatisk slokkeanlegg for denne byggtypen. Pris (før og etter), estetikk og tilgjengelighet er

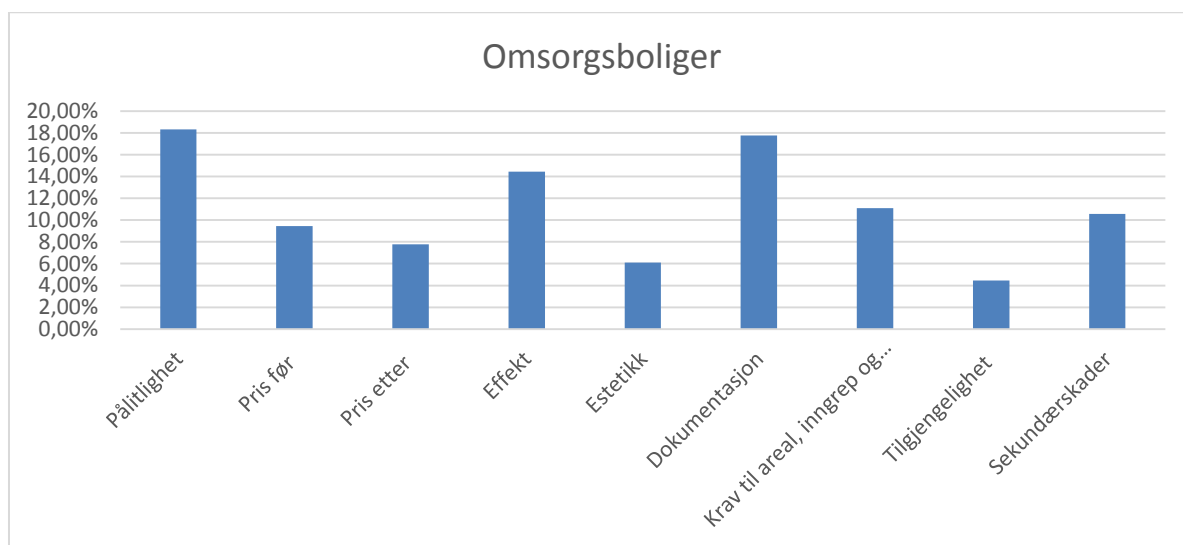
kriterier som deltakerne vektla minst. Faktorene ”sekundærskader” og ”krav til areal, inngrep/kompleksitet” fikk samme totalscore og delte fjerdeplassen. Tabell 8 viser rangeringen av kriteriene på listeform.

Tabell 8 - Prioritering av kriterier for boligbygg

Boligbygg
1. Pålitelighet
2. Dokumentasjon
3. Effekt
4. Areal, inngrep/ kompleksitet
4. Sekundærskader
5. Pris før
6. Pris etter
7. Estetikk
8. Tilgjengelighet

6.2.2. Prioritering av faktorer for omsorgsboliger i RKL 6

Figur 14 viser resultatet for omsorgsboliger som ble hentet fra runde 2. Her vises hvilke faktorer ekspertene mente var viktigst for denne typen bygg, samt til hvilken grad de skulle prioriteres.



Figur 13 - Illustrerer prioriteringen av de forskjellige kriteriene for omsorgsboliger.

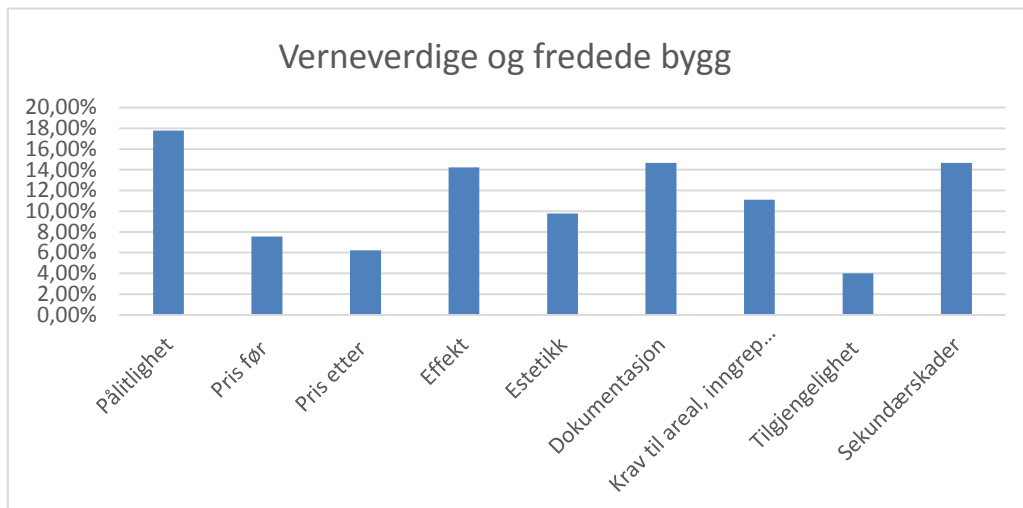
Figur 14 viser tilnærmet likt resultat for omsorgsboliger som for boligbygg. Her rangeres også kriteriene ”pålitelighet”, ”dokumentasjon” og ”effekt” som viktigst for valget av automatisk slokkeanlegg. Tabell 9 viser rangeringen av kriteriene på listeform.

Tabell 9 - Prioritering av kriterier for omsorgsboliger

Omsorgsbolig
1. Pålitelighet
2. Dokumentasjon
3. Effekt
4. Areal, inngrep/ kompleksitet
5. Sekundærskader
6. Pris før
7. Pris etter
8. Estetikk
9. Tilgjengelighet

6.2.3. Prioritering av faktorer for verneverdige og fredede bygg

Figur 15 viser resultatet for vernede og fredede bygg som ble hentet fra runde 2. Her vises hvilke faktorer ekspertene mente var viktigst for denne typen bygg, samt til hvilken grad de skulle prioriteres.



Figur 14 - Illustrerer prioriteringen av de forskjellige kriteriene for verneverdige og fredete bygg.

Figur 15 viser at pålitelighet, sekundærskader og dokumentasjon er de kriteriene deltakerne mente var viktigst ved valg av automatiske slokkeanlegg for denne bygningstypen.

I tillegg kan det sees fra tabellen at de øvrige kriteriene som pris (før og etter) samt tilgjengelighet ikke ble betraktet som like viktige. Kriteriene "sekundærskader" og "dokumentasjon" fikk samme totalscore og delte andreplassen. Tabell 10 viser rangeringen av kriteriene på listeform.

Tabell 10 - Prioritering av kriterier for vernede og fredede bygg

Verne- og fredede bygg
1. Pålitelighet
2. Sekundærskader
2. Dokumentasjon
3. Effekt
4. Areal, inngrep/ kompleksitet
5. Estetikk
6. Pris før
7. Pris etter
8. Tilgjengelighet

En upartisk oppsummering fra ekspertenes meninger angående problemstillingen ved runde 2 er presentert nedenfor.

6.2.4. Upartisk oppsummering Runde 2

Etter runde 2 var det tydelig en liten variasjon mellom hvilke faktorer paneldeltagerne mente hadde høyest prioritering for de ulike bygningene, da like mange valgte "**pålitelighet**" som "**dokumentasjon**" som viktigst. Dette hadde grunnlag i at ekspertene mente at et brannsikringstiltak som ikke kan dokumentere sin pålitelighet vil medføre en risiko for mye større skader etter en brann som kommer ut av anleggets kontroll. Til slutt kom faktoren "**pålitelighet**" som førsteprioritet for de tre bygningstypene sammenlagt.

"**Dokumentasjon**" kom veldig nære som den viktigste prioritert faktorn, med bare ett fåtal stemmer under "**pålitelighet**" for boligbygg i risikoklasse 4 og omsorgsboliger i risikoklasse 6. Men fikk en delad andraplats med "**sekundærskader**" for vernede- og fredede bygg. Det var en tydelig enighet mellom deltagerene at faktoren "**effekt**" ikke skulle prioriteres først, men endte til slutt opp en klar tredjeplass for samtlige bygningstyper, da ekspertene mente at et slokkeanlegg, i tillegg till "**pålitelighet**" og "**dokumentasjon**", alltid måtte ha den nødvendige slokkeeffekten. "**Krav til areal, inngrep og kompleksitet**" var veldig ulikt prioritert for de ulike bygningstypene, da ekspertene mente at dette var en faktor som var avhengig av om anlegget skulle installeres i byggeprosessen av et bygg eller om det skulle etter installeres i et allerede eksisterende bygg. Faktoren havnet til slutt på en veldig enstemt fjerdeplass for omsorgsboliger og vernede- og fredede bygg, men delte fjerdeplassen med "**sekundærskader**" for boligbygg. "**Sekundærskader**" ble vurdert som en viktig faktor i mange tilfeller men ble aldri helt i fokus for omsorgsboliger og boligbygg, da de fleste mente at dette var en faktor som bare skulle taes i betraktning om kostnadene etter en brann på grunn av vannskader ville blitt urimelig store. Dette kom tydelig frem ved å se på enigheten blandt ekspertene når fokuset var på vernede- og fredede byggverk, da de aller fleste mente at dette var en naturlig faktor å ha på andreplass når gjaldt uerstattelige objekter. For denne typen bygg var det også høyere fokus på "**estetikk**" som i denne kategorien havnet på en femteplass.

"**Pris før**" og "**pris etter**" ble begge to grundig diskutert i forumet som kanskje den avgjørende faktoren fra 1. runde, men begge fikk lave poeng i denne runden da ekspertene

mente at disse i utgangspunktet ikke skal være de bestemmende faktorene, at sikkerhet skal settes før pris. For boligbygg og omsorgsboliger ble til slutt "**estetikk**" plassert på en 8. plass, etterfulgt av "**tilgjengelighet**" som havnet på sjesteplass for samtlige bygningstyper.

6.3. Runde 3-4: Valg av automatisk sløkkeanlegg

I runde 3 og 4 ble deltakerne bedt om å benytte prioriteringslisten fra runde 2, og på bakgrunn av denne gjøre et valg av hvilket system som ville være best egnet for hver av de forskjellige bygningstypene. Resultatet for denne runden indikerte at deltakerne så det fordelaktig å benytte seg av sprinklersystemer for boligbygg (RKL4) og omsorgsboliger (RKL6). Ekspertene mente at sprinklersystem tok best for seg de kriteriene som lå til grunn for valget av system for disse bygningstypene.

For vernede og fredede bygg var majoriteten enig om at et gassanlegg ville være å foretrekke dersom sekundære skader og estetikk var sentrale temaer i prosjekteringsfasen. Dersom valget skulle gjøres på bakgrunn av pris og uten tilstrekkelig plass for gasstanker, var det en enighet mellom deltakerne at et vanntåkeanlegg skulle benyttes.

En upartisk oppsummering fra ekspertenes meninger angående problemstillingen ved runde 3-4 er presentert nedenfor.

6.3.1. Upartisk oppsummering Runde 3-4

Boligbygg i risikoklasse 4

For boligbygg i risikoklasse 4 var det et tydelig flertall av ekspertene som valgte sprinkleranlegg som sitt førstevalg. Dette ble argumentert frem som det som det klareste valget med bakgrunn i prioriteringslisten for boligbygg fra runde 2. Det var i tillegg en enighet mellom ekspertene at sprinkleranlegg var det beste valget når pålitelighet skulle vurderes som viktigst. Det skal nevnes at sprinkleranlegg var klart best egnet også på bakgrunn av erfaring, dokumentasjon og effekten sprinkleranlegg har for boligbygg i dag. Et typegodkjent vanntåkeanlegg ble av majoriteten valgt som en andre plass for bruk i boligbygg forutsatt at det fantes tilstrekkelig dokumentasjon for bruk i det spesifikke bygget.

Omsorgsboliger i risikoklasse 6

Prioriteringslisten for omsorgsboliger ble også som for boligbygg sterkest assosiert med sprinkleranlegg mellom ekspertene. Her mente ekspertene at et kjent system med høy pålitelighet og dokumentasjon, både for personsikkerhet og verdisikring var å foretrekke fremfor øvrige sløkkesystemer.

Vernede og fredede bygg

For vernede og fredede bygg var det delte meninger om hvilket automatisk sløkkesystem som svarte best til prioriteringslisten. Flesteparten mente at et gassløkkeanlegg var å foretrekke når grunnfaktorer som sekundærskader og estetiske prinsipper skulle fokuseres på, men det var stor enighet om at dette var på betingelse av at det forelå tilstrekkelig dokumentasjon for bruk i det spesifikke bygget samt krav til areal og pris for gasstanker.

De øvrige ekspertene var mer for et typegodkjent lavtrykk tåkeanlegg med smeltebulb som sprinkler, istedenfor romfyllingsvarianten. Også her var det enighet om at dette bare var

tilfellet om det forelå tilstrekkelig dokumentasjon for prosjekteringsgrunnlaget, samt om bygget hadde det nødvendige trykket/vanntilførsel til bruk av et vanntåkeanlegg.

Det ble også nevnt at et sprinklersystem var det beste utgangspunktet når pålitelighet var den viktigste faktoren. Likevel kom det tydelig frem at det fantes tvil til denne argumentasjonen når det kom til estetikk, lav takhøyde ift. installering, sekundærskader og høye investeringskostnader.

6.4. Runde 5: Revidering av resultat

I runde 5 ble deltakerne bedt om å vurdere/revidere resultatet fra den foregående runden. Resultatet ble noe blandet, men det var likevel et flertall som så seg enig i de konklusjonene som var trukket så langt.

En upartisk oppsummering fra ekspertenes meninger angående problemstillingen ved runde 5 er presentert nedenfor.

6.4.1. Upartisk oppsummering Runde 5

I denne runden var det litt delte meninger mellom ekspertene og deres enighet i forhold til oppsummeringen etter runde 3-4. Likevel var det et klart flertall som var enige med resultatet i sin helhet. Det kom frem at sprinkleranleggets styrke lå i deres enkle systemprinsipper og tiltakets dokumenterte pålitelighet. Det var i tillegg enighet om at dette systemet best tok for seg de fleste kriteriene fra prioriteringslistene, i forhold til de øvrige slokkeanleggene. Likevel var det et fåtall som var uenige i at personsikkerhet kunde brukes til en fordel for bruk av et sprinklersystem, da disse deltakerne mente at tiden for utløsning av et sprinklerhode, og derav systemets aktiveringstid var usikkert høyt.

Ekspertene var åpne for bruken av vanntåkeanlegg i boligbygg (RKL 4) og omsorgsboliger (RKL 6), men var skeptiske til at valget skulle tas uten videre kjennskap til det aktuelle byggets bruk og utforming.

Alle ekspertene var i midlertidig enige i at gass- og vanntåkeanlegg var å foretrekke for vernede og fredede bygg, dog med forutsetninger om at den valgte løsningen var dokumenterbar for den aktuelle bruken. Med dette menes det at det foreligger relevante standarder eller forsøk utført av uavhengige testlaboratorier.

6.5. Runde 6: Hvor er bransjen på vei?

I denne runden ble deltakerne bedt om å dele et par av sine personlige meninger rundt hvor de tenker bransjen er på vei. Det kommer da fram at metoden vil forbli relativt lik som det i dag. Valget vil i stor grad være styrt av premissgivere, som ARK, RIBr og myndighetenes krav til dokumentasjonsnivå på systemvalg. Videre vil pris, som i dag, fortsette å være en avgjørende faktor når et valg skal tas. Markedsandelen for de forskjellige typene anlegg ble også spekulert. Deltakerne anså at det ville være en generell vekst i utbredelsen av alle de forskjellige systemene. Andelen sprinkleranlegg ville øke generelt for alle bygninger, da spesielt for boligbygninger. Vanntåke og automatiske slokkeanlegg basert på gass vil få en mer framtrædende rolle, noe deltakerne så tett opp mot utbedringer med tanke på nye standarder for disse anleggene, noe som var et klart kriterium for dette.

6.5.1. Upartisk oppsummering av runde 6

Etter runde 6 kom det fram at bransjen er i stadig vekst, og denne vil også fortsette i framtiden. Vannbaserte anlegg vil fremdeles være mest utbredt, men det framkommer også at andelen av gasslokkeanlegg vil øke for flere bruksområder. Det var også nevnt at markedet gjerne vil bli mer segmentert, hvor de forskjellige gruppene vil spesialisere seg mer for spesifikke bruksområder.

Den generelle konsensusen var fremdeles at sprinklersystemer vil dominere markedet, og vil se en vekst for de fleste bygningstyper, da spesielt for boligbygninger.

For gassanlegg er områder som industri og lager områder hvor størst vekst er forventet, men det er også nevnt at det vil forekomme en vekst for alle bygg generelt.

Vanntåke var det systemet som var nevnt flest ganger sett opp mot vekst i markedsandel. Deltakerne så for seg at vanntåke ville bli ansett som en mer standardisert løsning og forventet dermed en økning i prosjektering og utførelse av slike anlegg for alle bygningstyper.

Forventningene til deltakerne var at kravet rundt dokumentasjon ville bli skjerpet i tiden som kommer. Nye planlagte standarder for gass- og vanntåkeanlegg var derfor sett på som en prioritet for framtiden. Det ble nevnt den manglende dokumentasjon ofte er utslagsgivende når disse systemene ikke ble valgt for flere bruksområder. Deltakerne så også for seg at aktører med risikoaversjon som assurandører vil ha en sterkere påvirkning i framtiden.

Det var et mangfold av forskjellige meninger rundt metoden for valg av automatisk slokkeanlegg. Majoriteten så for seg at metoden vil forbli relativt lik hvordan den er i dag, hvor for faktorer som pris vil være utslagsgivende. Det ble nevnt at for bygg innenfor områder som industri, lager og næring ville valget styres mer av valgt sikkerhetsnivå, funksjon og levetidskostnader. Imens bygg innenfor områder som boliger og mindre næringsbygg ville i større grad syres av relasjonssalg, følelser og installasjonskostnader.

Deltakerne hadde derimot et par forslag til hvordan de selv ønsker at valget av automatiske slokkeanlegg skulle velges. Utdypende bransjestandarder for valget av system og normer der systemet velges på bakgrunn på avstanden fra brannvesenet var løsninger som ble nevnt. Disse tiltakene var det derimot lite tiltro for at dette skulle bli implementert, og i denne sammenhengen ble det nevnt at markedet ville bli mer uoversiktlig.

7. Diskusjon

Som nevnt i pkt. *3.5-Regelverk som stiller krav til automatiske sløkkesystemer*, stilles det krav til enkelte bygninger (både for eksisterende og fremtidige) til brannsikring ved hjelp av automatiske sløkkesystemer. I Plan og bygningslovens forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10) er kravene beskrevet som funksjonskrav [6]. Dette åpner opp for muligheten til å velge sine egne løsninger for å tilfredsstille kravene. I forskriften, hvor det stilles krav til automatiske sløkkeanlegg, kan det derfor på eget ønske velges type automatisk sløkkeanlegg. Automatiske sløkkeanlegg kan også benyttes som kompenserende tiltak i bygg om de øvrige brannsikringstiltakene ikke er tilstrekkelige. Det eksisterer et mangfold av forskjellige typer automatiske sløkkesystemer. Dette gjør valget av det best egnede systemet til hvert enkelt tilfelle mer komplekst, ettersom hvert enkelt bygg har en individuell natur og utforming.

Dette kapitlet skal drøfte resultatene som har kommet frem under gjennomføringen av dette bachelorprosjektet. Det vil fokuseres på å ta frem de ulike synspunktene og argumentene som fremkom i undersøkelsen og sette disse opp mot hverandre. Diskusjonen tar også for seg de ulike anleggenes egenskaper og hvordan ekspertene stilte seg til bruk av disse for boligbygg (RKL 4), omsorgsboliger (RKL 6) og vernede og fredede bygg. Prioriteringslistene danner grunnlaget for den videre diskusjonen rundt problemstillingen og forklares mer spesifikt i dette kapitlet.

7.1. Prioriteringslisten

For å kunne avgjøre hvilket sløkkeanlegg som er best egnet for ulike tilfeller bygg, er det essensielt å først definere hvilke kriterier som skal legges til grunn, og i hvilken grad disse kriteriene skal prioriteres i forhold til hverandre. Det ble gjort noen antagelser i forkant av undersøkelsen på hvilke kriterier som burde inkluderes, og disse kom også frem under den første runden av undersøkelsen. Prioriteringslistene som kom fram i undersøkelsen vises i tabell 11. For boligbygg og omsorgsboliger ble prioriteringslisten tilnærmet like. Dette har sin grunn i at byggene har noen av de samme formålene. Det oppholder seg ofte personer der og er i bruk til alle døgnets tider. I motsetning til flesteparten av de vernede og fredede byggene er disse byggene mer funksjonsrettede opp mot beskyttelse av mennesker, og ikke materielle verdier. Dette gjør at prioriteringslistene for disse byggene i større grad kan utelukke beskyttelsen av det materielle og heller fokusere på personsikkerhet. Det kom tydelig frem i prioriteringslisten for vernede og fredede bygg, da denne byggtypen var den eneste hvor kriteriet ”sekundærskader” hadde en betydningsfull plassering.

Tabell 11 - Prioriteringslistene for samtlige byggtyper

Boligbygg (RKL4)	Omsorgsboliger (RKL6)	Vernede og fredede bygg
1. Pålitelighet	1. Pålitelighet	1. Pålitelighet
2. Dokumentasjon	2. Dokumentasjon	2. Sekundærskader
3. Effekt	3. Effekt	2. Dokumentasjon
4. Areal, inngrep/ kompleksitet	4. Areal, inngrep/ kompleksitet	3. Effekt
5. Sekundærskader	4. Sekundærskader	4. Areal, inngrep/ kompleksitet
6. Pris før	5. Pris før	5. Estetikk
7. Pris etter	6. Pris etter	6. Pris før
8. Estetikk	7. Estetikk	7. Pris etter
1. Tilgjengelighet	8. Tilgjengelighet	8. Tilgjengelighet

Påliteligheten til det automatiske slokkeanlegget var det kriteriet som ble sett på som viktigst for samtlige av byggtypene, med bakgrunn i at et anlegg med lav pålitelighet vil bidra med en ”falsk trygghet”, hvilket vil stille større krav til de øvrige brannsikringstiltakene ved en uønsket hendelse. Dette kan ofte ses i sammenheng med kriteriet om dokumentasjon, da et bredere underlag av dokumentert pålitelighet og statistisk bevist effekt kan styrke vurderingen bak valgt automatisk slokkeanlegg. Kriteriet ”dokumentasjon” handlet i denne bacheloroppgaven hovedsakelig om tilgjengelige og tilstrekkelige prosjekteringsstandarder, men også dokumentert erfaring ved bruk av det aktuelle anlegget i form av analyser og statistikk, da dette kan bli brukt ved prosjektering av automatiske slokkeanlegg. Kriteriene pålitelighet og personsikkerhet blir videre diskutert i kapittel 7.2.

Kriteriet ”effekt” (evnen til å slokke/kontrollere relevante branner) er hovedfunksjonen for et automatisk slokkeanlegg og dette er en egenskap alle slokkeanlegg bør besitte. Det er mange faktorer som spiller inn på om et automatisk slokkeanlegg har den rette slokkeeffekten, da det fra samme bygning kan oppstå flere ulike branntyper (se pkt. 2.4.). Relasjonen mellom kriteriet effekt og valget av automatisk slokkeanlegg er som nevnt en ønskelig egenskap, og det må burde gjennomføres en risikoanalyse for hvilke branner som kan oppstå i hvert enkelt bygg.

Krav til areal, inngrep og kompleksitet omhandler den fysiske installasjonen av det automatiske slokkeanlegget og hvilke krav anlegget stiller til utformingen av bygget. I et allerede eksisterende bygg kan en installasjon medføre komplikasjoner i forhold til større inngrep, og mangel på oppbevaringsplass til f.eks. flaskebank. Dette var et kriterium ekspertene ikke mente var noen umulig utfordring, da alle anleggene er relativt fleksible med tanke på utforming og design. Dette kan direkte kobles til estetikk kriteriet fra prioriteringslistene. Estetikken var et nedprioritert kriterium under delhipanelundersøkelsen for boligbygg og omsorgsboliger, men fikk litt høyere betydning for generelle verneverdige og fredede bygg. Dette diskuteres videre i pkt 6.3 *Vernede og fredede bygg*.

Prisen for et automatisk slokkeanlegg deles inn i to deler. I denne rapporten er disse delt opp i pris før- og pris etter installasjon. Pris før sikter til kostnader som påløper frem til anlegget er installert og aktivt (eksempelvis komponent pris, installasjonskostnader, slokkemiddel). Etter installasjon kommer andre kostnader som aktivt vedlikehold og eventuell fornyelse av slokkemiddel. Disse kom tydelig frem i undersøkelsen som en av de avgjørende faktorene bak valget av automatisk slokkeanlegg. Kriteriet pris utgjør en stor forskjell mellom de ulike slokkeanleggene. Der sprinkler oftest kan vurdere totalprisen med ”tommelfingerberegninger” mellom 200-350 kr/m², krever gass- og vantåkeanlegg mer spesifikke utregninger rundt kostnadene. Branncon fremviste under et BFO seminar om slokkeanlegg en generell livssyklus kostnad for inerte gassanlegg (se figur 16). [20]

Område	Innkjøpspris	Kostnader etter 5 år	Kostnader etter 15 år	Kostnader etter 25 år	Kostn. Etter ev. utløsning
1 – 60 m ³	46 500 kr	19 500 kr	64 000 kr	112 000 kr	9000 kr
2 – 150 m ³	67 500 kr	22 000 kr	78 500 kr	140 000 kr	15 000 kr
3 – 300 m ³	126 000 kr	24 500 kr	101 000 kr	182 500 kr	24 500 kr
4 – 2500 m ³	600 000 kr	59 500 kr	407 500 kr	767 500 kr	165 500 kr
5 – 15 000 m ³ (delt i 6 soner)	1 045 000 kr	84 500 kr	472 500 kr	877 500 kr	165 500 kr
6 - 15 000 m ³	3 820 000 kr	145 000 kr	1 802 700 kr	3 489 400 kr	-

Figur 15 - Generell livssyklus kostnader for et inert slokkeanlegg [20]

Det skal tas med hvilke avgrensninger og antydninger som er gjort bak figuren:

- Basert på at bygget har brannalarmanlegg
- Elektrokomponenter som behøves i tillegg til et standard brannalarmanlegg (slokkesentral, ekstra detektorer, lyd- og lys varsling, skilting) er tatt med i prisen inkl. montering.
- Reise- og fraktkostnader er ikke medregnet.

Sammenlignes kriteriet ”pris før” med de generelle kostnadsberegningene for både sprinkler og inerte slokkeanlegg, vises en generell prisforskjell mellom de ulike anleggene. Tas det utgangspunkt i et standardrom med en takhøyde på 2,4 meter er de første volumene vist i figuren ovenfor hhv. 25m², 62.5m² og 125m². Da sees en tydelig oversikt over prisforskjellen mellom de ulike typene automatiske slokkeanlegg (se tabell 12).

Tabell 12 - Investerings kostnader for sprinkleranlegg satt opp mot et inertanlegg

Areal (m ²)	Sprinkleranlegg: 350 $\frac{\text{kr}}{\text{m}^2} \cdot \text{Areal (m}^2\text{)}$	Investeringskostnad vist i figur 16
25 m ²	8 750 kr	46 500 kr
62.5 m ²	21 875 kr	67 500 kr
125 m ²	43 750 kr	126 000 kr

Dette kan ses som et overtak ift. sprinkler om kriteriet ”pris før” skal ligge til grunn. Dog må dette ses i sammenheng med den klare fordelene inerte gassanlegg har til kostnader som kommer av sekundæreskader, siden dette ikke er et tema for gassanlegg. [20]

Tilgjengeligheten for de forskjellige automatiske sløkkeanleggene, refererer til tilgjengeligheten til sløkkemiddelet for de ulike anleggene, og hvordan anskaffelse av dette spiller en rolle bak valget. For vannbaserte anlegg skal kommunen sørge for tilstrekkelig vannmengde og trykktilførsel i områder som reguleres til virksomheter hvor dette er aktuelt. Ved regulering av nye utbyggingsområder må kommunen sørge for at vannforsyningen til bruk i automatiske sløkkeanlegg er en del av rammeforutsetningene for byggetillatelse før prosjekteringsfasen kan begynne. For bygninger som ikke faller under kommunens inkluderte reguleringsplan med påfølgende vannforsyningskrav til sprinkler, kan private vannkilder fra naturlige vannreservoarer eller vanntanker benyttes. For vanntåkeanlegg kreves en betydelig mindre vannmengde. For gassanlegg er det produsentene av de ulike typene som står for anskaffelse til bygget, og vil for noen tilfeller bruke dette som argument til bruk i bygninger hvor vann ikke er tilgjengelig. [21]

Prioriteringslistene som har blitt presentert i denne bacheloroppgaven er et produkt av hvilken prioritering av kriterier ekspertene mener skal legges til grunn ved valget av automatiske sløkkeanlegg, for generelle bygg av de ulike byggtypene denne rapporten fokuserer på. Da hver bygning er unik, må hver prioritering av kriterier ses i sammenheng med hvert enkelt tilfelle. Det skal heller ikke utelukes at andre typer kriterier kan være gjeldende. Prioriteringslistene gir meget gode retningslinjer ved valget av automatiske sløkkeanlegg for disse byggtypene. De er godt gjennomførte ved hjelp av eksperter med bred kompetanse innenfor bransjen og den anbefales til bruk i videre utvikling av temaet.

7.2. Sprinklerbeskyttelse av boligbygg og omsorgsboliger

Sprinkleranlegg ble sett på av ekspertene som det ledende valget for brannbeskyttelse av både omsorgsboliger (RKL 6) og boligbygg (RKL 4), basert på et klart flertall av ekspertenes meninger og deres tanker rundt prioriteringslistene for begge bygningstypene. Valget å sprinklerbeskytte disse bygningene, hadde en klar sammenheng til de utarbeidete prioriteringslistene for disse bygningstypene. Prioriteringslistene for de to byggtypene boligbygg og omsorgsboliger var tilnærmet like, med unntak av en neglisjérbar forskjell, og det var derfor fornuftig å forvente at valgt sløkkeanlegg ville være det samme.

Pålitlighet ble valgt under undersøkelsen som den viktigste faktoren å ha til grunn for valget av et automatisk sløkkeanlegg for både omsorgsboliger og boligbygg. Dette ble en utslagsgivende faktor for valget av et sprinkleranlegg, da sprinkler har eksistert lengst, noe som har bidratt til en lang tid for systemutvikling og videre forbedring ift pålitlighet til utløsning i et brannscenario. Statistisk har sprinkleranlegg også et overtak ift pålitlighetsaspektet, da sprinkler har en lang dokumentert brannstatistikk og erfaringsdata. Pålitligheten til et sprinkleranlegg er videre diskutert i kapittel 7.2.2.

Krav til dokumentasjon var også et punkt hvor sprinklersystemer hadde et klart overtak i forhold til de andre systemene. Dette kan sees i sammenheng med pålitlighetsaspektet, da

sprinkler har eksistert lenge, noe som har bidratt til utfyllende standarder for både detaljprosjektering og flere anvendelsesområder enn for de andre systemene.

I forhold til dokumentasjon ved prosjektering ble det i tillegg nevnt av ekspertene at det bare er sprinkleranlegg som har en godkjent norsk standard. Dette kan gjøre en eventuell prosjekteringsprosess enklere. Dette vil være et godt argument for å installere et boligsprinkleranlegg for disse bygningstypene. For boligbygg og omsorgsboliger kan NS-INSTA 900-1:2013: Boligsprinkler - *Del 1: Dimensjonering, installering og vedlikehold* ta for seg prosjekteringsgrunnlaget på et detaljnivå og er kun egnet for prosjektering i boenheter [11]. For øvrige byggtypen benyttes NS-EN 12845 [12]. Ved bruk av alternative slokkeanlegg må en se utenlands for å finne en relevant standard, da det pr dags dato ikke foreligger tilstrekkelig dokumentasjon for prosjektering av disse. Dette er ikke et videre problem, men heller en uheldig løsning som er med på å sementere anlegg basert på gass og vanntåke som en alternativ metode. Dette vil igjen gi sprinkleranlegg et klart fortrinn ovenfor de andre systemene med tanke på kravet til dokumentasjon. Det er verdt å nevne at norske standarder for systemer basert på gass og vanntåke er planlagt og under utredning, så dette argumentet kan falle bort i fremtiden. Her er igjen enda en situasjon hvor tiden kan være hjelpelig for de andre systemene.

Kriteriet for slokkeanleggets areal, inngrep og kompleksitet ble også sterkt prioritert for boligbygg og omsorgsboliger. Denne faktoren ble nevnt bare som problematisk for eksisterende bygg uten noen form for slokkeanlegg. For nye bygg var det en enighet i blant ekspertene at kriteriet var uproblematisk innenfor en forsvarlig ramme.

Personikkerhet ble et sentralt tema og problemstilling under delphiundersøkelsen, og noen eksperter stilte seg skeptisk til utløsningstiden for et sprinklersystem. Dette argumentet baserte seg i stor grad på den høye temperaturen sprinklerhodet krever for utløsning (normalt 68°C, for rom med forventet romtemperatur). Deltakerne mente at en forsinket aktivering av et automatisk slokke anlegg, fort kunne føre til en dødelig situasjon for mennesker nære brannscenarioet. Argumentet ble møtt med skepsis fra noen av deltagerne, da de mente at sprinkler hadde en god statistikk for personikkerhet ift. statistikk med antall dødsbranner for bygg med sprinklersystem. Kapittel 7.2.2 Personikkerhet for sprinkleranlegg kommer til diskutere disse argumentene videre.

I forhold til inngrep i bygg mot et eksisterende omsorgs- og boligbygg uten slokkesystem, anså noen eksperter at dette ville være en stor ulempe for sprinklersystem. Dette mente ekspertene var betydelig større utfordring for sprinkleranlegg, og ville gi gassystem et overtak for dette kriteriet, da et gassystem krever minder rørføringer og færre dyser enn et sprinkleranlegg. Ekspertene mente også at et gassanlegg i større grad ville ivareta estetikken i bygget, da dysenes plassering også vil være mer fleksibel. Det er et faktum at et gassanlegg krever færre dyser og mindre rørføringer enn et sprinkleranlegg.

Ulempen med bruken av et gassanlegg i forhold til kriteriet inngrep i et eksisterende bygg, vil være kravet til en flaskebank og dens tilhørende krav til areal. Dette vil lede til at et rom enten må konstrueres eller endre sitt bruksområde. Videre er et gassanlegg et mer teknisk komplisert

system, med flere komponenter som potensielt kan stille ytterligere krav for uønskede inngrep i et eksisterende bygg.

Tilgjengeligheten til slokkevann i området anvendes også som et motargument mot valget av sprinklerbesyttelse. Det var en klar enighet blant ekspertene at tilgjengelighet til vann var en absolutt nødvendighet for valget av sprinkler, noe som er selvforklarende, da vann er det aktuelle slokkemediet for et sprinkler system. Hvor langt dette er en problemstilling vil være koblet opp mot det individuelle bygget, og hvor vanskelig det er å få tak i nok vann. Kommunen skal i utgangspunktet stå for vannforsyningen. [21]

7.2.1. Pålitelighet till ett sprinklersystem

Påliteligheten til et sprinkleranlegg varierer fra rapport til rapport, fra pålitelighet satt så høyt som 99,9 % til så lavt som 70 %. I sammenheng med disse tallene er det viktig å ta i betraktning hvilke kriterier som har blitt lagt til grunn for at et sprinkleranlegg ”fungerer”, da variasjonen av visse studier har tillatt utløsning av opptil 200 sprinklerhoder (et ca. 2.000 m² stort brannareal) før et sprinklerforsøk har blitt konstatert som mislykket. Andre studier har ikke regnet med når sprinkleranlegget har vært frakoblet fra rørnettet (feil i vedlikeholdet av anlegget) som en vurdering av pålitelighet. Sistnevnte utelukkende fra statistikk er av særskilt interesse for statistisk måling av pålitelighet, da British standards har utnevnt at; utilsiktet (alternativt tilsiktet) isolering fra rørnettverket er den vanligste grunnen til at et anlegg ikke fungerer i et brannscenario. [22]

Det kan også ses videre i rapporten fra British standards PD 7974-7: 2003, etter å ha inkludert tidligere nevnte variasjoner i beregning av pålitelighet for et sprinkleranlegg [22]:

- **Maksimum 95 %**. Denne prosentvise påliteligheten skal ses i sammenheng med nye sprinkleranlegg der lovbestemt vedlikehold er på plass.
- **Typisk 80 %**. Denne prosentvise påliteligheten skal ses i sammenheng med “new life systems”, som er viderekobling av ytterligere tiltak til de klassiske sprinkleranleggene.
- **Minimum 75 %**. Denne pålitelighet skal ses i sammenheng med eldre sprinkleranlegg som er utgått på dato og som derav har redusert sikkerhet.

Fra dette kan det sammen med forutsetningen om nøye etterfølging av vedlikeholdskrav fra benyttet standard, antas at et sprinkleranlegg i boligbygg (risikoklasse 4) og omsorgsboliger (risikoklasse 6) skal ha en pålitelighet på 95 % ift. effektiv utløsning i hendelsen av en brann.

Sammenlignet med andre automatiske slokkeanlegg (eksempelvis gassanlegg og vanntåke) framkommer det i samme standard pålitelighetsdata for en effektiv utløsning av et gassanlegg, noe som kan leses av i figur 17.

Automatic fire suppression systems			
Overall reduction in loss due to provision of sprinklers	General value	50 %	—
Probability of successful sprinkler operation	Maximum	0.95	—
	General:		—
	Property protection	0.9	—
	Life safety	0.8	—
Probability of successful operation of other AFS systems	Minimum	0.75	—
	General value	0.9	—

Figur 16 - Påliteligheten for sprinkleranlegg samt påliteligheten for et AFS system, (vanntåke, gass, skum) etter den britiske standarden, PD 7974-7:2003 [22]

Utdraget presentert i figur 17 viser British Standards utregning for påliteligheten til et gassanlegg (AFS system), hvor totalsummen av påliteligheten til hver enkelt komponent som er involvert, gir påliteligheten til hele anlegget for effektiv utløsning i en brann. I denne beregningen er påliteligheten målt på bakgrunn av at det er installert på plasser med strenge krav ift. pålitelighet rettet mot et automatisk slokkeanlegg. [22]

NFPA har også utarbeidet en rapport om påliteligheten til et sprinkleranlegg. Til forskjell fra standarden PD 7974-7:2003 som ble diskutert tidligere, presenterer NFPA et direkte utdrag til påliteligheten for sprinkleranlegg til både boligbygg og omsorgsboliger. Dette vises i figur 18 og 19. [23]

A. All Sprinklers

Property Use	Number of fires per year where sprinklers were present	Non-confined fires too small to activate equipment	Fires coded as confined fires	Number of qualifying fires per year	Percent where equipment operated (A)	Percent effective of those that operated (B)	Percent where equipment operated effectively (A x B)
All public assembly	3,410	560	2,210	640	91%	93%	84%
Eating or drinking establishment	1,680	300	990	390	91%	91%	83%
Educational property	2,020	440	1,400	180	87%	97%	84%
Health care property*	3,360	670	2,350	340	86%	98%	84%
All residential	29,430	2,500	23,010	3,920	94%	97%	91%
Home (including apartment)	23,650	1,630	18,890	3,120	95%	97%	91%
Hotel or motel	1,870	370	1,210	300	90%	97%	88%

Figur 17 - Statistikk grunnlaget for sprinkleranlegg for omsorgsboliger fra NFPA: U.S. experience with sprinklers [23]

Figur 18 med markerte verdier for sprinkleranlegg i omsorgsboliger. Figur 19 viser markerte verdier for boligbygg fra samme rapport.

A. All Sprinklers

Property Use	Number of fires per year where sprinklers were present	Non-confined fires too small to activate equipment	Fires coded as confined fires	Number of qualifying fires per year	Percent where equipment operated (A)	Percent effective of those that operated (B)	Percent where equipment operated effectively (A x B)
All public assembly	3,410	560	2,210	640	91%	93%	84%
Eating or drinking establishment	1,680	300	990	390	91%	91%	83%
Educational property	2,020	440	1,400	180	87%	97%	84%
Health care property*	3,360	670	2,350	340	86%	98%	84%
All residential	29,430	2,500	23,010	3,920	94%	97%	91%

Figur 18 - Statistikk grunnlaget for sprinkleranlegg for boligbygg fra NFPA: U.S. experience with sprinklers [23]

Da denne rapporten henviser i figur 18, til en høy pålitelighet på 98 % for effektiv utløsning i omsorgsboliger av et sprinkleranlegg, er det den lave prosentandelen på 86 % for faktisk utløsning av anlegget som er den sterkt fremtredende påvirkningen for den lave totalsummen på 84 %, da denne rapporten beregner påliteligheten til sprinkleranlegget som produktet av disse to. [23]

Figuren 19 viser en pålitelighet på 97 % for effektiv utløsning av sprinkleranlegg i boligbygg, men viser her en minking av påliteligheten til faktisk utløsning til 94 %, hvilket gir en totalpålitelighet på 91 %. [23]

Det skal i tillegg forklares at den totale summen av pålitelighet, til forskjell fra PD 7974-7, bygger på et større utvalg av variasjoner for feilkilder, og må ses i sammenheng med disse. Figur 20 illustrerer grunnene bak mislykket utløsning av automatiske slokkeanlegg for boliger (6 %). [23]

Reason	Failure		Ineffectiveness		Combined	
System shut off	1,638	(42%)	0	(0%)	1,638	(42%)
Manual intervention defeated system	568	(14%)	114	(3%)	682	(17%)
Water discharged but did not reach fire	0	(0%)	516	(13%)	516	(13%)
Not enough water discharged	0	(0%)	385	(10%)	385	(10%)
Lack of maintenance	196	(5%)	54	(1%)	251	(6%)
System component damaged	183	(5%)	67	(2%)	250	(6%)
Wrong type of (inappropriate) system for type of fire	161	(4%)	64	(2%)	225	(6%)
Total	2,746	(70%)	1,200	(30%)	3,946	(100%)

Figur 19 - Statistisk bakgrunn for feilkilder på sprinkleranlegg i generelle boligbygg fra NFPA: U.S. experience with sprinklers [23]

Her kommer det frem hvor de resterende 6 % av mislykket utløsning har sin grunn ift boligbygg, da 42 % av feilkildene var at anlegget var koblet av. Dette må tas med i pålitelighetsberegningen, da alle aspekter av feilkilder må inkluderes i en totalvurdering, også organisatorisk svikt. Feilkildene vist i figur 20 tar ikke for seg tilsvarende statistikk for omsorgsboliger, men viser tydelig sammenhengen mellom vedlikehold, den menneskelige faktoren og pålitelighet. [23]

Opprettholdes derfor vedlikeholdet tilstrekkelig nøye i samsvar med prosjekterende standard for sprinkleranlegget som er installert, kan det altså antas en noe høyere pålitelighet enn statistikken tilsier.

Påliteligheten som fremkommer i dette kapittelet angående sprinkleranlegg er et resultat av mange år med erfaring og innsamling av statistikk. Det finnes ikke i dag tilsvarende kilder angående pålitelighet for de alternative anleggene i denne bacheloroppgaven. Dette grunnet den relativt korte bruksperioden for disse anleggene for de aktuelle byggtypene denne oppgaven tar for seg. På bakgrunn av dette er det valgt å ikke gå dypere inn på kriteriet pålitelighet for de alternative sløkkeanleggene.

7.2.2. Personikkerhet ved et sprinkleranlegg

Hvilke konsekvenser en brann vil medføre er avhengig av menneskers fysiske evne til å redde seg selv. Når mennesker besitter fysiske svakheter og krever ekstern innsats for å ta seg til et sikkert sted, må det anvendes et automatisk sløkkeanlegg som besitter egenskaper til å slukke (alternativt kontrollere) brannen, samt sikre et nivå av trygghet under brannscenarioet. Personikkerhet ble derfor et viktig punkt for utredningen av resultatet, for sprinklerbesyttelse av både omsorgsboliger (RKL 6) og boligbygg (RKL 4). [24]

I boligbygg vil som regel mennesker inneha tilstrekkelige fysiske egenskaper til å redde seg selv. Dette skal derimot ikke brukes som et argument for å senke kravet til personikkerhet i et automatisk sløkkesystem, da omstendigheter som sykdom, brukne bein og lignende fort kan forverre menneskers forutsetninger for å bevege seg.

I omsorgsboliger vil mange av beboerne trenge hjelp til å evakuere. Konsekvenser av en brann kan også øke om det ikke finnes personal som kan bistå med redning og evakuering. Et sløkkeanlegg i en omsorgsbolig må derfor sørge for en høy personikkerhet og sløkkeeffekt, for å sikre at mennesker i en kritisk situasjon skal kunne reddes.

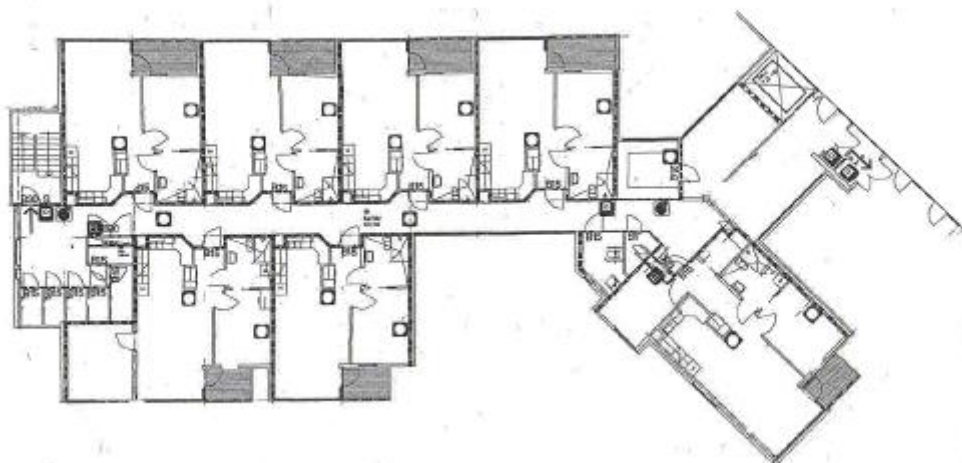
En forskningsrapport fra SP Fire Research ”*Effekt av boligsprinkler i omsorgsboliger*”, har tatt for seg hvilken effekt boligsprinkler vil ha i omsorgsboliger under ulike brannscenaria, samt dets evne til å redde og sikre liv. Sprinkleranleggets egenskaper ift. personikkerhet kan i denne rapporten sees i sammenheng med når det oppstår kritisk tilstand i rommet. Tabell 13 viser de kriterier som er lagt til grunn for beregningene som er gjort i denne rapporten, for å angi når kritisk tilstand inntreffer for personer. [24]

Tabell 13 - Kriterier for kritisk tilstand [24]

Kriterier for kritisk tilstand		
CO-dose	64 000 ppm	Konsentrasjon ganger tiden (min).
CO-konsentrasjon	6 400 ppm	Konsentrasjon som fører til bevisstløshet og mulig død i løpet av 10-15 min.
Temperatur	205°C	Maksimal toleransetid er mindre enn 4 minutter.

Kriteriene som blir presentert ovenfor er grensene for hva personer kan eksponeres for før kritisk tilstand oppstår. Et automatisk slokkeanlegg må derfor sørge for at kritisk tilstand ikke inntreffer for å opprettholde et tilstrekkelig nivå av personsikkerhet. [24]

I rapporten er tre bygningstyper benyttet som analyseobjekt, blant annet Bergseng bo- og servicesenter der tre personer omkom i en brann 18. mars 2001. Bygningen består av tre etasjer med omsorgsboliger, felles oppholdsrom og korridorer. En plantegning over første etasje kan ses i figur 21. [24]



Figur 20 - Plantegning over første etasje for Bergseng bo- og servicesenter [24]

12 brannscenaria ble undersøkt for analyseobjektet Bergseng bo- og servicesenter, med og uten boligsprinkler installert. Resultatene fra denne rapporten viser at med boligsprinkler ville ikke kritisk tilstand oppnås i andre rom enn startbrannrommet, med betydelig små sjanser for at kritisk tilstand skulle oppstå til og med der. Rapporten konkluderer også med at kritisk tilstand uten sprinklerbeskyttelse ville inntruffet før tre minutter var gått. [24]

En oppsummering av beregningsresultatene fra brannscenario i soverom, stue i omsorgsboliger og felleskjøkken, i tillegg til andre områder, kan ses i figur 22 og 23. Tegnene (+ -) angir i denne rapporten om kritisk tilstand oppstod eller ikke i angitt rom i løpet av 15 min. etter brannstart. [24]

Scenario nr	Brann i soverom				Brann i stue			
	Sprinkler		Ikke sprinkler		Sprinkler		Ikke sprinkler	
	Åpen dør ³	Lukket dør	Åpen dør ³	Lukket dør	Åpen dør	Lukket dør	Åpen dør	Lukket dør
	2A	1A	2B	1B	4A	3A	4B	3B
Soverom	-/+	+	-	-	+	+	-	-
Stue	+	+	-	+	-/+	-/+	-	-
Korridor	+	+	+	+	+	+	-	+
Naboleilighet	+	+	+	+	+	+	-	+

Tegnforklaring:

- Kritisk (dødelig) tilstand oppstår.
- + Ingen kritisk (dødelig) tilstand.
- /+ Kan oppstå kritiske tilstander for personer som trenger hjelp for å evakuere.

Figur 21 - illustrerer tilstanden i områdene under brannscenarioet for brann i soverom og stuen [24]

Fra figur 22 kan det observeres at et sprinkleranlegg presenterer en betydelig forskjell i hendelsesforløpet og tilhørende konsekvenser til det bedre. Det kan også ses at personsikkerheten for både pasienter og personell er betydelig høyere med sprinkleranlegg tilstede. Dette kan også ses fra figur 23 som tar for seg brann i felleskjøkkenet som er presentert under.

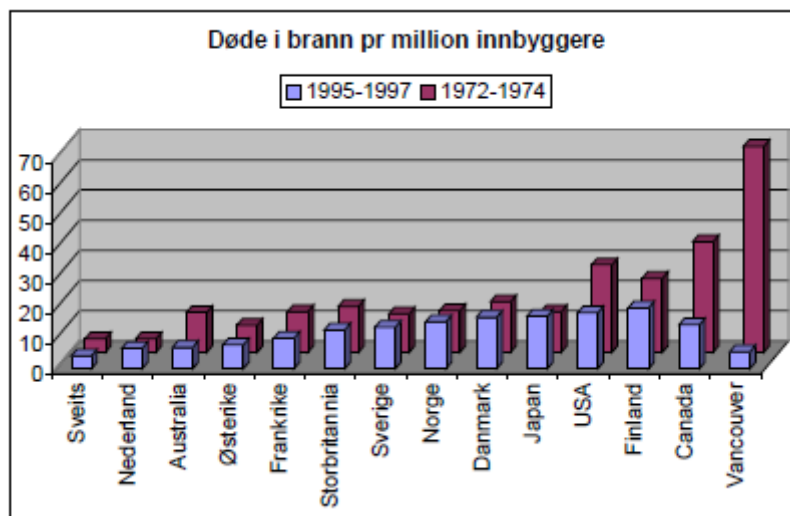
Scenario nr	Brann i felleskjøkken			
	Sprinkler		Ikke sprinkler	
	Ingen dør ⁴	Dør ⁵	Ingen dør	Dør
	5A	6A	5B	6B
Felleskjøkken	+	+	-	-
Fellesområde/-pratekrok	+	+	-	-
Korridor utenfor leilighetene	+	+	-	+
Leilighet med åpen dør til korridor	+	+	-	+

Figur 22 - Illustrerer tilstanden i de ulike områdene under brannscenario i felleskjøkkenet [24]

Fra beregningene av felleskjøkkenet kan en tydelig økning av sikkerheten fra tilfellene hvor sprinkleranlegg var tilstede. Ved at ingen kritisk tilstand ift. verken CO dosen eller temperaturøkningen inntraff under de forsøkene som ble gjort vises effekten av et sprinkleranlegg, samt dets evne til å opprettholde et godt nivå av personsikkerhet under brannscenarioene for alle tilstede.

Rapporten presenterer også erfaringsdata og videre konklusjoner for effekten av sprinkler ved bruk i andre land. Her drøftes dødsbrannstatistikken fra land som USA og Canada hvor sprinklerbeskyttelse har hatt en bredere anvendelse og vært i bruk i en større periode. Erfaringstall hentet fra disse stedene kan vise en positiv nedgang i dødsbrannfrekvensen. Et direkte sitat hentet fra denne rapporten på side 16, kapittel 8.2 Erfaringer fra Vancouver-Canada, sier følgende:- ”Vancouver hadde svært mange døde i brann før tiltakene ble iverksatt. Nå er dødsbrannhyppigheten lavere enn Norge og andre land som har utbredelse av røykvarslere, men ikke sprinkler. Dette viser at sprinkler redder flere liv enn hva tilfellet ville vært med bare røykvarslere og andre tiltak.” [24]

Figur 24 illustrerer forskjellen i dødshyppigheten i Vancouver før og etter sprinkling ble iverksatt. Forskjellen i dødshyppighet i de ulike landene representert fra samme tidsperiode (1995-1996 og 1972-1974) vises også.



Figur 23 - illustrerer dødshyppigheten før og etter strengere tiltak for brandsikring ble iverksatt i Vancouver [24]

Videre konkluderer denne rapporten, med erfaringstall på effekten av sprinkleranlegg rettet mot menneskeliv i boligbygg [24]:

- Det er ingen tvil om at sprinkler har forhindret dødsbranner, da byer og kommuner med stor utbredelse av sprinkleranlegg har en lavere dødsbrannstatistikk enn andre som bare har brannvarslere.
- Det er nesten ingen omkomne rapportert i sprinklerbeskyttede bygninger.
- Det kan forventes en 50-75 % lavere dødsfrekvens i sprinklede boligbygg ift boliger uten sprinkler.
- Installering av sprinkler i boliger vil generelt kunne redde omlag 0,8-1 liv per 100 000 innbygger (fra erfaring i Vancouver og Scottsdale). I Norge vil dette tilsvare 35-40 liv i året (reduksjon på 55-75 %).

Fra de erfaringstallene og undersøkelsene rundt sprinkleranleggets effekt i branner, kan det med sikkerhet antas at et sprinkleranlegg besitter egenskaper som gir en markant økning av personsikkerheten i et bygg. Derfor kan alle motargumenter for sprinkleranleggets underlegenhet ift. personsikkerhet overses i resultatet og valget av sprinkleranlegg som brannsikringstiltak i boligbygg og omsorgsboliger. Et sprinkleranlegg vil sørge for at personsikkerheten blir opprettholdt under en brann, og redusere sannsynligheten for at kritisk tilstand oppstår. Det skal understrekes at statistikken ovenfor sammenligner å ha sprinkleranlegg installert, kontra å ikke ha noen form for aktivt brannsikringstiltak.

Personersikkerheten ved bruk av gass som medium er et grundig diskutert tema. Det blir ofte hevdet at inerte gasser har den høyeste personsikkerheten. Likevel, ifølge 2015 utgaven av NFPA 2001: *Standard on Clean Agent Fire* skal personer avhengig av inert gass/oksygenkonsentrasjon ikke oppholde seg lenger enn følgende (tabell 14) i rom med disse gassene [16]:

Tabell 14 - Konsentrasjon av inert gas sett opp mot tilgjengelig oppholdstid [16]

Konsentrasjon av inert gass/oksygen	Tilgjengelig oppholdstid
<43 % / 12 %	< 5 min
Mellom 43-52 % / mellom 12-10 %	< 3 min
Mellom 52-62 % / mellom 10-8 %	< 30 sek
> 62 % / ≤ 8 %	Personer skal ikke oppholde seg i rom ved disse konsentrasjonene

Ifølge rapporten som ble utarbeidet for effekten av boligsprinkler i omsorgsboliger, ble hvert tilfelle vurdert etter kritisk tilstand i rommet under et brannscenario. Selv om et gasslokkeanlegg i tilsvarende tilfeller sørger for at kritisk brannscenario ikke inntreffer, kan selve effekten av utløst sløkkeanlegg lede til en kritisk tilstand med tanke på lavt oksygennivå der det kan befinne seg personer/pasienter som ikke er i stand til å forflytte seg selv innen den angitte tilgjengelige oppholdstiden. [16]

7.3. Vernede og fredede bygg

“Brann er den største trusselen mot fredet og verneverdig bebyggelse i Norge. Hvert år går verdifulle bygninger tapt i brann. Det er derfor behov for bedre brannsikring av denne bebyggelsen.” - Riksantikvaren [25]

De sløkkesystemene flest eksperter så på som best egnet for bruksområdet verneverdige og fredede bygg, var et vanntåkesystem eller et sløkkeanlegg basert på gass. Dette valget var basert på prioriteringslisten, hvor faktorer som sekundærskader og estetikk var sentrale temaer. Det var antatt at disse faktorene ville ha mer innflytelse ved valg av sløkkeanlegg for verneverdige og fredede bygg på bakgrunn av bygningstypens natur og bevaring av samfunnsmessige verdier.

Sekundære skader var en faktor som var mye diskutert, noe som var forventet for denne bygningstypen. Konsekvensene av feilaktig utløsning eller en utløsning i seg selv kan være veldig store for verneverdige og fredede bygg, ettersom denne bygningstypen ofte er av uerstattelig verdi. Sløkkemediet var derfor mye diskutert. Det var et klart flertall som mente at sløkkesystemer basert på gass og vanntåke hadde en klar fordel ovenfor et konvensjonelt sprinklersystem når sekundære skader var en viktig faktor. Dette ble begrunnet med den store mengden vann en utløsning vil medføre for et konvensjonelt sprinkleranlegg. Dette stemmer godt overens med virkeligheten, hvor konsekvensene av utløst sprinkleranlegg potensielt kan være store, mot mindre og neglisjerbare konsekvenser for henholdsvis vanntåke og sløkkeanlegg basert på gass. Hva som vil være akseptable mengder vann med tanke på sekundære skader vil være en annen sak. Dette må ses opp mot det individuelle bygget. For enkelte verneverdige og fredede bygg kan det være uakseptabelt med noen form for vannskader, noe som vil medføre at den markant mindre vannmengden for et vanntåkeanlegg

vil være et forsvinnende eller begrenset argument. For slike tilfeller har slokkeanlegg basert på gass et klart fortrinn ovenfor de andre alternativene, ettersom et slikt anlegg ikke etterlater seg noen form for restprodukt etter en utløsning.

Estetikk var også en faktor som var ansett som viktig når et valg skal tas rundt egnet slokkesystem. Riksantikvarens interesse i denne sammenhengen vil være at alle brannsikringstiltak bør gjennomføres med minst mulig endringer på interiør og eksteriør. [25] Dette må da ses opp mot bygningens verneverdi, og deretter bestemme hva som er et akseptabelt inngrep. Her bør kostnadene i form av inngrep og langsiktige skader vurderes, og herunder gjennomføre en form for kost-nyttevurdering.

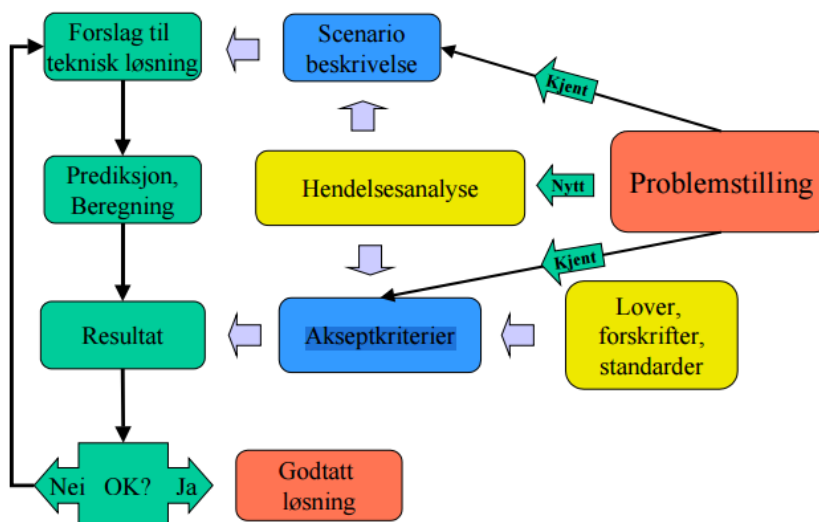
Den hyppigste argumentasjonen mot bruken av vanntåke og slokkeanlegg basert på gass, var den manglende form for dokumentasjon rundt anleggene. Det eksisterer per dags dato ingen norsk standard for disse systemene, noe deltakerne anså som en utfordring i forhold til et eventuelt prosjekteringsarbeid. Dette vil være et godt motargument mot bruken av disse anleggene, ettersom dette vil føre til et mer komplekst prosjekteringsarbeid. Det er verdt å nevne at veiledningen til forskriften TEK10 under plan- og bygningsloven åpner opp for bruken av internasjonale anerkjente standarder så langt disse kan vise seg dekkende for det individuelle tilfellet. NFPA 2001: *Standard on clean agent fire extinguishing system* er et godt eksempel på en slik standard. [6]

Å prosjektere bygg med bruk av alternative slokkeanlegg er en større jobb, og krever mer dokumentasjon enn sprinkleranlegg som det allerede finnes tilstrekkelige norske standarder for, men det burde ikke være et utslagsgivende poeng for å ikke velge andre løsninger. Når en nordisk/europeisk prosjekteringsstandard for alternative anlegg blir ferdigstilt, vil det bli lettere å velge dette som løsning, noe som burde bidra til en økt andel av bygg med disse anleggene installert.

7.3.1. Sekundærskader i verneverdige og fredede bygg

Som nevnt ovenfor kan verneverdige og fredede bygg bestå av eller inneholde store eller uerstattelige samfunnsmessige verdier. Det er derfor ikke tilstrekkelig å ta hensyn til skader påført av en eventuell brann, men også skadene som en følge av utløst slokkeanlegg må tas i betraktning. Når valget av et automatisk slokkeanlegg skal gjøres, bør det derfor gjøres en analyse av uønskede hendelser (ROS-analyse) og potensielle skader rundt de verdiene som skal beskyttes.

I SP Fire Research sin rapport, ”*Dokumentasjon av kombinerte branner*”, er det utarbeidet en beslutningsmodell (se figur 25), som kan ta for seg ulike problemstillinger med tilhørende akseptkriterier. Eksempelvis kan en problemstilling være ”valg av automatisk slokkeanlegg” hvor tilhørende akseptkriterium, etter gjennomført analyse kan være at sekundære skader ved utløst anlegg ikke skal overskride et gitt antall kroner. [26]



Figur 24 - Illustrerer modellanalysen bak løsning for en problemstilling [26]

Utgangspunktet for denne modellen er som nevnt ovenfor en problemstilling. Problemstillingen benyttes deretter i en hendelsesanalyse. Når betingelsene som skal oppnås er bestemt gjennom akseptkriterier og ulike scenariobeskrivelser, påbegynnes en konstruksjonsprosess. Som figuren viser er dette en iterativ prosess som starter med ulike forslag til løsninger som måles og testes mot hverandre gjennom en form for prediksjon. Prediksjonen varierer i omfang fra enkle forsøk til komplekse beregninger. Dersom resultatet som fremkommer er innenfor akseptkriteriene, finnes det en eksisterende løsning. Beslutningsmodellen er et godt redskap for å fatte en beslutning for egnet slokkeanlegg, når skader på store materielle verdier som følge av sekundære skader skal tas i betraktning. Akseptkriteriet med tanke på sekundære skader, må sees opp mot det individuelle bygget. [26]

Hvordan akseptkriteriet utspiller seg vil variere. Et eksempel på dette er Fossheim herregård hvor det ble anslått at bruken av et slokkesystem basert på vann, ville gjort like mye skader på veggmalerier som en eventuell brann. Rådgivende branningeniør valgte i dette tilfellet å benytte seg av et gassanlegg av typen Inergen, for å sikre et tilstrekkelig nivå av brannsikkerhet samt sørge for å ivareta materielle verdier. [27]

Et annet eksempel på ett fredet bygg er Christinedals gård i Oslo, som i dag primært benyttes som barnehage. Denne bygningen er fredet etter § 15 og § 19 i kulturminneloven som omfatter hovedhuset i tillegg til parkanlegg, "den gule stuen" og tilliggende uthus.

Hovedhuset ble som Fossheim herregård brannsikret ved bruk av ett gassanlegg (Inergen). Bakgrunnen for dette var igjen materialbeskyttelse av fredede elementer, samt opprettholdelse av brannsikringsnivået i bygningen. [28]

For andre verneverdige og fredede bygninger hvor akseptkriteriet tillater bruk av vann er anlegg som vanntåke og sprinkleranlegg mye brukt, og nær samtlige verneverdige og fredede bygg med automatisk slokkeanlegg i dag, er utstyrt med et vannbasert anlegg¹.

¹ Intervju med Ingrid Staurheim, spesialrådgiver, avd. for kirkebygg og kulturminne forvaltning. KA

NFPA 909: *Code for the protection of cultural resource institutions-Museums, Libraries and places of worship* påpeker at sprinkleranlegg minimerer vannskader ved å slippe ut en relativt liten mengde vann, i forhold til den mengden vann bygget ville blitt utsatt for ved en fullskala sløkkeaksjon utført av brannvesenet. [29]

7.3.2. Verne- og fredede kirker

Mange av kirkene i Norge er i dag regnet som verneverdige eller fredede. Av disse har en stor andel treverk som hovedmateriale, noe som innebærer en høy potensiell brannenergi, som videre leder til økt hensyn med tanke på brannsikringen og tilhørende brannsikringstiltak. Av de fredede og automatisk vernede (bygget før år 1537) kirkene er henholdsvis 29,1 og 13,8 % beskyttet med et innvendig automatisk sløkkeanlegg. Figur 26 viser en oversikt over kirkene med automatisk sløkkeanlegg installert og fordelingen mellom sprinkleranlegg og lav- og høytrykk vanntåkeanlegg. [30]

		Vernegruppe									
		Autom. fredet		Autom. vernet		Listeført		Ikke listeført		Total	
		Antall	%	Antall	%	Antall	%	Antall	%	Antall	%
Innvendig automatisk sløkke-system	Sprinkleranlegg	37	18,3 %	24	8,5 %	17	4,1 %	20	3,3 %	98	6,5 %
	Lavtrykk vanntåke	11	5,4 %	11	3,9 %	4	1,0 %	1	0,2 %	27	1,8 %
	Høytrykk vanntåke	11	5,4 %	4	1,4 %	1	0,2 %	0	0,0 %	16	1,1 %
	Nei	143	70,8 %	244	86,2 %	397	94,7 %	586	96,5 %	1370	90,7 %
	Total	202	100,0 %	283	100,0 %	419	100,0 %	607	100,0 %	1511	100,0 %

Figur 25 – Riksantikvarens statistikk for innvendig beskyttelse med type automatisk sløkkeanlegg, vernede og fredede bygg [30]

Ettersom rundt 50 % av branntilfellene i norske kirker i dag er påsatte utvendig, kan det være fornuftig med et utvendig automatisk sløkkeanlegg. De aller fleste kirker som har utvendig beskyttelse i form av et automatisk sløkkeanlegg har dette i kombinasjon med et innvendig anlegg. Fasadestrukturer er som oftest brukt her, med noen innslag av vanntåkeanlegg. Figur 27 viser en oversikt over fordelingen av valgte utvendig automatiske sløkkeanlegg for verneverdige og fredede kirker.²

² Intervju med Ingrid Staurheim, spesialrådgiver, avd. for kirkebygg og kulturminne forvaltning. KA

		Vernegruppe									
		Autom. fredet		Autom. Vernet		Listeført		Ikke listeført		Total	
		Antall	%	Antall	%	Antall	%	Antall	%	Antall	%
Utvendig automatisk sløkkesystem	Nei	169	83,7 %	272	96,1 %	410	97,9 %	603	99,3 %	1454	96,2 %
	Sprinkler-anlegg	27	13,4 %	6	2,1 %	7	1,7 %	2	0,3 %	42	2,8 %
	Lavtrykk vanntåke	5	2,5 %	5	1,8 %	2	0,5 %	1	0,2 %	13	0,9 %
	Høytrykk vanntåke	1	0,5 %	0	0,0 %	0	0,0 %	1	0,2 %	2	0,1 %
	Total	202	100,0 %	283	100,0 %	419	100,0 %	607	100,0 %	1511	100,0 %

Figur 26 – Riksantikvarens statistikk for utvendig beskyttelse med type automatisk sløkkeanlegg, vernede og fredede bygg [30]

Ettersom gassløkkesystemer er avhengige av et lukket rom med medfølgende krav til tetthet (se pkt 3.4.7. *Svakheter med et gassanlegg*) kan det i denne sammenhengen klassifiseres som uegnet for fasadebeskyttelse. For å unngå kompliserte prosjekteringsløsninger kan det derfor være naturlig å fokusere på et valgt system, som både kan benytte ved innvendig og utvendig brannsikring. [30]

8. Feilkilder

Dette kapitlet fokuserer hovedsakelig på mulige feilkilder koblet til bruken av delhipanelmetoden, da dette er kilden til resultatet for denne bacheloroppgaven. Det dukket tydelig opp enkelte potensielle feilkilder i løpet av undersøkelsesperioden, og det var viktig å avdekke, og håndtere disse med hensyn på resultatets kredibilitet.

8.1. Anonymitet

Da resultatet bygger på anonyme innlegg fra eksperter gjennom flere runder i delphiundersøkelsen, har det ikke vært mulig å vite hvem som har svart og hvor mange ganger. Dette åpner opp muligheten for ekspertene til å levere ulike svar med samme mening for å "farge" resultatet til deres fordel. Dette er en feilkilde rettet direkte mot selve bruken av delhipanelet som metode, da nivået av anonymitet i tillegg til å virke positivt ift. gruppekommunikasjonen, også kan misbrukes til å tvinge frem et falsk resultat. Det er dog ingen grunn til å tro at dette har skjedd, da det totale antallet av eksperter samsvarer godt med antall svar fra hver runde. Det var heller ingen tegn til dette basert på innholdet i svarene.

8.2. Misforståelse rundt spørsmålsformulering

Misforståelse mellom deltagere og i spørsmålsformuleringen har forekommet sporadisk under rundene. Dette kan ha ført til at ekspertene har svart feilaktig, eller mot sitt eget utgangspunkt. Dette kan ha åpnet opp for feilkilder i disse deltageres svar, og videre i resultatet. Fordi delphimetoden er bygget opp av flere runder, åpnes det opp for muligheten for deltagerne til å revidere sine foregående meninger eller eventuelt bygge videre på disse.

8.3. Tidsfaktor

Tidsfaktoren for denne hovedrapporten har også hatt en negativ effekt på resultatet av undersøkelsen. En omfattende undersøkelse etablert på kort tid, medførte at enkelte av rundene måtte stenges uten å få en full liste av svar fra ekspertene, for å møte de tidsfristene som måtte holdes i løpet av prosjektet. Dette må ses som hovedårsaken til mulige feilkilder for denne bacheloroppgaven. Det ble gitt god tid til å svare på rundene, noe som førte til at enkelte av ekspertene utsatte å svare eller glemte å svare overhodet. Ved forsøk på kortere svarfrist viste dette en god effekt på antall svar på rundene.

Det skal også nevnes at ekspertene som deltok, gjorde dette på fritiden. I tillegg til en hektisk hverdag i brannsikkerhetsbransjen, har denne undersøkelsen også foregått på helligdager og ferier som påske- og vinterferie. Ettersom vinterferien inntraff på forskjellige datoer avhengig av geografi og utvalget av eksperter er spredt over hele landet var det enkelte som ikke svarte på en runde, mens de øvrige ikke svarte på den neste.

Med bakgrunn i feilkildene presentert ovenfor, skal det påpekes at de ikke regnes å ha hatt en nevneverdig effekt på sluttresultatet, samt konklusjonen på problemstillingen for denne hovedrapporten.

9. Fremtidig arbeid

Mye av argumentasjonen rundt kravet til dokumentasjon for denne hovedoppgaven var bundet opp rundt den manglede dokumentasjonen av anlegg basert på gass og vanntåke, med tanke på mangelen av norske standarder for disse systemene. Dette var et emne det var mye diskusjon rundt, men ettersom det er planlagt nye standarder for sløkkesystemer basert på gass og vanntåke, vil denne diskusjonen forandres i framtiden.

For videre arbeid rundt emnet vill det anbefales å gjøre en ny evaluering når de nye standardene er plass. Her burde et mangfold av bruksområder sees på og evalueres. På bakgrunn av denne evaluering burde det framkomme hva som burde være den standardiserte løsningen for en rekke bruksområder. En utvidelse av dette kan være en sertifiseringsordning for alle systemer opp mot forskjellige bruksområder. Samlet vil dette være en god bakgrunn for hvordan en bransjestandard kan se ut.

Personersikkerhetsaspektet for gassanlegg er også noe som bør undersøkes videre. Som nevnt i punkt 3.4.3 og 3.4.4, kommer det fram at den maksimale eksponeringstiden for inerte gassanlegg iht. NFPA 2001 vil være 5 min. for mennesker. Spørsmål som bør utforskes videre kan eksempelvis være:

- Vil 5 min. være gjeldene for alle inerte gassanlegg? Hvorfor er Inergen likestilt med Argonite i denne sammenhengen?
- Hvordan vil personer med Kronisk obstruktiv lungesykdom (KOLS) reagere på et rom med nedsatt andel oksygen?

Pålitlighetsaspektet er også et emne hvor flere utbedringer med tanke på pålitlighetsdata burde utforskes. Dette gjelder da spesielt for pålitligheten til sløkkesystemene basert på gass og vanntåke. Per dags dato eksisterer det svært lite relevant data for disse systemene sett opp mot sprinklersystemer. Hovedårsaken for dette vil være at disse systemene er relativt nye systemer, og har derfor ikke hatt tid til å forme samme form for pålitlighetsdata som for sprinklersystemer. Ettersom bransjen forventer stor vekst av disse systemene (se punkt 6.5.), burde utarbeidelsen av pålitlighetsdata vokse på lik linje med veksten i markedsandelen.

En fordypning i ulike typer automatiske sløkkeanlegg ble presentert i denne hovedrapporten. Dette former muligheten til å utvikle de resultatene som har framkommet, gjennom å ytterligere undersøke hvilket av de automatiske sløkkeanleggene som er best egnet for ulike bygg og bruksområder. Et videre forslag for denne fordypningsideen, kan være å ved hjelp av en matrise gå inn på hver underkategori av automatiske sløkkeanlegg som ble valgt for denne hovedoppgaven. Ideelt sett kunne det lages et poengsystem som lettere kunne ta valget om best egnet anlegg, for så å sammenligne dette med resultatene som framkom i denne rapporten.

10. Konklusjon

Ved hjelp av delphimetoden, har et panel av eksperter med bred kompetanse om temaet slokkeanlegg, i denne hovedoppgaven valgt hva de anser er det “rette” systemet for bygningstypene; boligbygg (RKL4), omsorgsboliger (RKL6) og vernede- og fredede bygninger.

Ekspertene konkluderte med at et sprinklersystem var å foretrekke med tanke på brannbeskyttelsen for både boligbygg og omsorgsboliger. Sprinklersystem viste seg å være best egnet for begge bygningene ift. flertallet av ekspertenes meninger, men også prioriteringslisten som tok for seg hva ekspertene mente var de viktigste faktorene rundt valget av automatisk slokkeanlegg.

Ved valget av automatisk slokkeanlegg for verneverdige og fredede bygg, anså ekspertene slokkeanlegg basert på gass og vanntåke til å være de beste alternativene. Dette valget representerte et klart flertall, som også anså at disse systemene tok for seg de viktigste faktorene i prioriteringslisten. Ekspertene var noe uenig i hvilket av disse 2 systemene som burde brukes. Avgjørelsen ville være avhengig av det individuelle bygget, og hva som skulle beskyttes. Her bør det utføres en form for kost-nytte analyse for å kartlegge gjeldene akseptkriterier. Hvis akseptkriteriet rundt sekundære skader var strengt, ville et slokkeanlegg basert på gass være å foretrekke. Dersom akseptkriteriet rundt sekundære skader tillot vann som et slokkemedium, stod en derimot mer fritt til å velge mellom systemene.

Den videre utviklingen for markedet ble også diskutert. Det kommer klart frem fra ekspertenes meninger at det vil være en vekst for alle slokkesystemene i markedet i den tiden som kommer. Denne veksten vil forhåpentligvis da stå i stil med utviklingen av dokumentasjonen for de forskjellige systemene.

Referanser

- [1] Tyco fire & building products, «Fire protection history NFSA, NFPA & Tyco,» 2005.
- [2] D. Drysdale, An introduction to fire dynamics, John Wiley& Sons, 2011.
- [3] B. C. Hagen, Grunnleggende brannteknikk, Hagens forlag , 2004.
- [4] National Fire Protection Agency , «NFPA 1: Fire code,» NFPA, 2015.
- [5] F. s. manager, «User guide to the classification of fires for extinguishing purposes,» University College London , London, 2015.
- [6] Direktoratet for byggkvalitet, «<http://dibk.no>,» [Internett]. Available: <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dpx=/dpx/content/tekniskekrav/11/>.
- [7] Fire Safety Advice Centre, «<http://www.firesafe.org.uk>,» 17 03 2011. [Internett]. Available: <http://www.firesafe.org.uk/industrial-fire-sprinklers/>.
- [8] D. P. J, «SFPE handbook of fire protection engineering,» SFPE, 2008.
- [9] S. Andersson, Forfatter, *Prinsipper for valg av egnet sløkkeanlegg*. [Performance]. HSH, BFO seminar, 2016.
- [10] K. Grimstvedt, Forfatter, *ING2045 Aktive og passive brannsikringssystemer- Anleggstyper og komponenter med fokus på våtanlegg powerpoint*. [Performance].
- [11] Standard.no, «NS-INSTA 900-1:2013 Boligsprinkler - Del 1: Dimensjonering, installering og vedlikehold,» 2013.
- [12] standard.no, «NS-EN 12845:2015 Faste brannsløkkesystemer - Automatiske sprinklersystemer - Dimensjonering, installering og vedlikehold,» 2015.
- [13] M. Arvidson, Forfatter, *Släcksystem med vattendimma. Nya lösningar för framtiden?*. [Performance]. Fire Research SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2014.
- [14] S. Andersson, Forfatter, *Vanntåke*. [Performance]. Norconsult AS.
- [15] F. Godkjennelsesnevnd, Forfatter, *FG- veiledning for vanntåkesystemer*. [Performance]. 2009.
- [16] National Fire Protection Agency, «NFPA: 2001 Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems,» NFPA, 2015.
- [17] 3M, «3M Novec 1230 fire protection Technical Data Sheet,» [Internett]. Available: http://multimedia.3m.com/mws/media/1246880/3mtm-novectm-1230-fire-protection-fluid.pdf?fn=prodinfo_novec1230.pdf.
- [18] Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap (DSB), «Forskrift om brannforebygning,» DSB, 2016.
- [19] C.-C. Hsu, «The Delphi Technique: Making Sense Of Consensus,» Ohio State University, 2007.
- [20] L. M. B. o. V. Kristoffersen, Forfatter, *Valgets kval*. [Performance]. Branncon, 2016.
- [21] L. Haugrud, Forfatter, *Brannvesen og byggets innebygde sikkerhet - gjensidig avhengige - Hvem har ansvaret for vannforsyningen?*. [Performance]. Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap, 2016.
- [22] British Standards, «PD9794-7:2003 - Application of fire safety engineering principles to the design of buildings,» British Standards, 2003.
- [23] J. John R. Hall, «U.S. Experience with sprinklers,» NFPA, 2013.
- [24] B. A. M. o. J. P. Stensaas, «Effekt av boligsprinkler i omsorgsboliger,» SP Fire research,

2002.

- [25] Riksantikvaren, «www.riksantikvaren.no,» [Internett]. Available: <http://www.riksantikvaren.no/Veiledning/Sikring-og-kriseberedskap/Brannsikring-av-fredet-og-verneverdig-bebyggelse>.
- [26] G. B. o. R. Wighus, «Dokumentasjon av kombinerte branner,» SP Fire Research, 2000.
- [27] N. B. Mangen, «Brannsikkerhet i tett trehusbebyggelse,» Norges Teknisk-Naturvitenskaplige Universitet, 2014.
- [28] T. S. o. B. Kyrkjebø, «CHRISTINEDAL - FREDNINGSVEDLEGG,» Byantikvaren , Oslo, 2013.
- [29] NFPA, «NFPA 909: Code for the protection of cultural resource institutions, Museums, libraries and places of worships,» NFPA, 2013.
- [30] Kirkebygg.no, «Felles Eie - Felles Ansvar,» Kirkebygg, 2013/2014.

Vedlegg A – Upartiske oppsummeringer fra delphiundersøkelsen

Upartisk oppsummering Runde 1

Man kunne merke at mange som svarte på første runde helst ikke ville utgi noen «grunntanker» uten å vite på forhånd hvilke akseptkriterier eller hvilken type bygg som skulle brannsikres med tilhørende risiko/sårbarhets undersøkelser. Mange mente også at disse faktorene skulle defineres etter kundes ønske, behov og byggets bruk. Man kunne se stor forskjell mellom de ulike paneldeltakerne for hvilke faktorer de selv la til grunn for valg av automatisk slokkesystem, selv om de fleste delte samme mål om "Rett anlegg til rett tilfelle". Sekundærskader vurdertes sterkt i mange tilfeller, men var veldig varierende i hvilken grad de skulle vurderes. Dette til motsetning fra effekt av systemet (evnen til å slokke/kontrollere relevante branner), noe alle nevnte en eller flere ganger i deres innlegg. Riktig dokumentasjon og pålitelighet var også en rød tråd gjennom hele runde 1, da mange mente at uten disse ville uansett løsningen ikke være gyldig. Det skal også nevnes at kostnad, både før og etter installasjon av anlegget ofte ble diskutert som den viktigste faktoren, selv om det er en allmenn enighet om at sikkerhet skal prioriteres foran kostnad. Estetikk og krav til areal av selve anlegget ble også nevnt et par ganger men var aldri helt i fokus

Upartisk oppsummering Runde 2

Etter runde 2 kunne man tydelig se en liten variasjon mellom hvilke faktorer paneldeltagerne mente hadde høyest prioritering for de ulike bygningene, da like mange valgte "**pålitelighet**" som "**Krav til dokumentasjon**" som viktigst. Dette hadde grunnlag i at ekspertene mente at et brannsikringstiltak som ikke kan dokumentere sin pålitelighet vil medføre en risiko for mye større skader etter en brann som kommer ut av anleggets kontroll. Til slutt kom faktoren "**pålitelighet**" som førsteprioritet for de tre bygningstypene sammenlagt.

"**Krav til dokumentasjon**" kom veldig nære som nest viktigst prioritet med bare noen poeng mindre for boligbygg i risikoklasse 4 og omsorgsboliger i risikoklasse 6 men delte andreplassen med "**sekundærskader**" for vernede- og fredede bygg. Det var en tydelig enighet mellom deltagerene at faktoren "**effekt**" ikke skulle prioriteres først, men endte til slutt opp en klar tredje plass for samtlige bygningstyper, da ekspertene mente at et slokkeanlegg alltid måtte ha den nødvendige slokkeeffekten. "**Krav til areal, inngrep og kompleksitet**" var veldig ulikt prioritert for de ulike bygningstypene, da ekspertene mente at dette var en faktor som var avhengig av om anlegget skulle installeres i byggeprosessen av et bygg eller om det skulle etter installeres i et allerede eksisterende bygg. Faktoren havnet til slutt på en veldig enstemt fjerdeplass for omsorgsboliger og vernede- og fredede bygg, men delte fjerdeplassen med "sekundærskader" for boligbygg. "**Sekundærskader**" ble vurdert som en viktig faktor i mange tilfeller men ble aldri helt i fokus for omsorgsboliger og boligbygg, da de fleste mente at dette var en faktor som bare skulle taes i betraktning om kostnadene etter en brann på grunn av vannskader ville blitt urimelig store. Dette kom tydelig frem ved å se på enigheten blandt ekspertene når fokuset var på vernede- og fredede byggverk, da de aller fleste mente at dette var en naturlig faktor å ha på andreplass når gjaldt

uerstattelige objekter. For denne typen bygg var det også høyere fokus på **"estetikk"** som i denne kategorien havnet på en femteplass.

"Pris før" og **"pris etter"** ble begge to grundig diskutert i forumet som kanskje den avgjørende faktoren fra 1. runde, men begge fikk lave poeng i denne runden da ekspertene mente at disse i utgangspunktet ikke skal være de bestemmende faktorene, at sikkerhet skal settes før pris. For boligbygg og omsorgsboliger ble til slutt **"estetikk"** plassert på en 8. plass, etterfulgt av **"tilgjengelighet"** som havnet på siste plass for samtlige bygningstyper.

Upartisk oppsummering Runde 3-4

Boligbygg i risikoklasse 4

For boligbygg i risikoklasse 4 var det en tydelig majoritet av ekspertene som valgte sprinkleranlegg som sitt førstevalg. Dette ble argumentert frem som det som det klareste valget med bakgrunn i prioriteringslisten for boligbygg fra runde 2. Det var i tillegg en enighet mellom ekspertene at sprinkleranlegg var det beste valget når pålitelighet skulle vurderes som viktigst. Det skal nevnes at sprinkleranlegg var klart best egnet også på bakgrunn av erfaringer, dokumentasjon og effekten sprinkleranlegg har for boligbygg i dag. Et typegodkjent vanntåkeanlegg ble av majoriteten valgt som en andreplass for bruk i boligbygg forutsatt at det fantes tilstrekkelig dokumentasjon for bruk i det spesifikke bygget. Ingeren ble ekspertenes 3. alternativ for boligbygg.

Omsorgsboliger risikoklasse 6

Prioriteringslisten for omsorgsboliger ble også som for boligbygg sterkest assosiert med sprinkleranlegg mellom ekspertene. Her mente ekspertene at et kjent system med høy pålitelighet og dokumentasjon, både for personsikkerhet og verdisikring var å foretrekke fremfor øvrige sløkkesystemer.

Vernede og fredede bygg

For vernede og fredede bygg var det delte meninger om hvilket automatisk sløkkesystem som svarte best til prioriteringslisten. Flesteparten mente at et gass sløkkeanlegg var å foretrekke når grunnfaktorer som sekundærskader og estetiske prinsipper skulle fokuseres på, men det var stor enighet om at dette var på betingelse av at det forelå tilstrekkelig dokumentasjon for bruk i det spesifikke bygget samt krav til areal og pris for gasstanker.

De øvrige ekspertene var mer for et typegodkjent lavtrykks tåkeanlegg med smeltebulb som sprinkler, istedenfor delugevarianten. Men også her var det enighet om at dette var bare var tilfellet om det forelå tilstrekkelig dokumentasjon for prosjekteringsgrunnlaget, samt om bygget hadde det nødvendige trykket/vanntilførsel til bruk av et vanntåkeanlegg.

Det ble også nevnt at et sprinklersystem var det beste utgangspunktet når pålitelighet var den viktigste faktoren. Likevel kom det tydelig frem at det fantes tvil til denne argumentasjonen når det kom til estetikk, lav takhøyde ift. installering, sekundærskader og høye investeringskostnader.

Upartisk oppsummering Runde 5

I denne runden var det litt delte meninger mellom ekspertene og deres enighet i forhold til oppsummeringen etter runde 3-4, likevel var det en klar majoritet som var enige med resultatet i sin helhet.

Det kom frem at sprinkleranleggets styrke lå i deres enkle systemprinsipper og tiltakets dokumenterte pålitelighet. Det var i tillegg enighet om at dette systemet tok best for seg de fleste kriteriene fra prioriteringslistene, i forhold til de øvrige slokkesystemene. Likevel var det et fåtall som var uenige i at personsikkerhet kunde brukes til en fordel for bruk av et sprinklersystem, da disse deltakerne mente at tiden for utløsning av et sprinklerhode, og derav systemets aktiveringstid var usikkert høyt.

Ekspertene var åpne for bruken av vanntåkeanlegg i boligbygg (RKL 4) og omsorgsboliger (RKL 6), men var skeptiske til at valget skulle tas uten videre kjennskap til det aktuelle byggets bruk og utforming.

Alle ekspertene var i midlertidig enige i at gass- og vanntåkeanlegg var å foretrekke for vernede og fredede bygg, dog med forutsetninger om at den valgte løsningen var dokumenterbar for den aktuelle bruken. Med dette menes det at det foreligger relevante standarder eller forsøk utført av uavhengige testlaboratorier.

Upartisk oppsummering runde 6

Etter runde 6 kom det tydelig fram at bransjen er i stadig vekst, og denne vil også fortsette i framtiden. Vannbaserte anlegg vil fremdeles være mest utbredt, men det framkommer også at andelen av gasslokkeanlegg vil øke for flere bruksområder. Det var også nevnt at markedet gjerne vil bli mer segmentert, hvor de forskjellige gruppene vil spesialisere seg mer for spesifikke bruksområder.

Den generelle konsensusen var fremdeles at **sprinklersystemer** vil dominere markedet, og vil se en vekst for de fleste bygningstyper, da spesielt for boligbygninger.

For **gassanlegg** er områder som industri og lager området hvor størst vekst er forventet, men det er også nevnt at det vil forekomme en generell vekst for alle bygg.

Vanntåke var det systemet som var nevnt flest ganger sett opp mot vekst i markedsandel. Deltakerne så for seg at vanntåke ville bli ansett som en mer standardisert løsning og forventet dermed en økning i prosjektering og utførelse av slike anlegg for alle bygningstyper.

Forventningene til deltakerne var at kravet rundt dokumentasjon ville bli skjerpet i tiden som kommer. Nye planlagte standarder for gass- og vanntåkeanlegg var derfor sett på som en prioritet for framtiden. Det ble nevnt den manglende dokumentasjon ofte er utslagsgivende når disse systemene ikke ble valgt for flere bruksområder. Deltakerne så også for seg at aktører med risikoaversjon som assurandører vil ha en sterkere påvirkning i framtiden.

Metoden for valg av automatiske slokkeanlegg var det et mangfold av forskjellige meninger rundt. Majoriteten så for seg at metoden vil forbli relativt lik hvordan den er i dag, hvor for faktorer som pris vil være utslagsgivende. Det ble nevnt at for bygg innenfor områder som industri, lager og næring ville valget styres mer av valgt sikkerhetsnivå, funksjon og

levetidskostnader. Imens bygg innenfor områder som boliger og mindre næringsbygg ville i større grad syres av relasjonssalg, følelser og installasjonskostnader.

Deltakerne hadde derimot et par forslag til hvordan de selg ønsker at valget av automatiske slokkeanlegg skulle velges. Utdypende bransjestandarder for valget av system og normer der systemet velges på bakgrunn på avstanden fra brannvesenet var løsninger som ble nevnt. Disse tiltakene var det derimot lite tiltro for at dette skulle bli implementert, og i denne sammenhengen ble det nevnt at markedet ville bli mer uoversiktlig.

Vedlegg B – Utdrag fra rundene av delphiundersøkelsen

Runde 1

Spørsmål:

List opp de forskjellige kriteriene du føler er relevant for valg av slokkeanlegg. For eks; pris, pålitelighet, sekundærskader osv. Kriteriene trenger ikke å være i noen spesiell rekkefølge.

Svar:

Svar 1

Hvilke akseptkriterier er gjeldende? Grunnfilosofi for både Plan og bygningsloven (Pbl) og Brann og eksplosjonsvernloven (BEV) er at et bygg/anlegg skal Prosjekteres, Bygges (Pbl) Driftes og Vedlikeholdes (BEV-Forskrift om brannforebygging) i henhold til Brukers behov, Risiko og sårbarhet (BBROS). Dette danner grunnlaget for akseptkriterier. Her har bransjen en stor utfordring hos rådgivere at de tenker Veiledning og Standard og glemmer å stille spørsmål om hva som er BBROS og om minimumsytelser i veiledning og eller standard er tilstrekkelig å kunne benytte! Her gjøres det feil i mer enn 95% av prosjektene! Veldig ofte er grunnlaget fra Brannrådgiver svært mangelfullt og detaljprosjekterende får oppgave med å utføre den risikovurdering som skal ligge i ansvarsrett til RiBr. En annen feil er at prosjektet med installasjon av slokkeanlegg er leverandørstyrt og på samme måte ikke ivaretatt med hensyn til BBROS! Pris er eksempelvis et moment som vurderes høyest og fremst og veldig ofte får ikke kunde det anlegg se trenger. Mange vurderinger som redusering av ytelseskrav ved installasjon av riktig slokkeanlegg er ofte ikke utført, men kan gi et helt annet prisbilde i totalitet. Pålitelighet er en annen faktor. SIL begrepet (Safety Integrity Level) er et velkjent målebegrep innen prosessindustri, skip og offshore, men ukjent som pålitelighets- og målebegrep i bygge bransjen. Vi har 2016 teknologi som kan medvirke til å bygge langt sikrere og rimeligere bygg, men benytter teknikken som om vi var på 1920 tallet. Sekundære skader vurderes oftere, men ikke tilstrekkelig. Les Akseptkriterier basert på BBROS.

Svar 2

ADMIN:

Flott Innlegg! Beklager om vi har formulert spørsmålet utydelig. Vi mener ikke et spesifikt bygg i denne omgang, og ikke med hensyn til forskriftene. Dette er et generelt spørsmål om hvilke kriterier som dere anser som viktige ved valg av automatisk slokkesystem generelt sett. Dette er et "oppvarmingsspørsmål", og resultatene vil være med på å forme neste runde.

Svar 3

Noen aktuelle faktorer kan f.eks. være:

[1] at anlegget har dokumentert evne til å slokke/begrense aktuelle relevante branner, og til å begrense skade i bygget.

[2] at anlegget har en relevant og gyldig prosjekteringsstandard for formålet

[3] om det foreligger dokumentert pålitelighetsdata på anlegget (og utløsermekanismen hvis denne er separat). Robusthet.

[4] Hva konsekvensen ved utløst anlegg innebærer:

- (a) at det foreligger dokumentasjon på at bruk av slokkeanlegget ikke truer personsikkerheten (dersom det skal være personopphold).
- (b) at det er dokumentert at bruk av anlegget ikke fører til unødvendig forurensning
- (c) om det er sannsynlig at den ikke fører til unødvendig verditap (skadebegrensning)
- [5] sekundærskade (inngrep i bygg) som følge av selve installasjonen av anlegget
- [6] I hvilken grad installasjonen er synlig eller sjenerende
- [7] pris og vedlikeholdsbehov

Svar 4

Vi stiller alltid følgende spørsmål:

1. Hva eller hvilken type bygg skal beskyttes? Har bygget eller innholdet spesielle krav til å beskyttes? Det er forskjell på rent leilighetsbygg og et museum i forhold til sekundærskade.
2. Hva har vi av tilgjengelig vann og trykk på/ved bygget. Fortsatt er vann billigst, har størst pålitelighet og har lengst varighet.
3. Foreligger det noen spesielle ønsker eller krav til måten bygget skal beskyttes på? Veldig ofte er det f.eks angitt i anbudspapirer en type anlegg. Vi liker best når vi kan jobbe ut fra at det skal installere et automatisk slokkeanlegg, da har vi mulighet til å se på flere forskjellige typer og gi våre anbefaling ut fra dette.
4. Pris. Det er ganger der det å installere en pumpeenhet til et vanntåkeanlegg, er billigere (også totalt sett) enn å installere et sprinkleranlegg med nytt vanninnlegg.
5. Godkjente eller sertifiserte produkter. Har vi godkjente produkter til ønsket jobb? Vanntåkeanlegg har i dag mange områder som de ikke kan beskytte til, siden det ikke foreligger dokumentasjon for ønsket virkning på dette området. Uten dette, vil hele underlaget for en slik løsning bortfalle.

Så sekundære skader vurderes i enkelte tilfeller, men påliteligheten er meget avhengig av rett prosjektering/installering og drift/vedlikehold med ettersyn. Sistnevnte kan virke lettere å få til, jo mer teknisk vanskelig installasjonen er.

Svar 5

- [1] Hvilket objekt skal beskyttes? Stor forskjell på bygninger, utendørs konstruksjoner, om det er spesielle forhold som f.eks fredede bygg etc.
- [2] Hvilke slukkeanlegg som er tilgjengelig for denne type objekt?
- [3] Er det behov for manuell aktivering, spesielle rutiner for bruk og vedlikehold? Ikke alle brukere kan ta på seg et slikt ansvar.
- [4] Hva er nedetiden for et system ved evt. utløsning?
- [5] Hva er sekundærskader? Er det miljøskader?
- [6] Hva er pris for anlegget?

Svar 6

1. Hva er akseptkriteriet i regelverket?
2. Hva er intensjonen til anlegget? Skal det slokke, eller begrense en brann?
3. Er det verdier i bygget som er spesielt sårbare for ett type slokkemedium, eller evt resistent mot?
4. Er det et person- eller vedisikkerhetstiltak, eller begge? Er et vannbasert slokkeanlegg rett valg, eller bør det velges andre anlegg som gir potensielt mindre sekundærskader.

5. Vil f.eks. et vanntåkeanlegg eller gassbasertanlegg kunne brukes for den gitte situasjonen? (Dokumentert for sin bruk)
6. Er det tilgjengelig vannmengde i området?
7. Er det tilstrekkelig plass til å vurdere en flaskebank for ett gassystem?
8. Vil bygget kunne ha en pålitelig alarmorganisering til å håndtere f.eks. et gassbasert slokkeanlegg? Er utløsningsmekanismene vurdert tilstrekkelig?
9. Er det estetiske, eller vernekrav som påvirker valg?
10. Er valg av slokkeanlegg rett ift personbelastning og valg av rømningsstrategi.

Svar 7

Bruksformål og brannbelastning.

Dokumenterbar løsning.

Krav i brannkonsept.

Livstidskostnad.

Nedetid etter utført slokking.

Kostnad ved reetablering etter utført slokking.

Pris.

Konsekvens av å bruke vann som sløkkemiddel.

Konsekvens av feilutløsning. Pris og følgeskader.

Pålitelighet dokumentert.

Svar 8

Pris, pålitelighet, tilgjengelighet, service/vedlikeholds krav, aspekter ved slokkingen (sekundærskader, etc.)

Svar 9

Spørsmål: List opp de forskjellige kriteriene du føler er relevant for valg av slokkeanlegg?

Hovedkriteriet for valg av slokkeanlegg er dokumentert pålitelighet, i korrelasjon med pris. Type slokkeanlegg og sløkkemiddel, må velges ut fra hva det skal benyttes til og brukerens ønske om sikkerhetsnivå.

Følgeskader er normalt vanskelig å vurdere, då det i en brannsituasjon vil være så mange ukjente faktorer/gasser etc som vil gi større skader enn selve slokkeanlegget. Tilgjengelighet på sløkkemiddel er relevant i vurderingen.

Kompleksitet og vedlikeholdsbehov inngår også. Er det behov for personell med høyere kompetanse for å drifte anlegg og foreta rutinemessig kontroll og tilsyn.

Svar 10

Dokumentert sløkkeeffekt for gjeldende brannrisiko

Anlegget (utstyret) imøtekommer krav til godkjenninger og sertifikater

Løsningen og utførelsen imøtekommer standarden som er lagt til grunn / kreves

Løsningen og utførelsen aksepteres av forsikringsselskapet

Løsningen imøtekommer krav til sikkerhet (full dekning eller kun én sone brenner)

Egnethet

Pris

Slokkepanel (godkjennelser)

Deteksjonsløsning

Alarmering er ivaretatt

Manuell utløsning er ivaretatt

Skilting er ivaretatt

Plassbehov utstyr (flaskebank, skumtank, vanntank, pumpskid etc.)

Hva medfører type løsning av behov for tilpasninger og kostnader ved dette - forsterkning av gulv og vegger p.g.a. vekt (f.eks. en flaskebank), sluk/avløp, oppsamling av slokkemiddelet ved testing (skum), kapasitet vanntilførsel etc.

Hvilke krav settes til sonen/rommets/byggets egenskaper f.eks. tetthet (dokumenteres), trykkavlastning, tilpasning av ventilasjonsanlegg (stenging), utadslående dører, dørlukkere o.a.

Personikkerhet

Miljøikkerhet

Installasjonstid

Krav til vedlikehold og kontroll av anlegget

Krav til / mulighet for (regelmessig) funksjonstesting av anlegget, hva det medfører og hva det koster

Kostnad serviceavtale

Tilgjengelighet på autoriserte servicefirmaer

Nedetid etter en utløsning

Kostnad for tilbakestilling av anlegget etter en utløsning

Kostnad for drift av anlegget

Hva medfører slokkemiddelet av opprydding, rengjøring og eventuelle/potensielle sekundærskader som følge av en utløsning

Dokumentasjon på installert anlegg (beskrivelse, komponentliste, P&ID, reservedelsliste, as-built, trykktesting m.m.)

Design dokumentasjon (tegninger og beregninger)

Tilgjengelig brukermanual

Levetid på slokkemediet og anlegget

Referanser

Garantitid

Leverandørsikkerhet

Autorisert Installatør

Krav til opplæring av tilstedeværende personell og eiers inspektører

Svar 11

Dette avhenger helt av tiltenkt funksjon, hva man skal oppnå, etc.

Svar 12

The process regarding questions to be answered prior to installation of a fire extinguishing system has been given due consideration by previous posters. Clearly the process is complex given that the system is not a stand alone solution but rather an integrated part of a larger

system encompassing ventilation, detection, emergency procedures and alarm and requires expert input from several trusted sources. It is of importance that fire consultants, installation companies, fire extinguishing and detection system OEM's, insurance companies, recognised approvals organisations and extinguishing media companies all get a chance to bring their pieces to the table in a transparent manner. In addition, strong references and documented case studies further improve upon the findings of the previously listed market actors in providing the final answer to the question of the end user or customer: what complete system solution should I choose?

Svar 13

Dokumentasjon i forhold til forskriftskrav, investeringskostnad, pålitelighet, slokkeeffekt, potensielle sekundærskader, installasjonens omfang (f.eks. behov for graving til ny vannledning), design/fleksibilitet i forhold til plassering av dyser, mulighet for skjult røropplegg, tilpasning til verneverdig interiør/estetikk, drifts-/ vedlikeholdskostnader.

Runde 2

Spørsmål:

Disse 9 punktene kom tydeligst frem under forrige runde, da vi lurte på hvilke kriterier dere så på som viktigst ved et generelt valg av automatisk slokkesystem.

- 1. Effekt**
- 2. Pålitelighet**
- 3. Sekundære skader**
- 4. Pris før**
- 5. Pris etter**
- 6. Tilgjengelighet**
- 7. Krav til dokumentasjon**
- 8. Krav til areal, inngrep og kompleksitet**
- 9. Estetikk**

Kriteriene ble som regel ikke nevnt punktvis, men ble hentet ut fra samtlige eksperters innlegg. Dette tar oss videre til denne runden, hvor vi ønsker at dere skal rangere faktorene fra 1-9 etter hvilken prioritering dere mener de ulike faktorene har ved valg av automatisk slokkesystem. 1 er viktigst mens 9 er den minst viktige av de overnevnte faktorene. Vi ønsker at dere gjør dette for de 3 aktuelle bygningstypene:

- a) Privat bolig, risikoklasse 4**
- b) Omsorgsbolig, risikoklasse 6**
- c) Vernede- og fredede bygg**

Svar på bakgrunn av deres egne personlige meninger.

Svar:

Svar 1

a) Privat bolig Rkl. 4

1. Pålitelighet

2. Effekt (Disse 2 momenter henger sammen. Er ikke anlegget pålitelig får man ikke den effekt det er tiltenkt)

3. Krav til dokumentasjon

4. Krav til areal, inngrep og kompleksitet
5. Sekundære skader
6. Pris før (er usikker på hva det menes med pris før og pris etter. Mitt svar er basert på kostnader ved installasjon)
7. Pris etter (basert på kostnader for refylling etter utløst anlegg.)
8. Estetikk
9. Tilgjengelighet

b) Omsorgsbolig, Rkl. 6

1. Pålitelighet
2. Effekt (Disse 2 momenter henger sammen, er ikke anlegget pålitelig får man ikke den effekt det er tiltenkt)
3. Krav til dokumentasjon
4. Krav til areal, inngrep og kompleksitet
5. Sekundære skader
6. Pris før (er usikker på hva det menes med pris før og pris etter. Mitt svar er basert på kostnader ved installasjon)
7. Pris etter (basert på kostnader for refylling etter utløst anlegg.)
8. Estetikk
9. Tilgjengelighet

c) Vernede- og fredede bygg

1. Sekundære skader (Er avhengig av hva akseptkriterier er for gjeldende bygg. Er det særdeles sårbar mht vann vil sekundære skader være Pri 1, hvis ikke vil det være Prioritert etter pålitelighet og effekt)
2. Pålitelighet
3. Effekt
4. Estetikk
5. Krav til dokumentasjon
6. Krav til areal, inngrep og kompleksitet (Prioritering vil også her være avhengig av hva som er akseptkriterier)
7. Pris før
8. Pris etter (refylling etter utløst anlegg)
9. Tilgjengelighet (er usikker på hva det menes med tilgjengelighet)

Svar 2

Vernede- og fredede bygg

1. Sekundære skader
2. Pålitelighet
3. Effekt
4. Krav til areal, inngrep og kompleksitet
5. Krav til dokumentasjon
6. Pris før
7. Pris etter (refylling och besiktning)
8. Estetikk
9. Tilgjengelighet

Svar 3

For alle tre typer bygg vil jeg sette dokumentert pålitelighet som første prioritet. Dette fordi et sikringsanlegg som ikke kan dokumentere pålitelighet vil gi risiko for mye større skader som følge av en brann som kommer ut av kontroll.

2. Dette innebærer at den eller de løsninger som velges må kunne dokumentere nødvendig ytelse. Dette gjelder også for alle de tre bygningstypene.

Deretter vil jeg gi følgende prioriteringer.

Bygg A og B

3. I denne typen bygg vil det i de aller fleste tilfeller være pris før (installasjonskostnader) som vil avgjøre valg av løsning da det er eier som skal betale for anlegget.

4. Sekundære skader bør være et moment som kommer i betraktning for begge disse bygningstyper når en skal forta en prioritering da kostnader etter en slokking kan være forholdsvis store.

5. Pris etter vil jeg satt som neste punkt da dette for noen typer anlegg kan være forholdsvis høy og må vurderes opp mot kostnader for sekundær skader for andre systemer.

6. Krav til areal, inngrep og kompleksitet vil være en faktor som avhenger av om anlegget skal installeres i byggeprosessen eller om anlegget er en etter installasjon. Ved etter installasjon kan det havne lenger opp på listen.

7. Estetikk henger sammen med punktet over i denne typen bygg.

Når det gjelder effekt og tilgjengelighet har jeg ikke noe synspunkt på det da jeg er usikker på hva det menes med dette i denne sammenhengen. Det må alltid være et krav at et slokkeanlegg har den nødvendige effekt men det er dekket av dokumentert pålitelighet.

Bygg C

3. Estetikk ville være på plass 3 for denne typen bygg da det i denne typen bygg vil være viktig å utføre installasjonen så skånsom som mulig.

4. Sekundære skader vil naturlig komme på plass 4 da det ofte er uerstattelige verdier som skal beskyttes mot brann og da er også sekundære skader et viktig moment å ta med i betraktningen.

5. Krav til areal inngrep og kompleksitet henger også sammen med punkt 3 og må vurderes i den samme sammenheng.

6. Pris før vil jeg i denne sammenheng plassere her da det som nevnt over ofte er uerstattelige verdier som skal beskyttes og da bør i utgangspunktet ikke pris være det som skal være bestemmende men den beste løsningen uavhengig av pris.

7. Pris etter her av samme grunn som over. At det kan være forholdsvis kostbart å få et anlegg satt i drift etter en slokking bør ikke være det som bestemmer i denne sammenhengen. Når det gjelder effekt og tilgjengelighet har jeg ikke noe synspunkt på det da jeg er usikker på hva det menes med dette i denne sammenhengen. Det må alltid være et krav at et slokkeanlegg har den nødvendige effekt men det er dekket av dokumentert pålitelighet

Svar 4

Det er i praksis to gruppeinndelinger. Grunnet presset som anbudssystemet legger opp til, er det som oftest pris som gjelder. Noen ganger slår det positivt ut for andre systemer enn sprinkler, hvis det ikke er nok vann til et tradisjonelt sprinkleranlegg. Når alternativet blir nytt vanninnlegg, kan andre systemer konkurrere på pris.

Så har vi de som er opptatt av sekundær skader og estetikk. Disse kan sette andre krav i spesifisering som gjør at andre typer sløkkeanlegg blir vurdert.

Alle skal dokumentere anleggene sine, både ut fra krav i Plan- og bygningslov og konkrete FDV dokumentasjon for det enkelte bygg. Hvis dokumentasjon er et kriterium, så mangler dette vel for enkelte systemer?

Svar 5

Krav til dokumentasjon

Kravgrunnlaget for valg av sløkkeanlegg vurderes som viktigst. Dvs hva skal anlegget oppnå og hva angis som preakseptert løsning.

Er preakseptert løsning rett å benytte.

2. Effekt

Sees i sammenheng med vurderingene over.

3. Pålitelighet

Sees i sammenheng med punkt 1

4. Krav til areal, inngrep og kompleksitet

5. Pris før

6. Pris etter

7. Tilgjengelighet

8. Sekundære skader

9. Estetikk

Svar 6

a) Privat bolig, risikoklasse 4

1. Pålitelighet

2. Effekt

3. Sekundære skader

4. Krav til dokumentasjon

5. Estetikk

6. Krav til areal, inngrep og kompleksitet

7. Tilgjengelighet

8. Pris etter

9. Pris før

Her må også personsikkerhet spille en viktig faktor.

b) Omsorgsbolig, risikoklasse 6

1. Pålitelighet

2. Effekt

3. Krav til dokumentasjon
4. Sekundære skader
5. Estetikk
6. Krav til areal, inngrep og kompleksitet
7. Tilgjengelighet
8. Pris etter
9. Pris før

Her må også personsikkerhet spille en viktig faktor.

c) Vernede- og fredede bygg

1. Pålitelighet
2. Effekt
3. Sekundære skader
4. Estetikk
5. Krav til dokumentasjon
6. Krav til areal, inngrep og kompleksitet
7. Tilgjengelighet
8. Pris etter
9. Pris før

Runde 3 og runde 4

Spørsmål

Runde 3

I forrige runde foretok dere en vurdering av de forskjellige kriteriene som ligger til grunn ved valg av best egnet slukkeanlegg. Ut i fra deres meninger har vi laget prioriteringslisten over.

Med hensyn på hva som kommer frem i denne prioriteringslisten, hvilke slukkesystem vil være best egnet i de forskjellige sammenhengene? Begrunn svaret ved hvert tilfelle.

Runde 4

Grunnet tidspress så har vi i bachelorgruppen bestemt oss for å gjennomføre den planlagte runde 4 som en sammenslåing av runde 3 og 4.

Ut fra de tre prioriteringslistene fra runde 2, hvilket slukkesystem mener dere passer best til hvilken bygningstype (boligbygg, omsorgsbolig og vernede/fredede bygg)? Begrunn svarene med utgangspunkt i prioriteringslisten fra runde 2.

Eksempel 1: Sprinkleranlegg er best egnet til installasjon i boligbygg da sprinkleranlegg oppfylder de prioriteringene som ble ansett som viktigst for denne bygningstypen.

Pålitelighet (+ gjerne en begrunnelse.)

Eksempel 2: Novec 1230 oppfylder godt de kravene for vernede/fredede bygg iht. prioriteringslisten, den krever også mindre krav til areal for systemet enn andre typer gasslokkeanlegg. (+ gjerne en begrunnelse) OBS! Disse er kun eksempler og vil ikke være med i utfallet av rapporten.

Svar

Runde 3

Svar 1

Jeg har beskrevet alle valg i matrise som baserer seg på hvilke akseptkriteria som er relevant for de forskjellige momenter og bygningstyper. Da matrisen ikke kan legges inn her, legger jeg den ut på Dropbox slik at studentene kan laste den ned.

Svar 2

I forhold til pålitelighet er det forskjellige typer pålitelighetsdata som foreligger. Sprinkleranlegg har en lang tradisjon med statistikk, mens nyere slokkeanlegg i større grad har pålitelighetsdata i form av komponentpålitelighet. I PD7974-7:2003 table A.17 er det angitt at sprinkleranlegg har en sannsynlighet for å fungere som tiltenkt på 80% mht personsikkerhet og 90 % mht beskyttelse av verdier og passive konstruksjoner. Samme standard angir i pkt 7.1.11 at påliteligheten til andre automatisk slokkesystemer (utenom sprinkler) basert på gass eller vanntåke ofte vil kunne forventes å ha en pålitelighet i overkant av 90 %. Denne påliteligheten må selvsagt ses i sammenheng med påliteligheten til deteksjonssystemet som løser ut anlegget. Påliteligheten til deteksjonssystemet vil avhenge av valgt løsning i hvert enkelt prosjekt.

Svar 3

Med hensyn til tilgjengelighet på slokkemidlet, er det hovedsakelig sprinkleranlegg og vanntåkeanlegg som er avhengig av vanntilførsel til bygget, ettersom andre slokkemidler fraktes til bygget i gassflasker osv. Vanntåkeanlegg kan dog også prosjekteres med vanntank. Plassering av bygget vil derfor være mer viktig enn bruken og type bygg, for å vurdere hvilket slokkeanlegg som har akseptabel tilgjengelighet.

Svar 4

I forhold til inngrep i bygg og estetikk vil en avgjørende faktor være om bygget er nybygg eller eksisterende bygg, (i større grad enn hva bygget brukes til).

I et nybygg, kan de fleste slokkeanlegg kamufleres godt. Sprinkleranlegg kan f.eks. utformes med skjulte dyser og skjult rørføring.

I et eksisterende bygg vil dette være en større utfordring. Fordelen med gass-slokking i forhold til inngrep i bygg er at det krever mindre rørføringer og færre dyser, enn f.eks. et sprinkleranlegg.

Det vil også være lettere å ivareta estetikk med gasslokkeanlegg ettersom dysenes plassering er mer fleksibel, og det kreves mindre rørføringer og færre dyser.

Svar 5

Sekundære skader må ses i sammenheng med sannsynligheten for at anlegget utløses ved en feil og i sammenheng med konsekvensen en evt brann ville hatt på materielle verdier.

Sprinkleranlegg løses ut ved varmedeteksjon og har en relativt sen utløsning, slik at brann får mulighet til å vokse mer før nærliggende dyser åpner vannstrømmen. Vanntåkeanlegg og gass-slokkeanlegg vil ofte være styrt av deteksjon, slik at følsomheten til deteksjonsanlegget vil avgjøre hvor tidlig det løser ut og sannsynligheten for feil utløst anlegg.

Konsekvensen av utløst sløkkeanlegg vil være avhengig av bygget det beskytter og verdien til inventaret. Sprinkleranlegget vil utvilsomt gi størst vannskade, men har en sen utløsermekanisme slik at sannsynligheten for feil utløst anlegg er relativt lav.

Vanntåkeanlegg har deteksjonsstyrt utløsermekanisme og vann som sløkkemiddel. I vanntåkeanlegg vil som regel alle dysene løse ut ved deteksjon i motsetning til sprinkleranlegg, der det kun er dysene i nærheten som løser ut. Sammenliknet med sprinkleranlegg er det med vanntåke større sannsynlighet for feil utløst anlegg i kombinasjon med en betydelig risiko for sekundær skader, selv om det er mindre vannforbruk enn i sprinkleranlegg.

Gassløkkeanlegg har deteksjon som utløsermekanisme. På lik linje med vanntåkeanlegg vil utformingen av deteksjonssystemet avgjøre om deteksjonen skjer tidlig, med risiko for feilutløst anlegg, eller at deteksjonen skjer med større sikkerhetsmargin og med mindre risiko for feilutløsning. Dersom deteksjonen utformes med for stor risikomargin, vil dette innebære at brannen får utvikle seg over lengre tid, produsere mer røyk og ødelegge verdier. Til gjengjeld kan f.eks et todetektor system gi veldig tidlig første varsel til personer i bygget, slik at hvor tidlig brann oppdages kan være betydelig raskere.

Konsekvensen av utløst gassløkkeanlegg, er hovedsakelig prisen det koster å erstatte flaskebanken og usikkerheten i tiden det tar før anlegget er refylt og operativt igjen. Konsekvensen av utløst sprinkleranlegg vil være betydelige vannskader lokalt der brannen oppstod, og usikkerheten frem til sprinkleranlegget er operativt igjen. Konsekvensen av utløst vanntåkeanlegg vil være moderate vannskader i hele bygget. Noe som igjen vil innebære at konsekvensen må ses i sammenheng med det man beskytter.

Svar 6

Både sprinkler og vanntåkeanlegg er godt egnet til beskyttelse av disse fareklassene. Dersom man har tilstrekkelig med vann og trykk inn på bygget til et sprinkleranlegg for omsorgsboligen og boligbygget vil jeg valgt sprinkler/boligsprinkler. Dette fordi at 'det enkleste er det beste'. Med det mener jeg at man skal ikke gjøre ting mer innviklet en man er nødt til. Et lavtrykk vanntåkeanlegg til beskyttelse av disse byggene bruker omtrent like mye vann, og man får en fordyrende pumpe som også er en kilde til feil som kan føre til redusert sløkkeevne.

For et verneverdig/fredet bygg er et typegodkjent vanntåkeanlegg et godt alternativ. Da med smeltebulb som sprinkler (ikke deluge anlegg).

Runde 4

Svar 1

For omsorgsbolig og bolig vil normalt et sprinkleranlegg vært å foretrekke, gitt at det er tilstrekkelig vanntilførsel til bygningen.

Sprinkleranlegg er kjent teknologi med utfyllende standarder for detaljprosjektering. Erfaringsmessig har anleggene høy pålitelighet både for ivaretagelse av person og

verdisikkerhet.

For et verneverdig bygg, er det flere faktorer som vil kunne påvirke valg av automatisk slokkeanlegg. Om mulig, vil et gassbasert anlegg være å foretrekke, men det vil avhenge av at det er plass til installering av gasstanker, samt at det kan bevis føres at anlegget som er tenkt benyttet er testet og dokumentert for den gitte problemstilling.

Som alternativ 2, kan vanntåke vurderes, gitt mulighet for tilstrekkelig vann/trykk, samt dokumentasjon av anleggets egnethet, som for gassanlegg.

Svar 2

For omsorgsbolig og boligbygg vil sprinkleranlegg være å foretrekke p.g.a. høy pålitelighet og statistisk slokkeevne med få døde ved evt. brann.

For verneverdige og fredede bygg må det vurderes fra bygg til bygg. Ingen standardløsning.

Svar 3

I omsorgsboliger og boligbygninger generelt vil sprinkleranlegg/boligsprinkleranlegg være best egnet. Vi har god erfaring med denne typen anlegg både i forhold til pålitelighet, dokumentasjon og effekt. I denne typen bygninger vil sprinkleranlegg være akseptabelt i forhold til estetikk/areal og sekundærskader. Høy pris (investering) er imidlertid en utfordring ved etter installasjon av sprinkler i eksisterende bygninger.

Også i verneverdige og fredede bygninger vil sprinkleranlegg gi høy pålitelighet og god effekt (samt dokumentasjon). Sprinkler er derfor i utgangspunktet best egnet. Vi har imidlertid erfart at sprinkler blir vurdert som uaktuelt i enkelte fredede bygninger pga estetiske grunner, lav takhøyde, fare for sekundærskader og høy investeringskostnad. I disse tilfellene vil gass-slokkeanlegg og vanntåke være aktuelt (selv om dokumentasjonen er svak og driftskostnadene høye).

Runde 5

Spørsmål:

Vel møtt!

Hver av dere har fått oppsummeringen av de foregående rundene på mail, som baserer seg på runde 3 og 4, altså hvilke systemer som er best egnet for de aktuelle bygningstypene.

Det vi ønsker fra dere nå, er at dere kommenterer/reviderer oppsummeringen som dere fikk via mail, etter hva dere føler og mener.

Er dere enig i oppsummeringsteksten, kommenter gjerne det.

Om dere er uenig med oppsummeringsteksten, forklar hva dere er uenig i og hvorfor.

Oppsummering

Boligbygg i risikoklasse 4

For boligbygg i risikoklasse 4 var det en tydelig majoritet av ekspertene som valgte sprinkleranlegg som sitt førstevalg. Dette ble argumentert frem som det som det klareste

valget med bakgrunn i prioriteringslisten for boligbygg fra runde 2. Det var i tillegg en enighet mellom ekspertene at sprinkleranlegg var det beste valget når pålitelighet skulle vurderes som viktigst. Det skal nevnes at sprinkleranlegg var klart best egnet også på bakgrunn av erfaringer, dokumentasjon og effekten sprinkleranlegg har for boligbygg i dag.

Et typegodkjent vanntåkeanlegg ble av majoriteten valgt som en andreplass for bruk i boligbygg forutsatt at det fantes tilstrekkelig dokumentasjon for bruk i det spesifikke bygget. Ingeren ble ekspertenes 3. alternativ for boligbygg.

Omsorgsboliger risikoklasse 6

Prioriteringslisten for omsorgsboliger ble også som for boligbygg sterkest assosiert med sprinkleranlegg mellom ekspertene. Her mente ekspertene at et kjent system med høy pålitelighet og dokumentasjon, både for personsikkerhet og verdisikring var å foretrekke fremfor øvrige sløkkesystemer.

Vernede og fredede bygg

For vernede og fredede bygg var det delte meninger om hvilket automatisk sløkkesystem som svarte best til prioriteringslisten. Flesteparten mente at et gass sløkkeanlegg var å foretrekke når grund faktorer som sekundærskader og estetiske prinsipper skulle fokuseres på, men det var stor enighet om at dette var på betingelse av at det forelå tilstrekkelig dokumentasjon for bruk i det spesifikke bygget samt krav til areal og pris for gasstanker.

De øvrige ekspertene var mer for et typegodkjent lavtrykks tåkeanlegg med smeltebulb som sprinkler, istedenfor delugevarianten. Men også her var det enighet om at dette var bare var tilfellet om det forelå tilstrekkelig dokumentasjon for prosjekteringsgrunnlaget, samt om bygget hadde det nødvendige trykket/vanntilførsel til bruk av et vanntåkeanlegg.

Det ble også nevnt at et sprinklersystem var det beste utgangspunktet når pålitelighet var den viktigste faktoren. Likevel kom det tydelig frem at det fantes tvil til denne argumentasjonen når det kom til estetikk, lav takhøyde ift. installering, sekundærskader og høye investeringskostnader.

Svar:

Svar 1

Jeg er enig i de konklusjoner dere har trukket for de aktuelle byggene. Det som taler sterkt til fordel for sprinkler er systemets enkle prinsipper og det at det er utført en rekke forsøk som dokumenterer systemets pålitelighet. Dette kombinert med at en i den aktuelle typen bygninger som oftest klarer seg med den tilgjengelige vannforsyningen uten å måtte trenge pumpe. Er også enig at hvis andre typer sløkkesystemer skal benyttes er det helt nødvendig å sikre at den valgte løsningen er dokumenterbar for den aktuelle bruken. Dvs at det foreligger standarder eller forsøk utført av uavhengig testlaboratorier.

Svar 2

Jeg er ikke enig i at personsikkerhet kan trekkes fram som et argument for å velge sprinkleranlegg (ved f.eks. omsorgsboliger). Tradisjonell sprinkler vil kreve høy temperatur for å løse ut, noe som i de fleste tilfellene vil føre til at det er ulevelig i rommet før sprinkler løser ut.

Svar 3

Hvordan et anlegget løser ut, er et argument for personsikkerhet. Ved å se på sprinkler/vanntåke benyttes det for det første flere forskjellige typer temperatur grenser, 57, 68, 79, osv. Dette er selvsagt viktig og i personsikkerhetssammenheng godtas bare temperatur opp til 68 gr. Det som er vel så viktig er valg av RTI-faktoren, (hovedsakelig fast, vanlig og slow). Selv i et vanlig rom og med et normal brannforløp, vil tiden som skiller en dyse på 68 fast eller vanlig kunne bli godt over et minutt. Da sier det selv at for person i rommet med røyk at dette kan være forskjellen på liv og død. Når det gjelder bruk av 57 gr. dyser er jeg noe skeptisk til dette, da jeg med selvsyn har sett hva temperatursvingninger har gjort med glassbulber over tid og ønsker ikke å benytte så små glassbulber for de er dokumentert solide over tid.

Lavtrykksvanntåke har i flere tilfeller vist seg å være det minst kostnadsmessige utgiften kontra sprinkler. Dette skyldes da hovedsakelig to forhold, manglende vann til sprinkler (som selv for et boligsprinkleranlegg krever ca. 200 L/min, mot vanntåke på ca. 120 L/min) fordi man sparer en kostbar graving med nytt vanninnlegg. Spesielt i de store byene er dette som koster fort over 200 000 bare for en kort nytt innlegg og dette uten krevet kum som alle nye vanninnlegg over DN50 må ha.

Det andre faktoren er muligheten til å økte trykket og få ned diameteren på rørføringen. Dette kan tidvis spare mye tid i eldre bygg, der større diameter på rør er veldig tidskrevende. Til dags dato har pumper til denne bruken vist seg å være veldig pålitelige. Selv om det er noe skjær i sjøen for vanntåke, fins det i dag flere typer som har godkjenning etter standarder (VdS, FM, UL). Slike løsninger er like godt dokumentert som sprinklerløsninger. I den nye "FG-veiledningen" kommer det til å kreves at man benytter vanntåkeløsning som er godkjent etter en standard. Løsninger utover godkjenningsområdet må dokumenteres i testlaboratorium

Svar 4

De fleste branntekniske rådgivere uansett hvor i verden de har sin utdanning og hvor de via prosjekter har fått opplæring og forståelse om at vann og sprinkler er det beste, man har den beste dokumentasjonen, har blitt bruk i mer enn 150 år og er pålitelig! Det kalles fremdeles for slokkeanlegg, men man endrer nå dette til å kalle sprinkler et «suppression system», et undertrykkende slokkesystem eller brannkontrollerende system. Dvs det er beregnet for å kontrollere en brann inntil slokkemannskap kan få slokket den. Derav holdetid 60 minutter!

Da vanntåke kom på banen på 80 tallet var mange svært interessert i denne nye løsningen, men fra sprinklerhold ble denne nye metoden slaktet av bransjen med å si at dette hadde sprinklerbransjen lagt til side for mange år siden da det viste seg at vanntåke hadde egenskaper som de anså som ikke var bedre enn hva man kunne oppnå med sprinklerdyser, og således kunne anses å være verdiløse.

Heldigvis var det enkeltpersoner, forskning og firmaer som ikke lot seg stoppe, og utviklet vanntåke videre til det vi i dag kjenner som Høytrykk- styrt av deteksjon, mellomtrykk og lavtrykk som aktiveres hovedsakelig av temperatur.

Historisk sett kom vanntåke og Inergen ordentlig på markedet som et alternativ til utfasing av Halon. I tillegg en del forskjellige kjemiske slokkegasser som Halotron, Halotron 2, FM 200 og en del andre «myk haloner» som viste seg å være like ille og kanskje verre enn Halon 1302 med tanke på GWP, ODP påvirkning av teknisk utstyr ved reaksjon med brann, og

personsikkerhet.

Bransjen for slokkeanlegg har vært og er fremdeles sterkt styrt av leverandørene og de branntekniske rådgiverne har for lite kunnskap omkring de forskjellige slokkeanlegg, fordeler og ulemper, hvor de kan benyttes og hvor de ikke kan benyttes, mulighet for ytelsesreduksjon på andre branntekniske ytelser og beskrivelse av riktig type slokkeanlegg for sikring av det aktuelle objekt. I Brannkonsept blir ofte beskrivelsen kun med referanse til at det skal installeres et automatisk slokkeanlegg, eller sprinkleranlegg iht. krav i VTEK eller med referanse til en standard. Det utføres ingen risikovurdering, noe som er RiBr sitt ansvar da det ligger inn under ansvarsrett, og dermed ender risikovurdering hos konsulent eller leverandør av slokkeanlegg, som ikke har ansvarsrett for risikovurdering og veldig ofte ikke denne kompetanse. Resultatet blir ikke alltid tilfredsstillende, noe man gjerne finner igjen i kontrollrapporter / FG rapporter, eller i tilstandsrapporter.

Siden Inergen ble introdusert i Norge i 1993 har det blitt stilt mange spørsmål til «patentholder» Fire Eater i Danmark for hvordan man kan løse utfordringer med brannsikring med Inergen, hvor man kan benytte systemet, og hvor det ikke kan benyttes. I de Inergen FOU/OFU prosjekter som har vært, og er under gjennomføring har man lært og erfart nye ting, og hvor de utfordringer som har blitt møtt stort sett har blitt løst med enkle tekniske tiltak.

I dag er Inergen prosjektert i avfallsorteringsanlegg, boligblokker, hotell, psykiatriske boliger, 1890 boligblokker, kirker, verneverdige bygg, lagerbygg, produksjonslokaler, fryseanlegg, plattformer, skip og EU støtter nå prosjektet Tunnelsafe2020 hvor man skal i gang med er å sikre tunneler med Inergen. Det som man før så som begrensninger for Inergen er stort sett løst, men bransjen med unntak av noen få er kjent med dette.

Et av de viktigste momenter for prosjekterende og leverandører er å vite begrensninger og kunne kjenne til helhetlig integrasjon (plan for alarmorganisering) mellom deteksjon og slokkeanlegg, overvåking og SIS-Safety Integrity Surveillance som danner grunnlag for at et Inergen slokkeanlegg skal kunne oppnå en pålitelighet på bedre enn 99,9% dvs. SIL 2.

Det er derfor viktig at det kan tilbys opplæring innen faget for Integrasjon mellom Inergen Slokkeluftanlegg og deteksjon, både prosjektering, utførelse, kontroll, vedlikehold og drift.

En god rådgiver skal kunne gi et riktig råd på bakgrunn av kjennskap til de forskjellige type slokkeanlegg og de egenskaper de har ut i fra de akseptkriterier som ligger som grunnlag for sikring av objektet.

Med mer enn 25 års erfaring fra offshore og skip og 16 år i bygg har det blitt slokket branner med Inergen og med minimalt med skader fra brann eller følgeskader. I samtlige situasjoner hvor brann har blitt detektert har brann blitt slokket. Statistikken for Inergen er slunken mht. til at det gjerne ikke rapporteres inn skader eller brann når brannen blir slokket før den får gjort skade.

Inergenlegg som integrert anlegg med deteksjon kan kontinuerlig overvåkes 100% (SIS) og i tillegg gjøres redundant på en enkel måte. Når man da i hele driftsfase kan nå en pålitelighet på bedre enn 99,9% er det langt ned til det sprinkler kaller pålitelighet på 95-97% uten at man her snakker om driftsfase og usikkerhet.

Svar 5

Jeg er enig med oppsummeringen, men hvor det gjelder bruken av gassanlegg er jeg skeptisk p.g.a. følgende grunner:

Gasslokkeanlegg samsvarer pr dags dato ikke med noen dokumentasjoner som myndighetene har godkjent. Produsenter av gassanlegg gjennomfører egne tester som ikke nødvendigvis er godkjente for universelt bruk. I dag må alle tester gjennomføres av sertifiserte organer som utfører tester etter spesifisert bruk. Jeg er spesielt skeptisk til bruk av gass i bygninger hvor mennesker skal oppholde seg og særskilt der hvor mennesker sover. Det kan være veldig varierende fra person til person hvorvidt de tåler en oksygenreduksjon nærmere 15-12% (eks. Kolspasienter).

Stiller meg også skeptisk til bruk av vanntåke der det ikke finnes god nok dokumentasjon for bruken. Vanntåke kan være et godt tiltak i rom med "relativ" lav takhøyde, men blir utilstrekkelig ved bruk i bygg det ikke er gjennomført tester for.

Runde 6

Spørsmål

Ettersom delphimetoden ofte er et brukt redskap for å spekulere i fremtiden, har vi et ønske om å høre deres personlige meninger om hvor bransjen på vei.

Altså:

Hvilket slukkesystem kommer til å ta mer plass i markedet framover? Hvorfor?

Hvordan vil nyere/planlagte standarder påvirke markedet som en helhet?

Hvordan kommer metoden for valg av slukkesystem gjøres i fremtiden?

Hvordan kommer dette til å utvikle seg?

Svar:

Svar 1

Framtiden: Slik det nå ser ut, vil slukkegass få en større andel av slukkesystemer i fremtiden. Dette skyldes både at pris er overkommelig/installasjons estetikk (i hevertfall uten sentralen) er meget lite synlig/utelukke sekundær skader. Hvis man også kan vise til skikkethet i bygninger der anlegget først og fremst skal beskytte mennesker/sørge for tilstrekkelig rømningstid, vil dette også komme til andre områder enn det slukkegass først var tenkt til, maskinrom, datasenter, osv.

Der det i dag ikke er europeiske/nordiske standarder, medføre større trygghet for valg av "rett" slukkesystem. Det trygge blir selvsagt ofte valgt, fordi manglende standard gir utrygghet.

Hvis det på sikt kunne komme et verktøy for klassifisering av pålitelighet også på slukkeanlegg, ville valg av slukkeanlegg lettere kunne gjøres ut fra byggets beskaftent, utforming og ønsket sikkerhetsnivå. I dag vet vi svært lite om påliteligheten om slukkeanleggene i Norge og de undersøkelser som har vært på området har vært nedslående. OFAS gjorde en på sprinkleranlegg, som konkluderte med at godt over 90 % av sprinkleranleggene ikke oppfylte minstekravene i brukt standard. Dette kan ikke bransjen neglisjere og må i større grad basere seg på fakta, slik at de enkelte deler i puslespill som slukkeanlegg er, får sin fortjente oppmerksomhet.

Det er bransjen som selv sitter med ballen å få disse ting på plass. På BFO sin årskonferanse 2016 ble det bestemt i faggruppen "Aktiv systemer" (brannalarm og slukkesystemer) å kjøre en forprosjekt på å utarbeide en bransjestandard for valg av slukkesystemer. En naturlig forlengelse av dette, er å så gå i gang med en sertifiseringsordning for alle typer slukkesystemer.

Runde 6

Spørsmål

Ettersom delphimetoden ofte er et brukt redskap for å spekulere i framtiden, har vi et ønske om å høre deres personlige meninger om hvor bransjen på vei.

Altså:

Hvilket slukkesystem kommer til å ta mer plass i markedet framover? Hvorfor?

Hvordan vil nyere/planlagte standarder påvirke markedet som en helhet?

**Hvordan kommer metoden for valg av slukkesystem gjøres i framtiden?
Hvordan kommer dette til å utvikle seg?**

Svar:

Svar 1

Sprinkler vil øke fremover, særlig i boligbygninger.

Med tanke på at flere innenfor risikoutsatte grupper (eldre, psykiatri, rus mv) skal bo hjemme i egen bolig i fremtiden, så vil det nok bli et større marked for mobile vanntåkeanlegg. Det er ikke usannsynlig at mobile vanntåkeanlegg blir en del av sortimentet til hjelpemiddelsentralen.

I fredet/verneverdig bebyggelse vil gass-/vanntåkebaserte slukkeanlegg øke.

Valg av type slukkeanlegg vil sannsynligvis i fremtiden - som i dag - være sterkt påvirket av pris (først og fremst investeringskostnaden).

Svar 2

Hvilket slukkesystem kommer til å ta mer plass i markedet framover? Hvorfor?
Inergen/IG541 er allerede i ferd med å innta markedet på flere typer bygg enn hva man tidligere trodde kunne være aktuelt.

Når slokkeanlegget er styrt av deteksjon og både deteksjon og slokkeanlegg er prosjektert, installert, driftet og vedlikeholdt riktig, vil sikkerhetsnivå for et slikt anlegget være langt høyere enn for vannbaserte anlegg. I tillegg vil ytelsesreduksjon på andre branntekniske ytelser kunne reduseres så mye at i enkelte bygg vil bare ytelsesreduksjon bidra til så mye lavere total kostnad for bygg at det integrerte slokkeanlegget vil betale seg selv. Selv med redundans i kritiske områder vil total kostnader være lavere med Inergen, og mulighet for arkitekter og byggherrer større til å utforme brukervennlige bygg.

For å drifte og vedlikeholde anlegg med høy pålitelighet Jfr. SIL 2 er det allerede utarbeidet system for overvåking av alle komponenter i anlegget.

Hvordan vil nyere/planlagte standarder påvirke markedet som en helhet? Per i dag benyttes NS EN 12845 for sprinkler og denne refereres det til når man skal prosjektere og installere vanntåke. Det er utarbeidet en veileder av FG for vanntåke, men denne er ikke tilgjengelig enda.

For Inergen/IG541 benyttes NFPA 2001 og NS EN 15004. Ingen av disse standardene er tilpasset Inergen for den bruk vi ser vil være aktuell for Inergen. Det vil bli utarbeidet veileder og norsk/dansk standard for CO2 kompensert hypoksi slokkeluft anlegg som vil være mer tilpasset fremtidig bruk av Inergen enn hva de to nevnte standardene tar for seg. En videre utarbeidelse for å omsøke fra NS til INSTA er planlagt. Dette vil gi både bedre regler og retningslinjer for RiBr, detaljprosjekterende, utførende og byggherrer bedre grunnlag for å vurdere hvor Inergen kan benyttes og hvordan Inergen skal fungere.

På samme måte ser vi at fremveksten for vanntåke er rask eskalerende i alle typer bygg.

Selv om både Inergen og vanntåke vil eskalere i bruksområder og som valg tror jeg ikke dette vil gå utover sprinklermarkedet.

Hvordan kommer metoden for valg av slukkesystem gjøres i framtiden? BFO søker Brannløftet å utarbeide en bransjenorm for valg av riktig slokkeanlegg basert på risikovurderingsmetode. Dette tror jeg vil være veien å gå og dette vil også bidra til at det i tidlig fase vil vurderes hvilket slokkeanlegg som bør velges.

Hvordan kommer dette til å utvikle seg?

Jeg ser for meg løsning som vi ser i flere Amerikanske stater at krav til automatisk slukkesystem blir også satt hvis man bygger x antall km fra et brannvesen

Svar 3

Hvilket slukkesystem kommer til å ta mer plass i markedet framover? Hvorfor?

Markedet kommer til å bli mer segmentert. Bolig og mindre næringsbygg vil velge flere anlegg av typen vanntåke.

Industri og lager vil fortsatt benytte sprinkler som primærslokkeanlegg, med innslag av spesialanlegg med gass og inert atmosfære (HP15)

Valg av type slokkeanlegg er basert på beslutningstakerens kompetansenivå (egen eller innleid). Industri, lager og næring vil styres av valg av sikkerhetsnivå, funksjon og

levetidskostnader. Assurandører med risikoaversjon vil ha sterkere påvirkning. Bolig- og mindre næringsbygg vil styres mer av relasjonssalg, følelser og installasjonskostnader. Dette er normalt prosjekter hvor det er ønske om kortsiktig gevinst og videresalg av prosjekter og andeler.

Hvordan vil nyere/planlagte standarder påvirke markedet som en helhet?

Myndighetskravene er skjerpet og vil bli enda strengere. Dette setter større krav til dokumentasjon av funksjon til løsninger. Til dette er standardene en forenklet måte å dokumentere sikkerhetsnivået til anleggene. Men det er en dreining i hvordan standardene blir bygget opp, fra standardiserte produkter med generell funksjon som NS-EN 12845, til funksjonskrav og produktavhengige løsninger som dokumenteres med testing for spesielle applikasjoner.

Hvordan kommer metoden for valg av slukkesystem gjøres i fremtiden?

Hvordan kommer dette til å utvikle seg?

Metode for valg av slukkesystemer vil være styrt av premissgiveres, som ARK, RIBr og myndigheters krav til dokumentasjonsnivå på systemvalg. Styring av valg vil flyttes fra VVS-rådgivere. Større aktører i eiendom og bygg vil tiltrekke seg kompetanse på slukkeanlegg, for å påvirke prosjektene i beslutningsfasen. Det vil ikke komme noen standarder som vil forenkle valg av systemtyper, og markedet vil bli mer uoversiktlig.

Svar 5

Enig i at gassbaserte slukkesystemer vil få større innpass i de neste tiårene fremover. Hoveddelen av markedet mener jeg likevel vil være vannbaserte anlegg. Jeg forventer å se større bruk av vanntåkeanlegg og at prosjektering og utførelse av slike anlegg blir standardisert.

Svar 6

Framtiden: Slik det nå ser ut, vil slukkegass få en større andel av slukkesystemer i fremtiden. Dette skyldes både at pris er overkommelig/installasjons estetikk (i hevertfall uten sentralen) er meget lite synlig/utelukke sekundær skader. Hvis man også kan vise til skikkethet i bygninger der anlegget først og fremst skal beskytte mennesker/sørge for tilstrekkelig rømningstid, vil dette også komme til andre områder enn det slukkegass først var tenkt til, maskinrom, datasenter, osv.

Der det i dag ikke er europeiske/nordiske standarder, medføre større trygghet for valg av "rett" slukkesystem. Det trygge blir selvsagt ofte valgt, fordi manglende standard gir utrygghet.

Hvis det på sikt kunne komme et verktøy for klassifisering av pålitelighet også på slukkeanlegg, ville valg av slukkeanlegg lettere kunne gjøres ut fra byggets beskaffent, utforming og ønsket sikkerhetsnivå. I dag vet vi svært lite om påliteligheten om slukkeanleggene i Norge og de undersøkelser som har vært på området har vært nedslående. OFAS gjorde en på sprinkleranlegg, som konkluderte med at godt over 90 % av

sprinkleranleggene ikke oppfylte minstekravene i brukt standard. Dette kan ikke bransjen neglisjere og må i større grad basere seg på fakta, slik at de enkelte deler i puslespill som sløkkeanlegg er, får sin fortjente oppmerksomhet.

Det er bransjen som selv sitter med ballen å få disse ting på plass. På BFO sin årskonferanse 2016 ble det bestemt i faggruppen "Aktiv systemer" (brannalarm og sløkkesystemer) å kjøre en forprosjekt på å utarbeide en bransjestandard for valg av sløkkesystemer. En naturlig forlengelse av dette, er å så gå i gang med en sertifiseringsordning for alle typer sløkkesystemer.

Vedlegg C – Skikk og bruk for delhipanelet

Ettersom det var ønskelig med et godt debattmiljø, ble følgende post laget på delhipanelet:

Vårt ønske er en saklig, informativ og positiv debatt rundt emnet automatiske sløkkesystemer. Vi er blitt inneforstått med at det foreligger mange tanker og meninger rundt dette emnet. Derfor har vi laget en rekke retningslinjer og regler. Dette har vi gjort for å skape et best mulig debattmiljø.

- Det er lov å referere til og/eller kommentere andres kommentarer, men hold dette på et saklig nivå. Er du uenig i en kommentar, må argumentet begrunnes.

- Hvis du ønsker å supplere med en kilde, sørg for at denne kilden holder mål, for eksempel anerkjent litteratur/statistikk o.l.

- Usaklige kommentarer vil bli slettet og fjernet fra diskusjonen.

Ellers er vi veldig glad for at dere stiller opp i denne debatten. Og vi håper at dette blir en god og positiv opplevelse for dere alle.

Hvis dere har noen spørsmål, kan dere nå oss på mail:

132801@hsh.no

Eller på tlf:

+47 48 08 73 22