

Personsikkerhet og rømning i kirkebygg

Hovedoppgave utført ved Høgskolen Stord/Haugesund – Studie for
ingeniørfag

Studieretning – Brann



Privat bilde: [Kristine Egeland](#)

Av:
Kristine Egeland
Cecilie Næss

Kandidatnr. 9
Kandidatnr. 18

Haugesund

Våren 2015

BACHELORPROSJEKT

Studenten(e)s navn: Kristine Egeland
Cecilie Næss

Linje & studieretning Brann, sikkerhetsingeniør

Oppgavens tittel: *Personsikkerhet og rømning i kirkebygg*

Oppgavetekst: Det finnes flere galleri i norske kirker som er blitt stengt på grunn av brannsikkerhetsmessige årsaker, dette gjelder ofte personantall i forhold til rømningsmuligheter ned fra galleri. Oppgaven vil ha hovedfokus på personsikkerhet og rømning i kirkebygg, med et omfang som begrenser seg til langkirker fra 17/1800-tallet.

Torvastad kirke på Karmøy er valgt som analyseobjekt. Det vil i oppgaven bli gjort simulering av aktuelle brannforløp for å finne tiden tilgjengelig for rømning, samt simulering av rømning fra kirken for å belyse dette området som ofte strider i mot regelverk. Det vil bli lagt vekt på behovet for automatisk sløkkeanlegg i kirkebygg, dette for å undersøke om automatisk sløkkeanlegg kan føre til økt personsikkerhet på galleri og i kirken. Videre vil spørreundersøkelse avklare hva som stort sett blir gjort i forhold til utviklingen av brannsikkerhet ved installering av automatisk sløkkeanlegg i norske kirker av denne typen.

Oppgaven vil svare på omtrent hvor lang tid det vil ta å evakuere en fullsatt kirke av denne typen. På bakgrunn av resultatet fra simulering, statistikk og sammenligning av lovverk i Skandinavia vil det også bli vurdert riktigheten av at kirker er satt i risikoklasse 5.

Endelig oppgave gitt: 6. mars 2015

Innleveringsfrist: Fredag 8.mai 2015 kl. 12.00

Intern veileder: Jon Arve Brekken

Ekstern veileder:

Adresse ekstern veileder:

Karin Axelsen (Riksantikvaren)

Ingrid Staurheim (Kirkelig Arbeidsgiver- og interesseorganisasjon)

Riksantikvaren, Pb. 8196 Dep, 0034 Oslo.

Kirkelig arbeidsgiver- og interesseorganisasjon, Postboks 1034 Sentrum, 0104 Oslo

Godkjent av studieansvarlig:

B. 7 11



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

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

Oppgavens tittel Personersikkerhet og rømning i kirkebygg		Rapportnummer
Utført av Kristine Egeland Cecilie Næss		
Linje Sikkerhet, Brannteknikk		Studieretning Brann
Gradering Åpen	Innlevert dato	Veiledere Intern: Jon Arve Brekken Ekstern: Karin Axelsen(Riksantikvaren) Ingrid Staurheim(Kirkelig Arbeidsgiver- og interesseorganisasjon)

Ekstrakt:

Oppgaven svarer på omtrent hvor lang tid det vil ta å evakuere analyseobjektet Torvastad kirke når den er fullsatt, samt andre langkirker fra 17/1800-tallet. På bakgrunn av resultatet fra simulering, statistikk og sammenligning av lovverk i Skandinavia vil det også bli vurdert riktigheten av at kirker er satt i risikoklasse 5. Personersikkerhet og rømning er en interessant problemstilling, da dette ikke er diskutert like mye som det bygningsrelaterte i slike bygg. Informasjonsinnhenting, simulering og spørreundersøkelse er verktøy som er blitt brukt i denne rapporten. Fra simuleringene ble det kommet frem til at faktorer som er med på å øke den tilgjengelige rømningstiden vil være effektivt når det kommer til personersikkerheten og rømning i kirkebygg. Fra spørreundersøkelsene kom det frem at økonomi og kunnskap er faktorer som er avgjørende for installering av automatiske sløkkeanlegg i kirker. Når det kommer til riktigheten av at kirken er plassert i risikoklasse 5 vil dette variere fra bygg til bygg. Det er vanskelig å generalisere eventuelle løsninger når kirkene ofte er gamle og spesielle med tanke på arkitektonisk utforming og kulturhistorisk verdi.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND





HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Forord

Denne bacheloroppgaven er skrevet som en avsluttende oppgave på en treårig bachelorutdanning ved Høgskolen Stord/Haugesund, ved linjen sikkerhet, brannteknikk. Oppgaven er utført etter forslag fra Riksantikvaren i samarbeid med Kirkelig arbeidsgiver- og interesseorganisasjon, der ønske om å belyse personsikkerhet og rømning i kirkebygg var sentralt.

Personsikkerhet og rømning har vært betydningsfulle tema gjennom branningeniørstudiet, men problematikken rundt dette i eldre bygg som kirker har ikke vært like høyt prioritert. Dette førte til mer nysgjerrighet rundt tema, og en tidsrelevant og spennende oppgave å skrive.

Gjennom oppgaven har vi tilegnet oss kunnskap om problematikk rundt opprettholdelse av tilfredsstillende personsikkerhet i eldre kirkebygg, utfordringer ved evakuering, og hvordan branntekniske og organisatoriske tiltak spiller en rolle i en rømnings situasjon.

Vi ønsker å takke vår interne veileder, Jon Arve Brekken, for gode tilbakemeldinger og oppfølging. Takk til våre eksterne veiledere, Karin Axelsen(RA) og Ingrid Staurheim(KA), for gode innspill og brennende engasjement. Vi vil også takke Terje Øverby i COWI for god hjelp til simuleringsrelaterte utfordringer, samt kirketjener i Torvastad kirke, Sonny Torvestad, for fin omvisning i kirken, og gode svar på bygningstekniske-, og branntekniske spørsmål. En takk rettes også til kirkevergene som har tatt seg tid til å svare på vår spørreundersøkelse.

Til slutt vil vi takke Christer, Leif André og Morgan for moralsk støtte og oppmuntring.

Dato: 5/5-15

Sted: Haugesund

Kristine Egeland

Cecilie Næss



Innholdsfortegnelse

FORORD	II
INNHALDSFORTEGNELSE	III
FIGURLISTE	V
TABELLISTE	VI
VEDLEGG	VI
SAMMENDRAG	VII
1. INNLEDNING	1
1.1 BAKGRUNN.....	1
1.2 FORMÅL.....	2
1.3 TIDLIGERE ARBEID	2
1.4 ORDFORKLARINGER.....	3
1.5 FORUTSETNINGER OG BEGRENSNINGER.....	4
2. TEORI	5
2.1 KIRKEBYGG	5
2.1.1 FREDETE KIRKER	6
2.1.2 LISTEFØRTE OG VERNEVERDIGE KIRKER.....	7
2.1.3 BRANNSIKRING AV KIRKEBYGG	7
2.2 BRANNUTVIKLING	8
2.2.1 BRANNSIMULERING.....	8
2.3 RØMNINGSTEORI	9
2.3.1 RØMNINGSTID	9
2.3.2 HANDLINGSMØNSTRE I BRANN	10
2.3.3 TÅLEGRENSER FOR MENNESKER VED BRANN.....	12
3. METODE.....	14
3.1 INFORMASJONSINNHEITING	14
3.2 SIMULERING	14
3.2.1 ARGOS	14
3.2.2 PATHFINDER.....	15
3.3 SPØRREUNDERSØKELSE	15
4. LOVER OG FORSKRIFTER	16
4.1 KULTURMINNELOVEN	16
4.2 KIRKELOVEN.....	16
4.3 BRANN- OG EKSPLOSJONSVERNLOVEN.....	17



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

4.4 FORSKRIFT OM BRANNFØREBYGGENDE TILTAK OG TILSYN	17
4.5 BYGGTEKNISK FORSKRIFT MED VEILEDNING	18
4.5.1 RISIKOKLASSE	18
4.6 BRANNSIKKERHET I SVENSK REGELVERK	20
4.6.1 VIRKSOMHETSKLASSE	20
4.7 BRANNSIKKERHET I DANSK REGELVERK	21
4.7.1 ANVENDELSESKATEGORIER	22
5. BRANNSTATISTIKK	23
5.1 UTRYKNINGER TIL KIRKEBRANN	23
5.2 OMKOMNE I KIRKEBRANN	24
5.3 USIKKERHETER	24
6. BEREGNING/SIMULERING	25
6.1 BRANNFØRLØP	25
6.1.1 BRANNSCENARIO ETTER NS 3901	25
6.1.2 BRANNSIMULERING MED SPRINKLERANLEGG	28
6.1.3 KIRKEBYGGET	28
6.2 RØMNINGSSIMULERING	30
6.2.1 ESTIMAT FOR DETEKSJONS- OG VERIFIKASJONSTID	31
6.2.2 ESTIMAT FOR VURDERINGS- OG BESLUTNINGSTID	31
6.2.3 BEREGNING AV FORFLYTNINGSTID	32
6.2.4 LAVERE PERSONANTALL PÅ GALLERI	35
7. RESULTATER	36
7.1 BRANNSIMULERING	36
7.1.1 SCENARIO 1	36
7.1.2 SCENARIO 2	37
7.1.3 SCENARIO 3	37
7.1.4 BRANNSIMULERING MED AUTOMATISK SLOKKEANLEGG	38
7.2 RØMNING	39
7.2.1 LAVERE PERSONANTALL PÅ GALLERI	40
7.3 RESULTAT FRA SPØRREUNDERSØKELSE	41
8. DISKUSJON	44
8.1 RØMNING FRA GALLERI	44
8.1.1 SCENARIO 1	44
8.1.2 SCENARIO 2	45
8.1.3 SCENARIO 3	46
8.1.4 REAKSJONER OG OPPFØRSEL VED EVAKUERING	47
8.1.5 SIKKERHETSMARGIN	48
8.1.6 LAVERE PERSONANTALL PÅ GALLERI	48
8.2 PARAMETERNES SENSITIVITET	49
8.2.1 ARGOS	49
8.2.2 PATHFINDER	50
8.2.3 FEILKILDER	50
8.3 DISKUSJON AV RESULTATER FRA SPØRREUNDERSØKELSE	50



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

8.4 VURDERING AV RISIKOKLASSE FOR KIRKER	51
8.4.1 VURDERING IFT. BYGGTEKNISK FORSKRIFT MED VEILEDNING	52
8.5 VIDERE ARBEID	56
9. KONKLUSJON	57
REFERANSER	58

Figurliste

Figur 1: Plantegning langkirke	6
Figur 2: Begreper innen rømning (Hagen, 2008)	9
Figur 3 Problemløsningsmodell for brann og rømning (Hagen, 2008)	11
Figur 4: Brannårsaker i kirkebygg i Norge, 1996-2005. (Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap, 2014)	23
Figur 5: Plassering av arnested i de ulike brannscenarioene	26
Figur 6: HRR juletrebrann (National Fire Protection Association & Society of Fire Protection Engineers, 2008)	27
Figur 7: HRR brann i datamaskin (National Fire Protection Association & Society of Fire Protection Engineers, 2008)	27
Figur 8: HRR brann i kaffetrakter (National Fire Protection Association & Society of Fire Protection Engineers, 2008)	27
Figur 10: Galleri (Privat).....	28
Figur 11: Kirkeskip (Privat)	29
Figur 12: Utgang med rømningsskilt (Privat)	29
Figur 13: Modifisert kirkebygg	30
Figur 14: Personfordeling i skipet (Fra simulering i Pathfinder)	34
Figur 15: Personfordeling på galleri (Fra simulering i Pathfinder)	34
Figur 16: 40 personer på galleri (Fra simulering i Pathfinder).....	35
Figur 17: 10 personer på galleri (Fra simulering i Pathfinder).....	35
Figur 18: Røyklagshøyde ved juletrebrann (ARGOS).....	36
Figur 19: Røyklagshøyde ved brann i datamaskin (ARGOS).....	37
Figur 20: Røyklagshøyde ved brann i kaffetrakter (ARGOS)	38
Figur 21: Røyklagstemperatur scenario 1 (ARGOS).....	39
Figur 22: Røyklagstemperatur scenario 2 (ARGOS).....	39
Figur 23: Personfordeling etter 34,2 sekunder (Fra simulering i Pathfinder)	40
Figur 24: Grunner til at automatisk slokkeanlegg ikke er installert	41
Figur 25: Avgjørende faktor for beslutning om installering av automatisk slokkeanlegg ..	42
Figur 26: Oppfattelse av hva automatisk slokkeanlegg i kirker er viktig for.....	42



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Tabelliste

Tabell 1: Akseptkriterier for mennesker ved brann	12
Tabell 2: Menneskers fysiske reaksjon som følge av varmebelastning(Opstad, K., Stensaas, J. P, 1998)	13
Tabell 3: Risikoklasser (TEK10)	18
Tabell 4: Virksomhet og tilsvarende risikoklasse.....	19
Tabell 5: Eksempel på typiska verksamheter i verksamhetsklasse 2 (Olsson & Almgren, 2012).....	21
Tabell 6: Dørbredder i Torvastad kirke.....	30
Tabell 7: Responstid for detektorer (Statens bygningstekniske etat, 2000)	31
Tabell 8: Veiledende reaksjonstider for noen virksomheter(SINTEF Byggforsk, 2006)	32
Tabell 9: Persontetthet på bakgrunn av virksomhet(SINTEF Byggforsk, 2006)	33
Tabell 10: Ganghastighet i forhold til persontetthet(SINTEF Byggforsk, 2006).....	34
Tabell 11: Resultat av beregninger og simuleringer	40
Tabell 12: Total forflytningstid med lavere personantall på galleri	41
Tabell 13: Faktorer å ta hensyn til for fastsettelse av risikoklasse	56

Vedlegg

- Vedlegg A – Plantegning Torvastad kirke
- Vedlegg B – Inndata Argos
- Vedlegg C – Utdata Argos
- Vedlegg D – Utdata Pathfinder
- Vedlegg E – Resultater fra spørreundersøkelse



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Sammenheng

Brannvesenet har ved flere branntilsyn i norske kirker kommet frem til at de ikke vil tillate varig opphold på galleri, da personsikkerheten ikke er ivaretatt. Mangel på dokumentasjon av brannsikkerhet er ofte sentralt i denne avgjørelsen.

Oppgaven svarer på omtrent hvor lang tid det vil ta å evakuere Torvastad kirke, som er satt som analyseobjekt, samt andre langkirker fra 17/1800-tallet. På bakgrunn av resultat fra simulering, statistikk og sammenligning av lovverk i Skandinavia vil det også bli vurdert riktigheten av at kirker er plassert i risikoklasse 5.

Personsikkerhet og rømning i kirkebygg er en interessant problemstilling, da dette ikke er like mye diskutert som det bygningsrelaterte i slike bygg.

Informasjonsinnhenting, simulering og spørreundersøkelse er verktøy som er brukt i denne rapporten. Det ble simulert tre scenarioer med brann og rømning, der sikkerhetsmarginen ble positiv i alle scenarioene. Deteksjonstid og vurderingstid er vurdert til å ligge mellom 60 sekunder og 150 sekunder avhengig av scenario. Den beregnede forflytningstiden er 161 sekunder. Scenario 1, 2 og 3, har nødvendig rømningstid på henholdsvis 221 sekunder, 281 sekunder og 311 sekunder. Selv om sikkerhetsmarginen ble positiv, ble den likevel ikke stor nok i forhold til anbefalinger.

Ved hjelp av spørreundersøkelse sendt ut til kirkeverger, ble det kommet frem til at det stort sett er økonomi og kunnskap som er avgjørende når det kommer til installering av automatisk slokkeanlegg.

Faktorer som er med på å øke den tilgjengelige rømningstiden viser seg å være effektivt når det kommer til personsikkerhet og rømning i kirkebygg. Når det kommer til riktigheten av at kirker er plassert i risikoklasse 5 vil dette variere fra bygg til bygg. Det er kommet frem til at en analysebasert tilnærming til risikoklasse, der flere faktorer blir analysert, er det beste.

Det er vanskelig å generalisere eventuelle løsninger når kirkene ofte er gamle og spesielle med tanke på arkitektonisk utforming og kulturhistorisk verdi.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Kirkebygg er ikke bare et samlingssted for kirkegjengere, men også viktige kulturminner som gjerne engasjerer mange mennesker i dagens samfunn.

Ordet "kirke" kommer fra gresk og betyr "det som hører Herren til". Ordet menighet vil etter det nye testamentet gjerne bety "sammenkalt folkesamling". Gudstjenester ble ikke holdt i egne forsamlingshus fra begynnelsen av. De første kristne holdt gjerne slike arrangement i private hjem. Først på 200-tallet begynte egne gudshus å tre frem (Astås, 2000).

Den norske kirke omfatter over 1600 kirker, både listeførte, verneverdige og fredete (Kirkelig arbeidsgiver- og interesseorganisasjon, u. år). Felles for dem alle er at de blir betraktet som verdifulle av både eiere og brukere.

Det var få endringer i soknestrukturen fram til 1850, men oppgangstider og kraftig befolkningsvekst rundt midten av 1800-tallet førte til flere nye kirker og oppgradering av de gamle. Samtidig kom det i 1851 en ny kirkelov som krevde at kirkene skulle romme 1/3 av menigheten. Gallerier ble da en løsning for å få plass til flest mulig mennesker i kirken (Kirkelig arbeidsgiver- og interesseorganisasjon, 2012).

Ved flere branntilsyn i kirker har brannvesenet kommet frem til at de ikke vil tillate varig opphold på galleri, da personsikkerheten ikke er ivaretatt. Bakgrunn for dette vil ofte være mangel på dokumentasjon av brannsikkerhet. Kan installering av automatisk slokkeanlegg være et tiltak som øker personsikkerheten på galleri?



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

1.2 Formål

Formålet med oppgaven er å vurdere hvorvidt rømningsikkerheten er tilfredsstillende i norske kirker fra 17/1800-tallet. Dette gjøres ved å simulere aktuelle brannforløp med og uten aktivering av sprinkleranlegg, samt rømnings situasjon, der Torvastad kirke på Karmøy er brukt som analyseobjekt.

Videre vil en spørreundersøkelse avklare hva som stort sett blir gjort i forhold til utviklingen av brannsikkerhet ved installering av automatisk sløkkeanlegg i norske kirker av denne typen. Ved hjelp av dokumentstudier vil det videre være et mål å vurdere riktigheten av at kirker er plassert i risikoklasse 5.

1.3 Tidligere arbeid

I 2009 publiserte SINTEF en analyse av rømning fra kirkegalleri. Det ble konkludert med at tillatt personantall på galleri må avgjøres etter utformingen på galleri og rømningsveiene fra galleriet. Ved brannsimulering ble det brukt CFAST 6.0 og element til element-metoden for å avgjøre forflytningstid. I konklusjonen kommer de frem til følgende: Når galleri og dets rømningsvei er enkelt utformet kan en vurdering av tillatt personantall gjøres av kirkeforvaltningen. Har galleriet trapperom som er adskilt fra kirkerommet vil man kunne vurdere personantall ut fra antall trappetrinn. Hvis galleriet og dets rømningsvei har komplisert utforming, kreves en detaljert analyse av en kvalifisert brannteknisk rådgiver for å avgjøre akseptabelt personantall (Steen-Hansen & Stensaas, 2009).



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

1.4 Ordforklaringer

Akseptkriterier: Kriterier som legges til grunn for beslutninger om akseptabel risiko (DSB, u. år).

Branneffekt: Effekt, omsatt energi per tidsenhet.

Brannkonsept: Overordnet plan for hvordan man skal nå tilfredsstillende brannsikkerhet, som former fundament for detaljprosjektering (Byggforsk, 2013).

Geistlighet: Fellesbetegnelse for presteviede personer innenfor et kirkesamfunn (SNL, 2009).

HSH: Høgskolen Stord/Haugesund.

K-faktor: Vannføringskoeffisient som viser antall liter vann gjennom sprinkleranlegget for hver bar trykk (SINTEF NBL, 2003).

Kritiske forhold: Overskridelse av menneskets tålegrenser mht. varme- og røyk-eksponering. Flukt- og rømningsveier er ikke lenger brukbare (Byggforsk, 2006).

Lex Specialis: Ved konflikt mellom regler av samme rang brukes lex specialis-prinsippet som gir spesielle regler fortrinn fremfor mer generelle regler. Dette innebærer at et unntak vil ha fortrinnsrett fremfor en hovedregel (Regjeringen, u. år).

Liturgi: Forskriftene for den kirkelige gudstjeneste, særlig tjenesten ved alteret (SNL, 2009).

Pyrolysere: Spalting av sammensatte stoffer til enklere sammensetninger ved hjelp av varme (SNL, 2009)

Risiko: Uvisst utfall, fare for tap, usikkerhet eller uberegnelig utfall av et tiltak (SNL 2014).

Sikkert sted: Område hvor kritiske forhold ikke er eller vil kunne være en trussel for mennesker og dyr. Dette er vanligvis på terreng i avstand fra brannobjektet eller i en annen brannseksjon (VTEK10).

Simulering: Etterligning av en tilstand, prosess eller begrensede deler av virkeligheten vha. formelle modeller (SNL, 2009).



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Særskilt brannobjekt: Bygninger og områder hvor brann kan føre til tap av mange liv. Bygg, anlegg og virksomhet som antas å medføre særlig brannfare, fare for stor brann, eller hvor brann kan føre til store konsekvenser for samfunnet. Viktige kulturhistoriske bygninger og anlegg, slik som f.eks. kirkebygg(DSB, u. år).

1.5 Forutsetninger og begrensninger

Ved rømningssimulering blir det forutsatt at personer som bruker galleriet er fysisk i stand til å bringe seg selv i sikkerhet. Det forutsettes også at de branntekniske tiltakene Torvastad kirke er utstyrt med, fungerer som de skal ved et eventuelt branntilløp. Om ikke inndata er beskrevet i rapport eller vedlegg, tas det utgangspunkt i standardinnstillingene i programmet.

Simuleringene som gjøres, begrenser seg til å gjelde for langkirker fra 17/1800- tallet, med omtrent samme utforming, bygningsmateriale og personantall som Torvastad kirke.

Spørreundersøkelsen er sendt ut til kirkeverger i alle kommuner i følgende fylker: Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland, Vest-Agder og Aust-Agder. Kirkeverger med ansvar for kirker fra 17/1800-tallet er bedt om å svare. Spørsmålene begrenser seg til å gjelde ulike faktorer ved installering av automatisk sløkkeanlegg.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

2. Teori

Nedenfor blir det presentert teori om kirkebygg, brannsikring og rømning, som vil være til hjelp for forståelsen av resten av rapporten.



2.1 Kirkebygg

De kjente kirkehusene som man gjerne ser i dag, med langskip eller som sentralbygninger med kuppel, ble først bygd på 400-tallet (Astås, 2000, s.52). Man kan finne symboler i rester av bergkunst som tyder på religiøs aktivitet i Norden fra den yngre steinalder og bronsealderen (4000-1500 f.Kr.). Man kan også se fra vikinghistorie at korset ble brukt som et slags lykke- og vernetegn (Astås, 2000, s. 243).

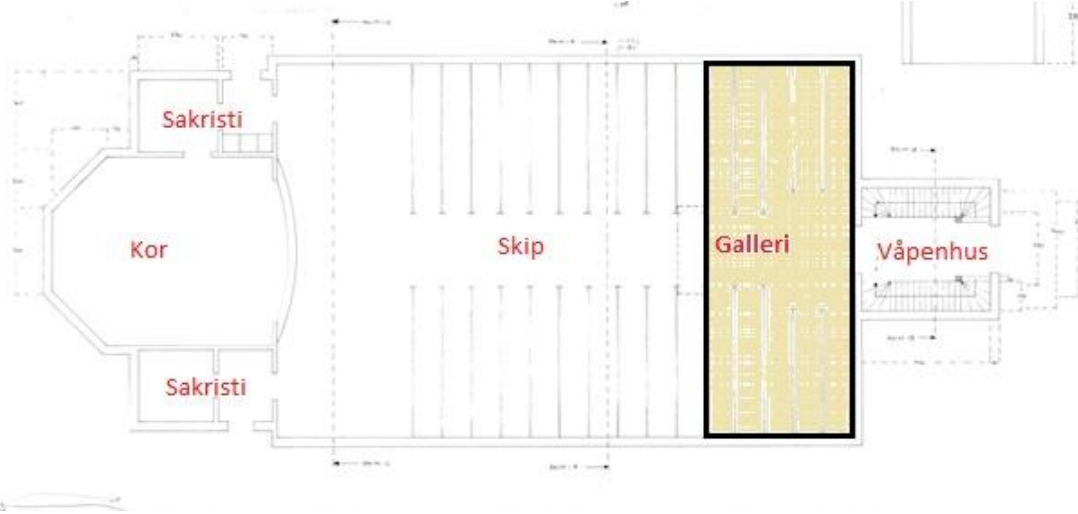
Riksantikvaren definerer kulturminner som alle spor etter menneskers liv og virke i vårt fysiske miljø. Kirker er ofte gamle og meget påkostet når det kommer til arkitektoniske utsmykninger (Riksantikvaren, 2013).

I dag blir kirkene brukt til vanlig gudstjeneste på søndager, i tillegg til konfirmasjoner, bryllup og begravelser. Kirkene er også samlingssteder for andre kulturelle arrangementer som konserter, forestillinger, møter og lignende.

Figur 1 viser en plantegning av Torvastad kirke som er bygget i 1880, og kan ses på som en typisk langkirke fra 17/1800-tallet. Sakristi kan i følge Store Norske Leksikon beskrives som det rom i en kirke hvor liturgisk utstyr, messeklær med mer oppbevares og hvor de geistlige kler seg om (SNL, 2009). Vanligvis har denne typen kirke et noe smalere og lavere korparti enn skipet. Den markerte delen i figuren viser plasseringen av galleriet i Torvastad kirke, bakerst i kirkeskipet, og 3 meter over gulvnivå. Våpenhuset er vestibylen man går gjennom for å komme inn til kirkeskipet. Rommet har fått navnet våpenhus, fordi man fra gammelt av skulle legge fra seg våpnene før man gikk inn i kirkehuset. Dette fordi kirken er et hellig sted hvor man ikke skal bære våpen. Våpenhuset rommer også trapper opp til galleriet, samt tårnet med klokker.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Figur 1: Plantegning langkirke

Torvastad kirke har tre som hovedmateriale, og konstruksjonen er lafteverk, noe som også er normalt for andre langkirker fra denne tiden.

2.1.1 Fredete kirker

Om en kirke er oppført før 1650, vil den automatisk være fredet. Samtidig finnes det noen få kirker bygget etter 1650 med fredning etter eget vedtak. Fredning er det strengeste eksemplet på vern av byggverk, og nærmere 6000 bygninger i Norge er fredet (Riksantikvaren, 6. september 2014). Unike kvaliteter og betydningen bygget har for nasjonen ligger som grunnlag for fredning av et byggverk eller et miljø. Samtidig settes også kulturhistorie og samfunnsutvikling høyt når det er snakk om fredning. Dette er gjerne også en grunn til at man ser fredete bygninger fra flere ulike epoker i historien.

Riksantikvaren har myndighet til å fatte vedtak om fredning av et bygg med hjemmel i kulturminneloven. Bispedømme skal da også få komme med en uttalelse rundt beslutninger som skal tas. Etter kulturminneloven er det forbud mot inngrep i fredete bygg, med mindre særskilt tillatelse er gitt. Om endringer eller reparasjoner blir aktuelt, skal da slike saker behandles etter både kirkeloven og kulturminneloven (2010).



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

2.1.2 Listeførte og verneverdige kirker

Om en kirke er bygget mellom 1650 og 1850 er den listeført. En kirke som er identifisert som verneverdig, vil oppføres på en liste som tar for seg objekter som skal behandles på en mer bestemt måte. Et eksempel på en slik liste kan være Listen over særlig verneverdige kirker. Et kulturminne som er identifisert som verneverdig eller bevaringsverdig, har gjennomgått en kulturhistorisk vurdering for å komme frem til avgjørelsen om vern. Listen over særlig verneverdige kirker vil inneholde kirker som ses på som kulturminner av nasjonal verdi, og det er gjerne slike bygninger som fredes etter kulturminneloven. Mange av de kulturminner som er definert som verneverdige, er ikke formelt vernet etter kulturminneloven eller plan- og bygningsloven. Likevel blir mange tatt meget godt vare på, fordi de betraktes som verdifulle av både eiere og brukere(Riksantikvaren, 27. januar 2015).

2.1.3 Brannsikring av kirkebygg

Når en kirke brenner, vil det gå tapt betydelige verdier for lokalsamfunnet, både økonomisk og kulturhistorisk. Brannsikring av kirkebygg er derfor betydningsfullt for å unngå unødvendig risiko for sikkerheten til både bygget og brukerne.

Brannvesenet har ansvar for å føre tilsyn med kirkene på dette området, og dersom det er nødvendig, gi pålegg for å oppnå tilfredsstillende brannsikkerhet. Kommunen står ansvarlig for å identifisere særskilte brannobjekt, som ofte er kirker og andre viktige kulturhistoriske bygninger. Forebyggendeforskriften(FOBTOT) fastslår at eieren av kirken er ansvarlig for at det elektriske anlegget er i forskriftsmessig stand, samt at det finnes påkrevd brannvernutstyr i kirken. Ettersyn og vedlikehold for å opprettholde brannsikkerheten er også eiers ansvar. Det presiseres også at det er eiers ansvar å sørge for at:

- Brannsikkerheten dokumenteres
- Det er utpekt en brannvernleder
- Det gis opplæring og avholdes brannøvelser
- Det utarbeides instruksjoner og planer
- Ekstraordinære tiltak vurderes ved unormal eller sterkt varierende risiko



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

2.2 Brannutvikling

Hagen (2004) beskriver at en typisk brann vil gå gjennom fasene antennelsesfasen, vekstfasen, fullt utviklet brann og utbrenningsfasen. Det vil variere hvor raskt en brann utvikler seg og hvor høye temperaturer som oppnås.

En brann begynner ved at et fast stoff, gass eller væske blir antent. Årsaken til antennelse vil variere, men kommer ofte av fyrstikker, gnister eller glør. Dette kan være nok energi til å starte en brann. Ved brannsimulering vil det være vanskeligst å simulere antennelsesfasen, da en brannstart ofte kan ta lang tid i tillegg til at det er store usikkerheter rundt arnestedet.

Vekstfasen begynner når brannen utvikler seg og vokser. Det er flere faktorer som spiller en rolle for hvor stor brannen vil bli. Den viktigste faktoren er tilgangen til brensel. Derfra kan en brann utvikle seg på tre forskjellige måter: sløkke, brenne konstant eller vokse.

Er brannen fullt utviklet er det snakk om at hele rommet står i fyr, og for at brannen da skal bli større, må den spre seg ut av rommet.

Utbrenningsfasen vil inntre når mengden brennbar gass reduseres slik at brannens omfang ikke kan opprettholdes. Det vil inntreffe når mengden brennbart materiale som pyrolyserer minker. Denne fasen blir også omtalt som avkjølingsfasen.

2.2.1 Brannsimulering

For å bruke og forstå resultatene fra en brannsimulering er det viktig med en grunnleggende forståelse av rombrann.

I brannsimulering skiller man mellom probabilistiske modeller og deterministiske modeller. Probabilistiske modeller er modeller som ser bort fra de fysikalske og kjemiske prinsippene, og vurderer brannvekst og spredning på et statistisk grunnlag. I deterministisk simulering brukes fysikalske og kjemiske prinsipper, og det er utarbeidet egne modeller for brann- og røykspredning, evakuering, termisk og mekanisk respons til bygningsmaterialer, etc. (Karlsson & Quintiere, 2000).

Hybridmodeller er en blanding av de overnevnte der man for eksempel tar utgangspunkt i statistikk om arnested og årsak til kirkebrann før man simulerer brann- og røykspredning i kirkebygg. I kategorien deterministiske modeller skiller man mellom håndberegninger, sonemodeller og CFD.

Ved sonesimulering deler man simuleringene i ensone- og tosone-modeller. I ensone-modeller blir det antatt jevn temperatur i hele brannrommet, og de er ikke



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

egnet for de tidlige brannfasene, men beskriver forholdene i en fullt utviklet rombrann eller rom ved siden av brannrommet.

Tosone-simulering skiller mellom et øvre varmt- og et nedre kaldt røyklag. Det blir antatt at forholdene er uniforme i hvert lag. Tosone-simulering bruker korrelasjoner for å anta forbrenning, røyksøylen og åpningsstrømmene. Ved bruk av sone-simulering er det viktig at bygget og rommene er kubiske, og det blir ikke tatt hensyn til tilbakestråling fra vegger eller hjørner (Karlsson & Quintiere, 2000).

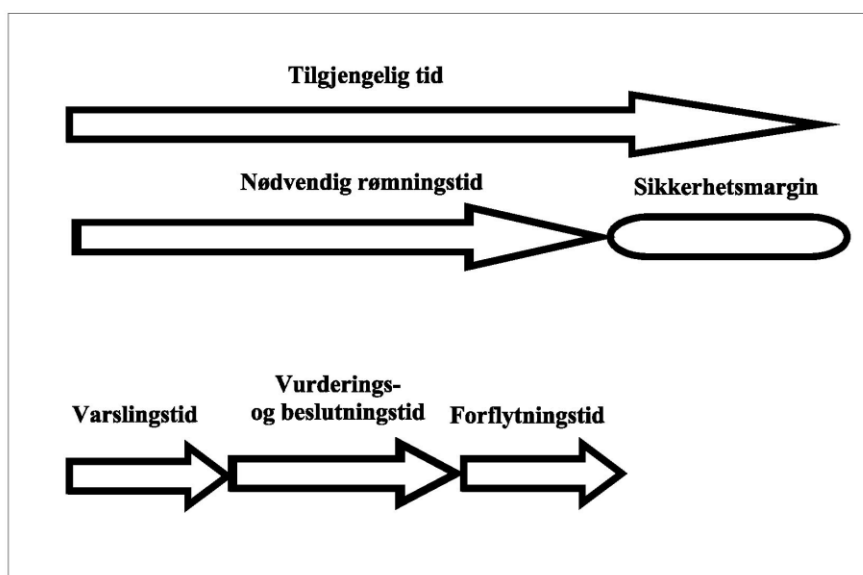
CFD står for Computational Fluid Dynamics, som er simulering med kontrollvolumer. Det er konservasjonsligningene som blir brukt på hvert eneste kontrollvolum. Slike simuleringer krever god beregningskapasitet på PC og en sterk faglig forståelse (National Fire Protection Association & Society of Fire Protection Engineers, 2008).

2.3 Rømningsteori

En brann i en bygning hvor det oppholder seg mennesker kan få store konsekvenser for menneskene. Derfor er det viktig at det stilles strenge krav til sikkerheten av bygninger med personopphold (Hagen, 2008).

2.3.1 Rømningstid

Figur 2 viser en oversikt over forskjellige begreper innen rømning og forholdene deres imellom.



Figur 2: Begreper innen rømning (Hagen, 2008)



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Tilgjengelig rømningstid er i VTEK10 definert som tiden fra en brann oppstår til forholdene blir kritiske for menneskene som oppholder seg i bygningen. Grenseverdiene for sikt, varmestråling og giftige gasser kalles akseptkriterier. Denne tiden er avhengig av typen brann og vil variere. Dette er derfor en viktig parameter i vurderingen av om det er opprettet et tilfredsstillende brannkonsept. Den tilgjengelige rømningstiden kan beregnes ut fra røykspredning, temperatur eller toksiske forhold (Hagen, 2008).

Nødvendig rømningstid er i VTEK10 definert som tiden det tar å rømme en bygning. Det er vanlig å dele den nødvendige rømningstiden i tre deler; varslings- og vurderings- og beslutningstid, og forflytningstid.

Varslings- og vurderings- og beslutningstid er tiden fra en brann oppstår til den blir oppdaget. Denne tiden kan deles opp i to faser; deteksjonstid og verifikasjonstid. I deteksjonsfasen blir signalene på at det brenner oppdaget gjennom en detektor eller ved at en person fysisk oppdager at det brenner.

Verifikasjonstiden er tiden man bruker fra man har mottatt signaler på at det brenner til man verifiserer signalene (Hagen, 2008).

Videre skriver Hagen (2008) at vurderings- og beslutningstiden er tiden man bruker på å vurdere situasjonen og alvorlighetsgraden av den. Man fatter beslutning om å gjøre tiltak som slokker eller hindrer brannspredning eller rømme til sikkert sted.

Forflytningstid er tiden fra man bestemmer seg for å rømme til sikkert sted og til man er på sikkert sted (Hagen, 2008).

Hagen (2008) skriver videre at varslings- og vurderings- og beslutningstid er tabell- og erfaringsbaserte tider, som blir satt med en viss usikkerhet. Forflytningstiden kan beregnes ved enkle formler eller simulering. Sikkerhetsmargin vil være differansen mellom tilgjengelig og nødvendig rømningstid. Sikkerhetsmarginen bør være positiv og der det er antydning et tall for den, er den 2-3 ganger større enn den nødvendige rømningstiden (Hagen, 2008).

2.3.2 Handlingsmønstre i brann

Når det oppstår en brann, eller blir gitt varsel om brann, er det opp til hver enkelt som er inne i bygningen å bedømme situasjonen. Deretter må man vurdere de ulike alternativene av aktiviteter som bør iverksettes. Det er viktig å forstå hvordan mennesker oppfatter og reagerer ved en brann, fordi da vil man være i stand til å

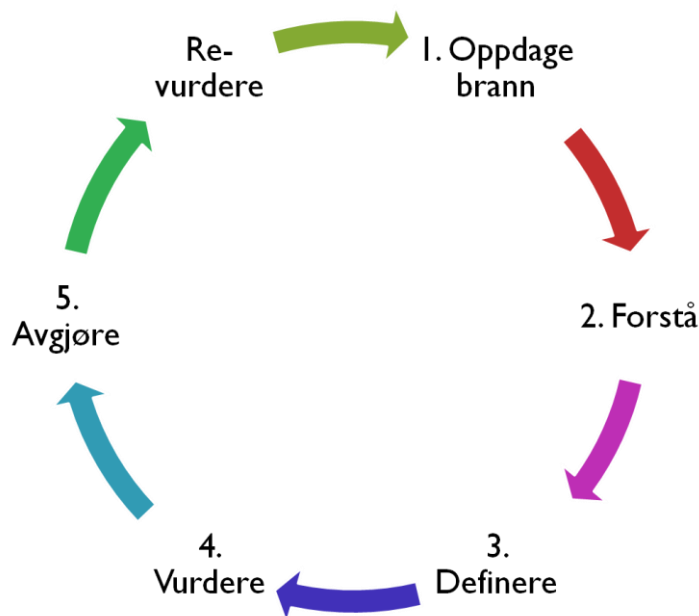


HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

beregne rimelig tid som personer trenger på en vurderings- og beslutningsfase (Hagen, 2008).

2.3.2.1 Problemløsning

Menneskers problemløsningsevner er en av de viktigste forutsetninger for å kunne takle farlige situasjoner, slik som en brann. Prosessen hver enkelt gjennomgår kan vises som en sirkulær modell i Figur 3 under.



Figur 3 Problemløsningsmodell for brann og rømning (Hagen, 2008)

Hagen(2008) beskriver problemløsning på følgende måte: Først vil man bli oppmerksom på brann eller signaler som varsler brann. Deretter vil man oppfatte at det er en brann eller at dette er et signal som varsler brann i bygningen. Deretter definerer man situasjonen, som for eksempel at det brenner i bygningen som man befinner seg i, eller at det må være en brannøvelse. Deretter vurderer man om brannen i denne bygningen er så stor at det eneste riktige er å forlate bygningen, eller man ser at denne brannen er så liten at den kan slukkes med en gang. Så iverksetter man tiltak som rømning eller slukking. Så kan det være at situasjonen endrer seg, slik at man blir nødt til å revurdere situasjonen.

2.3.2.2 Faktorer som påvirker handlingsmønsteret

Det kan være en rekke faktorer som vil påvirke handlingsmønsteret til personer som oppdager brann og skal rømme fra brennende bygninger. Faktorer som kan påvirke handlingsmønsteret kan være om personene er våkne, hemmet av medisiner eller rusmidler og om personene har funksjonshemninger av forskjellig art. Andre



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

situasjoner som kan være avgjørende for oppfattelsen, vurdering og beslutningen for hvilken aktivitet som skal iverksettes er om personen har erfaring, eller trening på lignende situasjoner og om man har ansvar for andre. I tillegg vil handling til autoritetspersoner være avgjørende for hva mange rundt disse personene velger å gjøre (Hagen, 2008).

2.3.3 Tålegrenser for mennesker ved brann

I følge veiledningen til NS 3901 (Risikoanalyse av Brann i Byggverk) bestemmes mulighetene for å overleve en brann av konstruksjonens oppførsel under brannen, røyktemperatur, varmestråling, mengden og sammensetningen av røyk, mengden oksygen i luften og av menneskers fysiske og psykiske tålegrenser (NBR, 1998). Tabell 1 viser grenseverdiene satt for akseptkriterier for mennesker ved brann i henhold til NS 3901 (Standard Norge, 1998).

Tabell 1: Akseptkriterier for mennesker ved brann

Akseptkriterier for mennesker ved brann	
Sikt	10 meter i rømningsvei
Høyde fra gulv til røyklaget	1,6 meter + 10% av høyden i rommet
Temperatur i røykfri sone	60 – 80 °C
Varmestråling fra røyklaget	2,5 kW/m ²
Gasskonsentrasjon	Ikke mindre enn 15 % oksygen Maks 5 % CO ₂ Maks 2000 ppm CO

2.3.3.1 Røykgass

Det finnes flere mulige dødsårsaker som konsekvens av brann, men den største årsaken til udyktiggjøring og død under og etter brann er eksponering for kvelende gasser (SFPE og NFPA, 2008), oftest CO-forgiftning (karbonmonoksid). Samtidig vil man også ta hensyn til varme og sikt når det er snakk om overskridelse av tålegrenser for mennesker ved brann.

Det skilles mellom narkotiske og irriterende gasser som følge av brann (Opstad, K, Stensaas, J.P, 1998). De narkotiske gassene vil kunne påvirke sentralnervesystemet og føre til bevisstløshet og død. De irriterende gassene kan i følge veiledningen til NS 3901 sette mennesker ut av stand til å rømme som følge av ubehag i blant annet øyne, nese, munn, hals og pusterør.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

2.3.3.2 Varmepåkjenning

Varmepåkjenning fra brann er i likhet med giftige gasser farlig for mennesker. SINTEF(1998) har delt varmpåkjenning som følge av brann i to:

- Varmepåkjenning som følge av direkte kontakt med røykgassene
- Varmestråling fra brannen (ikke direkte kontakt med branngassene)

Felles for de begge er at varmen fører til negative reaksjoner hos mennesker, som ofte innebærer pustevansker, smerte, og skader og ødeleggelse av hud. Huden er kroppens største organ, og er viktig med tanke på dens beskyttelse mot ytre miljø (SML, 2009).

Tabell 2 under viser en oversikt over fysiske følger for mennesker etter varmpåkjenning.

Tabell 2: Menneskers fysiske reaksjon som følge av varmebelastning(Opstad, K., Stensaas, J. P, 1998)

Røykgasstemperatur (° C)	Menneskers fysiske reaksjon
125	vanskelig å puste
140	5 min. toleransetid
150	det begynner å bli vanskelig å puste gjennom munnen, dette er kritisk temperatur for rømning
160	rask, uutholdelig smerte i tørr hud
180	irreversible skader etter 30 sek. eksponering
205	mindre enn 4 min. toleransetid for åndedrettet

2.3.3.3 Siktforhold

Nedsatt sikt som følge av røykproduksjon kan være et hinder for mennesker i en rømningssituasjon, og må tas i betraktning når man skal beregne den tilgjengelige rømningstiden. Nedsatt sikt er også den effekten som først blir kritisk ved en bygningsbrann(Opstad,K, Stensaas, J.P, 1998).



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

3. Metode

I dette kapittelet blir metodene som er brukt i dette prosjektet presentert.



3.1 Informasjonsinnhenting

I teorikapittelet blir det presentert teori om brann og rømning, som er blitt gjennomgått ved branningeniørstudie ved HSH, samt teori om kirken som bygning.

I rapporten er det også innhentet relevant kirkebrannstatistikk fra Skandinavia med bekreftelse fra svenske og danske aktører som tilsvarer Norsk brannvernforening. Gjeldende forskrifter, regelverk og veiledning er også innhentet for å ha et fundament for diskusjon og eventuelle avgjørelser.

Det ble gjennomført en befarings i Torvastad kirke for å undersøke de branntekniske forholdene, gjøre målinger og undersøke alle faktorer som kunne ha en innvirkning ved rømningssimuleringen.

3.2 Simulering

Om man skal simulere en rømningssituasjon bør man først gjøre en simulering av et brannforløp for å se når forholdene blir kritiske for mennesker. Dette gjøres for å se hvor lang tid menneskene har for å evakuere bygningen før det blir farlig å oppholde seg i bygget. Etter den tilgjengelige rømningstiden er definert, vil det være fornuftig å gjøre en rømningssimulering for å finne forflytningstid.

3.2.1 Argos

Argos er et to-sone simuleringsprogram som tar utgangspunkt i Heskestads røyksøylemodell (SPFE handbook, 2008) eller røyksøylemodellen av McCaffery (1983) og deretter utfører numeriske beregninger over den tiden man ønsker beregninger fra. Simuleringsprogrammet trenger inndata som antennelseskilder, branneffekten, materialeegenskaper, arealer og åpninger. Deretter kan man lage grafer og se utviklingen av temperaturen i røyklaget, høyden til røyklaget og røykkonsentrasjon (Husted & Westerman, 2009). Man har også muligheten til å legge inn branntekniske installasjoner, som i noen tilfeller kan påvirke resultatet av beregningene, avhengig av hva man vil ha svar på.

Det er Danish Institute of Fire and Security Technology (DIFT) som er registrert som eier av programmet.

I denne rapporten blir Argos brukt til å estimere tid før kritiske forhold oppstår i det aktuelle lokalet, dette på bakgrunn av blant annet høyde og temperatur på røyklag.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

3.2.2 Pathfinder

Pathfinder er en rømningssimulator, som inkluderer et integrert brukergrensesnitt. Programmet består av tre deler; et grafisk brukergrensesnitt, simulator og resultatene som visualiseres i 3D (Thunderhead Engineering, 2014. *Rapport om teknisk referanse*). Rømningssimulatoren er utarbeidet av Thunderhead engineering. I programmet kan en tegne gulv, utganger, trapper eller heis. Det er også mulig å importere plantegninger i forskjellige filformater. Disse kan deles opp i ulike rom med dører mellom. Personene som skal evakuere fra bygget kan plasseres etter ønske, og kan tilegnes oppførsel og/eller ganghastighet. Ved simulering gjør programmet ulike utregninger for å lede personer i bygget mot utgangen/utgangene. Resultatene man får av programmet vises som en video av rømningsforløpet.

Programmet er verifisert og validert i en rapport tilgjengelig på Thunderhead engineering sin hjemmeside (Thunderhead Engineering, 2014. *Rapport om verifikasjon og validering*). Det er i den rapporten verifisert at programmet virker etter sin hensikt. I tillegg er programmet validert opp mot eksperimentelle forsøk for å vise at den avspeiler virkeligheten.

Versjonen av programmet som er brukt i denne oppgaven er revisjon: 2014.2.0818 x64.

3.3 Spørreundersøkelse

Det ble gjennomført en spørreundersøkelse blant kirkeverger for å kartlegge kunnskapsnivået rundt automatiske slokkeanlegg i kirker, samt grunnlag for avgjørelser om installering av automatiske slokkeanlegg. Spørreundersøkelsen er blitt administrert gjennom programmet Questback.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

4. Lover og forskrifter

Nedenfor blir det presentert forskjellige lover og forskrifter som på sin måte berører kirkebygg og dets interesser. Dette for å få en oversikt over lover som kan være med på å bidra til beslutninger når det kommer til forbedring av brannsikkerhet i kirkebygg.



4.1 Kulturminneloven

Kulturminneloven, også kalt lov om kulturminner, har til hensikt å verne og ta vare på kulturminner og -miljøer i Norge (SNL, 2014).

I § 1 kommer lovens formål frem:

”Kulturminner og kulturmiljøer med deres egenart og variasjon skal vernes både som del av vår kulturarv og identitet og som ledd i en helhetlig miljø- og ressursforvaltning. Det er et nasjonalt ansvar å ivareta disse ressurser som vitenskapelig kildemateriale og som varig grunnlag for nålevende og fremtidige generasjoners opplevelse, selvforståelse, trivsel og virksomhet.”

I samme paragraf av kulturminneloven presiseres det også at om det etter en annen lov treffes vedtak som påvirker kulturminneressursene, skal det likevel legges vekt på kulturminnelovens formål (Lex Specialis).

Med kulturminner menes det etter kulturminneloven alle spor etter menneskelig virksomhet i vårt fysiske miljø, herunder lokaliteter det knytter seg historiske hendelser, tro eller tradisjon til. Kirkebygg vil derfor automatisk være en del av Norges kulturminner.

Loven gir forbud mot inngrep i automatisk fredete kulturminner, som ofte omfatter eldre kirkebygg (Kulturminneloven, 2010).

4.2 Kirkeloven

Lov om den norske kirke, eller kirkeloven, ble først tatt i bruk i 1997. Denne loven regulerer blant annet administrering av kirkebygg (SNL, 2009). Lovens hovedregel sier at det skal være en kirke i hvert sokn. Nedenfor vil det bli presentert noen sentrale bestemmelser for kirker etter kirkeloven (1996):

- *Kirken er soknets eiendom*
- *Forvaltningen av kirkene hører inn under kirkelig fellesråd*
- *Kommunen har plikt til å bevilge midler til bygging, drift og vedlikehold*
- *Kirker kan ikke avhendes, pantsettes eller påheftes bruksretter*
- *Det skal føres fortegnelse over kirkens inventar og utstyr*



Det er kirkevergen som utfører de administrative oppgavene i hver enkelt menighet i Den norske kirke. Kirkevergen har også ansvar for brannsikkerhet på vegne av eier.

4.3 Brann- og eksplosjonsvernloven

Formålet til brann og eksplosjonsvernloven er i følge den selv å verne liv, helse, miljø og materielle verdier mot brann og eksplosjon, mot ulykker med farlig stopp og farlig gods, og andre akutte ulykker, samt uønskede tilsiktede hendelser (Brann- og eksplosjonsvernloven, 2013). Loven omfatter mye av brannvesenets oppgaver, blant annet etablering, drift, dokumentasjon og særskilte brannobjekt. Loven beskriver også det enkelte individs plikter ved et brannforløp. Blant annet sier loven at enhver plikter å vise alminnelig aktsomhet og opptre på en slik måte at brann, eksplosjon og annen ulykke forebygges. Det sies også at enhver plikter å delta i brannvesenets rednings- og slokkearbeid når innsatsleder krever det, samt stille eiendom, bygninger, materiell og eventuelt personell til disposisjon for slik innsats.

4.4 Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn

Første paragraf i forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn (FOBTOT) presiserer at forskriften skal verne liv, helse, miljø og materielle verdier gjennom krav til forebyggende tiltak mot brann og eksplosjon. Om saklig virkeområde fastslås det følgende:

"Forskriften regulerer de alminnelige plikter til å forebygge brann og eksplosjon, herunder gjennomføring av brannforebyggende tiltak i ethvert brannobjekt i bruk, og kommunens brannforebyggende oppgaver. Forskriften regulerer også nærmere bestemt brannvernutstyr og apparater."

Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn tar for seg krav til organisatoriske og tekniske tiltak i bygninger og særskilte brannobjekt (FOBTOT, 2010).

Når det gjennomføres tilsyn på bygget er det krav om at brannvernlederen skal delta på dette, og ha tilfredsstillende kunnskap om både branntekniske og organisatoriske forhold i bygget (FOBTOT, 2010). Videre i forskriften står følgende:

"Bygninger som er lovlig oppført i henhold til byggeforskrifter som var gjeldende før 1985 og som er oppgradert etter forskrift om brannforebyggende tiltak og brannsyn (FOBTOT) av 1990, oppfyller i utgangspunktet dagens sikkerhetsnivå dersom bruken av byggverket er uendret i henhold til forutsetningene"



4.5 Byggteknisk forskrift med veiledning

Ved branntilsyn i bygninger brukes i dag byggteknisk forskrift(TEK10) som referanse-grunnlag for bygningsteknisk og brannteknisk oppgradering. I FOBTOT (2010) blir det presisert at eldre byggverk som ikke er oppgradert, skal oppgraderes til sikkerhetsnivå som følger av TEK10 dersom det kan gjennomføres innenfor en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme.

4.5.1 Risikoklasser

Kirker er plassert i risikoklasse 5, som vil være et referansegrunnlag for sikringstiltak i byggverket. I veiledningen til TEK10 finner man følgende forklaring på grunnlag som legges for plassering av bygg i de forskjellige risikoklassene:

”Ut fra den trussel en brann kan innebære for skade på liv og helse skal byggverk, eller ulike bruksområder i et byggverk, plasseres i risikoklasser etter tabellen nedenfor. Risikoklassene skal legges til grunn for prosjektering og utførelse for å sikre rømning og redning ved brann.

I Tabell 3 vises faktorer som er med på å avgjøre risikoklasse.

Tabell 3: Risikoklasser (TEK10)

Risikoklasser	Byggverk kun beregnet for sporadisk personopphold	Personer i byggverk kjenner rømningsforhold, herunder rømningsveier, og kan bringe seg selv i sikkerhet	Byggverk beregnet for overnatting	Forutsatt bruk av byggverk medfører liten brannfare
1	ja	ja	nei	ja
2	ja/nei	ja	nei	nei
3	nei	ja	nei	ja
4	nei	ja	ja	ja
5	nei	nei	nei	ja
6	nei	nei	ja	ja

Det finnes også utdypende forklaringer til tabellen i Veiledningen til TEK10.

Tabell 4 fra Direktoratet for byggkvalitet, er laget for å vise eksempler på virksomheter og tilsvarende risikoklasser. Det vil også vises forklaring på de



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

forskjellige merknadene gjort i tabellen. Her kan man se kirkebygg i risikoklasse 5 i forhold til andre bygg og deres tilsvarende risikoklasser.

Tabell 4: Virksomhet og tilsvarende risikoklasse

Virksomhet	Risikoklasse	Virksomhet	Risikoklasse
Arbeidsbrakke	1	Kongressenter	5
Barnehage	3	Laboratorium ⁴⁾	2
Bolig	4	Leirskole	6
Bolig for funksjonshemmede ¹⁾	4	Messelokale	5
Boligbrakke	4	Museum	5
Båtnaust	1	Omsorgsbolig ¹⁾	4
Fengsel	6	Pleieinstitusjon	6
Feriekoloni	6	Psykiatrisk pleieinstitusjon	6
Fritidsbolig	4	Salglokale	5
Fordelingsstasjon/trafo ²⁾	2	Skole	3
Forsamlingslokale	5	Skoleinternat	4
Garasje, lukket	1	Sprengstoffindustri ³⁾	2
Idrettshall	5	Teaterlokale	5
Industri ¹⁾	2	Trafikkterminal	5
Kinolokale	5	Tribuneanlegg for fler enn 150 personer	5
Kirke	5	Turisthytte/vandrerhjem ⁵⁾	6
Kjemisk fabrikk/kjemikalielager ⁴⁾	2		

¹⁾ Når det gjelder omsorgsboliger, hvor det forutsettes å bo sterkt pleietrengende personer, kan det være nødvendig å plassere disse i risikoklasse 6.

²⁾ Det kan stilles strengere krav til brannmotstand enn det som følger av § 7-22 tabell 2, når byggverket har stor samfunnsmessig betydning.

³⁾ Med rom for brannfarlige varer.

⁴⁾ Det kan stilles strengere krav til brannmotstand enn det som følger av § 7-22 tabell 2, når den spesifikke brannbelastningen er over 400 MJ/m².

⁵⁾ Unntatt er selvbetjente hytter som f.eks. turistforeningshytter som kan plasseres i risikoklasse 4.

Tabell 3 som angir seks risikoklasser, ble første gang laget til TEK97. Den er i hovedsak i samsvar med tilsvarende tabell utviklet i et nordisk samarbeid tidlig på 1990-tallet (Nordic Committee on Building Regulation (NKB), 1994).



Da veiledningen til TEK97 ble utarbeidet, var utgangspunktet at sikkerhetsnivået i Byggeforskrift 1987 skulle videreføres. Denne forskriften hadde et eget kapittel om forsamlingslokaler (Kap. 33). Her var det angitt at bestemmelsene gjelder for forsamlingslokaler, herunder restauranter og idrettshaller etc. beregnet for minst 150 personer eller med nettoareal over 120 m² mellometasje medregnet, men birom unntatt.

4.6 Brannsikkerhet i svensk regelverk

I Sverige er det Plan- och bygglagen som er rammeloven og Boverkets byggregler som er forskrift. Til forskriften finnes Boverkets allmänna råd som kan sees på som en veiledning. I tillegg finnes det flere håndbøker som blir utgitt av ulike aktører i bransjen. Disse bøkene gir bakgrunnskunnskap og eksempler på hvordan brannbeskyttelse kan oppnås i ulike sammenhenger. Videre i denne oppgaven er Brandskyddshåndboken benyttet som håndbok.

4.6.1 Virksomhetsklasser

I Brandskyddshåndboken i Sverige klassifiserer de risiko i forskjellige bygg etter virksomhetsklasser, tilsvarende risikoklasser i Norge. Virksomhetsklasser kategoriseres etter følgende punkter:

- I hvor stor grad brukerne er kjent i bygningen og dens utganger og rømningsmuligheter
- Om brukerne er i stand til å rømme til sikkert sted uten assistanse
- Om brukerne av bygget er våkne
- Om risikoen for et branntilløp er betydelig, eller om en brann får en rask eller omfattende utvikling

I Sverige blir kirker plassert i virksomhetsklasse 2. Dette omfatter forsamlingslokaler og andre lokaler der det kan forventes at personer ikke er godt kjent i lokalene. Det forventes at brukerne er våkne, og kan bringe seg selv i sikkerhet. Med et slikt forsamlingslokale menes ett eller flere rom i samme branncelle som er tiltenkt et større antall personer.

Sveriges virksomhetsklasser deles også opp i underklassene a, b eller c.

Virksomhetsklasse 2a gjelder for lokaler som tar inntil 150 personer, mens 2b gjelder for forsamlingslokaler med over 150 personer. Virksomhetsklasse 2c gjelder for forsamlingslokaler med mer enn 150 personer, og hvor alkohol serveres i mer enn



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

begrensede mengder. Eksempler på lokaler som tilhører virksomhetsklasse 2a eller 2b er skoler, butikker, konferansesaler, kino, restaurant, sportshall, varehus, teater og kirker.

2c vil gjelde for diskotek, store puber og nattklubber (Olsson, N. & Almgren, E., 2012).

Tabell 5 under viser eksempler på forskjellige virksomheter og deres virksomhetsklasser, samt forklaring på merknad under tabell.

Tabell 5: Eksempel på typiske virksomheter i virksomhetsklasse 2 (Olsson & Almgren, 2012)

Vk	Verksamhet
2A/B	Aula
1/2A	Bensinstasjon
2A/B	Biograf
2A/B	Butik
2C	Diskotek/nattklubb/større pub
2B	Flygterminal
2A/B	Garage, publikt*
2A/B	Grundskola (även förskoleklass)
2A/B	Gymnasieskola
2A/B	Hörsal
2B	Idrottsarena
2B	Konferanseanläggning
2C	Konsertlokal
2A/B	Kyrka
2B	Köpcentra
2A/B	Museum
2B	Mässa
2A/B	Resturang
2B	Sportshall
2B	Station (järnväg, buss etc)
1/2A	Tandläkarmottagning
2A/B	Teater
2A/B	Universitet och högskola
2A/B	Värdcentral

*Publikt garage klassas som klass 2B om det samtidigt kan förväntas finnas fler än 150 personer i garaget, t ex stora garage eller evenemangsparkering där fler än 150 personer anländer och avreser samtidigt.

4.7 Brannsikkerhet i dansk regelverk

I Danmark heter rammeloven Byggeloven og forskriften er Bygningsreglementet. Til Bygningsreglementet finnes det en veiledning.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

4.7.1 Anvendelseskategorier

I bygningsreglementet skiller man ulike type bygninger etter anvendelse og antall personer som risikerer og bli utsatt for en brann. De ulike faktorene som avgjør hvilken anvendelseskategori bygningen skal plasseres i er:

- Om bygningen kun er beregnet til dagopphold eller om folk skal overnatte
- Om brukerne kjenner til bygningen og bygningens fluktveier og om brukerne er i stand til å bringe seg selv i sikkerhet
- Om bygget er egnet for få eller mange personer

I veiledningen til Bygningsreglementet er kirker plassert i anvendelseskategori 3 sammen med blant annet skoler, forsamlingslokaler, kantiner, restaurant, kino, garasjeanlegg, diskotek, teater, utstillingslokaler og andre lignende rom med mer enn 50 personer (Energi styrelsen, 2014).



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

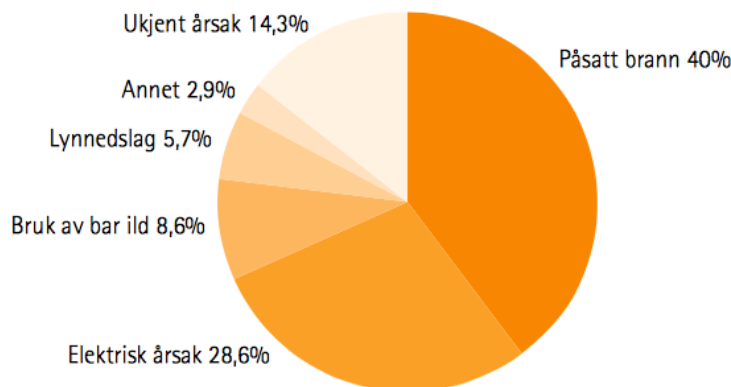
5. Brannstatistikk

I denne delen av rapporten blir det presentert brannstatistikk fra de tre skandinaviske landene.

I alle de skandinaviske landene publiseres det hvert år statistikk på utrykninger til brann og omkomne som følger av brann. Det finnes minimalt med statistikk for kirker på dette området, men det som er tilgjengelig vises nedenfor, og dette gir en generell oversikt.

5.1 Utrykninger til kirkebrann

I Norge registreres det rundt 5 kirkebranner med påfølgende utrykning hvert år. Det er ikke kartlagt noe statistikk av skadeomfang som følger av disse kirkebrannene. Branntilløp i kirker i Norge skyldes for det meste ildspåsettelse eller elektrisk feil (Norsk brannvernforening, 2014). Figur 4 viser en oversikt over brannårsaker i kirkebygg i Norge fra 1996 til 2005. Den prosentvise fordelingen kan være noe endret i nyere tid.



Figur 4: Brannårsaker i kirkebygg i Norge, 1996-2005. (Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap, 2014)

I Sverige er det mellom 20 og 30 utrykninger til brann i kirke eller tilsvarende bygg per år (Myndighet för samhällsskydd och beredskap, 2014). I Danmark er det registrert mellom 2 og 5 kirkebranner hvert år de siste 8 årene (Beredskabsstyrelsen, 2014).



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

5.2 Omkomne i kirkebrann

I brannstatistikk som Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap samler inn fra brannvesenet og politiet er det ikke rapportert om omkomne i kirkebranner de siste 20 årene i Norge. Det samme gjelder for brannstatistikken i Sverige som Myndighet för samhällsskydd och beredskap bekrefter. I Danmark er det Beredskabsstyrelsen som publiserer brannstatistikk og det er ikke rapportert om omkomne i kirkebranner de siste 20 årene.

5.3 Usikkerheter

Statistikk samlet inn av ulike aktører i de forskjellige skandinaviske landene bør sammenlignes og brukes med forsiktighet, da ikke alle aktørene har klart definert begrepet kirke. Det kan være snakk om flere typer gudshus som statskirker, frikirker og gudshus tilhørende andre menigheter eller religioner. Antall kirker i de skandinaviske landene vil også naturlig ha noe å si på statistikken. Danmark, til forskjell fra Norge og Sverige, har kun murkirker.



6. Beregning/Simulering

I dette kapittelet blir simuleringene som er gjennomført i forbindelse med dette prosjektet beskrevet.

6.1 Brannforløp

6.1.1 Brannscenario etter NS 3901

Det er blitt undersøkt utforming og bruk av norske kirker for å komme frem til aktuelle brannscenarioer. Samtidig har det blitt tatt utgangspunkt i NS 3901 ved utarbeidelse av brannscenarioer (Standard Norge, 2012). NS 3901 sitt forslag om representative brannscenarioer for det aktuelle byggverket som skal analyseres for å avdekke robustheten i den branntekniske utformingen har blitt sett bort fra. Dette på bakgrunn av at brannteknisk utforming ikke var i fokus da disse kirkene ble bygget. Nedenfor blir scenarioene som er valgt presentert.

Brannscenario 1:

Et alvorlig brannscenario med rask utvikling og høy branneffekt som representerer det verst troverdige brannscenarioet i byggverket.

Her kan det tenkes at det blir brannstart i et juletre, eller at stearinlys setter fyr på tekstiler eller lignende.

Brannscenario 2:

Brann som oppstår i et rom som normalt er uten personer, og som kan true et større antall personer i andre deler av byggverket. Her kan det tenkes at det blir en brann i det elektriske anlegget, datamaskin eller andre tekniske komponenter. Det tas utgangspunkt i brann i sakristiet under et arrangement, da det vanligvis ikke vil oppholde seg personer her.

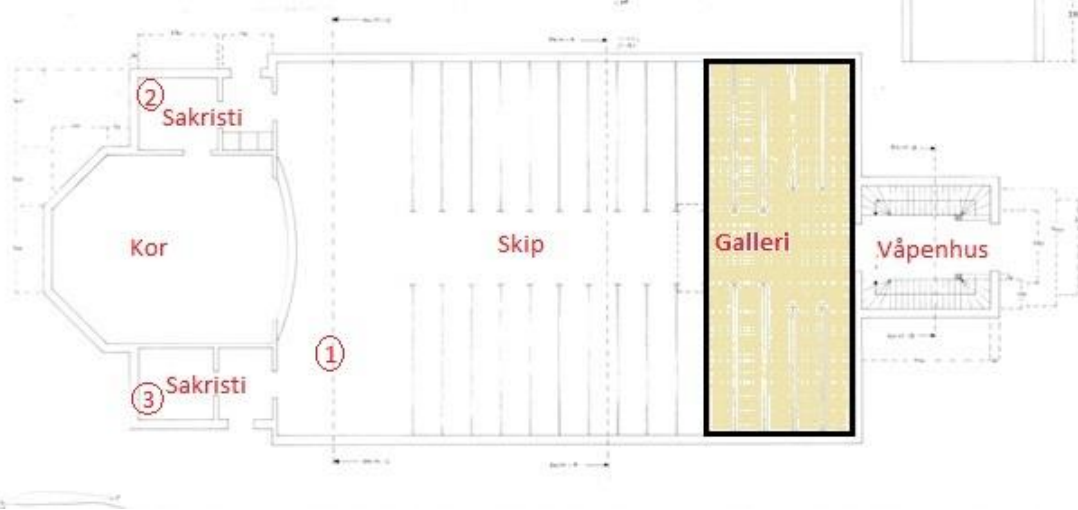
Brannscenario 3:

Brann som utvikler seg langsomt, og som ikke vil utløse et automatisk slokkeanlegg. Her kan det tenkes at det starter en brann i sakristiet, hvor kaffetrakter eller vannkoker kan være årsak.

Plasseringen av arnested i de ulike brannscenarioene vises i Figur 5 nedenfor.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Figur 5: Plassering av arnested i de ulike brannscenarioene

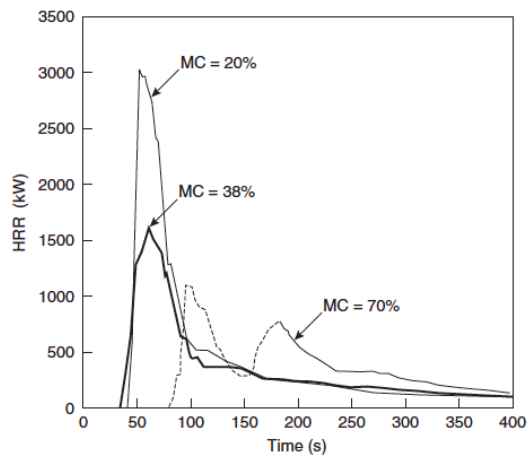
For estimering av tilgjengelig rømningstid er det brukt simuleringsprogrammet Argos. Dette for å se på røykspredning, og knytte det opp mot akseptkriteriene for kritiske forhold.

Det ses bort fra sjansen for ildspåsettelse av kirken siden det tas utgangspunkt i personsikkerhet, og sannsynligheten for at noen setter fyr på kirken mens den er full er liten. Ved tilfeller av ildspåsettelse av kirker vil gjerne et mål være å skade bygget, og ikke menneskene i det. Ved fullsatt kirke ville det også være høy sannsynlighet for å bli oppdaget om noen skulle satt fyr på kirken utenfra eller i våpenhuset.

Det vil på bakgrunn av dette tas utgangspunkt i en eventuell brann fremme i bygget. Nedenfor vises representative diagrammer for branneffekt for de forskjellige brannscenarioene. Diagrammene som representerer brannscenarioene er hentet fra boken The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering(2008), og viser branneffekt i kW med hensyn på tid.



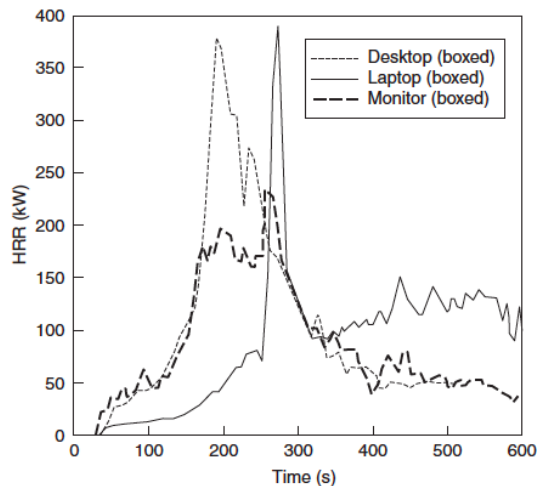
HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Det er valgt å bruke grafen som viser effekt ved juletrebrann med 38% fuktighet i barnålene. Se Figur 6.

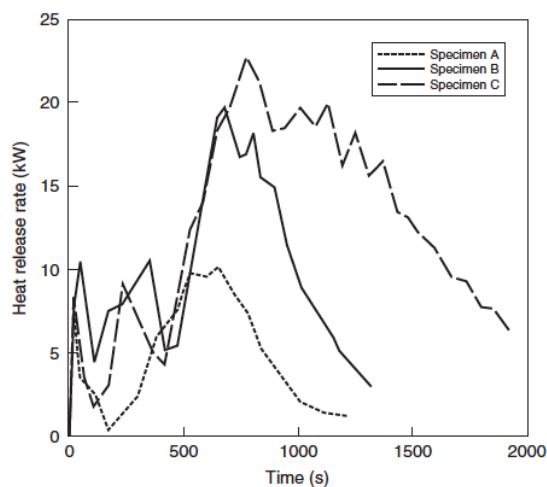
Det mellomtørre treet er valgt fordi juletreet vil ikke stå i kirken så lenge at det blir uttørket.

Figur 6: HRR juletrebrann (National Fire Protection Association & Society of Fire Protection Engineers, 2008)



Det er blitt tatt utgangspunkt i det verst tenkelige scenarioet, med brann i en laptop med høyest branneffekt på 380kW. Se Figur 7. Man ser utviklingen til brannen som følge av tid på den heltrukne grafen.

Figur 7: HRR brann i datamaskin (National Fire Protection Association & Society of Fire Protection Engineers, 2008)



Det er i scenario 3 valgt å bruke grafen som går høyest (Specimen C) på aksen som viser effekt. Se Figur 8. Den utvikler seg sakte, og vil ikke utløse et automatisk sløkkeanlegg.

Figur 8: HRR brann i kaffetrakter (National Fire Protection Association & Society of Fire Protection Engineers, 2008)



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

6.1.2 Brannsimulering med sprinkleranlegg

Det ble også satt inn sprinkler etter NS-EN 12845 ved brannsimuleringene, for å se om dette ville ha en innvirkning på den tilgjengelige rømningstiden. Sprinklerhodene som ble satt inn hadde K-faktor på 0,5 og utløsertemperatur på 68 °C. I følge NS 12845 skal sprinklere velges med temperaturklasse nært opptil, men ikke lavere enn 30°C over den høyest forventede omgivelses temperaturen(Standard Norge, 2004).

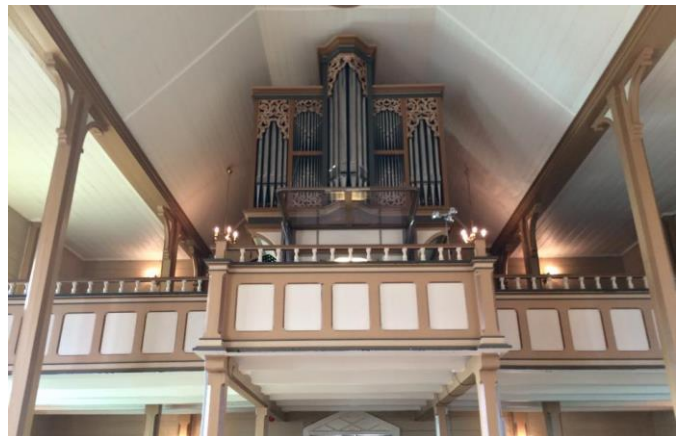
6.1.3 Kirkebygget

Torvastad kirke har tre utganger. Hoveddøren som er bakerst og som er den bredeste. I tillegg er det to utganger fremme på hver sin side. I de organisatoriske tiltakene kirken har beskrevet skal presten geleide de åtte fremste radene ut foran på venstre siden, mens klokkeren har det samme ansvaret på høyre siden. Det er kirketjener som har ansvaret for at resten kommer seg ut gjennom utgangen som er bak. På galleriet er det organisten som har ansvaret for at alle kommer seg ned. I tillegg til to trapper ned fra galleriet finnes det en rømningsstige ned fra galleriet til skipet, som vises i Figur 9. Figur 10 og Figur 11 viser kirkens galleri og skip. I Torvastad kirke er alle utganger merket med rømningsskilt, som vises i Figur 12.

Totalt bruttoareal i kirken er 514 m², med brutto grunnflate på 371 m². Trappegang og galleri er 98 m² og tårnet er 45 m². Se vedlegg A for mer utfyllende plantegning med alle målene.



Figur 9: Rømningsstige ned fra galleri (Privat)



Figur 10: Galleri (Privat)



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

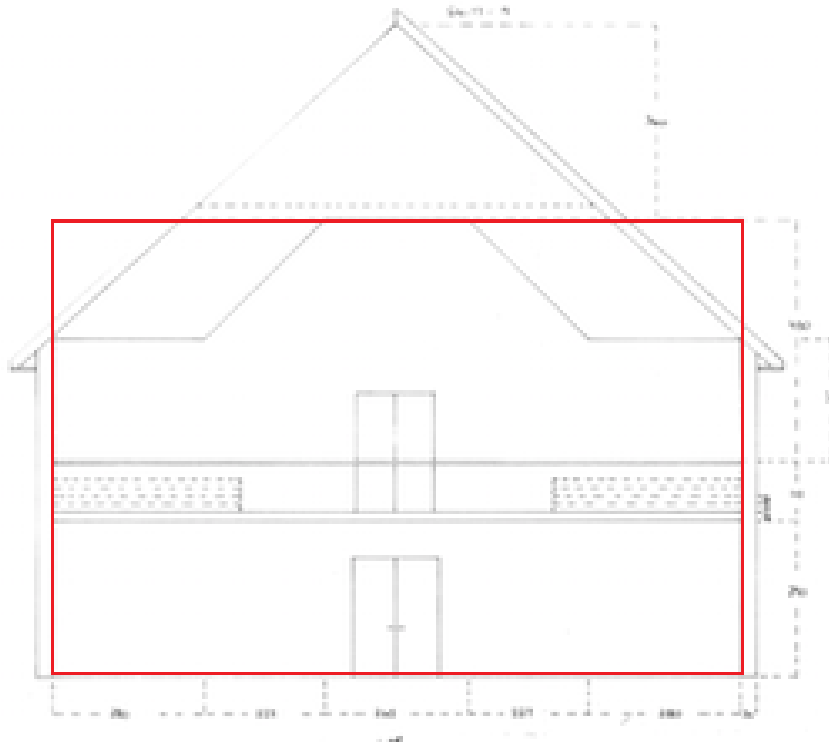


Figur 11: Kirkeskip (Privat)



Figur 12: Utgang med rømningskilt (Privat)

Ved simulering av brannforløp i kirken, har det blitt gjort noen forenklinger i geometrien på grunn av begrensninger i programmet. I stedet for et skråtak på 12,1 meter i skipet, har det blitt brukt et flatt tak på 8,5 meter over gulvet. Figur av forenklingen som er gjort vises nedenfor i Figur 13, der det røde rektangelet viser utformingen brukt i simulering. Arealet av mønet som ikke er tatt med er 13,9 m², mens arealet som er lagt til i hjørnene i taket er til sammen 12,7 m². Denne forenklingen gir et lite utslag på beregningene, som gjerne kan tolkes som en liten sikkerhetsmargin, da det arealet som er benyttet er litt mindre enn det virkelige. Innvirkningen et skråtak har på røykutviklingen, vil ikke vises i brannsimuleringene på grunn av forenklingen som er gjort. På bakgrunn av at det ikke er folk oppe i kirketårnet, og at luken opp dit normalt er stengt, er det valgt å se bort i fra kirketårnet under brannsimulering.



Figur 13: Modifisert kirkebygg

6.2 Rømmingssimulering

Torvastad kirke har en godkjent kapasitet på 450 sitteplasser, og for å ta utgangspunkt i det verst tenkelige men realistiske scenario ble det valgt å ha 450 personer i kirken, hvorav 80 personer ble satt på galleriet i tillegg til organisten. En slik mengde personer er gjerne å forvente på store arrangementer og i forbindelse med julegudstjenester osv. Totalt bruttoareal i kirken er 514 m², men for å få samme nettoareal som i en virkelig situasjon, ble det satt inn skillevegger som tilsvarer benkene i kirken, slik at denne plassen ikke kan bli brukt til evakuering. Dørene slo i dette tilfelle utover, slik at ikke dette ble et hinder i evakueringen. I samtlige scenarioer kan det tenkes at minst en av utgangene fremme vil være blokkert av røyk eller varme, da det i alle scenarioene er tenkt at arnestedet er fremme i kirken. Tabell 6 nedenfor viser en oversikt over dører som ble brukt i simuleringen, og deres bredde.

Tabell 6: Dørbredder i Torvastad kirke

Dør	Bredde
Hovedinngang	150 cm
Dør fra våpenhus til skip	160 cm
Dør til galleri	145 cm
Dører ut via sakristi	90 cm



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

6.2.1 Estimat for deteksjons- og verifikasjonstid

De fleste kirker har røykvarslere eller detektorer i de fleste rom. Røykvarsler eller detektor skal være følsomme overfor store røykpartikler og varsler om røykutvikling og brann på relativt kort tid. Det er flere faktorer som påvirker deteksjonstiden. Brannscenario, takhøyde og hva som brenner er avgjørende element for estimering av deteksjonstid. Tabell 7 viser responstid på detektorer avhengig av takhøyde.

Tabell 7: Responstid for detektorer (Statens bygningstekniske etat, 2000)

TAKHØYDE (m)	RTI	BRANNVEKSTID t _g				
		75	150	225	300	
3	RØYKDETEKTOR (MIN.)	0	0,5	0,5	1,0	1,0
	TEMP. 68°C (MIN.)	0	0,5	1,0	1,5	2,0
	HURTIG RESPONNS (MIN.)	50	1,0	1,5	2,0	2,5
	STANDARD (MIN.)	200	2,5	3,0	3,5	4,0
6	RØYKDETEKTOR (MIN.)	0	0,5	1,0	1,5	1,5
	TEMP. 68°C (MIN.)	0	1,5	3,0	4,5	5,5
	HURTIG RESPONNS (MIN.)	50	2,0	3,5	5,0	6,0
	STANDARD (MIN.)	200	3,5	5,0	6,5	7,5
9	RØYKDETEKTOR (MIN.)	0	1,0	1,5	2,0	2,5
	TEMP. 68°C (MIN.)	0	2,5	5,0	7,5	<<
	HURTIG RESPONNS (MIN.)	50	3,0	5,5	8,0	<<
	STANDARD (MIN.)	200	4,5	7,0	9,5	<<
12	RØYKDETEKTOR (MIN.)	0	1,0	2,0	2,5	3,5
15	RØYKDETEKTOR (MIN.)	0	1,5	2,5	3,5	4,5
18	RØYKDETEKTOR (MIN.)	0	1,5	3,0	4,5	5,5
21	RØYKDETEKTOR (MIN.)	0	2,0	3,5	5,5	7,0
24	RØYKDETEKTOR (MIN.)	0	2,5	4,0	6,5	8,5

I selve kirkeskipet i Norske kirker er takhøyden over normal takhøyde som er 2,4 m. Så tid til deteksjon vha. røykdetektor kan være lengre. I denne oppgaven er det lagt vekt på personsikkerhet og det vil derfor være stor sjanse for at personene som oppholder seg i kirkebygget vil detektere en brann før en røykvarsler eller en detektor.

Deteksjons- og verifikasjonstid for scenario 1 er vurdert til å være 30 sekunder, på bakgrunn av at brann i et juletre fremme i kirken vil være tilnærmet umulig å ikke legge merke til. Hele publikums oppmerksomhet er rettet mot alteret store deler av tiden, og derfor vil en brann plassert her bli oppdaget tidlig.

Deteksjons- og verifikasjonstid for scenario 2 er satt til 60 sekunder, på bakgrunn av at branntekniske installasjoner som røykdetektorer fungerer slik de skal. Scenario 3 med en sakte utviklende brann, har en deteksjons- og verifikasjonstid på 90 sekunder.

6.2.2 Estimat for vurderings- og beslutningstid

Vurderings- og beslutningstid kan beskrives som den tiden det tar fra brannen er oppdaget til avgjørelsen om en eventuell rømning finner sted.

I dette tilfelle er det tatt utgangspunkt i et scenario der menneskene ser brannen, samt to scenarioer der brannen blir detektert av røykdetektor. Det tas utgangspunkt i



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

det tradisjonelle alarmsystemet i tillegg til at ansatte i kirken har instruksjoner for rømmingssituasjoner.

Blir en brann observert, vil det være naturlig å reagere snart. Ved observasjon av brann eller røyk, vil det ta mindre tid å oppfatte at situasjonen kan være alvorlig, noe som vil føre til en snarere beslutning av om en evakuering er nødvendig. I scenario 1 vil brannen bli tidlig oppdaget, og det vil ta kort tid å avgjøre alvorlighetsgraden. Vurderings- og beslutningstiden er for dette scenarioet satt til 30 sekunder. I scenario 2 og 3 er vurderings- og beslutningstiden satt til 60 sekunder. Dette på bakgrunn av at man i disse scenarioene ikke ser brannen, og den er oppdaget av en detektor, og ikke menneskeøyne.

Tabell 8 viser en del av en tabell Byggforsk har fremstilt, for å vise en oversikt over reaksjonstid på bakgrunn av virksomhet og om personer ser brannen.

Tabell 8: Veiledende reaksjonstider for noen virksomheter(SINTEF Byggforsk, 2006)

Virksomhet	Personer ser brannen	Reaksjonstid i minutter
Offentlig miljø, skole, kontor, varehus, butikk	Ja	1
Varehus, informativ talevarsling	Nei	1
Mindre lokaler med alarmgiver i aktuelt lokale, mindre kino, butikk, kirke	Nei	1
Sykehus ¹⁾ , personale, enkelt akustisk signal	Nei	2
Sykehus ¹⁾ , personale, enkelt akustisk signal og tekstvarsling	Nei	1

6.2.3 Beregning av forflytningstid

For beregning av forflytningstid ble det valgt å bruke programmet Pathfinder. I Pathfinder er det valgt Steering mode som adferdsmodus på brukerne. Dette fordi det vil gi det mest realistiske bildet, da brukerne her tar hensyn til hverandre i evakueringen. Ettersom det ble tatt utgangspunkt i det verst tenkelige, samt realistiske scenario, ble de aktuelle branntilløp plassert fremme i bygget, slik at en av utgangene via sakristi ble blokkert pga. røyk eller varme. Simuleringen av forflytningstiden ble da gjort ved at alle evakuerte via de utgangene som var tilgjengelige. Beregning av persontetthet ble gjort ved å dividere antall personer på halvparten av bruttoarealet til kirken. Grunnen til at halvparten av bruttoarealet ble



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

brukt i denne utregningen, er at mye plass i kirken blir brukt til løs innredning som benker og stoler.

$$\rho_p = \frac{N}{A_e} \quad (\text{pers/m}^2)$$

$$\rho_p = \frac{450}{(514/2)} = 1,7 \text{ pers/m}^2$$

Byggforsk viser også til en tabell som sier at persontetthet i forsamlingslokaler gjerne ligger på 1,7 pers/m². Se Tabell 9 for oversikt over persontetthet på bakgrunn av virksomhet.

Tabell 9: Persontetthet på bakgrunn av virksomhet(SINTEF Byggforsk, 2006)

Virksomhet	Persontetthet (pers/m ²)
Forsamlingslokale, for eksempel teater, med sitteplasser	1,7, eller antall sitteplasser totalt
For stående og sittende	2,5
Bibliotek	0,2
Restaurant	1,0, eller antall sitteplasser
Pub	3,0
Danselokale	2,5
Varehus	0,5
Kontor	0,1
Konferanselokale	0,7

Ganghastigheten ble satt til 0,7 m/s. Tabell 10 viser en oversikt med ganghastighet i forhold til persontetthet. Det ble valgt å bruke 0,7 m/s som forflytningshastighet på grunn av begrensninger i Pathfinder der det kun var mulig å senke hastigheten ned til 0,7 m/s og ikke 0,6 m/s som er anbefalt i Byggforsk.

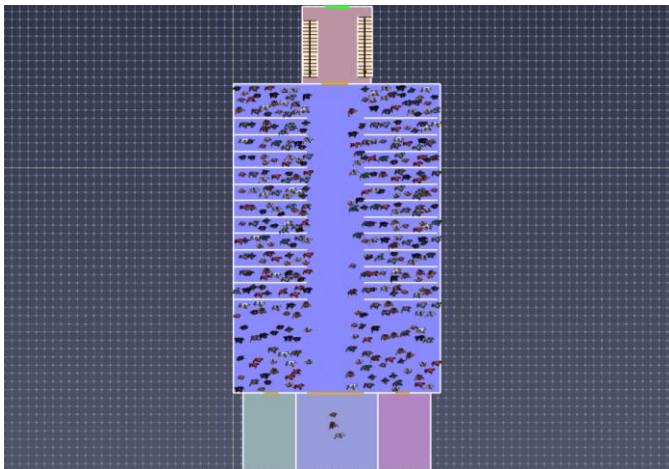


HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Tabell 10: Ganghastighet i forhold til persontetthet(SINTEF Byggforsk, 2006)

Rømningsvei	Ganghastighet m/s	Minste bredde ¹⁾ m	Strømningshastighet pers/(sm)
Lav persontetthet			
Horisontalt	1,3	0,9	
Opp trapp	0,6	0,9	
Ned trapp	0,75	0,9	
Høy persontetthet			
Horisontalt	0,6	0,9	1,2
Opp trapp	0,5	0,9	
Ned trapp ²⁾	0,5	0,9	1

Figur 14 og Figur 15 viser personfordelingen i kirken, der de fleste er plassert naturlig i forhold til plassering av benker og stoler. Organist og prest/taler/kirketjener er også plassert hvor det vil være fornuftig i henhold til hvor det meste av deres arbeid foregår.



Figur 14: Personfordeling i skipet (Fra simulering i Pathfinder)



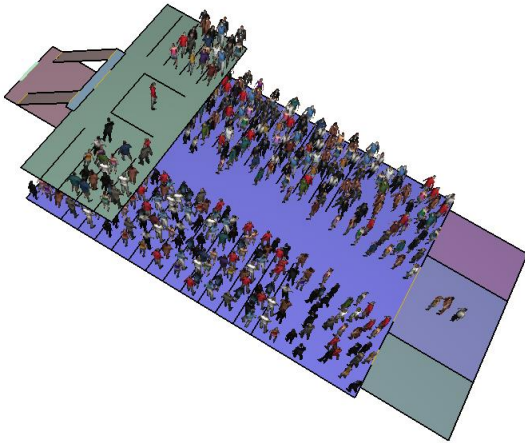
Figur 15: Personfordeling på galleri (Fra simulering i Pathfinder)



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

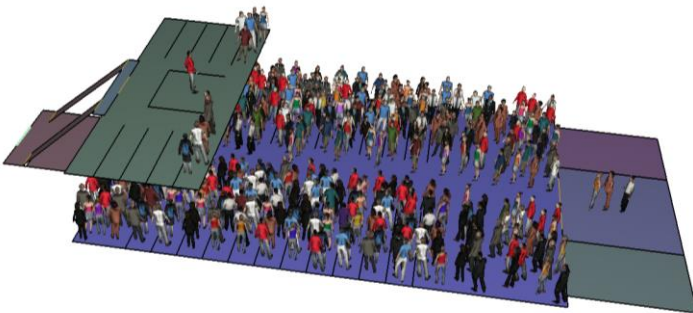
6.2.4 Lavere personantall på galleri

I tillegg til rømningssimulering med fullsatt kirke, ble det gjort rømningssimulering med færre personer på galleriet enn det som er verst tenkelig. Det ble gjort rømningssimulering med 40 personer på galleriet i tillegg til organist, og en simulering med 10 personer på galleriet i tillegg til organist. Dette for å se om færre mennesker på galleriet har stor betydning for forflytningstiden.



Figur 16: 40 personer på galleri (Fra simulering i Pathfinder)

Figur 16 og Figur 17 viser personfordeling etter personantallet på galleriet er endret til det mindre. Menneskene er plassert på de fremste benkene på galleriet på bakgrunn av ønske om å se mest mulig.



Figur 17: 10 personer på galleri (Fra simulering i Pathfinder)



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

7. Resultater

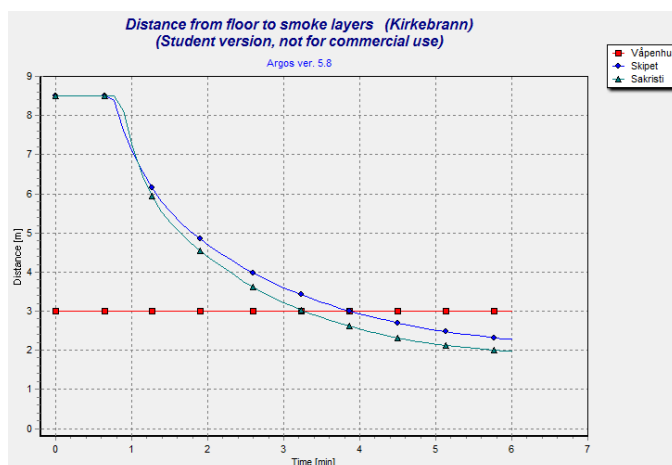
Under blir resultatene fra simuleringene og spørreundersøkelsen presentert. Det har blitt gjennomført brannsimuleringer i Argos for å komme frem til en fornuftig tilgjengelig rømningstid. For å finne den nødvendige rømningstiden er antakelser, beregninger og simuleringsprogrammet Pathfinder benyttet.

7.1 Brannsimulering

7.1.1 Scenario 1

Ved hjelp av brannsimulering i Argos ble det kommet frem til at en brann i et juletre med barnåler som var 38% tørre, utviklet seg rask, men minket i omfang etter ikke så lang tid. Samtidig ble det videre produsert røyk, selv om selve brannen minket. Dette vil utgjøre en fare for menneskene i bygget. Kritiske forhold i skipet, med en røykfri høyde mindre enn 2,45 meter, oppsto etter omtrent 5 minutter (313 sekunder). Røyken vil først spre seg opp langs veggen, og dekke taket fremme ved alteret, for så å spre seg videre mot galleriet, før den røykfrie høyden i skipet gradvis blir mindre. Her ser man at det vil først bli kritisk for mennesker å oppholde seg ved alteret og på galleriet før det blir kritisk for de som befinner seg i skipet. I vedlegg C finnes informasjon om branneffekt som funksjon av tid, hendelser i brannforløpet og røyklagstemperatur.

På Figur 18 under kan man se hvordan avstand til røyklaget endres underveis i brannforløpet. Etersom galleriet ligger på 3 meters høyde over gulvnivå, kan man ved hjelp av figuren se at røyklagshøyden etter 2 minutter ligger ca. 1,8 meter over gulvet på galleriet.



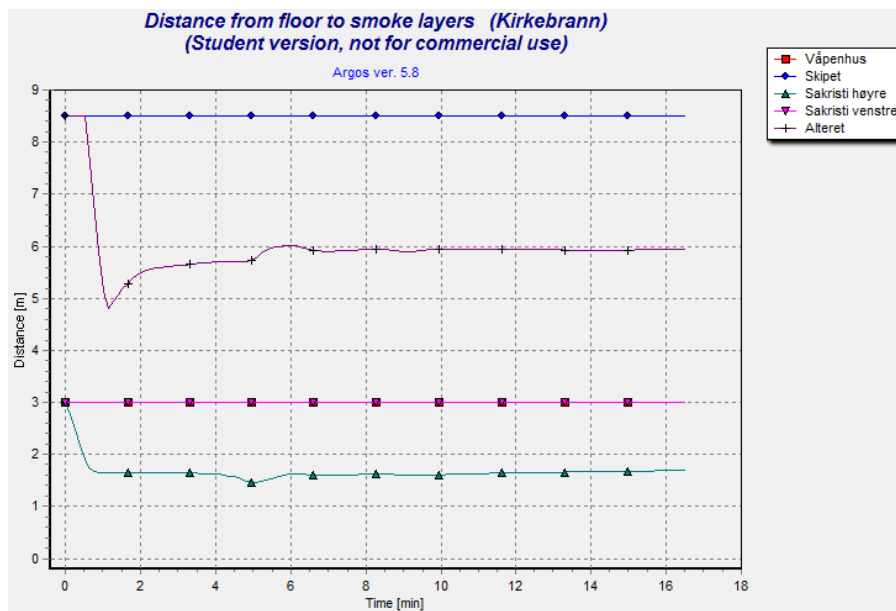
Figur 18: Røyklagshøyde ved juletrebrann (ARGOS)



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

7.1.2 Scenario 2

I scenario 2 ble det tatt utgangspunkt at brannen startet i en datamaskin i sakristiet. Kritiske forhold i sakristiet oppsto etter 30 sekunder, med en røykfri høyde mindre enn 1,9 m. Kritiske forhold i skipet oppsto etter litt over 9 minutter (557 sekunder), det vil da være naturlig at det vil være kritisk på galleriet før dette. Etter omtrent 8 minutter begynte brannen å minke i omfang, med påfølgende røykproduksjon og kritiske forhold ved alter og resten av kirken inkludert våpenhus. I vedlegg C finnes informasjon om simuleringen, branneeffekt, hendelser i brannforløpet og røykklagstemperatur. Alt dette vises i diagrammer som funksjon av tid. Figur 19 viser et diagram for røykklagshøyden som funksjon av tid i de forskjellige delene av kirken.



Figur 19: Røykklagshøyde ved brann i datamaskin (ARGOS)

7.1.3 Scenario 3

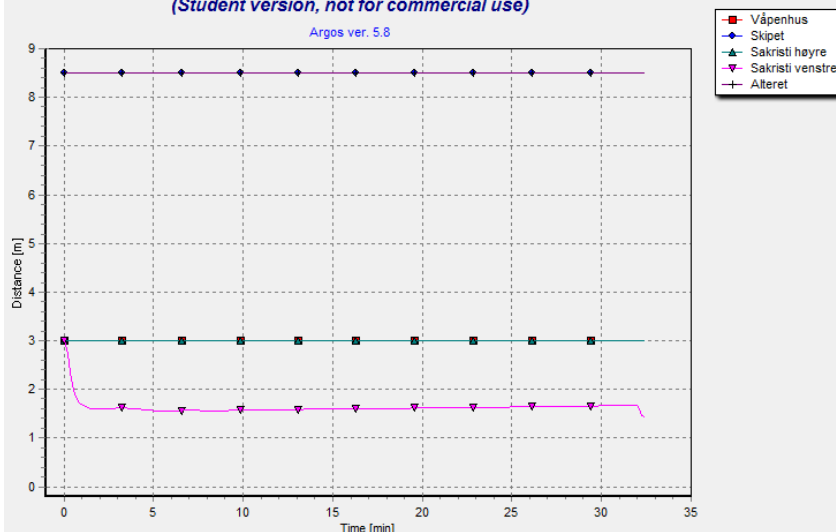
Ved simulering av brann i kaffetrakter i sakristiet ble det kommet frem til at kritiske forhold, med en røykfri høyde mindre enn 1,9 meter, oppsto etter 39 sekunder. De kritiske forholdene vil i dette tilfelle begrense seg til å gjelde sakristiet, og vil ikke true et større antall personer i resten av kirken, da brannen etter hvert minker i omfang og slokker etter omtrent 32 minutter. I vedlegg C finnes informasjon om simuleringen, branneeffekt, hendelser i brannforløpet og røykklagstemperatur. Alt dette vises i diagrammer som funksjon av tid. Figur 20 viser et diagram over røykklagshøyden i de forskjellige delene av kirkebygget.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Distance from floor to smoke layers (Kirkebrann)
(Student version, not for commercial use)

Argos ver. 5.8



Figur 20: Røyklagshøyde ved brann i kaffetrakter (ARGOS)

7.1.4 Brannsimulering med automatisk slokkeanlegg

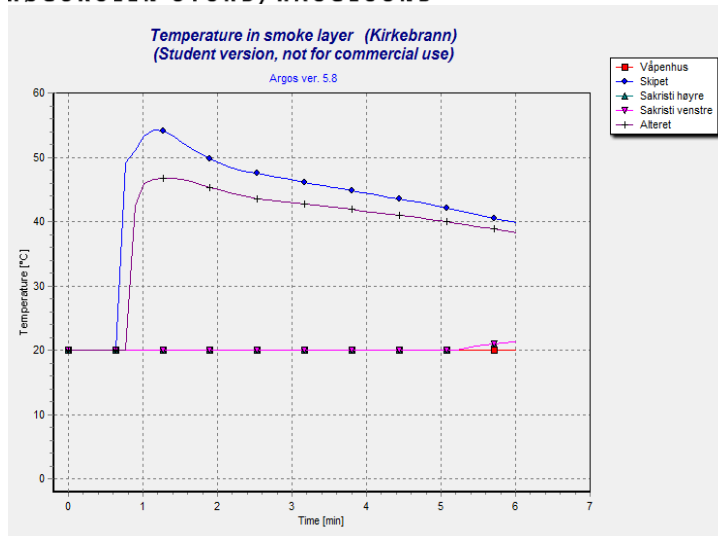
Det ble også satt inn sprinkleranlegg og under vises resultatene fra scenario 1 og scenario 2, ettersom scenario 3 etter NS 3901 ikke skal utløse et automatisk slokkeanlegg.

7.1.4.1 Scenario 1

Ved simulering av scenario 1 med brann i juletre hadde sprinkleranlegget ingen innvirkning på brannutviklingen, og da heller ingen innvirkning på den tilgjengelige rømningstiden. Ser man på Figur 21 for røyklagstemperatur kan man se at høyeste temperatur i røyklaget vil være mellom 50 og 60 °C. Ettersom utløsnings-temperaturen er høyere enn dette, vil sprinkler ikke utløses.



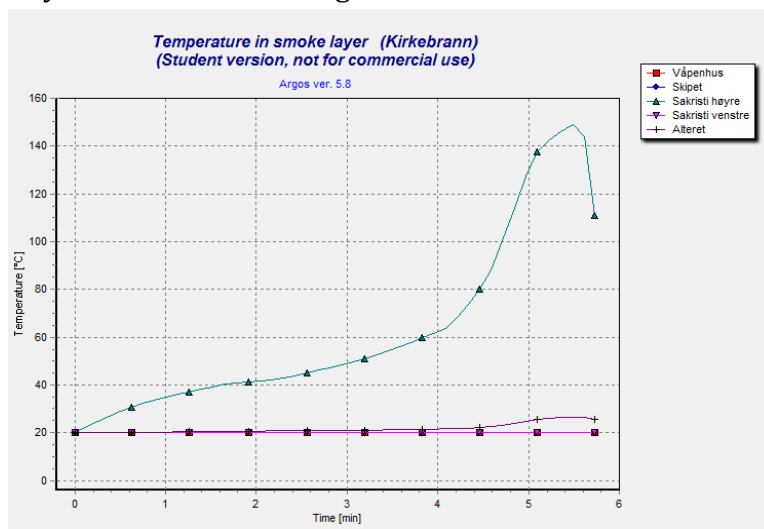
HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Figur 21: Røyklagstemperatur scenario 1 (ARGOS)

7.1.4.2 Scenario 2

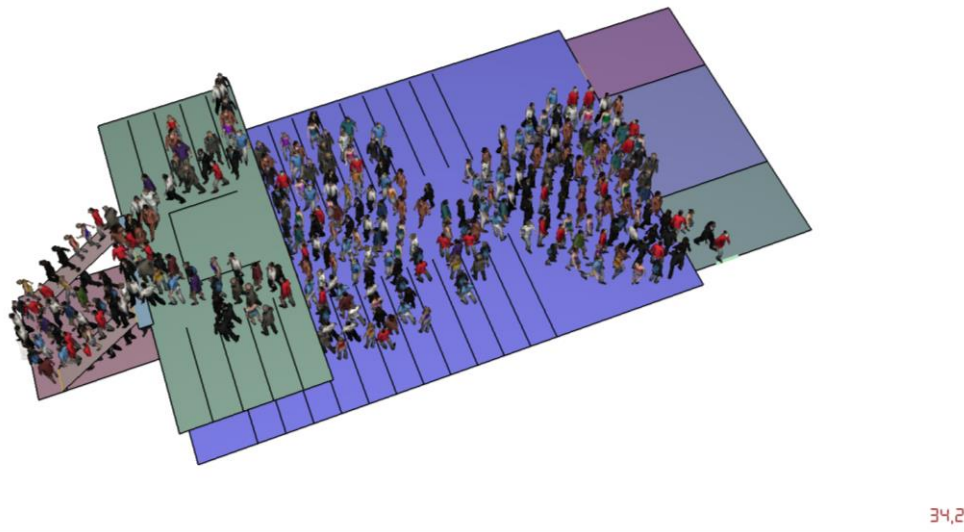
I scenario 2 utløste sprinkleranlegget inne i sakristiet etter omtrent 5 minutter. Figur 22 viser en oversikt over røyklagstemperatur i de forskjellige rommene i kirken. Her kan man se at røyklagstemperaturen i sakristiet ligger mellom 140 og 160 °C på det høyeste. Her ser man også at etter litt over 5 minutt synker temperaturen drastisk.



Figur 22: Røyklagstemperatur scenario 2 (ARGOS)

7.2 Rømning

Det ble observert flaskehals ved begge utgangene som er brukt og tett med folk i midtgangen etter kort tid med evakuering. Figur 23 viser et bilde som er tatt av rømningssimuleringen etter 34,2 sekunder.



Figur 23: Personfordeling etter 34,2 sekunder (Fra simulering i Pathfinder)

I vedlegg D ligger utdata fra rømningssimuleringen, som blant annet viser personfordelingen etter tid og sted, samt hvor mange mennesker som går gjennom hvilken dør og ned hvilken trapp.

Tabell 11 viser tiden menneskene i bygget bruker på de forskjellige elementene i en rømningssituasjon.

Tabell 11: Resultat av beregninger og simuleringer

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Deteksjons- og verifikasjonstid	30 sekunder	60 sekunder	90 sekunder
Vurderings- og beslutningstid	30 sekunder	60 sekunder	60 sekunder
Beregnet forflytningstid	161 sekunder	161 sekunder	161 sekunder
Nødvendig rømningstid	221 sekunder	281 sekunder	311 sekunder
Tilgjengelig rømningstid	313 sekunder	557 sekunder	Ubegrenset
Sikkerhetsmargin	92 sekunder	276 sekunder	

7.2.1 Lavere personantall på galleri

Tabell 12 viser forflytningstiden etter personantallet på galleriet ble senket til henholdsvis 41 personer inkludert organist, og 11 personer inkludert organist.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Tabell 12: Total forflytningstid med lavere personantall på galleri

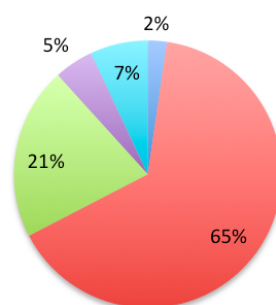
Antall personer på galleri	Total forflytningstid
40 stk. + organist	142 sekunder
10 stk. + organist	133 sekunder

7.3 Resultat fra spørreundersøkelse

Det ble sendt ut spørreundersøkelse til 104 kirkeverger, med en svarprosent på 46%. Av de som svarte, hadde 14,6% allerede installert automatisk slokkeanlegg, mens de resterende 85,4% var foruten. Blant de som hadde installert automatisk slokkeanlegg, var dette stort sett fordi kirkene er verneverdige. Undersøkelsen gav ikke mulighet til å velge flere alternativ, så svarene er basert på det som betyr mest for en avgjørelse rundt installering av automatisk slokkeanlegg. Figur 24 viser en fordeling på de forskjellige grunner til at automatisk slokkeanlegg ikke er installert i kirkebygg fra 17/1800-tallet. Her ser man at økonomi er en betydelig faktor, samt prioritering av andre bygningstekniske oppgraderinger. Det kulturhistoriske, samt mangel på kunnskap, hadde ikke like stor betydning i dette tilfelle.

Grunner til at automatisk slokkeanlegg ikke er installert

- Automatisk slokkeanlegg ødelegger det kulturhistoriske
- Har ikke økonomi til et automatisk slokkeanlegg
- Prioriterer andre bygningstekniske oppgraderinger foran et automatisk slokkeanlegg
- Mangler kunnskap om anleggets positive faktorer på brannsikkerheten av kirkebygningen
- Annet



Figur 24: Grunner til at automatisk slokkeanlegg ikke er installert

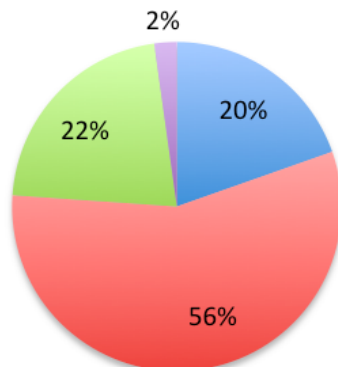
Figur 25 viser en oversikt over avgjørende faktorer når en beslutning om installering av automatisk slokkeanlegg skal tas. 56% svarte at økonomi var den avgjørende faktoren. Deretter kommer det kulturhistoriske med 22%, mens sikkerhet får en svarprosent på 20%.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Avgjørende faktor for beslutning om installering av automatisk slokkeanlegg

■ Sikkerhet ■ Økonomi ■ Det kulturhistoriske ■ Annet

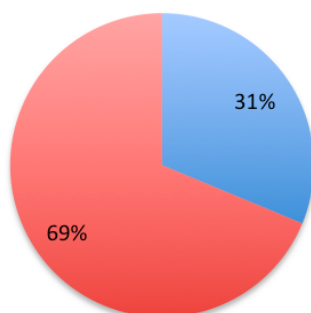


Figur 25: Avgjørende faktor for beslutning om installering av automatisk slokkeanlegg

Det ble spurt om hva kirkevergene tenker som viktigst ved installering av automatisk slokkeanlegg i kirker. Figur 26 viser fordelingen av svarene. Svarene viste at 69% satte verdisikkerhet og personsikkerhet som det viktigste, mens 31% satte verdisikkerheten høyest. Det var også mulig å svare at personsikkerhet alene var det viktigste, men det alternativet ble ikke valgt av noen.

Oppfattelse av hva automatisk slokkeanlegg i kirker er viktig for

■ Verdisikkerhet ■ Begge deler



Figur 26: Oppfattelse av hva automatisk slokkeanlegg i kirker er viktig for



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Ettersom et automatisk slokkeanlegg er en kostbar investering, ble det spurt om kirken hadde fått installert automatisk slokkeanlegg om det hadde blitt bevilget penger til det. 67% svarte ja på dette, mens 33% svarte vet ikke.

I forhold til stenging av galleri, ble det spurt om de var villige til å installere automatisk slokkeanlegg om de da fikk åpnet galleriet igjen. Svarene viste at 20% svarte ja, 12% svarte nei, mens de resterende 68% svarte vet ikke.

Oversikt over alle spørsmål og svar ligger som vedlegg E.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

8. Diskusjon



Nedenfor blir det diskutert resultater fra brann- og rømningssimuleringen, resultater fra spørreundersøkelsen, samt riktigheten av at kirker er plassert i risikoklasse 5. Sistnevnte blir diskutert på bakgrunn av resultater fra simulering, statistikk og sammenligning av lovverk i Skandinavia. Risikoklasse gir grunnlag for blant annet krav og ytelser om brannalarm- og slokkeanlegg, og ettersom dette er relevant for rømning og personsikkerhet vil det bli diskutert og sammenlignet med andre virksomheter.

8.1 Rømning fra galleri

Det er i rømningssimuleringene tatt utgangspunkt i at en av utgangene fremme i kirken er blokkert på grunn av røyk eller varme. Om det er forsvarlig å bruke begge utgangene kan det gi kortere forflytningstid. Dette er på bakgrunn av at utgangene fra kirken er begrensende element ved en rømningssituasjon. Økes den totale bredden på dørene ut fra kirken vil forflytningstiden trolig minke.

8.1.1 Scenario 1

Juletreet som det er blitt tatt utgangspunkt i er halvtørt. I realiteten kan juletreet være tørrere eller fuktigere, noe som kan ha stor innvirkning på brannutviklingen. Resultatene fra simuleringene viser en sikkerhetsmargin på 92 sekunder. 92 sekunder er betydelig mindre enn anbefalt sikkerhetsmargin. Samtidig er det tatt utgangspunkt i at brannen starter når kirken er fullsatt, noe som fører til at brannen mest sannsynlig vil bli oppdaget tidlig. Med så mange mennesker til stede er sannsynligheten stor for at noen tidlig vil iverksette tiltak for slokking av den oppståtte brannen. En slik hendelse vil tiltrekke seg oppmerksomheten til de fleste, og noen vil kanskje velge å forlate bygningen umiddelbart, før de ansatte setter i gang evakuering.

Simuleringen med sprinkleranlegg hadde ingen innvirkning på den tilgjengelige rømningstiden, da det aldri løste ut. En grunn til at sprinkleranlegget ikke løste ut i Argos kan være at brannen i juletreet ikke gir høy nok temperatur i høyden hvor sprinklerhodene er plassert. Det er i simuleringene tatt utgangspunkt i en takhøyde i skipet på 8,5 meter. Takhøyden og størrelsen på skipet gjør at temperaturen i røyklaget ikke blir høy nok til å utløse et sprinkleranlegg. I simuleringene er det tatt utgangspunkt i at kun juletreet brenner, og dette vil etter hvert brenne opp, og varme- og røykproduksjonen vil avta. Man må likevel ha i tankene at om treet får



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

brenne fritt, kan brannen spre seg videre via vegger, stoler eller annet brennbart inventar.

I denne simuleringen kunne nok sprinklerhodet nærmest juletreet ha utløst, men programmet regner med to soner og vil derfor ikke indikere at sprinkleranlegget løser ut før hele det øvre røyklaget har nådd utløsertemperatur. Det vil derfor være fornuftig å få simulert en kirkebrann i en kirke med automatisk slokkeanlegg i et simuleringsprogram som er mer nøyaktig, for eksempel FDS. Der har man mange små kontrollvolumer og man regner temperatur og røykfylling for hvert volum. Man vil da se hvordan og i hvilken rekkefølge sprinklerhodene vil løse ut. I disse forsøkene må man oppnå utløsertemperaturen i hele det øvre røyklaget før sprinkleranlegget blir utløst. Når sprinkleranlegget blir utløst antas det i Argos at alle sprinklerhodene løser ut samtidig, noe som ikke vil være tilfelle i virkeligheten.

Sprinkleranlegg i rom der takhøyden er stor kan gi utfordringer, fordi giftig røyk kan gi kritiske forhold før varm røyk vil utløse et sprinkleranlegg. En løsning på dette kan være å senke sprinklerhodene til en høyde hvor man raskere vil oppnå utløsertemperatur. Et sprinkleranlegg som er senket kan tenkes å ta fokus fra den utsmykkede kirkebygningen, og kommer gjerne i konflikt med kulturminneloven. I simuleringene er det ikke tatt hensyn til skråtak ved plassering av sprinklerhodene. I virkeligheten finnes det løsninger med sprinkler som er egnet for skråtak. Ved investering av et automatisk slokkeanlegg bør det også vurderes hvordan dette kan hindre påtente branner å spre seg, da dette er den vanligste brannårsaken i kirkebygg.

8.1.2 Scenario 2

Resultatet fra simuleringene viser en sikkerhetsmargin på 276 sekunder. Det er mindre enn nødvendig rømningstid og under det som er anbefalt at sikkerhetsmargin skal være. En av årsakene til at sikkerhetsmarginene er høyere i scenario 2 kan være at brannstart er i rom uten personopphold. Tilstøtende rom er med personopphold. Brannen blir oppdaget tidlig av røykdetektor, så forutsatt at døra til sakristiet blir holdt lukket vil det være god tid til rømning. Åpnes døren fra koret til sakristiet mens det brenner i sakristiet, kan situasjonen bli alvorlig mye raskere. Da vil en brann få tilført ekstra oksygen og man kan i verste fall få en raskere brannutvikling. I tillegg vil varm og giftig røykgass slippe ut av rommet og stige til taket av skipet. Dette kan føre til at forholdene i skipet blir kritiske ved et tidligere tidspunkt. Det kan minke den tilgjengelige rømningstiden først og fremst for de på galleri, deretter for de som befinner seg i skipet. Om dørene til sakristi hadde vært selvlukkende, ville dette kunne hindre at døren ble stående åpen.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

I tilfeller der brannalarmen ikke fungerer vil denne situasjonen kanskje være den alvorligste. Hvis det er fullt av mennesker i skipet og på galleriet mens det brenner i sakristiet ved siden av, kan alle menneskene som befinner seg i kirken få dårligere tid til å komme seg ut når brannen blir oppdaget. Dette fordi det kanskje vil ta lengre tid å oppdage en brann hvis man ikke får varsel gjennom et brannalarmanlegg. Ut fra simuleringene kan man se at om brannen ikke detekteres snart i sakristiet, kan det ta opptil 5 minutter før den oppdages i skipet. Om dette er tilfelle kan situasjonen fort bli kritisk. Dette gjelder hvis det begynner å brenne i et rom der det ikke er personopphold.

Simuleringen med sprinkleranlegg viser at sprinkleranlegget i sakristiet løser ut etter 5 minutter. Det er etter at brannen har begynt å avta, men det vil fremdeles være varmt nok i rommet til at sprinklerhodet utløses. Når sprinkleranlegget utløses ser man at man ikke vil oppnå kritiske forhold i skipet. Dette betyr at personene som oppholder seg i skipet vil ha ubegrenset tilgjengelig rømningstid. I dette tilfellet ser man at et sprinkleranlegg vil øke personsikkerheten. Ut fra resultatene ser man at sprinkleranlegg vil bidra til økt personsikkerhet i kun ett av scenarioene som er valgt. Grunnen til dette resultatet kan være at tosome-modellen som er brukt i denne rapporten ikke er den mest egnede simuleringsformen når det gjelder sprinkleranlegg.

8.1.3 Scenario 3

Resultatet fra simuleringen viser at kritiske forhold vil begrense seg til å gjelde sakristiet, hvor det ikke er personopphold. Det vil si at personene som oppholder seg i skipet og på galleriet vil ha ubegrenset tid til rømning. Det forutsettes her at det kun er kaffetrakteren som brenner og at brannen ikke spres til andre gjenstander og rom. Selv om simuleringsresultatene har gitt ubegrenset tilgjengelig rømningstid vil det likevel være anbefalt å forlate bygget, så snart brannen blir detektert. Dette fordi en brann med sakte brannutvikling kan produsere mye giftig røyk. Kirken skal ha rutiner slik at evakuering blir igangsatt uansett ved en slik situasjon.

Hvis brannalarmen ikke fungerer som forutsatt og det begynner å brenne i kaffetrakteren i sakristiet, og det er mye mennesker i skipet og på galleriet kan den nødvendige rømningstiden øke, da man kanskje vil bruke lengre tid på å detektere en brann. På grunn av at denne brannen har en sakte utvikling vil det kanskje være vanskelig å oppdage at det brenner. Om personer kjenner røyklukt og går for å sjekke kan dette være med på å skape verre forhold i skipet og på galleriet, da varm røykgass fra sakristi vil slippe ut og opp i taket på skipet. Det er for eksempel i slike situasjoner



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

at det er viktig med en god sikkerhetsmargin, slik at man tåler at deteksjonstiden kanskje vil være lengre enn beregnet.

I alle tre scenarioene er det forutsatt at brannalarmen fungerer. I Torvastad kirke har de i tillegg brannalarmanlegg slik at hvis en detektor reagerer vil alle alarmklokkene ringe. Det betyr at en brann i et rom uten personopphold blir varslet med en gang i alle rom i bygningen.

8.1.4 Reaksjoner og oppførsel ved evakuering

Menneskelige reaksjoner og handlingsmønstre vil også bety noe for hendelsesforløpet etter en uønsket hendelse har inntruffet. Det finnes ingen fasit på hvordan mennesker vil reagere under slike omstendigheter, men menneskers problemløsningsevne vil være en viktig forutsetning for å håndtere en slik situasjon på best mulig måte.

I scenario 1 vil de fleste kunne oppdage brannen rimelig snart, da deres oppmerksomhet trolig er rettet denne veien fra før. Det vil da være lettere å ta en avgjørelse om evakuering, uten bidrag fra taleren eller de ansatte i kirken. Uansett vil det i realiteten trolig være slik at opplærte rutiner hos de ansatte vil igangsettes.

Når brannalarmen ringer i scenario 2 og 3, vil de fleste rette oppmerksomheten mot den som taler, for å vurdere dens reaksjon og videre oppførsel. Om det gis beskjed om at evakuering skal igangsettes, vil dette bli gjennomført i henhold til de ansvarlig arrangerende sine rutiner. Ved en eventuell brannalarm vil oppførselen til den som taler være avgjørende for hvordan brukerne av bygget oppfatter situasjonen. Om taleren ikke avbryter opplegget, men fortsetter programmet, vil mange av brukerne vegre seg mot å forlate bygningen, selv om de er opplært til det under en brannalarm. Erfaring, øvelser og rutiner vil ha stor innvirkning på effektiviteten av evakueringen. Om de ansvarlig arrangerende ikke har rutiner på hva som skal gjøres, kan dette føre til mye usikkerhet for brukerne av bygget rundt hvilke tiltak som skal iverksettes. De organisatoriske forholdene kan ha positiv innvirkning for effektiviteten av rømningen.

Analyseobjektet som er brukt i denne oppgaven har brannalarmanlegg. Dette er ikke et lovpålagt krav for eldre bygg som kirker, men det anbefales at kirkene oppgraderes så godt det lar seg gjøre til dagens standard. Her er FOBTOT noe uklar, og det kan variere fra kommune til kommune hvor strengt forskriften blir etterfulgt. Fra simuleringene ser man at sikkerhetsmarginen er positiv, men kanskje ikke stor nok. Dette tydeliggjør viktigheten av at brannen blir detektert tidlig. Om ikke brannen detekteres raskt, vil dette føre til at rømningsprosessen tar lenger tid enn nødvendig.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Et krav om etterinstallering av brannalarmanlegg i bygninger med store forsamlinger kan være hensiktsmessig.

Ganghastigheten ble satt til 0,7 m/s og vil være en realistisk ganghastighet, da personer reagerer og beveger seg ulikt. Noen vil derfor være raske med å reagere og komme seg ut, mens andre vil bruke lengre tid. Selv om noen går litt saktere vil de likevel møte kø i døren for å komme ut. I denne sammenhengen vil ganghastigheten ha mindre betydning. Strekingen man skal forflytte seg er også begrenset da alle sitter på benkerader ved midtgangen som benyttes som vei ut.

8.1.5 Sikkerhetsmargin

Sikkerhetsmarginen skal fange opp all usikkerhet rundt uønskede hendelser som kan inntreffe ved en evakueringssituasjon. I kirken er det oversiktlige lokaler med forholdsvis enkle utganger å finne ved en evakuering. Brukerne av lokalet har oppmerksomheten sin rettet mot det samme, slik at det er enkelt for den som taler å gi beskjed om at en evakuering skal gjennomføres. Forholdene og oppførselen til brukerne av bygningen vil derfor være fordelaktig for at en evakuering kan skje forholdsvis raskt og som planlagt. Under normale omstendigheter vil det derfor være lite trolig at store uforutsette ting skjer under evakuering.

Sikkerhetsmarginen vil i dette tilfellet ha større betydning hvis det oppstår brann i rom uten personopphold, med personer i tilstøtende rom. Det vil da ta lengre tid før evakuering starter, slik at nødvendig rømningstid øker, mens tilgjengelig rømningstid forblir konstant.

8.1.6 Lavere personantall på galleri

Etter at både brann- og rømningssimuleringen var gjennomført, ble det konstatert at sikkerhetsmarginen er liten hvis det begynner å brenne når kirken er fullsatt. Det ble derfor valgt å undersøke om sikkerhetsmarginen økte noe betydelig hvis personantallet på galleriet ble senket mens det fortsatt var fullsatt i skipet. Ved å halvere personantallet på galleriet fra 80 til 40 personer minket forflytningstiden fra 161 sekunder til 142 sekunder. Det gir 19 sekunder kortere nødvendig rømningstid og vil øke sikkerhetsmarginen, men det vil fortsatt ikke være tilstrekkelig i forhold til anbefalinger. Deretter ble personantallet senket til 10 personer på galleri og da minket den tilgjengelige rømningstiden til 133 sekunder. Det gir en forflytningstid som er 28 sekunder raskere enn ved fullsatt kirke. Likevel vil ikke sikkerhetsmarginen være stor nok i forhold til anbefalingene. Det finnes derfor ikke noe klart skille på hvor mange personer som kan sitte på galleriet. Å senke personantallet på galleriet vil ha en effekt på forflytningstiden, men forflytningstiden vil ikke senkes så



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

betraktelig at sikkerhetsmarginen vil være tilfredsstillende i henhold til anbefalingene.

Faktorer som kan ha en større effekt på nødvendig rømningstid kan være antall utganger og bredden på disse. For de som sitter på galleriet vil også utformingen av trappen ha en betydning på fart og antall personer som kan komme ned samtidig.

I avsnittet om tidligere arbeid er det i Sintef-rapporten konkludert med at personantall på galleri som har eget trapperom, vil antall trappetrinn være avgjørende for personantallet. Antallet trappetrinn er en av faktorene som avgjør hvor lang tid en person trenger for å komme seg ned en trapp. Andre faktorer som kan spille en rolle for hastigheten vil være dybde og høyde på inntrinn og opptrinn. En annen faktor som spiller en stor rolle for tiden det vil ta å evakuere er bredden på trappen og døråpningene.

For at denne typen kirker skal få høyere personsikkerhet kan det se ut til at faktorer som er med på å øke den tilgjengelige rømningstiden vil være effektive. Automatisk slokkeanlegg, røykluker i tak, eller faste slokkeredskap som brannslukningsapparat. Dette er igjen tiltak som vil føre til inngrep i kulturhistoriske minner og det vil derfor være nødvendig å sjekke effekten av tiltakene nøye før en eventuell investering og montering. I denne rapporten er det forutsatt at de organisatoriske forholdene fungerer som de skal, noe som bidrar til at den nødvendige rømningstiden er vanskelig å gjøre noe med, med mindre dørbredden økes.

8.2 Parameternes sensitivitet

8.2.1 Argos

I forhold til brannsimuleringene er bygningsmaterialene og brannscenarier fastsatt. Oksygentilførselen til en eventuell brann vil likevel kunne variere. Om vinduer eller dører står åpne, og hvor mye eller lite gjennomtrekk man har i kirken vil kunne påvirke en eventuell brann. Er det mye gjennomtrekk og god lufttilgang vil man kunne få en raskere brannutvikling. Om det er minimalt med lufttilgang, vil dette kunne påvirke brannen på en slik måte at den kan brenne ut som følge av for lite oksygen. Her er det viktig å presisere at dette kun vil kunne skje om rommet er omtrent helt tett, noe som er sjeldent i eldre kirker. Argos er et konservativt simuleringsprogram, og i virkeligheten kan brannen utvikle seg på en annen måte enn resultatene viser.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

8.2.2 Pathfinder

Ved å øke ganghastigheten fra 0,7 m/s til 0,9 m/s minket forflytningstiden fra 161 s til 138 s. Dette gir en 23 sekunder raskere forflytningstid, og kan ha betydning om kirken er fullsatt. I scenario 1 og 2 er sikkerhetsmarginen mindre enn anbefalt og ganghastigheten vil ha en betydning, selv om den mest begrensende faktoren er dørbredden og påfølgende kødannelse på vei ut av kirken. Vha. rømningsmodellering kan man gå ut fra en raskere forflytningstid ved økt ganghastighet. Samtidig vil det i realiteten være slik at en fullsatt kirke også huser mennesker som gjerne har nedsatt funksjonsevne. For å kunne gjøre en fornuftig vurdering av forflytningstiden, er dette noe som må tas hensyn til, slik at man får en situasjon som er sammenlignbar med virkeligheten.

8.2.3 Feilkilder

Dørbredden vil være det mest begrensende element. Ganghastigheten og fremkommelighet til dørene har mindre betydning. I Torvastad kirke gikk ikke kirkebenkene helt ut til ytterveggene, men det var mulig å passere mellom benken og ytterveggene. Her var det plassert små benker langs med veggene som det var mulig å benytte som sitteplasser. Dette er det ikke tatt hensyn til under simuleringen. Kirken er likevel fylt helt opp med tanke på personkapasitet.

Når det gjelder brannsimuleringene er det forbundet stor usikkerhet til arnested og brannutvikling. Her er scenarioene antatt med tanke på sannsynlighet og erfaringsmessig teori. Størrelse og tid for brannutvikling vil variere med tilgang til brennbart materiale, tennkilde og tilgang til oksygen.

Denne rapporten viser at det er vanskelig å bruke simuleringprogram til å simulere brann i eldre kirkebygninger. Disse byggene har gjerne en spesiell utforming, materialer av forskjellig kvalitet og utettheter i bygningsenheten. I tillegg er det lovpålagt en del organisatoriske tiltak ved bruk av kirkebygg og disse er vanskelig å belyse ved hjelp av simulering. De organisatoriske tiltakene vil mest sannsynlig være med på å øke sikkerheten ved personopphold i kirkebygningen. Samtidig kan man ikke benytte dette som grunnlag eller dokumentasjon for å si at personsikkerheten er ivaretatt.

8.3 Diskusjon av resultater fra spørreundersøkelse

Av spørreundersøkelsen fremkommer det tydelig at de fleste kirkene fra 17/1800 - tallet ikke har et automatisk sløkkeanlegg i dag. Det blir oppgitt at de som har et automatisk sløkkeanlegg er verneverdige, eller så har kommunen gjort et løft og installert anlegg etter flere kirkebranner i deres område på 90-tallet. Grunnen til at



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

kirkene ikke har installert et automatisk sløkkeanlegg er hovedsakelig økonomi og at andre bygningstekniske oppgraderinger er prioritert. Automatisk sløkkeanlegg er en kostbar investering som ikke retter opp i synlige feil eller er en bygningsteknisk utbedring. Det kan derfor være en utfordring å argumentere for noe som gir "usynlig" bedring på sikkerhetene, i forhold til noe som for eksempel bedrer synlige fuktskader, slitasje eller lignende.

Videre viser resultatene fra spørreundersøkelsen at kirkevergene mangler mye kunnskap om automatisk sløkkeanlegg og dets positive effekter på personsikkerheten til de som besøker kirkebyggene. Det er ingen av de som er spurt som oppfatter at et automatisk sløkkeanlegg vil være positivt for personsikkerheten alene. Derimot er det 31 % som oppfatter at et automatisk sløkkeanlegg er viktig kun for verdisikkerheten. Dette er bemerkelsesverdig, fordi hvis man hadde spurt om hvorfor skoler, sykehus og sykehjem blir sprinklet hadde kanskje ikke svarene vært de samme. Dette kan tyde på at kunnskap om automatisk sløkkeanlegg til ansatte i kirken kun har dreid seg om de positive effektene det har rundt ivaretagelse av verdiene. Hvis kommunikasjonen rundt automatisk sløkkeanlegg også hadde fått frem de positive effektene det har for personsikkerheten, kunne det tenkes at det hadde vært enda enklere å ta en beslutning om å installere automatisk sløkkeanlegg ved en senere anledning.

De fleste spørsmålene i spørreundersøkelsen hadde gitte alternativer og en vet ikke- eller annen-kategori. De fleste svarte ett av alternativene, og ikke "annet". Det kan kanskje tyde på at svaralternativene som var listet opp var aktuelle. "Annet" og "vet ikke" ble kanskje brukt når kirkevergene ikke hadde tatt stilling til spørsmålet eller at spørsmål om automatisk sløkkeanlegg ikke har blitt tatt opp før.

Det var kun mulig å velge ett svaralternativ på hvert spørsmål, men her kan det tenkes at det under flere spørsmål var flere grunner, og at bildet er mer nyansert enn det som fremkommer av denne spørreundersøkelsen.

8.4 Vurdering av risikoklasse for kirker

Kjennskap til rømningsveier er en avgjørende faktor for hvilken risikoklasse byggverk blir plassert i. Kirker er plassert i risikoklasse 5, da det er tatt utgangspunkt i at brukerne av bygget ikke er kjent med rømningsforhold. Kirker har ofte ganske lik utforming, og er oversiktlige bygg, så kjennskap til rømningsveier kan blant annet være aktuelt å ta opp til diskusjon.

Man kan se fra simuleringene som er gjort at branntekniske tiltak som øker den tilgjengelige rømningstiden, vil være med å øke personsikkerheten i bygg med store



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

forsamlinger slik som i kirken. I simuleringene er det forutsatt at de organisatoriske forholdene er gode. Dette kan man tydelig se på forutsetningene som er tatt med kort deteksjonstid og vurderings- og beslutningstid.

Godkjent personkapasitet i Torvastad kirke er 450 mennesker, og når man samler så mange mennesker i en kirke, er det lite trolig at ingen har vært der før. Om så lite som én person bruker nødutgangen som er tilgjengelig fremme, vil flere automatisk følge veien denne personen bruker ut fra kirken. Om de organisatoriske forholdene er opprettholdt, vil også dette lette avgjørelsen til de som ikke er like kjent i bygget om å bruke nødutgang fremme. Når kirken er fullsatt, slik som i simuleringene som er gjort, vil kødannelse være med på å avgjøre den nødvendige rømningstiden. Sammenligner man dette med et diskotek, som befinner seg i samme risikoklasse, vil trolig sinnsstemningen i kirken bidra til en mer effektiv måte å gå i kø på, og mindre kaos.

8.4.1 Vurdering ift. Byggteknisk forskrift med veiledning

8.4.1.1 Sammenligning med skole

Når man skal fastsette risikoklasse, vil avgjørende faktor og hovedforskjell mellom skolebygg og kirker, være om brukerne av bygget kjenner rømningsforholdene.

En forskjell mellom skole og barnehage som i dag er risikoklasse 3 og kirkebygninger som er risikoklasse 5 er kravet om gjennomføring av brannøvelser. Elever på en skole gjennomfører brannøvelser to ganger i skoleåret og har øvelse i hvordan man skal opptre ved brannalarm, hva man skal gjøre og et fast oppmøtested ved evakuering. I dag er det lovpålagt at kirkene har organisatoriske tiltak, og i det ligger det at det skal være vakter under arrangementer som har instruksjer i tilfelle brann. Det kan hjelpe på effektiviteten ved evakuering og det eneste som skiller skole fra kirke er da at brukerne kan variere mer i en kirke enn på en skole. Kirkegjengere har gjerne kun kjennskap til inngangen de kom inn gjennom hvis de ikke er faste brukere, men denne utgangen er stort sett den som også blir brukt ved evakuering.

Etter anbefaling i kapittel 11-9 i veiledningen til TEK10 sies det at skolebygninger er erfaringsmessig spesielt utsatt for utvendig påsatte branner. Dette bør vurderes spesielt ved utforming av byggverk og valg av materialer. Oppstillingsplasser for containere, søppelbeholdere og liknende må anordnes i god avstand fra yttervegger, takutstikk mv. som kan antennes. Ut fra statistikken ser man også at 40% av branntilløp i kirker er påsatt (Norsk brannvernforening, 2014). Det vil være fornuftig å behandle kirker på samme måte som skolebygg i forhold til dette.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Statistikk viser at det i Norge og Danmark registreres omtrent like mange kirkebranner med påfølgende utrykning hvert år. I Sverige registreres det betydelig flere utrykninger til brann i kirke hvert år. De siste 20 årene har det ikke blitt registrert noen omkomne i kirkebrann verken i Norge, Sverige eller Danmark. Statistikken viser en nokså lik tendens når det gjelder utrykning og omkomne i kirkebranner i Skandinavia. Det kan tenkes å være fornuftig at kirker kunne blitt behandlet på samme måte i lovverk i de forskjellige landene i Skandinavia.

I den svenske brandskyddshåndboken ser man at skoler og kirker er plassert i samme virksomhetsklasse; 2A/B. Svensk regelverk har delt virksomhetsklassene i flere underklasser, som igjen er avhengig av personantall i det aktuelle byggverket. En skole med lav personkapasitet, vil i Sverige ha samme virksomhetsklasse som en kirke med lav personkapasitet.

I Danmark er kirker og skoler plassert i samme anvendelseskategori. Organiseringen av anvendelses kategorier er rimelig lik som organiseringen til de norske risikoklassene. I Skandinavia er det kun Norge som har en egen risikoklasse for skoler og barnehager.

Selv om risikoklasser, virksomhetsklasser og anvendelses kategorier organiseres noe forskjellig i Skandinavia, så vil trolig sikkerhetsnivået være omtrent det samme.

Veiledningen til TEK10 presenterer følgende preaksepterte ytelser for brannceller over flere plan:

"For at rømning og slukking av brann skal kunne skje på en rask og effektiv måte må brannceller vanligvis ikke ha åpen forbindelse over flere plan. Under forutsetning av at hensynet til sikker rømning er ivaretatt, kan likevel brannceller i risikoklasse 1, 2, 4 og 5 ha åpen forbindelse over inntil 3 plan dersom følgende ytelser er oppfylt:

- 1. Det må installeres automatisk slokkeanlegg når samlet bruttoareal for de plan som har åpen forbindelse er over 800 kvm. Jf. Også § 11-12 første ledd*
- 2. Det må være tilrettelagte rømningsveier fra hvert enkelt plan i samsvar med bestemmelsen i forskriften."*

Punktene nevnt over er preaksepterte ytelser, og kan fravikes ved at sikkerheten dokumenteres vha. analyse. I preaksepterte ytelser blir ikke risikoklasse 3 nevnt når det gis forslag om kompenserende tiltak. Likevel kan brannsikkerheten opprettholdes, så lenge funksjonskrav blir ivaretatt. Funksjonskravet sier at områder med ulik risiko for liv og helse og/eller ulik fare for at brann oppstår, skal være egne brannceller med mindre andre tiltak gir likeverdig sikkerhet. Skipet og galleriet har samme bruk, og det vil derfor være naturlig at de er innenfor samme branncelle. Våpenhuset er en del av rømningsveien både for de som kommer fra skipet og fra



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

galleriet. Det vil derfor være fornuftig at våpenhuset er en egen branncelle. Dette vil ikke være tilfelle for kirker fra denne perioden, grunnet utette dører og uklassifiserte materialer, men samtidig er ofte vegger og dører i kirker konstruert mer massivt enn i andre byggverk fra nyere tider.

Noe som har betydning i forhold til risikoklasse er fri bredde til dør i rømningsvei. I kapittel 11-13 i veiledningen står det til sjuende ledd at virksomheter i risikoklasse 5 skal ha fri bredde på dør til rømningsvei på minimum 1,2 m. Dette vil bortfalle for kirker hvis risikoklassen blir endret. Sammenligner man kirker med en videregående skole, med omtrent samme godkjente personkapasitet, vil det være samme krav til at samlet dørbredde på utganger skal være minimum 1 cm per person. Forskjellen er at skoler kan ha denne samlede dørbredden fordelt på dører med minimum 0,9 m bredde, mens kirker må ha dører med minimum 1,2 m bredde. Det ville kanskje vært fornuftig at krav til minimum enkelt dørbredde hadde vært mer avhengig av byggets godkjente personkapasitet og ikke kun byggets risikoklasse.

De fleste større bygninger i dag, blir prosjektert etter byggteknisk forskrift med tilhørende veiledning, og i tillegg analytisk tilnærming. Risikoklasser behøver dermed ikke å være den eneste avgjørende faktor for beslutninger rundt branntekniske løsninger og tiltak. Når det gjelder gamle bygg som kirker, vil gjerne analytisk tilnærming for å bestemme risikoklasse være fornuftig.

8.4.1.2 Sammenligning med andre virksomheter i risikoklasse 5

De ulike virksomhetene som er plassert i risikoklasse 5 i den norske veiledningen til teknisk forskrift har veldig ulike eksponeringstider. Eksempler er kjøpesenter, diskotek, kirker og trafikkterminal. Der et kjøpesenter har eksponeringstid fra klokken 09.00-21.00 seks dager i uken, en trafikkterminal har kanskje eksponeringstid hele døgnet alle dager, har kanskje diskoteket eksponeringstid fra klokken 22.00-02.00 et par dager i uken, og kirken som har hovedeksponeringstid 10.30-12.00 på søndager i tillegg til arrangementer som konserter på kveldstid, begravelser og bryllup. Eksponeringstiden vil ha betydning for risikoen for at personer som oppholder seg i bygningen kan bli utsatt for en brann.

I tillegg til at byggverk i risikoklasse 5 har ulike eksponeringstider, er det også forskjellig hvor oppmerksomheten til brukerne er rettet.

Når det gjelder diskotek vises det til veiledning til TEK10 § 11-11 første ledd:

"I forsamlingslokaler hvor det serveres alkohol, som diskotek eller nattklubber og lignende, bør det uavhengig av dimensjonerende persontall vurderes om det er nødvendig å gjøre en særskilt analyse av sikkerheten ved rømning."



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Veiledningen til TEK10 viser her at det har blitt tatt hensyn til alkoholserving når det skal avgjøres om rømningssikkerheten i slike lokaler er tilfredsstillende. I tillegg kan høy musikk og dempet belysning gi utfordringer ved en eventuell evakuering. Det kan her tenkes at reaksjonstid og vurderings- og beslutningstid kan få en betydelig økning, og dermed en økning i den nødvendige rømningstiden.

Mennesker som befinner seg i et diskotek vil ha oppmerksomheten sin rettet mot forskjellige retninger og aktiviteter. I motsetning til dette vil store deler av publikum i kirker har oppmerksomheten rettet mot det som foregår fremme. Tiden fra en uønsket situasjon oppstår til man begynner å evakuere kan på bakgrunn av dette gjerne være kortere enn i andre risikoklasse 5-bygninger.

Når det gjelder oversiktligheten i en kirke i forhold til for eksempel et kjøpesenter virker en kirke mye mer oversiktig og lett å orientere seg i. I kjøpesenteret beveger man seg mer, og da vil det være vanskeligere å hele tiden vite hvor nærmeste utgang er og hvilken vei man skal begynne å gå under en evakuering. I tillegg kan det ta lengre tid før man oppfatter situasjonen når brannalarmklokkene ringer, fordi man er fokusert på forskjellige ting på et kjøpesenter. Mange ønsker også å se hvordan andre reagerer for å vite hvordan de selv skal reagere.

Det som kanskje vil være løsningen er at risikoklassen til kirker kan bli avgjort ved en analytisk tilnærming. Når nye kirker prosjekteres er det lettere å bruke VTEK10, enn ved oppgradering av brannsikkerhet i eldre bygg som i mange kirker. Nedenfor vises en tabell som er delt opp i fire hovedkategorier, med underpunkter. Tabell 13 viser forslag til flere faktorer man kan ta hensyn til ved fastsettelse av risikoklasser.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Tabell 13: Faktorer å ta hensyn til for fastsettelse av risikoklasse

Sjekkliste til hjelp ved analytisk tilnærming for fastsettelse av risikoklasse	
OVERSIKTLIGHET <ul style="list-style-type: none">• Har bygget enkel utforming?• Er rømningsveien lett å finne?• Er det høy eller lav godkjent personkapasitet?*	*Her foreslås det en grense på 150 personer, der over 150 personer ses på som høyt personantall.
SELVSTENDIGHET <ul style="list-style-type: none">• Kan personer i byggverket bringe seg selv i sikkerhet?• Har brukerne god kjennskap til bygningen?*	*Er de fleste faste brukere, eller er det høy variasjon i brukere?
OPPMERKSOMHET <ul style="list-style-type: none">• Har brukerne oppmerksomheten rettet mot et felles fokusområde?• Har ansatte i bygget opplæring og instruksjoner?*• Blir det gjennomført brannøvelser i bygget?• Er brukerne av bygget våkne?***	*Opplæring og instruksjoner for hva som skal gjøres ved en rømningssituasjon. Gjerne egne rutiner **Er bygget beregnet for overnatting eller kun dagsopphold?
FARE <ul style="list-style-type: none">• Er det høy eller lav sannsynlighet for branntilløp?• Er konsekvensen av brann høy eller lav?• Er det fare for ildspåsettelse?	

8.5 Videre arbeid

I denne rapporten er brannsimulering gjort ved hjelp av en tosone-modell. Det kan være fordelaktig å gjøre brannsimuleringer i et CFD-program, for å få mer nøyaktige resultater med tanke på røykutvikling og aktivering av automatisk slokkeanlegg.

Som videre arbeid anbefales det å se på andre tiltak som kan øke den tilgjengelige rømningstiden, og undersøke effekten av disse. Samt undersøke tiltak hvor utfordringene med inngrep i eldre kirkebygg blir hovedfokus.

Det foreslås også å gjøre praktiske forsøk, for å undersøke hvor stor innvirkning de organisatoriske forholdene har på en rømningssituasjon.

Det foreslås videre arbeid med å utvikle et analyseverktøy som kan bidra til at risikoklasse og påfølgende branntekniske løsninger kan bli mer tilpasset det individuelle bygget, i stedet for en generalisert framgangsmåte.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

9. Konklusjon

Deteksjonstid og vurderingstid er vurdert til å ligge mellom 60 sekunder og 150 sekunder avhengig av scenario. Den beregnede forflytningstiden er 161 sekunder. Scenario 1, 2 og 3, har nødvendig rømningstid på henholdsvis 221 sekunder, 281 sekunder og 311 sekunder. Sikkerhetsmarginen er positiv i alle scenarioene.

Faktorer som er med på å øke den tilgjengelige rømningstiden viser seg å være effektive når det kommer til personsikkerhet og rømning i kirkebygg.

Man ser at i en rømningssituasjon vil alle sekunder være verdifulle, fordi sikkerhetsmarginene i flere tilfeller er lavere enn anbefalt. Derfor vil alle branntekniske tiltak og installasjoner i langkirker være svært betydelig for personsikkerheten til de på galleri og i resten av kirken.

Samtidig kan inngrep i eldre kirkebygg komme i konflikt med kulturminneloven, noe som gir utfordringer ved installasjon av branntekniske tiltak. En utfordring for den norske kirke i dag, er kompetansenivået til kirkeverger i forhold til branntekniske installasjoner, og de positive sider ved et automatisk sløkkeanlegg. Samtidig er brannteknisk oppgradering en kostbar investering, og i prioriteringskonflikt med andre bygningstekniske oppgraderinger.

Det kirkebygget har tilfelles med flere av de andre risikoklasse 5-byggene er et høyt personantall. Bortsett fra personantallet ser man fra diskusjonen at det ikke er mange andre likheter. Fokusområdet og sinnsstemningen til brukerne av kirken er sentrale faktorer som kan forenkle en rømningssituasjon. I resten av Skandinavia ser man at kirker er plassert i samme risikoklasse som skoler, noe som ikke er tilfelle i Norge. Statistikk viser samtidig at når det gjelder kirkebranner er alle de skandinaviske landene nokså like.

Det er kommet frem til at en analysebasert tilnærming til risikoklasse, der flere faktorer blir analysert, er det beste.

Det som har blitt diskutert om riktigheten av kirker i risikoklasse 5, må analyseres individuelt fra bygg til bygg. Det er vanskelig å generalisere eventuelle løsninger når kirkene ofte er gamle og spesielle med tanke på arkitektonisk utforming og kulturhistorisk verdi.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Referanser

- Astås, R. (2000). *Kirke i vekst og virke*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

- Beredskapsstyrelsen. (mars 2014) *Dødsbrande og omkomne ved brand – år for år*. Hentet 5. februar 2015 fra:
<http://brs.dk/viden/statistik/doedsbrande/aarforaar/Pages/Aarforaar.aspx>

- Brann- og eksplosjonsvernloven. (01.06.2013). *Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver*. Hentet 9. februar 2015 fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2002-06-14-20>

- Byggforskserien. (Sending 9-2013). 321.026. *Brannsikkerhet. Dokumentasjon av brannsikkerhetsstrategi*. Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.

- Byggforskserien (Sending 1-2006). 520.385. *Nødvendig rømningstid ved brann*. Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.

- Byggforskserien. (Sending 1-2006). 520.387. *Tilgjengelig rømningstid ved brann*. Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.

- Byggteknisk forskrift(TEK10). (01.01.2015). *Forskrift om tekniske krav til byggverk*. Hentet 12. februar 2015 fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-489>

- Direktoratet for byggkvalitet(VTEK10). (2010) *Veiledning om tekniske krav til byggverk*. Hentet 5 februar fra <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/?dxp=/dyp/content/tekniskekrav/11/2/>

- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap(DSB). (u. år). *Akseptkriterier*. Hentet 24. Mars 2015 fra
<http://www.dsb.no/no/Rettskilder/Regelverk/Oppslagsverket/4360/4361/4837/4838/4851/4852/4871/>

- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap(DBS). (u. år). *Definisjoner*. Hentet 24. Mars 2015 fra <http://oppslagsverket.dsb.no/content/brann-og-eksplosjonsvern/forskrifter/brannforebygging/veiledning-til-forskriften/2/3/>



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

-Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap(DSB). (u. år). § 7-22 *Risikoklasser og brannklasser*. Hentet 5. februar 2015 fra [http://oppslagsverket.dsb.no/content/arkiv/plan-bygg/Veiledning-REN-til-forskrift-om-krav-til-byggverk-\(TEK\)-2-utgave/8/4/](http://oppslagsverket.dsb.no/content/arkiv/plan-bygg/Veiledning-REN-til-forskrift-om-krav-til-byggverk-(TEK)-2-utgave/8/4/)

-Energi styrelsen. (2014) *Bygningsreglement*. Hentet 12. Februar 2015 fra: http://byggningsreglementet.dk/br10_05_id78/0/42

-Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn(FOBTOT). (01.07.2010). *Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn*. Hentet 9. Februar 2015 fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2002-06-26-847>

-Hagen, B. (2008). *Brannteknisk rømningsanalyse*. Trondheim: Tapir Akademiske Forlag.

-Hagen, B. (2004). *Grunnleggende brannteknikk*. Bjarne Christian Hagen: Haugesund.

-Husted B. P. & Westerman D. (2009). *ARGOS Theory Manual (Version 8.02)*. Hentet 12.01.15: http://en.dbi-net.dk/.../Argos_theory_manual_ver8_02.pdf

-Karlsson, B., & Quintiere, J. (2000). *Enclosure Fire Dynamics*. Florida: CRC Press LLC

-Kirkelig arbeidsgiver- og interesseorganisasjon. (2012). *Kirkebygget – brukshus og kulturminne*. Oslo.

- Kirkelig arbeidsgiver- og interesseorganisasjon. (u. år). *Velkommen til kirkesøk*. Hentet 7. April 2015 fra <http://www.kirkesok.no>

Kirkeloven. (1996) *Lov om Den norske kirke (kirkeloven)*. Hentet 7. april 2015 fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1996-06-07-31>

-Kulturminneloven. (01.01.2010). *Lov om kulturminner*. Hentet 9. Februar 2015 fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1978-06-09-50>

-Myndighet för samhällsskydd och beredskap. (2014) *Bränder i byggnader 1998-2013*. Hentet 5. februar.15 fra: <http://ida.msb.se/ida2#page=a0109>

-National Fire Protection Association & Society of Fire Protection Engineers. (2008). *The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Massachusetts: SFPE.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

- Nordic Committee on Building Regulation (NKB). (1994) *Funktionsbestemte Brandkrav og Teknisk Vejledning for beregningsmessig ettervisning, Rapport no. 07*. Nordic Committee on Building Regulation (NKB): Helsinki.

- Norges Byggstandardiseringsråd(NBR). (1998). *Veiledning til NS 3901, Risikoanalyse av brann i byggverk*. Oslo: Norges Byggstandardiseringsråd.

- Norsk brannvernforening. (okt. 2014) *Brannstatistikk*. Hentet 5. Februar 2015 fra: <http://www.brannvernforeningen.no/Brannstatistikk>.

- Olsson, N. & Almgren, E. (2012) *Brandskyddshandboken: Brandtekniska klasser och övriga förutsättningar*. Lund: TMG Sthlm.

- Opstad, K., & Stensaas, J. P. (1998). *Håndbok i branntekniske analyser og beregninger*. Trondheim: SINTEF Bygg og Miljøteknikk – Norges branntekniske laboratorium.

- Regjeringen. (u. år). *De ulike prinsipper for håndtering av regelkollisjon*. Hentet 24. Mars 2015 fra <https://www.regjeringen.no/nb/dokument/dep/fd/nouer/2001/nou-2001-15/7/1/id377879/>

- Riksantikvaren. (2014, 6. september). *Brannsikring av norske kirkebygg*. Hentet 2. Februar 2015 fra <http://www.riksantikvaren.no/Tema/Bygninger/Kirker/Brannsikring-av-norske-kirkebygg>

- Riksantikvaren. (2014, 6. september). *Fredete bygninger*. Hentet 30. januar 2015 fra <http://www.riksantikvaren.no/Tema/Bygninger/Fredete-bygninger>

- Riksantikvaren. (2013, 4. november). *Kirker*. Hentet 30. januar 2015 fra <http://www.riksantikvaren.no/Tema/Bygninger/Kirker>

- Riksantikvaren. (2015, 27. januar). *Ordforklaringer*. Hentet 2. februar 2015 fra <http://www.riksantikvaren.no/index.php/Veiledning/Ordforklaringer-bokmaal#kulturminneverdier>

- SINTEF NBL(Aamnes, B., Stensaas,j., Wighus,R.). 14.05.2003. *Forventet effekt av faste, aktive sløkkeanlegg- Boligsprinkler og vanntåke*.(Rapport nr. NBL A03105). Trondheim: Norges branntekniske laboratorium AS.



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

-Standard Norge. (2004). *Faste brannslukkesystemer Automatisk sprinklersystemer Dimensjonering, installering og vedlikehold. NS-EN 12845:2004+A2:2009*. Oslo:

Standard Norge.

-Standard Norge(NS3901). (1998) *Krav til risikovurdering av brann i byggverk*. (NS 3901:1998) Oslo: Standard Norge.

-Standard Norge(NS3901). (2012) *Krav til risikovurdering av brann i byggverk*. (NS 3901:2012) Oslo: Standard Norge.

-Statens bygningstekniske etat. (2000) *Røykventilasjon, Temaveiledning*. Oslo: Statens bygningstekniske etat.

-Steen-Hansen, Anne. & Stensaas, Jan P. (Februar 2009). *Analyse av rømning fra kirkegalleri*. Trondheim: SINTEF NBL as.

-Store Medisinske Leksikon(SML). (13.02.2009). *Huden*. Hentet 18 februar 2015 fra <https://sml.snl.no/huden>

-Store Norske Leksikon(SNL). (14.02.2009). *Geistlighet*. Hentet 24. Mars 2015 fra <https://snl.no/geistlighet>

-Store Norske Leksikon(SNL). (14.02.2009). *Kirkeloven*. Hentet 9. februar 2015 fra <https://snl.no/kirkeloven>

-Store Norske Leksikon(SNL). (05.06.2014). *Kulturminner*. Hentet 9. Februar 2015 fra <https://snl.no/kulturminner>

-Store Norske Leksikon(SNL). (14.02.2009). *Liturgi*. Hentet 24. Mars 2015 fra <https://snl.no/liturgi>

-Store Norske Leksikon(SNL). 14.02.2009. *Pyrolyse*. Hentet 15. april 2015 fra <https://snl.no/pyrolyse>

Store Norske Leksikon(SNL). (30.05.2014). *Risiko*. Hentet 5. februar fra <https://snl.no/risiko>

-Store Norske Leksikon(SNL). (14.02.2009) *Sakristi*. Hentet 23. mars fra <https://snl.no/sakristi>



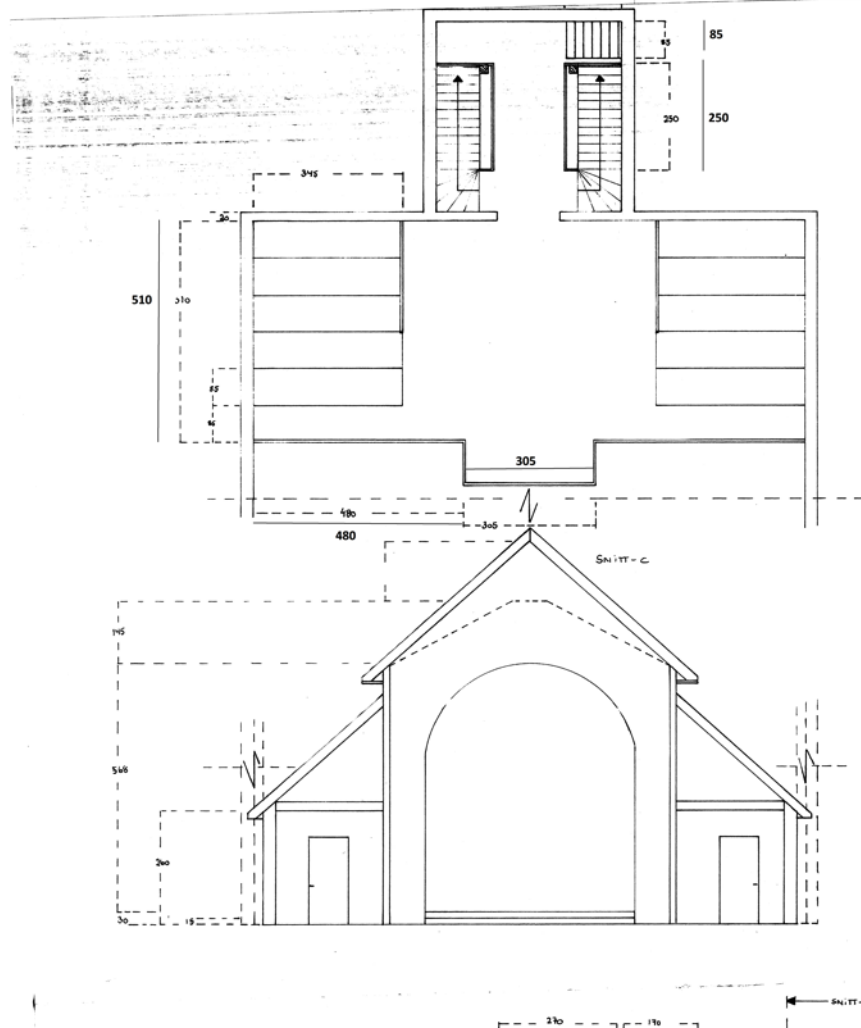
HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

-Store Norske Leksikon(SNL). (14.02.2009). *Simulering – IT*. Hentet 24. Mars 2015 fra <https://snl.no/simulering/IT>

-Thunderhead Engineering. (2014). *Rapport om teknisk Referanse*. Hentet 11.11.14: http://www.thunderheadeng.com/wp-content/uploads/downloads/2014/10/tech_ref.pdf

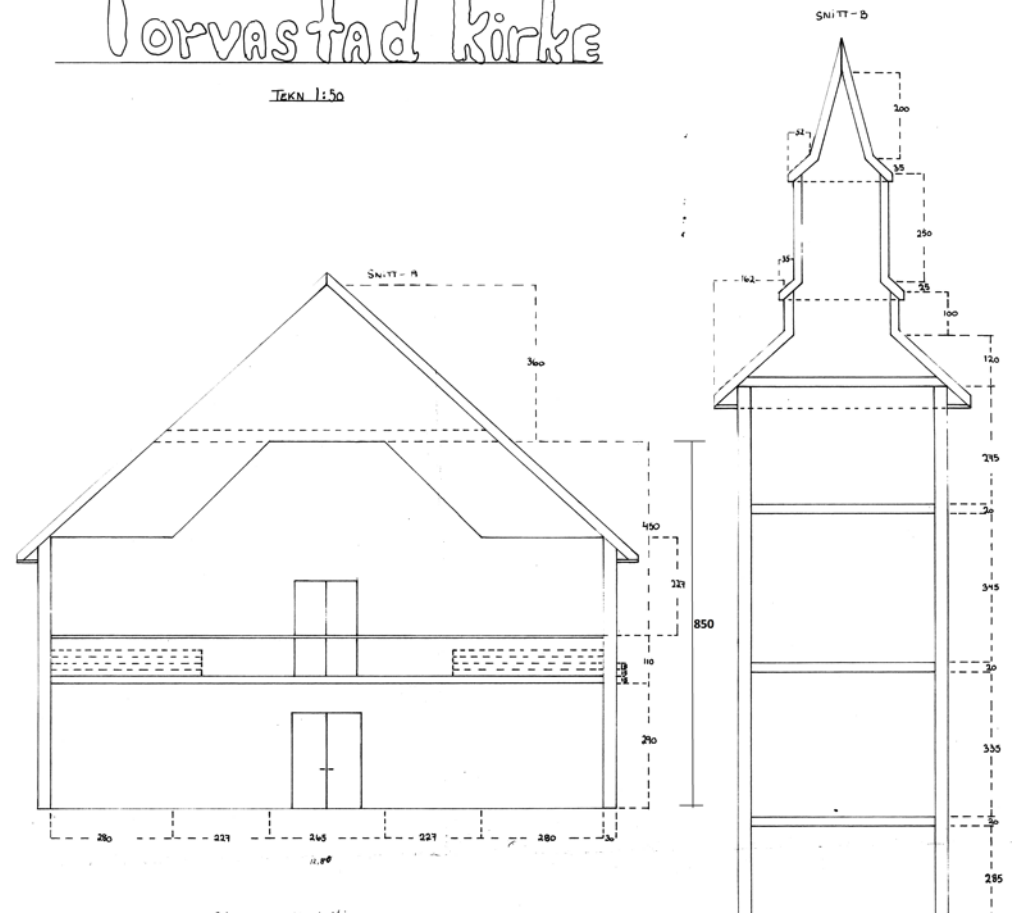
-Thunderhead Engineering. (2014). *Rapport om verifikasjon og validering*. Hentet 11.11.14:http://www.thunderheadeng.com/wpcontent/uploads/downloads/2014/08/verification_validation.pdf

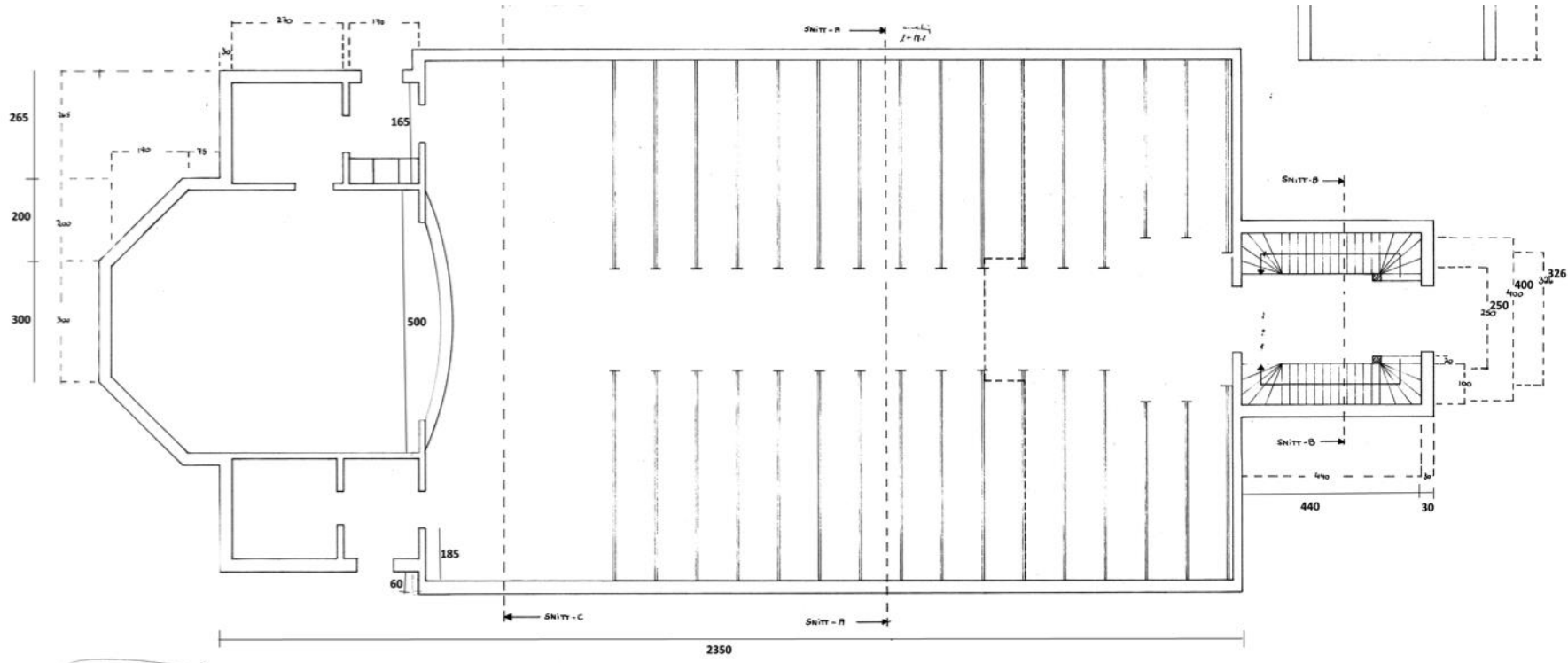
Vedlegg A - Plantegning Torvastad kirke



Torvastad kirke

TEKN 1:50





Vedlegg B – Inndata Argos

Felles inndata Argos	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3																																																																																																																		
Timber structures	Christmas trees, expt. No 17	Offices, Computer in office	Coffe makers, Code Y1/10																																																																																																																		
Timber wall, 50 mm solid	Code Y8/21	Code Y0/22	OSP. (dB/m) 200																																																																																																																		
Floor Timber Floor	Optical smoke potential (dB/m) 15,5	OSP. (dB/m) 200																																																																																																																			
Door	<table border="1" data-bbox="667 470 994 547"> <thead> <tr> <th>T (s)</th> <th>Q (t) [MW]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>15</td><td>0,001</td></tr> <tr><td>30</td><td>0,61</td></tr> <tr><td>45</td><td>1,4</td></tr> <tr><td>60</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>75</td><td>1,0</td></tr> <tr><td>90</td><td>0,6</td></tr> <tr><td>105</td><td>0,5</td></tr> <tr><td>120</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>135</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>150</td><td>0,4</td></tr> <tr><td>180</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>210</td><td>0,27</td></tr> <tr><td>240</td><td>0,2</td></tr> <tr><td>270</td><td>0,18</td></tr> <tr><td>300</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>360</td><td>0,05</td></tr> </tbody> </table>	T (s)	Q (t) [MW]	0	0	15	0,001	30	0,61	45	1,4	60	1,5	75	1,0	90	0,6	105	0,5	120	0,4	135	0,4	150	0,4	180	0,3	210	0,27	240	0,2	270	0,18	300	0,1	360	0,05	<table border="1" data-bbox="1064 432 1386 509"> <thead> <tr> <th>t (s)</th> <th>Q (t) [MW]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>30</td><td>0,019</td></tr> <tr><td>90</td><td>0,03</td></tr> <tr><td>120</td><td>0,03</td></tr> <tr><td>150</td><td>0,038</td></tr> <tr><td>180</td><td>0,046</td></tr> <tr><td>240</td><td>0,076</td></tr> <tr><td>270</td><td>0,152</td></tr> <tr><td>300</td><td>0,38</td></tr> <tr><td>360</td><td>0,122</td></tr> <tr><td>420</td><td>0,152</td></tr> <tr><td>450</td><td>0,14</td></tr> <tr><td>510</td><td>0,114</td></tr> <tr><td>540</td><td>0,152</td></tr> <tr><td>570</td><td>0,114</td></tr> <tr><td>600</td><td>0,137</td></tr> <tr><td>660</td><td>0,11</td></tr> <tr><td>750</td><td>0,08</td></tr> <tr><td>900</td><td>0,07</td></tr> <tr><td>930</td><td>0,06</td></tr> <tr><td>960</td><td>0,05</td></tr> <tr><td>990</td><td>0,046</td></tr> </tbody> </table>	t (s)	Q (t) [MW]	0	0	30	0,019	90	0,03	120	0,03	150	0,038	180	0,046	240	0,076	270	0,152	300	0,38	360	0,122	420	0,152	450	0,14	510	0,114	540	0,152	570	0,114	600	0,137	660	0,11	750	0,08	900	0,07	930	0,06	960	0,05	990	0,046	<table border="1" data-bbox="1496 395 1747 472"> <thead> <tr> <th>t (s)</th> <th>Q (t) [MW]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>30</td><td>0,008</td></tr> <tr><td>60</td><td>0,004</td></tr> <tr><td>90</td><td>0,003</td></tr> <tr><td>150</td><td>0,002</td></tr> <tr><td>180</td><td>0,001</td></tr> <tr><td>300</td><td>0,002</td></tr> <tr><td>360</td><td>0,005</td></tr> <tr><td>420</td><td>0,004</td></tr> <tr><td>480</td><td>0,008</td></tr> <tr><td>510</td><td>0,010</td></tr> <tr><td>540</td><td>0,013</td></tr> <tr><td>660</td><td>0,018</td></tr> <tr><td>720</td><td>0,020</td></tr> <tr><td>750</td><td>0,021</td></tr> </tbody> </table>	t (s)	Q (t) [MW]	0	0	30	0,008	60	0,004	90	0,003	150	0,002	180	0,001	300	0,002	360	0,005	420	0,004	480	0,008	510	0,010	540	0,013	660	0,018	720	0,020	750	0,021
T (s)	Q (t) [MW]																																																																																																																				
0	0																																																																																																																				
15	0,001																																																																																																																				
30	0,61																																																																																																																				
45	1,4																																																																																																																				
60	1,5																																																																																																																				
75	1,0																																																																																																																				
90	0,6																																																																																																																				
105	0,5																																																																																																																				
120	0,4																																																																																																																				
135	0,4																																																																																																																				
150	0,4																																																																																																																				
180	0,3																																																																																																																				
210	0,27																																																																																																																				
240	0,2																																																																																																																				
270	0,18																																																																																																																				
300	0,1																																																																																																																				
360	0,05																																																																																																																				
t (s)	Q (t) [MW]																																																																																																																				
0	0																																																																																																																				
30	0,019																																																																																																																				
90	0,03																																																																																																																				
120	0,03																																																																																																																				
150	0,038																																																																																																																				
180	0,046																																																																																																																				
240	0,076																																																																																																																				
270	0,152																																																																																																																				
300	0,38																																																																																																																				
360	0,122																																																																																																																				
420	0,152																																																																																																																				
450	0,14																																																																																																																				
510	0,114																																																																																																																				
540	0,152																																																																																																																				
570	0,114																																																																																																																				
600	0,137																																																																																																																				
660	0,11																																																																																																																				
750	0,08																																																																																																																				
900	0,07																																																																																																																				
930	0,06																																																																																																																				
960	0,05																																																																																																																				
990	0,046																																																																																																																				
t (s)	Q (t) [MW]																																																																																																																				
0	0																																																																																																																				
30	0,008																																																																																																																				
60	0,004																																																																																																																				
90	0,003																																																																																																																				
150	0,002																																																																																																																				
180	0,001																																																																																																																				
300	0,002																																																																																																																				
360	0,005																																																																																																																				
420	0,004																																																																																																																				
480	0,008																																																																																																																				
510	0,010																																																																																																																				
540	0,013																																																																																																																				
660	0,018																																																																																																																				
720	0,020																																																																																																																				
750	0,021																																																																																																																				
Solid wood door, 34 med mer (open)																																																																																																																					
Width (m) 0,90																																																																																																																					
Height (m) 2,10																																																																																																																					
Imperviousness (%) 0																																																																																																																					
Cv 0,70																																																																																																																					
Thickness (mm) 34																																																																																																																					
Door skipet alteret																																																																																																																					
Roll-up door																																																																																																																					
Width (m) 6,0																																																																																																																					
Height (m) 5,0																																																																																																																					
Imperviousness (%) 99																																																																																																																					
Cv 0,70																																																																																																																					
Thickness (mm) 22																																																																																																																					
Smoke detector (0,3)																																																																																																																					
Smoke sensitivity (dB/m) 0,30																																																																																																																					
Radiation fraction 0,35																																																																																																																					
			<table border="1" data-bbox="1496 1050 2000 1369"> <tbody> <tr><td>780</td><td>0,023</td><td>1200</td><td>0,016</td></tr> <tr><td>810</td><td>0,022</td><td>1260</td><td>0,018</td></tr> <tr><td>840</td><td>0,021</td><td>1440</td><td>0,014</td></tr> <tr><td>900</td><td>0,018</td><td>1500</td><td>0,013</td></tr> <tr><td>960</td><td>0,019</td><td>1620</td><td>0,011</td></tr> <tr><td>1020</td><td>0,020</td><td>1680</td><td>0,010</td></tr> <tr><td>1080</td><td>0,019</td><td>1860</td><td>0,008</td></tr> <tr><td>1140</td><td>0,020</td><td>1920</td><td>0,006</td></tr> </tbody> </table>		780	0,023	1200	0,016	810	0,022	1260	0,018	840	0,021	1440	0,014	900	0,018	1500	0,013	960	0,019	1620	0,011	1020	0,020	1680	0,010	1080	0,019	1860	0,008	1140	0,020	1920	0,006																																																																																	
780	0,023	1200	0,016																																																																																																																		
810	0,022	1260	0,018																																																																																																																		
840	0,021	1440	0,014																																																																																																																		
900	0,018	1500	0,013																																																																																																																		
960	0,019	1620	0,011																																																																																																																		
1020	0,020	1680	0,010																																																																																																																		
1080	0,019	1860	0,008																																																																																																																		
1140	0,020	1920	0,006																																																																																																																		

Vedlegg C – Utdata Argos

Scenario 1

Fire progression:

Data point fire > Christmas trees, expt.no. 17, Y8/21

Plumemodel > Heskestad

00:00:45 : Room 'Skipet': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:01:00 : Fire is declining

00:01:00 : Room 'Sakristi': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

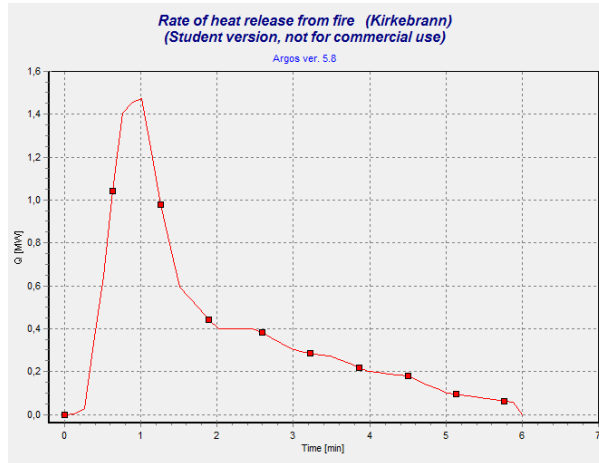
00:04:11 : Critical condition in room

'Sakristi': Smoke free height less than 2,45 m

00:05:13 : Critical condition in room 'Skipet':

Smoke free height less than 2,45 m

00:06:00 : Fuel is burnt out



Scenario 1 med sprinkler

Fire progression:

Data point fire > Christmas trees, expt.no. 17,, Y8/21

Plumemodel > Heskestad

00:00:45 : Room 'Skipet': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:00:59 : Room 'Alteret': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:01:00 : Fire is declining

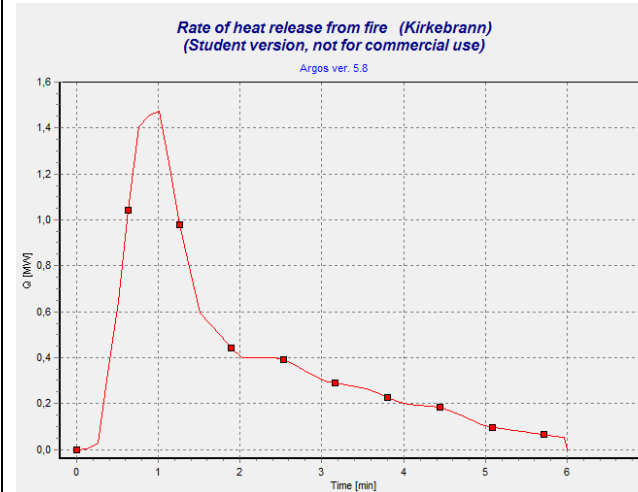
00:04:03 : Critical condition in room 'Alteret':

Smoke free height less than 2,45 m

00:04:50 : Critical condition in room 'Skipet':

Smoke free height less than 2,45 m

00:06:00 : Fuel is burnt out



Scenario 2

Fire progression:

Data point fire > Offices, Computer in office, Y0/22
Plumemodel > Heskestad

00:00:06 : Room 'Sakristi høyre': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:00:30 : Critical condition in room 'Sakristi høyre': Smoke free height less than 1,90 m

00:03:34 : Room 'Alteret': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:05:00 : Fire is declining

00:05:06 : Room 'Skipet': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

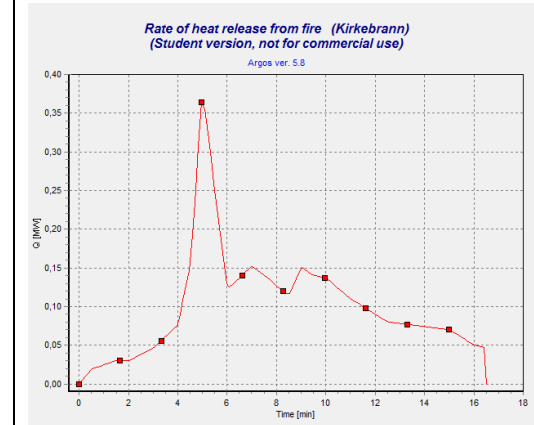
00:08:31 : Room 'Sakristi venstre': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:09:17 : Room 'Våpenhus': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:09:17 : Critical condition in room 'Skipet':

Optical density greater than 1,0 dB/m

00:16:30 : Fuel is burnt out



Scenario 2 med sprinkler

Fire progression:

Data point fire > Offices, Computer in office, Y0/22

Plumemodel > Heskestad

00:00:06 : Room 'Sakristi høyre': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:00:30 : Critical condition in room 'Sakristi høyre': Smoke free height less than 1,90 m

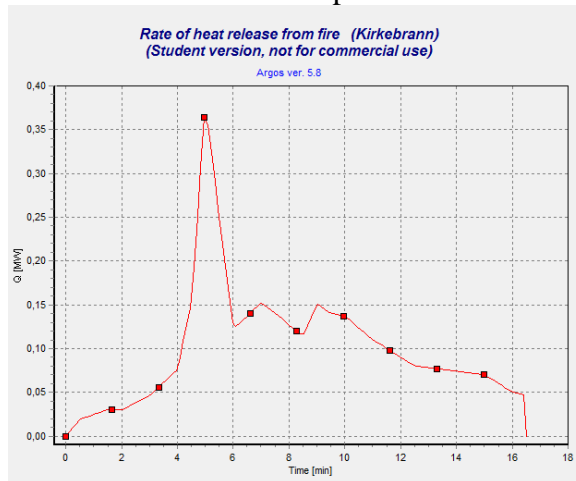
00:03:34 : Room 'Alteret': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:05:00 : Fire is declining

00:05:02 : Room 'Sakristi høyre': Sprinkler installation (AWS) activated

00:05:06 : Room 'Skipet': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:05:43 : Fire has been put out



Scenario 3

Fire progression:

Data point fire > Coffee makers, Y1/10

Plumemodel > Heskestad

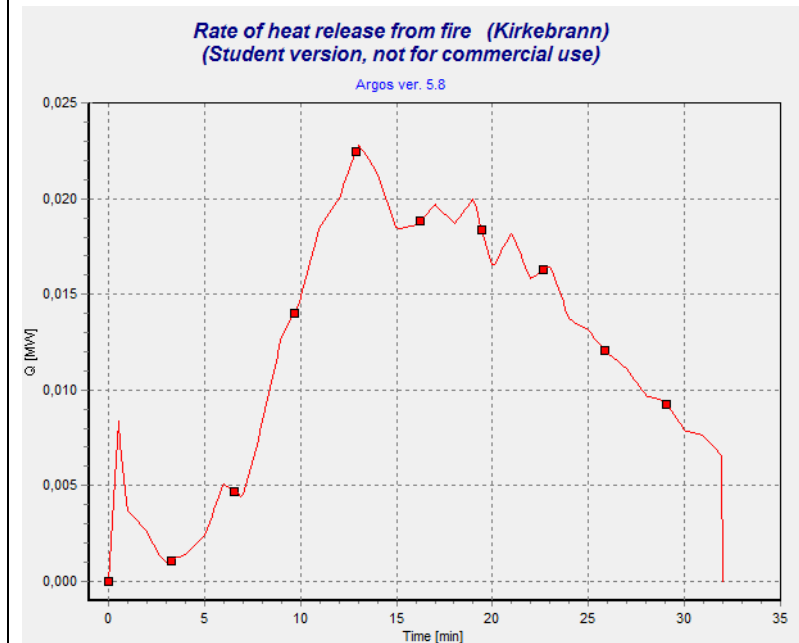
00:00:12 : Room 'Sakristi venstre': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:00:30 : Fire is declining

00:00:39 : Critical condition in room 'Sakristi venstre': Smoke free height less than 1,90 m

00:24:54 : Room 'Skipet': Smoke-detected fire alarm (AFA) activated

00:32:00 : Fuel is burnt out



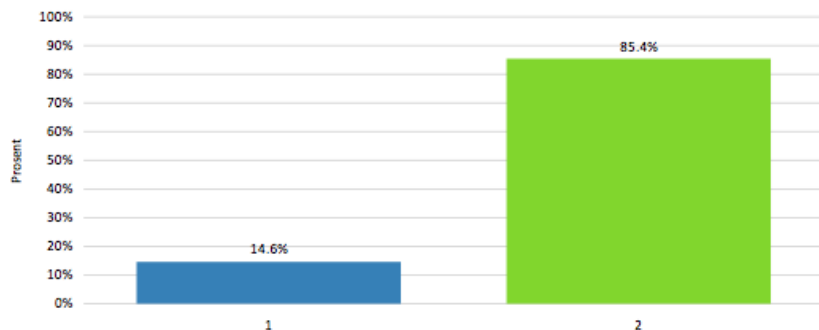
Vedlegg D – Utdata Pathfinder

Checking for errors...	ROOM/DOOR	FIRST IN	LAST OUT	TOTAL
Saving model...	USE FLOW	AVG.		
Adding constriction edges (18)...	(s)	(s)	(pers)	(pers/s)
0.055401849	-----			
running simulation	Floors->Floor 0,0 m->Room05	0,0	142,1	369
SIMULATION BEGIN	Floors->Floor 0,0 m->Room06	2,4	161,6	303
Writing snapshot, Rømningssimulering Torvestad_0120,000.snapshot...	Floors->Floor 0,0 m->Room07	0,0	124,6	15
Snapshot written.	Floors->Floor 0,0 m->Room14	0,0	0,0	0
SIMULATION END	Floors->Floor 0,0 m->Room12	1,2	145,5	147
SUMMARYSUMMARY***SUMMARY***SUMMARY***SUMMARY***	Floors->Floor 0,0 m->Stair07	4,7	159,2	38
Simulation: Rømningssimulering Torvestad	Floors->Floor 0,0 m->Stair08	4,1	147,8	43
Mode: Steering	Floors->Floor 3,0 m->Room00	0,0	135,0	81
Total Occupants: 450	Floors->Floor 3,0 m->Room01	1,9	147,6	81
Last Out: 161,6s	Floors->Floor 0,0 m->Door05	2,4	140,1	222
[Components] All: 20	1,6			
[Components] Doors: 11	Floors->Floor 0,0 m->Door07	1,2	142,1	147
Triangles: 206	1,0			
Startup Time: 0,2s	Floors->Floor 0,0 m->Door08	0,0	0,0	0
CPU Time: 4,6s	Floors->Floor 0,0 m->Door09	2,2	124,6	15
	0,1			
	Floors->Floor 0,0 m->Door13	9,2	161,6	303
	2,0			
	Floors->Floor 0,0 m->Door16	4,0	145,5	147
	1,0			
	Floors->Floor 3,0 m->Door00	1,9	135,0	81
	0,6			
	Stair07 door 1	13,1	159,2	38
	Stair07 door 2	4,7	147,6	38
	Stair08 door 1	12,8	147,8	43
	Stair08 door 2	4,1	128,0	43
	0,3			
	0,3			
	0,3			
	0,3			

Vedlegg E – Resultater fra spørreundersøkelse

Automatisk slokkeanlegg i kirkebygg

1. Har kirken et automatisk slokkeanlegg?



Navn	Prosent
Ja	14,6%
Nei	85,4%
N	48

2. Hvis ja, hva er grunnen til at kirken har fått installert et automatisk slokkeanlegg?

Vi har ~~ikke~~ automatisk slokkeanlegg, men det er under planlegging og blir ~~to~~le installert i løpet av 2015 / 2106.

~~Pga~~ brannsikkerhet, og verneverdighet/ kulturhistoriske verdier

Høyland kirke er en verneverdig kirke i tre.

Vi ønsker å ha automatiske slokkeanlegg på alle trekirker og på noen spesielt verneverdige murkirker.

Har ikke hatt råd til å installere i alle enda.

Det har ikke vært prioritert... Økonomi...

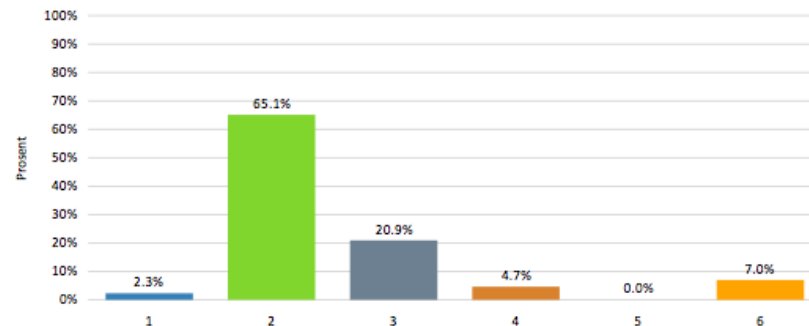
Kommunen hadde ansvaret for bygningen før og monterte sprinkleranlegg på flere steder deriblant kirken. (På 1990 tallet)

Skjedde på 1990 tallet, før min tid. Tror det skyldes at det var en del påsatte kirkebranner. Kommunens ledelse var og er glad i kirken og installerte slokkeanlegg som en beskyttelse.

Fra 1800-tallet har vi 3 bygg. 2 er verneverdige. Alle disse har automatisk slokkeanlegg. Et teglsteinsbygg 2 ~~trebygg~~. Automatisk slokkeanlegg ~~pga~~ vern, tre og sikkerhet.

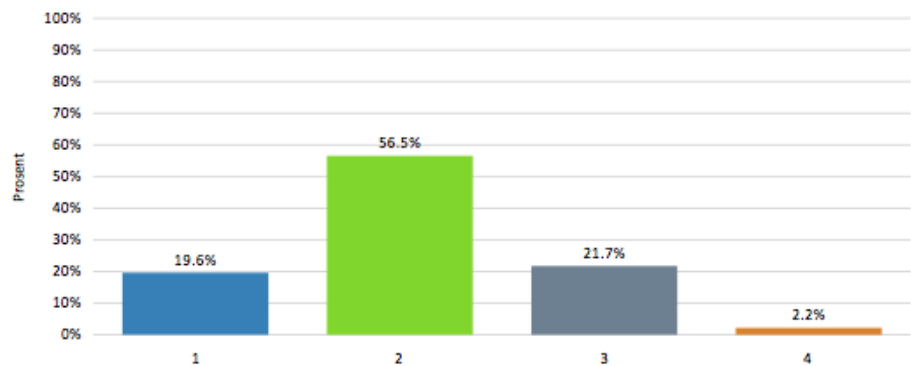
Bevilgende myndighets prioriteringer

3. Hvis nei, hva er grunnen til at kirken ikke har fått installert et automatisk slokkeanlegg?



Navn	Prosent
1 • Automatisk slokkeanlegg ødelegger det kulturhistoriske	2,3%
2 • Har ikke økonomi til et automatisk slokkeanlegg	65,1%
3 • Prioriterer andre bygningstekniske oppgraderinger foran et automatisk slokkeanlegg	20,9%
4 • Mangler kunnskap om automatisk slokkeanlegg og anleggets positive faktorer på brannsikkerheten av kirkebygningen	4,7%
5 Kirken har automatisk slokkeanlegg	0,0%
6 Annet	7,0%
N	43

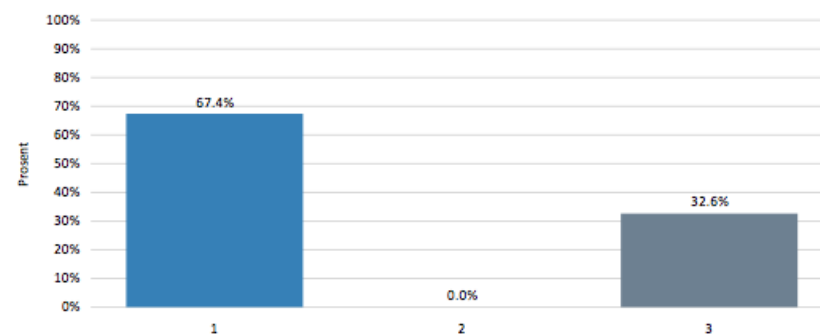
4. Hva er avgjørende når en beslutning om installering av automatisk slokkeanlegg skal tas?



Navn	Prosent
1	Sikkerhet
2	Økonomi
3	Det kultubistoriske
4	Annet

Navn	Prosent
Sikkerhet	19,6%
Økonomi	56,5%
Det kultubistoriske	21,7%
Annet	2,2%
N	46

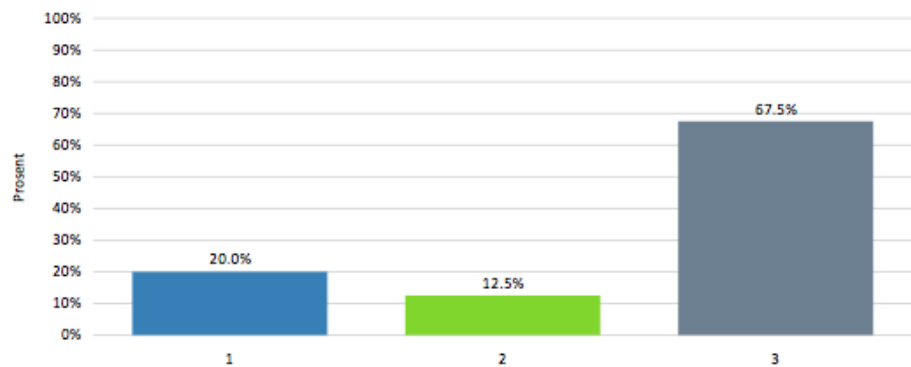
5. Hvis kirken deres hadde fått bevilget penger til et automatisk slokkeanlegg ville dere da installert et automatisk slokkeanlegg?



Navn	Prosent
1	Ja
2	Nei
3	Vet ikke

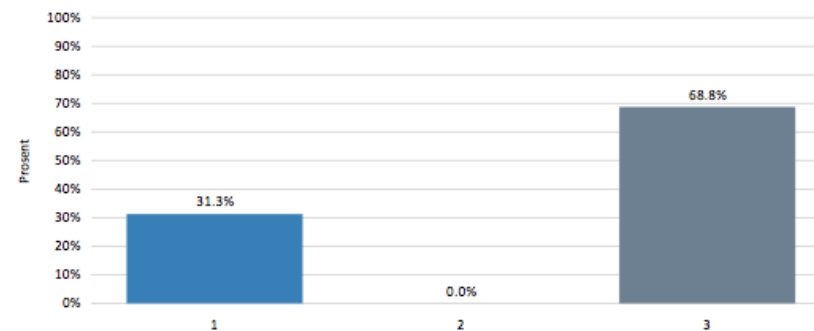
Navn	Prosent
Ja	67,4%
Nei	0,0%
Vet ikke	32,6%
N	46

6. Hvis galleriet er stengt på grunn av brannsikkerhetsmessige årsaker: Er dere villig til å installere automatisk slokkeanlegg hvis man får åpnet galleriet igjen etter installering?



Navn	Prosent
1	20,0%
2	12,5%
3	67,5%
N	40

7. Når dere tenker på automatisk slokkeanlegg i kirker, tenker dere da at det er på grunn av verdiskring eller personsikkerhet?



Navn	Prosent	
1	Verdiskringhet	31,3%
2	Personsikkerhet	0,0%
3	Begge deler	68,8%
N	48	



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

