

Brannteknisk prosjektering av Bærum Frikirke



Hovedprosjekt utført ved Høgskolen Stord/Haugesund - Avd. for ingeniørfag

Studieretning : Brannsikkerhet

Av : Pål Andreas Dahl

Kandidatnummer: 33

Lars-Erik Peymann

Kandidatnummer: 15

Haugesund

2001



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

Oppgavens tittel		Rapportnummer
Brannteknisk prosjektering av Bærum Frikirke		
Utført av		
Pål Andreas Dahl og Lars-Erik Peymann		
Linje		Studieretning
Sikkerhet		Brannsikkerhet
Gradering	Innlevert Dato	Veileder ved HSH
Åpen	3. mai 2002	Jan Torgil Josefsen
Oppdragsgiver		Kontaktperson hos oppdragsgiver
Bærum Frikirke		Siegfried Eisinger

Denne oppgaven tar for seg brannteknisk prosjektering og bruksendring av et eksisterende bygg. Bygget tas utgangspunkt i disponeres av menigheten i Bærum Frikirke, og de er interessert i å ta i bruk loftsetasjen til ungdomsaktiviteter. Allikevel må det gjøres en vurdering av den totale brannsikkerheten i bygget.

For å få til dette er det blitt benyttet dataverktøy og standardiserte oppsett for henholdsvis prosjektering og gjennomføring av risikoanalyse. Disse er ment å skulle danne grunnlag for videre vurderinger og forslag til tiltak for å bedre brannsikkerheten. I den sammenheng vil det naturlig nok oppstå en del feilmarginer.

Det tas allikevel utgangspunkt i at disse opplysningene er fullt mulige å ta med i betraktningene som gjøres. Konklusjonen når det gjelder gjennomførbarheten for prosjektet er optimistisk både med tanke på det økonomiske og det bygningsmessige. Det foreslås og for fremtidig bruk av bygget å vektlegge organisatoriske tiltak for å trygge de eksisterende forhold. Spesielt gjelder dette ved større arrangementer der mange vil være ukjente med byggets rømningsveier.



Forord

Denne rapporten presenterer det avsluttende arbeidet vårt som snart ferdigutdannede branningeniører her ved Høgskolen Stord/Haugesund.

Vi var tidlig på jakt etter en meningsfylt hovedoppgave som kunne gi oss trening i konkret problemløsning. Etter å ha sett litt på de forskjellige oppgavene, sendt inn til skolen fra ulike bedrifter og foreninger, tok vi kontakt med Siegfried Eisinger fra Bærum Frikirke. Dette fordi oppgaven de hadde sendt høgskolen virket både interessant og utfordrende. Denne tok blant annet for seg problemstillinger knyttet opp mot bruksendring av bestående byggverk, og gav muligheter for å gjennomføre risikoanalyse.

Arbeidet med oppgaven har bydd på mange interessante problemer og utfordringer. Det har gitt oss anledning til å se på en del av de problemstillingene vi har møtt gjennom branningeniør utdanningen. Vi har fordypet oss i teorien angående prosjektering av bygg, noe som har vist seg å være svært omfattende og krevende. Det å sette seg inn i dataverktøy som DAK (AutoCad), Simulex og Argos har også vært tidkrevende. Men i ettertid ser vi at dette har gitt oss nyttige erfaringer i form av grunnleggende kunnskaper omkring disse.

Vi håper at Bærum Frikirke vil få bruk for det arbeidet vi har lagt ned i denne oppgaven, og da vil resultatene fra kapittel 5, 6 og 7 være mest aktuelle. Dette gjelder også alle tegninger og simuleringsresultater. Ellers anbefaler vi alle med interesse innenfor fagfeltet brann å lese denne rapporten.

Prosjektering av bygg har vist seg å være en svært krevende jobb, og vi har gjennom arbeidet med hovedoppgaven hatt god bruk for hjelp og veiledning. I den anledning vil vi gjerne rette en stor takk til de som har vært behjelpelige:

- Intern veileder: Jan Torgil Josefsen
- Ekstern veileder: Siegfried Eisinger
- Andre: Torgrim Log, Anders Arnhus, Stefan Andersson og Andreas Tungvåg

Haugesund, 3. mai 2002

Pål Andreas Dahl

Lars-Erik Peymann



Sammendrag

Denne rapporten omhandler brannteknisk prosjektering og bruksendring av et eksisterende bygg. Hensikten har vært å finne ut om Bærum Frikirke kan ta i bruk loftsetasjen i bygget de disponerer, uten at dette vil få for store økonomiske og bygningsmessige konsekvenser. Samtidig ønsket man en grundigere gjennomgang av bygget i sin helhet med tanke på en total oppgradering av brannsikkerheten. Dette fordi menigheten ønsker å kunne dokumentere og legge frem at brannsikkerheten blir prioritert.

Utgangspunktet for rapporten var at ved en bruksendring vil mange av dagens gjeldende lovkrav med tanke på brannsikkerhet ikke være tilfredsstillende slik bygget er i dag. Disse må utbedres eller kompenseres for.

I arbeidet med å kunne legge frem hensiktsmessige løsninger er det blitt benyttet ulike typer verktøy. Et blad fra Byggforskserien er blitt brukt som mal for gjennomføring av den branntekniske prosjekteringen, mens NS 3901 er brukt som standard for den risikoanalysen som er gjennomført.

Datasimuleringer er benyttet for å fremskaffe et estimat over brann- og rømningsforløp og som grunnlag for videre vurderinger. En feiltreanalyse er blitt utført for å kartlegge potensielle brannscenarier. Betrachninger omkring disse, som risiko og sannsynlighet, er forsøkt anslått ved hjelp av statistisk materiale.

Etter det som er kommet frem av rapporten, blir det ansett som fullt gjennomførbart å utføre forbedringer som gjør det mulig å ta i bruk loftsetasjen. Disse blir ansett for å være forsvarlige både ut fra økonomiske og bygningsmessige betrachninger. Samtidig blir det ansett som viktig at menigheten på sikt gjennomfører organisatoriske tiltak som legger til rette for sikker rømning. Dette spesielt med tanke på større arrangementer der folk ikke er kjent med bygget.



Innholdsfortegnelse

Forord	3
Sammendrag	4
Innholdsfortegnelse	5
1. Innledning	7
<i>1.1 Definisjoner</i>	7
2. Problemstilling	9
3. Teoridel	10
<i>3.1 Hva er en brann?</i>	10
<i>3.2 Varmetransport</i>	11
<i>3.3 Brannspredning</i>	12
<i>3.4 Røyk og røykspredning</i>	12
<i>3.5 Rømning av personer</i>	13
4. Metode	14
<i>4.1 Byggforskserien</i>	14
<i>4.2 NS 3901</i>	14
<i>4.3 Feiltreanalyse</i>	14
<i>4.4 Simulex</i>	15
<i>4.5 Argos</i>	15
5. Brannsikkerhetsstrategi	16
<i>5.1 Introduksjon</i>	16
5.1.1 Prosjekt/ bygning.....	16
5.1.2 Grunnlag og forutsetninger	16
<i>5.2 Brannteknisk prosjektering etter funksjonsbaserte løsninger</i>	17
5.2.1 Risikoklasser og brannklasser (TEK § 7-22)	17
5.2.2 Bæreevne og stabilitet ved brann (TEK § 7-23)	17
5.2.3 Antennelse, utvikling og spredning av røyk (TEK § 7-24).....	18
5.2.4 Tilrettelegging for slukking av brann (TEK § 7-25).....	22
5.2.5 Brannspredning mellom byggverk (TEK § 7-26)	22
5.2.6 Rømning av personer (TEK § 7-27).....	22
5.2.7 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap (TEK § 7-28).....	22
5.2.8 Annet tiltak som bør vurderes	23
<i>5.3 Risikoanalyse</i>	23
5.3.1 Målsetting for brannsikkerheten.....	23



5.3.2 Forutsetninger og antakelser	24
5.3.3 Kvalitativ analyse med kvantitative beregninger	25
5.3.4 Konsekvensanalyse	30
6. Diskusjon.....	33
7. Konklusjon.....	35
8. Referanseliste.....	36



1. Innledning

Oppmerksomheten rettet mot det menneskelige og materielle skadeomfanget ved brann har hatt en sterk økning de seneste årene. Dette har skjedd i takt med at det generelle kunnskapsnivået innen fagområdet brann har opplevd en kraftig utvikling. Denne kompetansehevingen har funnet sted gjennom forskning, ulike former for forsøk og innsamling av statistisk materiale. Etter hvert som det enorme skadepotensialet er blitt avdekket, har flere aktører kommet på banen med ønske om en forbedring av den nåværende situasjonen. I tillegg til bygg og anleggbransjen gjelder dette forsikringsselskaper og boligformidlere, så vel offentlige som private.

Som følge av denne utviklingen har man til nå, og vil man fortsatt oppleve en stadig fornyelse og oppgradering av lovverket. Dette kan blant annet føre til problemer i forbindelse med bruksendring av eksisterende bygg og da spesielt eldre bygg. Her foreligger det ofte store avvik mellom lovkrav som gjaldt da bygget ble oppført, og dagens lovkrav. For de lovkravene som tar for seg ivaretagelse av brannsikkerhet kan det være snakk om enorme sprik. I de tidligere lovverkene fantes svært få detaljkrav, i motsetning til dagens regelverk som inneholder mange. I tillegg kreves en gjennomgang av bygget i sin helhet. Noe som innebærer brannklassifisering av bygningsdeler, og inndeling av bygget i brannceller og brannseksjoner.

Bærum Frikirke holder til i et større trehus på Stabekk som ble overtatt for noen få år siden. Det eksisterer en stor, ikke utbygd loftsetasje som kunne egnet seg godt som ungdomslokaler. Målet for denne oppgaven er å komme med hensiktsmessige og fornuftige løsninger både med tanke på økonomi og bygningsmessig gjennomførbarhet. Dette for at menigheten på sikt skal kunne få tatt i bruk loftsetasjen. I tillegg kan rapporten danne et utgangspunkt for den branntekniske dokumentasjonen.

1.1 Definisjoner

- Brannbelastning:* Brannbelastningen oppgir den samlede varmemengden som avgis ved fullstendig forbrenning av alt materiale, i en branncelle eller et annet avgrenset område.
- Branncelle:* Et avgrenset område i et bygg, som skal hindre spredning av brann og røyk. Dette over en gitt tid, for å sikre sikker rømning.
- Brannklasse:* Klassifisering av bygninger ut fra de konsekvenser en brann i bygget kan få med hensyn til miljø, og samfunn. Graderingen skjer fra lavest 1 til 4 som innebærer den høyeste risikoen.
- Brannmotstand:* Den tidsperioden en bygningsdel er ment å skulle kunne tåle oppvarming, uten å miste sine branntekniske egenskaper. Brannmotstanden måles i minutter, og følgende egenskaper blir målt:
- Bæreevne → R
 - Integritet (tettheten mot gass- og røykgjennomgang) → E
 - Isolasjonsevne → I



Det vil ofte bli aktuelt med en kombinasjon av disse egenskapene for de aktuelle bygningsdelene, som f.eks. EI 30, der det forutsettes at både integritet og isolasjonsevne opprettholdes i 30 min.

- Brannsikkerhetsstrategi:* De samlede tiltak hos en virksomhet som tar sikte på å forebygge og begrense eventuelle brannforløp.
- Brannvegg:* Skillede i et bygg som er av en slik forfatning at den skal hindre spredning av brann- og røykutvikling.
- G:* Klassifisering av golvbelegg med hensyn til krav om materialenes branntekniske egenskaper.
- In 1 og 2:* Klassifisering av innvendige overflater med hensyn til krav om materialenes branntekniske egenskaper. Inn under denne kategoriseringen kommer vegger, tak, himling, samt sjakter og hulrom. Det strengeste kravet av de to er 1.
- Konsekvensanalyse:* Kartlegging av de antatte konsekvensene av et ulykkesforløp.
- P I, II, og III:* Klassifisering av rør- og kanalisolasjon.
- PBL:* Plan- og bygningsloven av 1987.
- REN:* Veiledning til forskrift for plan og bygningsloven.
- Risikoklasse:* Klassifisering av bygninger ut fra de konsekvenser en brann i bygget kan få med hensyn på liv og helse. Klassifiseringen skjer fra lavest 1 til 6 som innebærer den høyeste risikoen.
- Risikoanalyse:* Kartlegging av risiko i form av potensielle faresituasjoner, årsaker til disse og konsekvenser de kan få for helse, miljø og samfunn.
- Seksjoneringsvegg:* Skillede i et bygg som skal utføres i ubrennbare materialer, og bestå belastninger som følge av et gitt brannforløp med hensyn på tid.
- Særskilt brannobjekt:* Et spesielt risikobetont bygg med særskilte forhold som setter høye krav til sikringstiltak og brannvesenets beredskap. Dette grunnet: antall personer som befinner seg i bygget, spesielle forhold rundt rømningsforhold, og eventuell risikobetont virksomhet på bygget.
- Ta:* Klassifisering av takteking med hensyn til krav om materialenes branntekniske egenskaper.
- TEK:* Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven.



2. Problemstilling

I forbindelse med overtakelse av sine nåværende lokaler innledet Bærum Frikirke etter hvert en dialog med sitt lokale brannvesen angående brannsikkerheten i bygget. Menigheten hadde også et ønske om å ta i bruk loftsetasjen til noe mer enn lagringsplass. Størrelsen på loftet, samt omfanget av aktiviteter innen menigheten gjorde dette interessant. Etter konsultasjon med brannvesenet ble denne foreslåtte bruksendringen sett på med en viss skepsis, grunnet manglende sikkerhet.

I den forbindelse, fikk vi forespørsel om å se litt nærmere på saken. Dette med tanke på å utrede et forslag til mulige tiltak som kunne iverksettes for å få brannsikkerheten opp på et akseptabelt nivå, slik at denne bruksendringen kunne la seg gjennomføre. Med utgangspunkt i denne forespørselen valgte vi følgende problemstilling:

- Er det mulig å ta i bruk loftsetasjen i Bærum Frikirke og samtidig ivareta brannsikkerheten?
- Hvilke tiltak er de mest hensiktsmessige, og er det mulig å foreta disse endringene innenfor en økonomisk forsvarlig ramme for menigheten?



3. Teoridel

Dette kapitlet er skrevet som en ren teoretisk del angående brannodynamikk, spredning av brann og røyk i bygg, rømning av personer ved brann og lignende.

Hele kapittel tre tar utgangspunkt i referanser^{1,2,3}

3.1 Hva er en brann?

Brann er en ukontrollert forbrenningsprosess. For at en brann skal kunne oppstå er en avhengig av fire grunnleggende forutsetninger. Disse fire refereres ofte til som brannfirkanten:

- brennbart materiale
- oksygen
- temperatur
- kontinuerlig kjedereaksjon

Hvis en av de ovennevnte forutsetningene fjernes, vil brannen slukke. Ofte påvirker et slökkemiddel flere enn bare en av disse.

Brannforløp

Her følger en beskrivelse av en typisk rombrann.

Antennelse:

Antennelse får vi på det tidspunktet en brann kan fortsette uten medvirkning fra en ekstern tennkilde. En brann kan tenne på mange forskjellige måter; åpen flamme, elektrisk gnist, feil på elektrisk anlegg og lignende.

Utvikling:

I utviklingsfasen vokser brannen alt avhengig av om det er tilstrekkelig med oksygen og brensel tilstede. Som et resultat av at brannen vokser vil også temperaturen stige betydelig. Denne økningen i temperatur skyldes stråling og konveksjon fra brannkilden samt stråling fra røyksjiktet og omgivende flater. Hvor raskt en brann utvikler seg varierer sterkt, avhengig av faktorer som type brensel, mengde brensel og oksygentilgang. Ved dokumentasjon av personsikkerheten, som omhandles i denne rapporten, er det utviklingsfasen som er viktigst, fordi rømning av personer kun er mulig i denne fasen. Det skal legges til at i denne fasen er det ofte gode muligheter for slukking med brannslukkingsapparat eller liknende.

Overtenning:

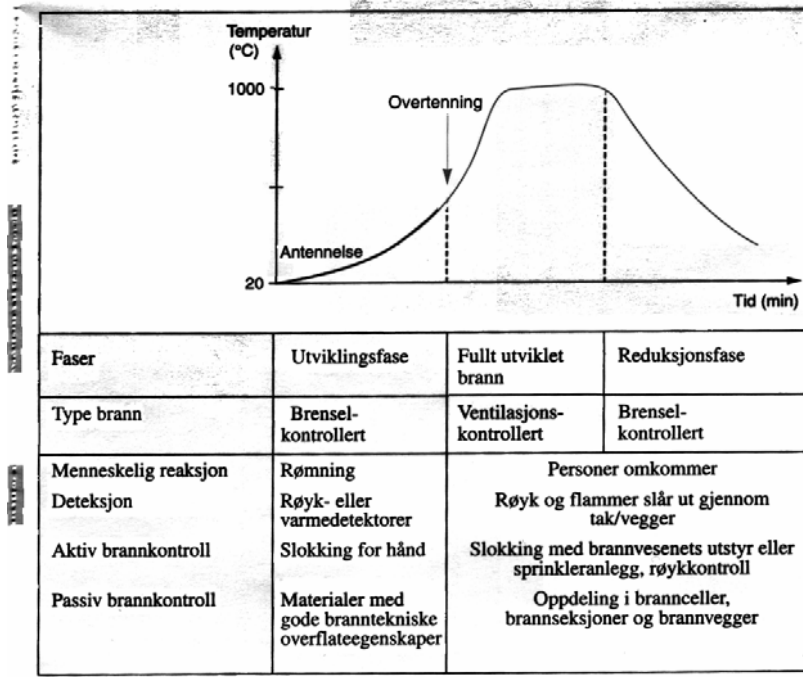
Når temperaturen i røyksjiktet i rommet når ca. 600°C, vil alle brennbare flater i rommet antennes. Dette fenomenet kalles overtenning. Etter at overtenningen har inntruffet vil det være umulig å oppholde seg i rommet på grunn av høy temperatur og mye røyk.

Fullt utviklet brann:

Når overtenningen har inntruffet er brannen fullt utviklet. Varmeproduksjonen vil være stor og det vil være mye røyk tilstede. Forholdene under en fullt utviklet brann er viktig å kunne belyse når en skal prosjektere en bygning. Dette bla med hensyn på bæreevne, evne til å forhindre brannspredning til andre bygninger og forhold for redningsmannskapene.

Reduksjonsfasen:

Brannen dør ut når mengden av brennbart materiale minskes og varmeproduksjonen avtar.



Figur: De ulike fasene i et typisk brannforløp

3.2 Varmetransport

Under en brann utvikles varme slik at det oppstår temperaturforskjeller. Som et resultat av disse temperaturforskjellene oppstår det varmetransport, eller overføring av energi. I hovedsak spres brann/ varme ved ledning, konveksjon og stråling, samt at det også kan spres ved en såkalt flyvebrann.

Ledning

Varmetransport ved ledning blir ofte assosiert med faste materialer, selv om det også forekommer i væsker og gasser. Sagt på en enkel måte så skyldes varmeledning bevegelser i molekylene i materialet. Ved en temperaturforskjell i materialet vil varmetransporten foregå fra høy temperatursone til lavere temperatursone. Materialer har forskjellig varmeledningsevne alt etter hastigheten som varmen transporteres på, og materialenes evne til å lede varme i forhold til deres evne til å lagre varme.

Konveksjon

Konveksjon er en form for varmetransport hvor varmen går til eller fra et fast materiale som følge av omliggende væske eller gass. Det foregår for eksempel ved at luft strømmer langs en flate og blir varmet opp eller kjølet ned ved materialoverflaten. Et typisk eksempel er når luft strømmer langs et vindu. I startfasen til en brann skjer mesteparten av varmeoverføring ved hjelp av konveksjon, men etter hvert så tar varmeoverføring ved stråling mer og mer over.

Stråling

Varmestråling er den største årsaken til brannspredning. Strålingsvarmen blir oppgitt som temperaturen i fjerde potens, og den blir overført ved hjelp av elektromagnetiske bølger. Varmestråling forekommer først og fremst i store åpne flater, slik som fra en vegg til en annen, men også i små hulrom inne i konstruksjoner. Både flammen og røyken avgir stråling, men det er flammene som gir det største bidraget. Hvor mye varme som transporteres



avhenger av materialenes utforming, overflatens evne til å avgi varmestråling (emissivitet), og stråling fra røyklaget.

Flyvebrann

Dette er ikke noe fenomen for varmeoverføring slik som de ovennevnte, men en forholdsvis vanlig måte for en brann å fysisk spre seg fra et element til et annet. Dette skjer ved at brennende partikler transporteres i luften og antenner andre brennbare materialer. Eksempler på flyvebrann er fra et vindu og til et overliggende vindu, fra takfoten i en bygning til takfoten i en nærliggende bygning.

3.3 Brannspredning

En brann kan spres på alle de måtene som er beskrevet i kapittel 3.2. Dette delkapittelet omhandler konkret hvordan en brann fysisk sprer seg i et bygg.

Brannspredning innenfor en branncelle

Som følge av termiske oppdriftskrefter blir flammer og røyk hovedsakelig transportert vertikalt. Dette medfører større sannsynlighet for spredning av branner oppover, derfor er det viktig å velge materialer i tak og vegger med gode branntekniske egenskaper. I kirken er alle materialene i tre. Dette brenner godt, og som en følge av dette vil det være aktuelt å gjøre tiltak mot dette i trapperom og der folk vil rømme ved en brann. Eksempler på slike tiltak kan være å bytte ut materialene eller å beskytte de med brannhemmende maling, sprinkleranlegg eller lignende.

Brannspredning i hulrom

Dette er et stort problem i mange bygg, fordi en brann som spres ukontrollert i hulrom vil være vanskelig å oppdage. En slik brann er i tillegg vanskelig å slukke på grunn av dårlig tilkomst. Eksempler på slike hulrom kan være; hulrom over nedforede himlinger, hulrom i vegger og etasjeskillere og ventilasjonskanaler. Dette ser vi på som et mindre problem i vårt tilfelle fordi det er få slike hulrom i kirken.

Brannspredning mellom ulike brannceller

En brann sprer seg stort sett overalt hvor det finnes åpninger. Her følger en del eksempler på hvordan branner spres mellom ulike brannceller:

- Lekkasjer og utettheter i skillekonstruksjoner
- Utette sammenføyninger mellom ulike bygningsdeler (yttervegg – dekke)
- Utettheter rundt gjennomføringer som rør og kabler
- Åpne dører
- Sjakter og hulrom (ventilasjonskanaler)
- Trapperom
- Via vindu og til etasjen over

For å unngå brannspredning på ovennevnte måte i kirken anbefales det å følge de forslagene til forbedringer av brannceller og passive tiltak i rapporten.

3.4 Røyk og røykspredning

Den hyppigste årsaken til at folk omkommer i brann er røykskader. Det første som skjer når en oppholder seg i et røykfyllt lokale er at sikten reduseres vesentlig. I tillegg til dette



inneholder røyken som regel giftige gasser (CO, CO₂, HCN) som kan føre til handlingslammelse og død, alt etter hvor mye en blir eksponert. Røyken utvikles og spres raskt, slik at rømningsforholdene kan bli kritiske. Derfor er det viktig å sette i verk tiltak for å hindre røykspredning.

På samme måte som brann kan røyk spre seg raskt innenfor en branncelle og mellom ulike brannceller. Røyken spres via hulrom og sjakter og som følge av utettheter i skillekonstruksjoner. Som nevnt tidligere anbefales det å følge de forslagene til forbedring av branncellene som er nevnt i rapporten. På denne måten vil en kunne hindre røykspredning.

3.5 Rømning av personer

Under et branntilfelle er det vanlig å se på de bygningsmessige, branntekniske og menneskelig forholdene som de tre faktorene med størst innvirkning på rømningstiden. Man vil i alle tilfeller være interessert i holde denne så lav som mulig slik at sikker rømning kan oppnås. Det innebærer at alle som oppholder seg i den aktuelle bygningen kommer seg til et sikkert sted inne eller fortrinnsvis helt ut i det fri. Dette må skje før grenseverdien for røyk, varme og giftige gasser overstiges.

Når det gjelder menneskers evne til å takle krisesituasjoner som brann og lignende vil disse i stor grad variere og være sterkt avhengige av så vel fysiske som psykiske forhold. Det vil derfor være vanskelig å skulle fastslå noe konkret reaksjonsmønster med tanke på definerte aldersgrupper, kjønn og lignende. Allikevel er det enkelte ting som er ut til å gå igjen :

- For foreldre er det vanlig å tenke på sine egne barn, og prøve å få disse i sikkerhet, før man begynner å rømme selv.
- Voksne menn har en tendens til å ville gå inn i det brennende bygget igjen med tanke på å yte en innsats i redningsarbeidet.
- Når store folkemasser rømmer, som for eksempel fra kjøpesentre og forsamlingslokaler, er det vanlig å avvente for å se på hva andre gjør. Spesielt gjelder dette i sammenhenger hvor folk i utgangspunktet ikke kjenner hverandre fra før.
- Det er og et kjent og vanlig fenomen at folk har en tendens til å rømme ut samme veien som de kom inn, uavhengig av distanse til sikkert sted eller ut i det fri, sammenliknet med andre potensielle rømningsveier.

De fysiske forholdene som spiller inn er naturlig nok i større grad forutsigbare. Faktorer som alder, fysisk form, tilstand ved varsling som grad av våkenhet eller grad av påvirkning fra stoffer som alkohol, medisiner og lignende, vil alle kunne bidra til å påvirke så vel reaksjonstid som forflytningstid for de involverte. I tilfellet Bærum Frikirke er det gjennom simuleringsprogrammet Simulex forsøkt å få frem noe av dette. Blant annet gjelder dette forskjell i valg av rømningsvei, og reaksjons- og forflytningstid

Organisatoriske tiltak som frekvens for avholdte brannøvelser, generell kjennskap til bygget fra de involvertes side, samt merking og opplysning omkring rømningsforholdene er forhold som kan være med på å påvirke rømningstiden i positiv retning, hvis disse er godt ivaretatt.



4. Metode

I Arbeidet med denne rapporten er følgende fem verktøy blitt benyttet:

4.1 Byggforskserien

Byggforskserien består av omtrent 850 blader og over 10 000 illustrasjoner fordelt på tre hovedområder: *Planløsning*, *Byggdetaljer*, og *Byggforvaltning*, hvorav de to førstnevnte i all hovedsak tar for seg nybygg. Bladene inneholder nyttig informasjon i byggesaksspørsmål, med løsninger knyttet opp mot lovverket.

Under *Planløsning*, som tar for seg planlegging og prosjektering av bygninger, finner man detaljblad nr. 321.027-*Brannteknisk prosjektering, Brannsikkerhetsstrategi*⁴. Dette detaljbladet gir et forslag til punkter man bør få med seg ved gjennomførelse av en brannteknisk prosjektering.

Det tas i utgangspunktet sikte på å dokumentere brannsikkerheten ut fra en helhetlig vurdering. Men det gis også rom for kontroll- og detaljprosjektering basert på enten konsekvens- eller risikoanalyse.

4.2 NS 3901

NS 3901-*Risikoanalyse av brann i byggverk*⁵ er et standardisert oppsett og en mal som danner grunnlag for utforming og gjennomførelse av en risikoanalyse i forbindelse med en brann i et byggverk. Den er laget som et supplement og en videreføring av en tidligere standard, hvor utbedringen blant annet tar hensyn til at analysen skal kunne knyttes opp mot tilfredsstillende av offentlige krav.

Innledningsvis skal det gis en generell forklaring av aktuelle begreper tenkt brukt i analysen. Videre følger forslag til planlegging av analysen med aktuelle punkter som måldefinering, sammensetting av gruppen og organisering av arbeidet. Så følger en beskrivelse av selve gjennomføringen med blant annet forutsetninger og antagelser som blir gjort, fremgangsmåte og metoder som er blitt valgt, samt data som blir benyttet.

Årsaks- og konsekvensanalysen skal danne grunnlag for å kunne beskrive den generelle risikoen, og til slutt sammenfattes hele analysen med de fremkomne resultater i en rapport. Denne vil blant annet innebefatte drøfting av resultatene samt forslag til mulige risikoreduserende tiltak.

4.3 Feiltreanalyse

Feiltreanalyse⁶ er et verktøy for kartlegging av sammenhengen mellom en uønsket tilstand/hendelse i et system og mulige årsaker. Metoden ble først utviklet av Bell Telephone Laboratories i 1962 i forbindelse med en intern sikkerhetsmessig vurdering av avfyringssystemet til den kjernefysiske raketten "Minuteman". I dag er dette etter hvert blitt den mest utbredte metoden innen pålitelighets- og risikoanalyse. Hovedsakelig har den blitt benyttet som analyseverktøy innen områder som romfart, og kjernekraftverksindustri.

Selve feiltreet er et logisk oppsatt diagram som tar for seg sammenhengen mellom systemfeil, dvs enten konkrete komponentfeil eller uønskede hendelser i systemet. Den uønskede



hendelsen utgjør den såkalte topphendelsen og de ulike komponentfeilene utgjør det som kalles inngangshendelser. En inngangshendelse kan også være menneskelige feilhandlinger og eksterne forhold, som for eksempel ekstreme værforhold.

Når feiltreet skal settes opp tas det altså utgangspunkt i topphendelsen, og deretter jobber man seg suksessivt nedover i systemet ved å kartlegge mulige årsaksforløp. Uvesentlig årsaksforhold elimineres for å holde størrelsen på feiltreet håndterbart. En Feiltreanalyse deles vanligvis opp på følgende måte:

1. Definerings av topphendelse og randbetingelser
2. Konstruksjon av selve feiltreet
3. Bestemmelse av minimale kuttmengder
4. Kvalitativ analyse av feiltreet
5. Kvantitativ analyse av feiltreet

Når det så gjelder punkt 3 - Bestemmelse av minimale kuttmengder og punkt 4 og 5 – analysedelen, er disse blitt sammenfattet i en mer generell skriftlig vurdering av hendelsesforløpene, fordi mange av forutsetningene omkring disse vanskelig lar seg tallfeste. Der tallverdier er innhentet er disse tatt med i de helhetlige vurderingene. Derfor foreligger det ingen bergning for den samlede sannsynligheten for hvert av feiltrærne.

4.4 Simulex

Dataprogrammet Simulex⁷ er et anerkjent og ofte benyttet verktøy som blir brukt til å simulere rømning fra bygg der en brann har oppstått. Tegningene som blir benyttet i simuleringen foreligger i DAK-format (dataassistert konstruksjon). Hvis det er flere etasjer involvert, lenkes disse sammen via trapper hvor lengde og bredde plottes inn. Så plasseres det ønskede antall personer ut i bygget. Videre kan man velge mellom grupper, hvor ønsket antall defineres, eller enkeltpersoner. Ulik oppførsel, i form av reaksjonstid og rømningstid, kan og defineres.

4.5 Argos

Dataprogrammet Argos⁸ blir brukt til å simulere brannforløp i et bygg ut fra en gitt startbrann. Startbrannen kan enten defineres med utgangspunkt i hvilke materialer det er som brenner eller ut fra forventet utvikling

Etter å ha definert antall rom, der 5 er maks antall, kan det prosentvis anslås rommenes innhold av ulike materialer og de aktuelle målene for bygget.

Av de dataene man får ut vil det i vårt tilfelle vil det være mest interessant å se på spredning av røyk, tykkelse på røyklaget, røyklagstemperatur og strålevarme fra røyklaget.



5. Brannsikkerhetsstrategi

5.1 Introduksjon

5.1.1 Prosjekt/ bygning

Denne rapporten dokumenterer brannsikkerheten i Bærum Frikirke generelt og med tanke på de ønskede bruksendringer i loftetasjen. Bruksendringen vil få innvirkning på sikkerheten i hele bygget.

Oppdragsgiver: Menigheten i Bærum Frikirke

Bygningsnavn: Bærum Frikirke

Adresse: Skogveien 69

Ansvarlig foretak for prosjektering: Prosjektgruppe P & D v/ HSH (Emneord: PRO 121.3)

5.1.2 Grunnlag og forutsetninger

Beskrivelse av bygget og bruksomfang

Slik bygget står i dag blir det hovedsakelig benyttet til gudstjenester og andre aktiviteter innen menigheten. Gudstjenester finner sted hver Søndag kl.11.00, og gjennomsnittlig antall personer til stede ligger på rundt 80 av menighetens drøye 200 medlemmer. Utenom den ordinære gudstjenesten blir det og avholdt ungdomsgudstjeneste en gang i måneden, med et noe høyere antall besøkende, ca 130-140.

Alle Gudstjenester blir avholdt i storsalen, som er ligger i byggets 1 etasje. Videre i samme etasje finnes det en vaktmesterleilighet, foruten selve inngangspartiet. Totalt består bygget av fire etasjer inklusive kjelleren og loftet. Øvrige aktiviteter som involverer flere enn 10 personer i bygget, innebefatter en ungdomsklubb med rundt 30 personer involvert, en dansegruppe på mellom 10 og 15 personer, og en speidergruppe med rundt 15 involverte. Alle disse grupperingene oppholder seg i kirkelokalene på kveldstid fra 1-2 ganger i uka hver. Kjellerlokalene fungerer for tiden som eksamenslokale omtrent 60 dager i året, og i den sammenheng oppholder det seg mellom 5 og 20 personer der.

Menigheten har ytret et sterkt ønske om å ta i bruk loftsetasjen til ulike ungdomsaktiviteter på kveldstid. Denne blir per i dag kun benyttet som lagerplass. En eventuell omgjøring vil få konsekvenser for hele bygget, på grunn av bruksendring, og dermed vil dagens regelverk ligge til grunn, og ikke regelverket fra 1929 da bygget ble oppført.

Myndighetskrav

Omgjøringene på bygningen skal oppføres etter plan- og bygningsloven (PBL) med tekniske forskrifter 1997 (TEK) og tilhørende veiledning til teknisk forskrift (REN).

Denne typen virksomhet vil også komme inn under forskrift om systematisk helse-, miljø-, og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften), og branndokumentasjonen skal inngå som en del av virksomhetens internkontroll.

Bygget er også definert som utvendig bevaringsverdig slik at det må tas forbehold mot endringer av bygget utvendig.

Etter Lov om Brannvern er bygget registrert som et særskilt brannobjekt i henhold til § 22.



Inngangsparametere for bygget

Brannbelastning

Spesifikk brannbelastning antas å være under 400 MJ/m². Denne verdien er antatt ut fra teksten i REN § 7-23 under punkt 1. Generelle krav: ”Spesifikk brannbelastning over 400 MJ/m² vil normalt bare forekomme i spesielle lager, industrilokaler og salgslokaler”.

Areal

Bygget har et areal på 316 m² over 4 etasjer. Dette er beregnet fra planskissene.

Antall personer

Det foreligger ingen spesifikke begrensninger på hvor mange personer bygget er godkjent for, så det dimensjoneres for 380 personer.

Brannvesenets innsatstid

Brannstasjonen på Bekkestua ligger omtrent 2 km unna, og opererer med følgende anslåtte innsatstid:

	Automatalarm	1 min
	Forspenningstid	1 min
+	Uttrykningstid	2 min
=	Innsatstid	4 min

5.2 Brannteknisk prosjektering etter funksjonsbaserte løsninger

Bærum Frikirke er bygget i 1928 og ble oppført ut fra de kravene som da var gjeldende, ”Lov om bygningsvesenet” av 1924. I dag står en ovenfor et regelverk med langt strengere krav til sikkerhet. Ved en bruksendring i dag skal Plan- og bygningsloven av 1997 ligge til grunn. Det antas per i dag at bygget ikke oppfyller kravene i dette regelverket, og en oppgradering i henhold til dagens forskrifter vil bli svært omfattende. Allikevel sier Plan- og bygningslovens § 87 blant annet følgende om bruksendringer av bestående byggverk:

”Tiltak på byggverk må ikke utføres, hvis det vil føre til at byggverket kommer i strid med bestemmelser gitt i eller i medhold av denne loven, eller fører til at byggverket kommer ytterligere i strid med de nevnte bestemmelser enn det allerede er.”

Altså er det slik i dag at bygget ikke tilfredsstiller dagens krav, men lovverket gir rom for endringer dersom byggverket ikke kommer ytterligere i strid med bestemmelsene enn det allerede er. Det er viktig at dette blir påsett under den branntekniske vurderingen. Mye av de vurderingene som blir gjort av sikkerheten i Bærum Frikirke tar dermed utgangspunkt i denne paragrafen slik at løsningene ofte avviker fra de preaksepterte forslagene i REN.

5.2.1 Risikoklasser og brannklasser (TEK § 7-22)

Risikoklasse: Etter tabell 1 i REN veiledning under § 7-22 defineres kirke i risikoklasse 5.

Brannklasse: Etter tabell 2 i REN veiledning under § 7-22 defineres bygg i risikoklasse 5 med 4 etasjer i brannklasse 3. I henhold til tabellen kan en se at kravene forblir uforandret om etasjeantallet økes fra 3 til 4.

5.2.2 Bæreevne og stabilitet ved brann (TEK § 7-23)

Teknisk forskrift sier at byggverk i brannklasse 3 skal utføres slik at det bevarer sin stabilitet og bæreevne gjennom et fullstendig brannforløp, og at sekundære konstruksjoner skal bevare



sin stabilitet og bæreevne i den tiden som er nødvendig for å rømme og redde personer i og på byggverket.

REN sier at de bærende konstruksjonene i et slikt bygg skal være ubrennbare. Dette kravet lar seg vanskelig oppfylle fordi de endringene som påkreves er svært omfattende. Det tas derfor utgangspunkt i funksjonskravet i TEK og i tillegg at en bruksendring i loftsetasjen ikke vil gjøre at bygget kommer ytterligere i strid med regelverket enn det allerede er (PBL § 87). Og med tanke på at bærende konstruksjoner erfaringsmessig ble overdimensjonerte på tiden Bærum Frikirke ble oppført antas det at de bærende konstruksjonene vil holde gjennom en fullstendig evakuering.

Dermed skal det ikke gjøres noe med de bærende konstruksjonene.

5.2.3 Antennelse, utvikling og spredning av røyk (TEK § 7-24)

Teknisk forskrift sier i generelle krav at byggverk skal bygges og utformes slik at sannsynligheten for at en brann oppstår reduseres til et akseptabelt nivå, og at faren for spredning av brann og røyk reduseres tilsvarende. Det skal tas hensyn til byggverkets bruk og nødvendig tid for rømning og redning.

Overflater i brannceller som ikke er rømningsvei

Vegger og tak

Det er ingen brannceller i bygget som er større enn 200 m², så alle overflater kan utføres i In2. Per i dag er det trepanel som tilfredsstiller kravet.

Loftet: Det anbefales at loftet kles innvendig med 13 mm gips anbrakt på begrenset brennbart materiale eller bedre, da dette vil være en rimelig og god løsning.

Gulv

Det stilles ingen krav til valg av materialer i gulv.

Sjakter og hulrom

Det finnes som nevnt tidligere ingen sjakter og hulrom i bygget bortsett fra sjakten fra storsalen og opp til loftet. Denne omtales under punktet *Brannsmitte gjennom etasjeskillere* senere i dette kapittelet.

Rør og kanalisolasjon

Rør- og kanalisolasjon skal tilfredsstillende klasse PII.

Overflater i rømningsvei

Vegger og tak

REN sier at bygninger i brannklasse 3 skal ha materialer i vegger og tak i rømningsveier som tilfredsstiller klasse In1 anbrakt på ubrennbare materialer eller begrenset brennbare materialer. Å tilfredsstillende kravet om ubrennbare/ begrenset brennbare materialer lar seg vanskelig gjøre i dette bygget, så det refereres her igjen til § 87 av PBL.

Vegger og tak i rømningsveier skal derfor påføres brannhemmende maling for å tilfredsstillende klasse In1 slik at sannsynligheten for antennelse og utvikling av brann reduseres.



Gulv

Gulv i rømningsvei skal tilfredsstillende klasse G. Per i dag er disse gulvene i tre. Det antas at gulvene i tre vil bidra svært lite til brannspredning, men det anbefales å påføre brannhemmende maling/ lakk på gulvene.

Rør- og kanalisolasjon

Eventuell rør- og kanalisolasjon skal tilfredsstillende klasse PII.

Kabler

Kabelbroer skal ikke føres ubeskyttet gjennom rømningsvei.

Andre overflater

Utvendig overflate

Det er ikke nødvendig å gjøre noe med de utvendige overflatene, da de i dag tilfredsstillende klasse Ut2, og brannvesenets innsatstid på 4 min. er langt under kravet i REN om minimum 10 min.

Taktekking

Det er ikke nødvendig å gjøre noe med taket, fordi det er utført i teglstein som tilfredsstillende klasse Ta.

Isolasjonsmaterialer

Bortsett fra loftet skal det ikke skiftes ut noen isolasjonsmaterialer i bygget. På loftet anbefales det at det isoleres med mineralull.

Brannceller

Teknisk forskrift sier at branncellene skal ha en slik utforming og oppbygning at de forhindrer spredning av brann og branngasser til andre deler av bygget i den tid som er nødvendig for rømning og redning. Simuleringene av henholdsvis brann- og rømningsforløp er gjort i Argos og Simulex. Dette er vurdert i risikoanalysen.

Branncelleinndelingen skal være som vist på plantegningene i vedlegg 1.2.

Spredning av branngasser mellom brannceller som følge av dårlige tettinger fører ofte til at både brann og røyk spres til andre deler av bygget⁹. Dette gjelder særlig utettheter rundt gjennomføringer og i sammenføyninger mellom forskjellige bygningsdeler. Eksempler på slike kritiske områder er tilslutninger mellom branncellebegrensende vegger og andre bygningsdeler. For å redusere dette problemet må alle gjennomføringer og sammenføyninger i de branncellebegrensende konstruksjonene tettes med materialer som oppfyller tilsvarende krav som veggene.

Innvendige vegger⁹

Erfaringsmessig ble innvendige vegger av tre på den tiden som bygget ble oppført ofte utført med 4" bindingsverk og 1" panel på begge sider. Eldre trevegger tilfredsstillende erfaringsmessig EI 30, men utettheter kan ofte medføre at den reelle brannmotstanden blir lavere. Derfor skal alle utettheter i innvendige vegger tettes med materialer som oppfyller kravet EI 30. Veggene kan i tillegg også isoleres ved å blåse inn mineralull/ steinull i hulrommet, hvis ikke veggene har annen isolering per i dag (dette må vurderes spesielt i rømningsveier/ trappehus).



Branncellebegrensende konstruksjoner

Det antas at de branncellebegrensende veggene slik de er oppført i dag tilfredsstillende kravene EI 30.

Bygningsdeler som omslutter trapperom

Bygningsdelene som omslutter trapperom skal påføres brannhemmende maling for å unngå antennelse. Det antas at de per i dag tilfredsstillende EI 30.

Dører i branncellebegrensende konstruksjoner

Alle dører i branncellebegrensende konstruksjoner skal tilfredsstillende samme krav som resten av veggen, det vil si EI 30.

Dører fra branncelle til trapperom

Dørene til trapperommene skal tilfredsstillende klasse EI 30 C utført med terskel.

Låste dører må kunne åpnes enkelt i rømningsretningen, og en skal også ha mulighet til å gå tilbake. Dette gjelder alle dører i rømningsvei.

Oppgradering av dører¹⁰

En del av de klassifiserte dørene antas per i dag å ikke tilfredsstillende kravene. En utbedring av dørene vil bidra til tryggere rømning, og reduserte materielle skader i tilfelle brann. Derfor må det settes i verk tiltak for oppgradering. Noen dører har estetisk verdi, og det vil i slike tilfeller være hensiktsmessig å utbedre de aktuelle dørene. Andre dører har ingen estetisk betydning og vil kunne byttes ut med nye dører, eller som en rimeligere løsning kan også disse utbedres. Her følger noen eksempler på de mest typiske og aktuelle tiltakene for utbedring av dører:

- sette på ekspanderende lister
- sette på gummilister for å hindre røykspredning
- kledning av dørbladet
- påføre brannhemmende maling

Dette må vurderes etter hver enkelt dørs tilstand og bruk.

Brannspredning mellom brannceller i ulike plan som følge av utvendig spredning

Det skal ikke settes i verk noen spesielle tiltak mot dette, da bygningen ikke har mer enn 4 etasjer og har tilfredsstillende atkomst for brannvesenets utstyr.

Brannspredning i innvendig hjørne

Det er ingen vinduer i innvendig hjørne som kan bidra ekstra til brannspredning.

Brannsmitte gjennom etasjeskillere

For å unngå at brann og røyk skal spres forbi etasjeskillene må alle sammenføyninger og gjennomføringer i dekkene være tette. Dette kan gjøres med ekspanderende brannskum. Ventilasjonsluken i taket på storsal skal tettes igjen og sjakten opp til loftet bør fjernes.



Bilde: Ventilasjonssluge i taket i storsal

Andre tiltak med branncellene

I første etasjen ved hovedinngangen er det i dag åpent fra storsalen og opp hele trappehuset. Her skal det settes opp en vegg tilsvarende EI 30 slik at trappehuset blir en egen branncelle. Mellom trappehuset og den resterende delen av loftsetasjen står det i dag oppført en vegg som bør fjernes, som vist på plantegningene i vedlegg. Denne kan være til hinder og forsinkelse under et rømningsforløp.

Bodene som står oppført i loftsetasjen bør rives og loftet skal ikke brukes som lagringsplass slik at brannbelastningen i denne etasjen blir for høy.



Bilde: Boder på loftet samt den nevnte sjakten

Tekniske installasjoner

Det skal ikke gjøres noen endringer med de tekniske installasjonene, bortsett fra noe forbedringer i fyrrommets konstruksjoner.

Fyrrom

I kjelleren er det en sentralfyr med olje. Dette rommet skal utformes som en egen branncelle som skal tilfredsstillere kravet EI 30. Veggene skal påføres brannhemmende maling for å redusere sannsynligheten for brannspredning.



5.2.4 Tilrettelegging for slukking av brann (TEK § 7-25)

For at brukerne av bygget raskt skal kunne slokke brann i en tidlig fase, må det plasseres ut brannslukningsutstyr som er lett tilgjengelig og synlig. Brannslangene skal nå ut i hele bygget, men de skal ikke være lenger enn 30 meter slik at de blir enkle å bruke. Leiligheten må ha eget brannslukningsutstyr i form av for eksempel en håndslukker. Ellers bør det plasseres ut håndslukkere rundt i bygget som et supplement til brannslangene.

Alt slukkeutstyret må merkes i henhold til

- NS 4054 Farger og merking
- NS 4210 Varselfarger og varselskilt

Plassering av slukkeutstyr er merket i de branntekniske tegningene i vedlegg 1.3.

5.2.5 Brannspredning mellom byggverk (TEK § 7-26)

Det er mer enn 8 meter til nærmeste nabobygg, så det er ingen fare for brannspredning til andre bygg.

5.2.6 Rømning av personer (TEK § 7-27)

Det er foretatt en simulering av rømningssikkerheten i bygget ved simulering av brann- og røykutvikling i Argos og rømning av personer i Simulex. Fullstendig analyse av rømningssikkerheten finnes i kapittel 5.3 og forklaringer i vedlegg.

Tiltak som iverksettes for å senke rømningstiden^a

Det skal settes i verk en del tiltak for å redusere rømningstiden.

Brannalarmanlegg

Det skal installeres brannalarmanlegg i bygget. Anlegget skal gi varsling i hele bygget og direkte til brannvesenet.

Ekstra alternativ rømningssvei fra loftsetasjen

I loftsetasjen finnes det per i dag to separerte rømningssveier plassert i samme enden av bygget. Som et tiltak for å bedre rømningssmulighetene, anbefales det å montere en utvendig stige ved vinduet i den sydøstlige delen av bygget. Denne er tegnet inn på de branntekniske tegningene i vedlegg 1.3.

Ledesystem

Hele bygget skal ha et ledesystem bestående av markeringsskilt, retningsskilt og ledelys. Nødutgang bak alteret i 1. etasje bør merkes ekstra nøye, fordi dette vil for mange være en unaturlig vei å rømme. Med tanke på at det kan oppholde seg et stort antall mennesker i kirkelokalet, vil det være hensiktsmessig å få tatt i bruk begge rømningssveiene. Dette vil redusere belastningen på hoveddøra.

5.2.7 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap (TEK § 7-28)

Dette er blitt avklart med Asker og Bærum brannvesen og de hevder at de har tilfredsstillende adkomst til bygget for utrykningskjøretøy, samt at de har god tilgang på nødvendig stigemateriell, med stiger på henholdsvis 3.6, 7 og 12.5 meter. Vannforsyningen er tilfredsstillende med brannkummer på begge sider av bygget, og et ringledningssystem som

a) Se teoridel for tiltak som påvirker rømningstiden



gir generelt meget god vanntilførsel i området der bygget ligger. I tillegg til dette har brannvesenet 2650 liter vann på 1. utrykningskjøretøyet.

De har heller ingen anmerkninger angående dette i brannsynsrapporten¹⁵ som ble skrevet i forbindelse med forrige utførte brannsyn: 20.06.01.

Nøkkelsafe bør monteres på bygget slik at brannvesenet kan komme seg inn i bygget på egen hånd.

5.2.8 Annet tiltak som bør vurderes

Sprinkleranlegg

Det å totalsprinkle bygget vil gi en god oppgradering på sikkerheten, med tanke på at det har en pålitelighet på ca. 95%. Sprinkling er et forholdsvis dyrt tiltak som ikke er med i analysene i denne rapporten, men det bør vurderes ved en eventuell ombygging.

5.3 Risikoanalyse

Denne risikoanalysen blir lagt til grunn for å påvise at sikkerheten er ivaretatt. Dette som en følge av at det i prosjekteringen foreligger en del større avvik fra REN.

5.3.1 Målsetting for brannsikkerheten

Hovedmålsetting for sikkerheten i byggverket er å skulle kunne ivareta sikre rømningsforhold for de som oppholder seg i bygget, under en brann. Utover dette skal forholdene være lagt til rette for at de materielle skadene ved en eventuell brann skal kunne begrenses.

Målsetninger for rømningsforhold^{5,8,11}

I løpet av et fullstendig rømningsforløp skal ikke verdiene i tabellen under overskrides i stor grad i noen av branncellene hvor det oppholder seg personer. En brann skal heller ikke kunne spre seg fra startbranncellen til omliggende brannceller i løpet av rømningsforløpet inkludert sikkerhetsmarginen.

$$\begin{aligned} & \text{Nødvendig rømningstid} \\ + & \text{30\% av nødvendig rømningstid (sikkerhetsmargin)} \\ = & \text{Tilgjengelig rømningstid} \end{aligned}$$

Varmestråling: Intensitet under 6 sekunder Samlet strålingsenergi	10 kW/m ² 60 kJ/m ² pluss energi fra 1 kW/m ²
Gasstemperatur	60 °C
Innhold av gasser: CO CO ₂ O ₂	maks. 2000 ppm maks. 5 % min. 15 %
Sikt	Snugrense: Optisk tetthet, OD = 2dB/m (~ 5m sikt)
Frisiktshøyde (avstand fra gulv til røyksjikt)	1,6 m + (0,1 * takhøyde)



Verdiene i tabellen skal sammenliknes med de resultater som kommer frem i simuleringene i Simulex og Argos.

Målsetninger for begrensninger av materielle skader

En brann skal ikke kunne spres til andre brannceller i løpet av den tiden det vil ta for brannvesenet å være på plass. Brannvesenet kan dermed starte aktiv slukking og hindre videre spredning. Som vist tidligere vil brannvesenet være på plass etter ca. 4 minutter etter at brannen er detektert.

Det vil si at en brann ikke skal spres til omliggende brannceller før det er gått 4 minutter.

5.3.2 Forutsetninger og antakelser

For å gjennomføre denne analysen er det gjort en del forutsetninger og antakelser, samt at det må forventes en del feilmarginer. Noe av årsaken til dette er at analysegruppa ikke har hatt nok tid og midler til å gå grundig befarings. Her følger en liste over de forutsetninger og antakelser som er gjort i forbindelse med analysen, samt hvilke feilmarginer som er sannsynlige å anta.

Usikkerhet med tegninger

De tegningene som foreligger per i dag er kun i papirformat. Disse er henholdsvis originaltegningene fra 1927 og en oppgradering fra 1999. Det er vesentlige avvik på disse to. I tillegg virker det som om det er gjort endringer i bygget som verken stemmer med tegningene fra 1927 eller 1999. Som følge av dette har analysegruppa laget egne tegninger ut fra de eksisterende med endringer for å bedre sikkerheten. Disse tegningene blir brukt i Simulex.

Feilmargin

Som sagt så er det uklart om de tegningene som benyttes i Simulex tilsvarer bygget slik det faktisk er i dag. Blant annet så er det usikkerhet knyttet til dørenes bredde, noe som kan få stor innvirkning på rømningstiden. Men uansett så tar analysen utgangspunkt i de oppgraderingene som er gjort i forbindelse med denne rapporten.

Materialer

Bygget er oppført i tre. Stort sett all kledning innvendig er også i tre, men det er noe usikkert hva som er brukt som isolasjonsmaterialer. Det gjort noen antakelser på materialvalg generelt i simuleringen i Argos, og det antas noe usikkerhet.

Feilmargin

Hvis simuleringen blir gjort med feil typer materialer kan dette ha store konsekvenser for utfallet av brannsimuleringen. Varme og røykproduksjonen avhenger av hva som brenner, og det er kjent at trepanel bidrar vesentlig mer til brannspredning enn for eksempel gips.

Dører

Etter de foreslåtte oppgraderingene skal dørene tilfredsstillende EI 30. Det finnes ingen alternativer for EI 30 i programmet, men det er brukt en dørtype kalt ”Solid wood door, 34mm”.

Feilmargin

Denne antas å ikke tilfredsstillende EI 30, men ble foretrukket fremfor EI 60.



Inventar

Det er noe usikkerhet angående hva som finnes av inventar og brennbare materialer i bygget. Ofte bidrar møbler og lignende til store deler av brannutviklingen. De verdiene som er brukt for dette er standard antakelser i Argos.

Feilmargin

Det er vanskelig å anta helt nøyaktig inventaret i bygget, slik at det er sannsynlig med en liten feilmargin her også.

Personer som oppholder seg i bygget

Hvem som oppholder seg i bygget ved en eventuell brann vil kunne være vanskelig å forutsi. Men folk vil ha forskjellige reaksjonsmønstre ved en eventuell brann avhengig av personlige forhold som alder, kjønn og lignende. I tillegg er det stor forskjell på hvor godt kjent folk er med bygget når det gjelder rømningsmuligheter.

Feilmargin

Selv om det er rom for å definere hvert enkelt individ i Simulex, vil det alltid være snakk om antakelser. Derfor må en gå ut i fra at det vil være en feilmargin på dette området. De antakelsene som er gjort i simuleringen er de verdiene som vil ligge til grunn for risikoanalysen, og disse tar utgangspunkt i teorien om rømning som er beskrevet i kapittel 3.5.

5.3.3 Kvalitativ analyse med kvantitative beregninger

Hensikten med denne delen av analysen er å skaffe en oversikt over byggets brannsikkerhet. Viktige punkter å ta med her vil blant annet inkludere faren for at brann oppstår, mulige brannforløp og eventuelle komplikasjoner i forbindelse med f.eks. slukking og rømning. Den vil også inkludere definering av 3 mulige brannscenarioer. Ved vurdering av de enkelte brannscenarioene legges det også ved en kvantitativ beregning for å underbygge de kvalitative vurderingene.

Identifisering av mulige brannforløp

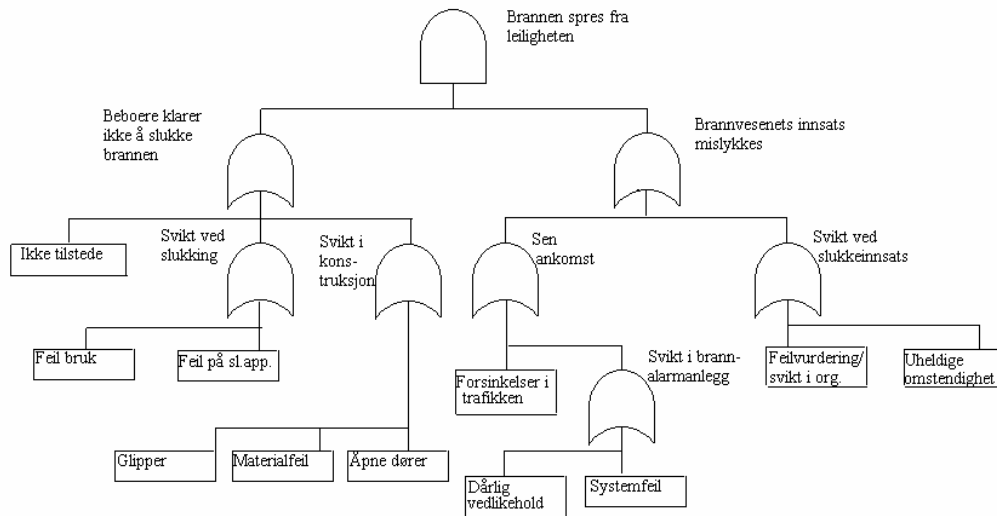
Brannscenario 1

Brann i vaktmesterleilighet

Det antas en brann i leiligheten på kveldstid. Dette scenarioet er valgt, fordi det statistisk sett (ca. 50 % av alle bygningsbranner i 1999-2000 var i boliger¹²) er en høyere frekvens av branner i leiligheter generelt enn i kirker. Her oppholder det seg folk store deler av døgnet, og det foregår generelt mer brannfarlige aktiviteter her enn i resten av bygget.



Feiltre



og-port

Her må alle inngangshendelsen inntreffe for at topphendelsen skal finnes sted.



eller-port

Her må en av de aktuelle inngangshendelse inntreffe for at topphendelsen skal finne sted.

Vurdering

Det tas som nevnt utgangspunkt i en statistisk vanlig brannårsak, og for feiltreet tenkes det at med de gitte branncellene som er tegnet inn vil brannen kunne utvikle seg, og spres fra leiligheten. Det vil også kunne oppleves røykspredning opp til loftsetasjen som følge av for eksempel åpne dører, og med tanke på at det kun finnes trapper i den ene delen av bygget, anbefales det (som nevnt i kapittel 5.2.6) at det monteres en utvendig stige utenfor vinduet i den andre enden av loftet.

Det forutsettes også at beboernes og etter hvert brannvesenets innsats ikke strekker til med tanke på å slukke brannen innen kritisk tid for overtenning. Topphendelsen defineres altså med en *og-port*, da det i realiteten vil være to mulige slukkeklender som kan forhindre topphendelsen.

Disse to mulighetene for slukking av brannen er valgt definert som *eller-porter* med utgangspunkt i at de vil være avhengige av flere faktorer. Som feiltreet viser av forgreiningene nedover har vi på den ene siden valgt å se på mulighetene for at folk ikke er til stede, slukkingen ikke lykkes, eller at brannutviklingen blir for kraftig til at den kan slukkes med håndapparat. Ved *ikke til stede* ser vi at vi får en såkalt inngangshendelse, noe som da avslutter akkurat dette spesifikke hendelsesforløpet, og vi må da se på andre evt begrensende faktorer.



Hva er sannsynligheten så sannsynligheten for at en brann i boligen skal nå overtenning?

	$9,65 \times 10^{-4}$	branner per år i leiligheter ¹³
*	12 %	branner som har nådd overtenning ved brannvesenets ankomst ¹³
*	52%	branner ikke slukket av brannvesenet (2000) ¹³
=	$6,02 \times 10^{-5}$	branner per år som når overtenning

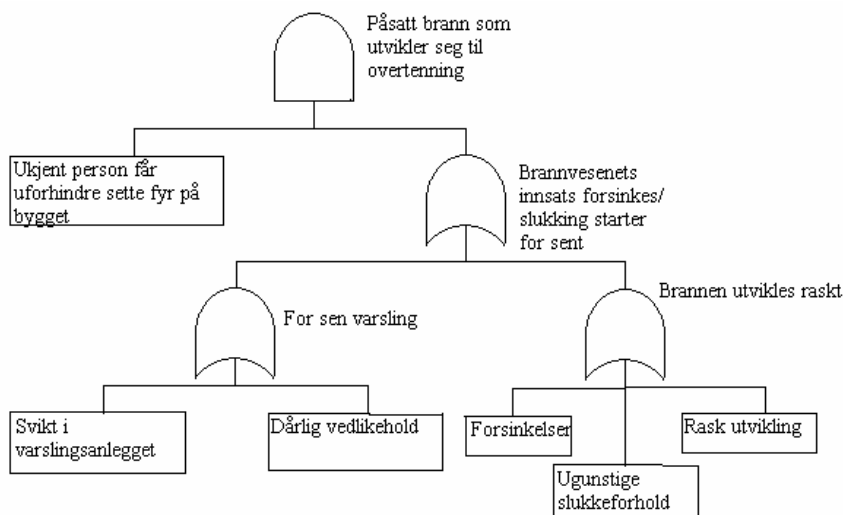
Av utregningen kan en se at det vil oppstå $6,02 \times 10^{-5}$ branner per år i vaktmesterleiligheten som vil nå overtenning. Altså omtrent en gang hvert 16000 år. Det skal legges til at det finnes en viss usikkerhet knyttet til disse tallene, men de gir en pekepinn på sikkerheten i bygget. Videre kunne det også ha blitt utarbeidet tallverdier for hvor ofte dette vil kunne inntreffe med et visst antall personer i bygget, men dette er av praktiske årsaker ikke tatt med.

Brannscenario 2

Påsatt brann ved hovedinngangen til kirken

Det antas en påsatt brann ved hovedinngangen til kirken på nattestid. Dette scenarioet er valgt fordi statistikk viser at dette er den hyppigste brannårsaken (ca. 43 % av alle branner i kirker fra 1993- 2000 var påsatt¹²). Det kritiske med dette tilfellet er at det kun er folk som oppholder seg i leiligheten på natten. Det vil derfor kunne ta lang tid før brannvesenet blir varslet og dermed øker sannsynligheten for at overtenning vil kunne inntreffe.

Feiltre



Vurdering

Påsatt brann er som sagt en av de hyppigste brannårsakene i kirker her i landet, selv om det skal legges til at dette er et problem som har oppstått de senere årene. Hvis man ser på brannstatistikken før 1990-tallet, kan en se at denne brannårsaken hadde et langt mindre omfang tidligere.

Også denne gangen er topphendelsen definert ved en *og-port* med den forutsetning at vi har en tenkt ildspåsetter som uhindret får sette fyr på bygget, og videre at brannen får utvikle seg tilstrekkelig til at vi får overtenning. Det tas utgangspunkt i at dette skjer på nattestid slik at hvis noe slikt først inntreffer, vurderes muligheten for tidlig avverging som nokså begrenset. På den annen side ligger Bærum Frikirke i et tettbebygde strøk.



Svikt i det automatiske brannvarslingsanlegget anses også som en liten potensiell trussel. Andre faktorer som kan spille inn vil kunne være forsinkelser, ugunstige slukkeforhold, og en så kraftig og hurtig utvikling av startbrannen at den kommer ut av kontroll.

For beboerne i leiligheten ser vi på det som sannsynlig at disse vil varsles tidnok og kommer seg ut av bygget i tide, men at de ikke vil kunne bidra i slukkingsarbeidet. For å tallfeste sannsynligheten for dette scenarioet er det gjort beregninger på den omtrentlige sannsynligheten for å få en påsatt brann i akkurat Bærum Frikirke i løpet av et år:

Ant. branner i kirker i snitt i perioden 1993-2000: $\frac{83 \text{ branner}^{12}}{8 \text{ år}} = 10,375 \text{ branner/år totalt}$

Frekvens for brann i kirker: $\frac{10,375 \text{ branner per år}}{1843 \text{ kirker}^{14}} = 5,63 * 10^{-3} \text{ branner/år og kirke}$

Fordeling av antall påsatte branner i samme tidsperiode = 50,8 %

Frekvens for påsatte branner i kirker: $0,508 * (5,63 * 10^{-3}) = 2,86 * 10^{-3} \text{ branner/år}$

Hva er sannsynligheten så sannsynligheten for at en påsatt brann i kirken skal nå overtenning?

	$2,86 * 10^{-3}$	branner per år i kirker
*	12 %	branner som har nådd overtenning ved brannvesenets ankomst ¹³
*	52 %	branner ikke slukket av brannvesenet (2000) ¹³
=	$1,78 * 10^{-4}$	branner per år som når overtenning

Ut fra disse tallene vil det altså for Bærum Frikirke kunne oppstå en påsatt brann som når overtenning omtrent en gang hvert 5600 år. Dette tallet er noe høyere enn tilsvarende for bolig, fordi den er spesifisert til å være en påsatt brann. Men i likhet med beregningene for det forrige scenarioet er dette høyst usikre verdier som kun skal gi en pekepinn med tanke på frekvens og risiko. I tillegg har man her og en leilighet i kirken og dermed to mulige kategoriseringer av bygget med to høyst ulike tallverdier å gjøre beregningene ut fra.

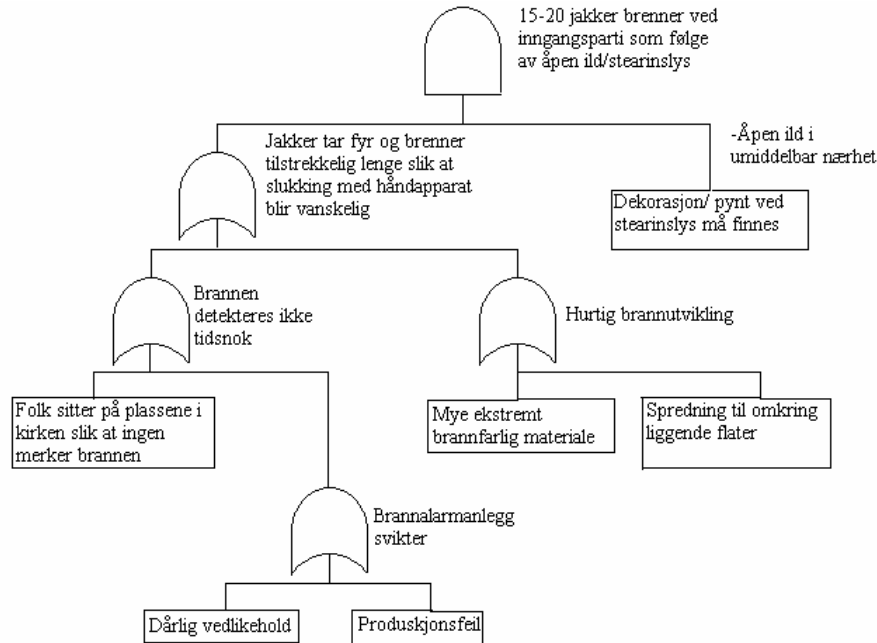
Brannscenario 3

Worst-Case – Gruppering av jakker utenfor storsal påtent av åpen ild

Det antas en brann ved forsalen i 1. etg. under en konsert i kirken. Dette scenarioet er valgt fordi det anses som et særdeles kritisk tilfelle. Det kritiske med dette tilfellet er at det oppholder seg folk i store deler av bygget. I tillegg til konserten, så er det også folk i loftsetasjen, samt at det er aktiviteter på kjøkkenet i kjelleren. Med tanke på at dette er en konsert, så kan det også tenkes at en del av tilskuerne i kirken ikke kjenner til bygget. Rømning kan i dette tilfellet føre til en del problemer. Problematikken omkring det at folk har en tendens til å forsøke å rømme ut samme veien kom inn vil og oppstå. Og når så hoveddøra ut fra storsalen sperres, blir alle tilskuerne i 1. etg. presset til å rømme ut bak alteret.



Feiltre



Vurdering

Topphendelsen i dette tilfellet er også tenkt ut fra en *og-port* hvor man for å få en hurtig og omfattende brannutvikling må ha åpen ild til stede i forsalen til storsalen, noe som høyst sannsynligvis ikke er tilfelle slik menigheten opererer i dag. Dette er altså tenkt med hensyn på en konsert eller et arrangement der en dekorasjon er blitt satt ut for å pynte opp litt.

Det må og legges til grunn at brannen ikke oppdages tidsnok i forhold til utvikling og spredning. Dette er gjort gjennom en *og-port* som forutsetter at fokus for de som befinner seg i salen er rettet mot det som skjer der, og at det ikke står folk i døråpningen som har mulighet til å se bort til brannens startsted og dermed kunne oppdage brannen før røykvarsleren trer inn eller brannen oppdages av røyk- og varmeutvikling.

Brannegenskapene til jakkene er også av betydning her. Det forventes at disse bidrar tilstrekkelig til brannutviklingen og er med på å spre brannen til omliggende omgivelser, altså gulv og tak.

En potensiell svikt i brannalarmanlegget er og aktuelt i dette scenarioet.

Anslått sannsynlighet for at dette scenarioet skal kunne inntreffe:

Ant. branner i kirker i snitt i perioden 1993-2000: $\frac{83 \text{ branner}^{12}}{8 \text{ år}} = 10,375 \text{ branner/år totalt}$

Frekvens for brann i kirker: $\frac{10,375 \text{ branner per år}}{1843 \text{ kirker}^{14}} = 5,63 * 10^{-3} \text{ branner/år og kirke}$

Andel av antall branner som følge av bar ild i samme tidsperiode: 6,9%

Frekvens for branner som skyldes bar ild: $0,069 * (5,63 * 10^{-3}) = 3,88 * 10^{-4} \text{ branner/år og kirke}$



Ut fra de brukte tallene vil det altså oppstå en brann som følge av bar ild ca hvert 2500 år, og da med de samme usikkerhetene knyttet til beregningen som tidligere.

5.3.4 Konsekvensanalyse

Denne delen av analysen tar for seg hvilket brannforløp og hvilke rømningsforhold som kan forventes, samt hva skadeomfanget vil bli. I konsekvensanalysen er det kun Worst-Case tilfellet som er analysert. Dette er altså brannen i inngangspartiet under en konsert. Grunnen til at det kun blir gjort en grundig konsekvensanalyse av det ene scenariet, er at dette anses som et særdeles kritisk tilfelle. Hvis en kan bevise at sikkerheten holder mål i et slikt tilfelle vil det være liten vits i å analysere de mindre kritiske tilfellene.

Argos-Kritiske tidspunkter:

Deteksjon av røyk:

Forsalen:	33 sek
Gang:	2 min 16 sek
Trapperom 1:	2 min 38 sek
Storsalen:	3 min 14 sek
Trapperom 2:	3 min 28 sek

Umulig for brannvesenet å entre forsalen	3 min 29 sek
Tid for overtenning i forsalen	3 min 36 sek
Brannvesenets ankomst	4 min 33 sek
Brannvesen starter slukking	5 min 33 sek

Maks simuleringstid ble satt til 30 min og brannen var da fortsatt ikke slukket, men energiproduksjonen (Q) var i ferd med å synke og spredning til omliggende brannceller hadde stagnert.

Ved å sette dette opp mot dataene fremskaffet i Simulex vil det være spesielt brann- og røykspredning til Trapperom 1 som kan gi kritiske verdier, da mange av de som befinner seg i 2 etasjen sannsynligvis vil velge denne veien ned, samtidig som dette rommet ligger vegg i vegg med startrommet for brannen.

Data fra Simulex viste her at etter 2 min og 25 sek var den mengden folk som ble definert til å skulle rømme ut via Trapperom 1, kommet seg ut. Iberegnet en sikkerhetsmargin på 30 % får vi da følgende tilgjengelige rømningstid:

$$2 \text{ min og } 20 \text{ sek} * 1,3 = 3 \text{ min og } 3 \text{ sek}$$

Status for det valgte brannscenarioet ved dette tidspunktet var en viss utvikling med tanke på spredning av røyk og varme til de omkringliggende branncellene. Røyklaget i Trapperom 1 hadde en tykkelse på 2,41 dB/m, noe som ligger litt over den satte kritiske verdi på 2 dB/m.

Det som bør tas i betraktning her er takhøyden for Trapperom 1, som i Argos ble satt til 3 m, for å få en noe mer reell brannspredning. For røyklagstykkelsen derimot kan dette føre til verdier litt over det som faktisk vil være tilfellet. Simuleringen med 7,9 m, som er samlet takhøyde i trapperommet, ga verdier langt under 2 dB/m, men her ble det unaturlig liten brann- og røykspredning. Årsaken til dette er at med en takhøyde på 7,9 m vil Argos definere



dette som et rektangulært rom slik at det blir langt fra røyklaget i taket og ned til gulvet, noe som forårsaker mindre brannspredning. I virkeligheten vil det være et skrått tak langs hele trappen som vil føre til mindre avstand fra røyklaget til gulvet. Altså ble det valgt 3 m takhøyde for å få en mer reell spredning, selv om spredningen sannsynligvis ikke vil bli så stor som i dette tilfellet heller. Vi antar derfor at verdiene for røyktetthet i virkeligheten ville ligget under 2 dB/m.

Det skal også legges til at 2 dB/m er definert som snugrense, så det er sannsynlig at mange av de som befinner seg i 2. etasje vil velge å rømme ut Trapperom 2.

En annen faktor er de dørene som er valgt brukt i Argos. Etter oppgraderingen som er foreslått i rapporten vil dørene tilfredsstillende kravet EI 30. Det finnes ikke noen dører som er definert til EI 30 i programmet, men det er brukt en dørtype kalt "Solid wood door, 34 mm". Denne vil sannsynligvis ikke tilfredsstillende kravet EI 30, og derfor antas det at de reelle dørene holder lenger enn de som er brukt i simuleringen. Uansett vil det alltid være en viss feilmargin forbundet med slike simuleringer og verdiene lå ikke avskrekkende høyt i forhold til det satte akseptkriteriet.

Når det gjelder Trapperom 2 ble det antatt at et noe mindre antall personer ville velge å rømme ut denne veien, men enkelte av disse fra loftsetasjen. Tidspunktet, der alle med dette som definert rømningssvei ville være ute, ble estimert til 2 min og 30 sek. Og iberegnet samme sikkerhetsmargin får vi da en tilgjengelig rømningstid pålydende:

2 min og 30 sek * 1,3 = 3 min og 15 sek

Røykspredningen ved dette tidspunktet var moderat i Trapperom 2 med oppgitt verdi på 0,36 dB/m, noe som er uproblematisk med tanke på rømning, og godt under den kritiske verdien på 2 dB/m.

Det er ikke registrert noen verdier fra Argos for kjelleren. Men med det antall folk antatt å skulle befinne seg her, samt beregnet tid det vil ta for disse å rømme, er det lite sannsynlig at det har forekommet betydelig varme- og røykspredning den veien. Det eneste måtte i så fall være via trapperommene som går helt ned, noe det ikke gikk an å få til i simuleringen grunnet maks romantall på 5. Tiden det tok i Simulex, for tømning av kjelleren, med det valgte antall mennesker, ga følgende tilgjengelig rømningstid:

1 min og 25 sek * 1,3 = 1 min 51 sek

Etter 4 min og 30 sek var den siste gruppen mennesker ute av storsalen, og dette blir også da total tid for rømning av hele bygget. Tilgjengelig rømningstid blir:

4 min og 30 sek * 1,3 = 5 min og 51 sek

Heller ikke i storsal oppstår det problemer i følge Argos med tanke på røyk- og varmespredning, men det kan ha noe med måten programmet operer på. Det vil ta atskillig lengre tid å få brannspredning fra startbranncellen til et større rom. Dette er for så vidt noe som stemmer i henhold til generell brannteori da det er større arealer som skal varmes opp. Allikevel vil også plasseringen i forhold til startbranncellen ha sitt å si, og med bakgrunn i dette er det derfor ikke helt usannsynlig at man kan oppleve brannsmitte denne veien.



Oppsummering

Selv om røyktettheten ved den valgte simuleringen ble noe høy, antas det allikevel, alle feilmarginene tatt i betraktning, at en evakuering under et såkalt Worst-case kan foregå under trygge omstendigheter. En situasjon med så mange personer involvert, vil oppstå svært sjelden, og menigheten må som en følge av dette ha en godt utarbeidet evakueringsplan, slik at rømning kan foregå så raskt og sikkert som mulig. Men hvis en slik brann skulle inntreffe, må en regne med at bygget vil kunne pådra seg materielle skader.

Det skal også legges til at trapperommene skal sikres ekstra mot brann- og røykspredning, slik at det vil ta lenger tid før forholdene blir kritiske. Se kapittel 5.2.3 under Bygningsdeler som omslutter trapperom.



6. Diskusjon

Brannteknisk prosjektering er en komplisert prosess, som blant annet krever kunnskaper og erfaringer innen fagetfeltet brann, byggeregler og risikoanalyser. Det å ha erfaring på området er kanskje det viktigste, og det viste seg at den valgte problemstillingen for oppgaven skulle by på mange lærerike utfordringer.

Prosjekteringen kan gjennomføres på mange forskjellige måter, og det er mange hensyn som må tas. Et av de viktigste vil være om det er snakk om et eksisterende bygg eller et nybygg. Bærum Frikirke er et bestående byggverk, og da vil det både på grunn av kostnader og gjennomførbarhet være lite hensiktsmessig å benytte de preaksepterte løsningene i REN. Derfor er det tatt utgangspunkt i at bygget skal tilfredsstillende de funksjonsbaserte kravene i TEK, med hensyn til de gjeldende kravene fra det året bygget ble oppført. Ved bruk av funksjonsbaserte løsninger skal alle avvikene fra veiledningen dokumenteres ved hjelp av analyser.

Før analysen ble satt i verk måtte det bestemmes spesifikke akseptkriterier for sikkerheten i bygget. Analyseverktøyene Argos og Simulex ble siden brukt for å sette de konkrete akseptkriteriene opp mot de antatte verdiene for røykkonsentrasjoner, rømningstid og lignende.

Svarene fra Simulex synes å være troverdige med de forutsetninger som er lagt til grunn. Blant annet er det noe usikkerhet omkring de plantegningene som er brukt i programmet. De er tegnet ut fra originaltegningene, men det antas at endringene gir minimale feilmarginer. Personvalgene er gjort ut fra antakelser, og det er benyttet forhåndsdefinerte karakteristikk som valg av rømningsvei, alder, kjønn og lignende. Det vil være vanskelig å definere den nøyaktige sammensetningen av de som oppholder seg i bygget. Allikevel antas det at de valgene som ligger til grunn vil gi fornuftige resultater.

Når det gjelder Argos kan det se ut til at dette i første rekke er tenkt brukt til simulering av branner i industri- og næringsvirksomhet. Det tenkes da på de valgene man kan gjøre underveis i programmet og vinklingen disse har fått. Allikevel er det fullt mulig å gjøre gode tilnærminger slik at brannforløpet kan bli troverdig ut fra de forutsetningene man har.

Den største utfordringen i forbindelse med bruken av Argos, var uansett valg av pålitelige data. Enkelte ting kan være vanskelig å anslå, til tross for at dette er en naturlig del av slike simuleringer.

Resultatene fra Argos er derfor usikre, og kan ikke benyttes til annet enn å gi et grovt overslag over sannsynlige verdier. Spesielt problematisk er det at det her ønskes en vurdering av forhold som berører et helt bygg. Dette blir vanskelig med de begrensninger programmet har i forhold til antall rom og etasjer. For en mer detaljert beskrivelse omkring disse forhold henvises det til vedlegg 2.1- "Vurderinger og bruk av Argos med aktuelle data".

Datasimuleringsmodeller er uansett et meget godt hjelpemiddel til slike oppgaver, men som sagt må man være klar over de begrensninger som ligger i bruken av de. Erfaringene gjort fra arbeidet med disse er at programmene ikke kan brukes til å trekke ut konkrete konklusjoner angående rømningssikkerheten, men de kan, og bør tas med i en vurdering. En kan for eksempel enkelt se effekten av små tiltak som lukkede dører kontra åpne dører ved å kjøre to forskjellige simuleringer. Selve bruken av programmene viste seg å være ganske tidkrevende i



starten, men de var greie å håndtere etter litt prøving og feiling. En bør regne med at slike programmer blir mer og mer vanlige i tiden fremover, samt at brukervennligheten sannsynligvis bare vil bli bedre og bedre.

NS 3901 er den standarden som er lagt til grunn for risikoanalysen. Den er et godt verktøy for utførelse av risikoanalyser, men bør ikke følges slavisk fordi ingen saker er like, og det er derfor ofte hensiktsmessig med små justeringer for hvert enkelt bygg. Når det gjelder bruken av Byggforskblad nr. 321.027, Brannsikkerhetsstrategi, så er også denne et godt verktøy for brannteknisk prosjektering, men dette bladet er egentlig beregnet for prosjektering av nye bygg så en må ta en del forhåndsregler ved prosjektering av bestående byggverk. Blant annet tar bladet utgangspunkt i dagens regelverk, noe som ikke alltid vil være like gjeldene for endringer av bestående byggverk.

Det å brannsikre Bærum Frikirke behøver ikke nødvendigvis å bli noen dyr affære. Det er mange valg en kan ta angående sikkerheten, alt fra å fullsprinkle bygget til enkle tiltak som å påse at alle dører mellom brannceller til enhver tid er lukket. Slike organisatoriske tiltak koster svært lite. Også enkle utbedringer av vegger og lignende kan føre til vesentlige forbedringer. Det er derfor viktig å være klar over at sikkerhetsnivået ikke alltid har direkte sammenheng med hvor mye man investerer i sikkerhetstiltak, men er mer avhengig av i hvilke sammenheng de enkelte tiltakene blir brukt.

Når det gjelder løsningene som er utarbeidet for å tilfredsstillere kravene til brannsikkerheten i Bærum Frikirke, er ikke disse nødvendigvis de eneste som vil være aktuelle. Som sagt vil det alltid være mange veier å gå for å finne løsninger som tilfredsstiller forskriftene, avhengig av hvilke strategiske valg man tar. I denne rapporten er det valgt løsninger som går ut på å utbedre de passive og bygningsmessige forholdene. Det anbefales også å installere brannalarmanlegg, samt å iverksette organisatoriske tiltak. Av aktive tiltak er sprinkleranlegg kun blitt kort behandlet og beskrevet, til tross for at dette er et meget effektivt og pålitelig tiltak. Det er derimot en omfattende og krevende prosess å skulle installere et slikt. På grunn av dette, samt høy pris, er ikke sprinkling blitt foreslått som det beste alternativet.

Løsningen som er blitt presentert må kunne sies å være forholdsvis rimelig, og analysegruppa mener at den gir mye sikkerhet for pengene.

Hvorvidt Bærum Frikirke går inn for å gjennomføre ombyggingen av loftsetasjen er usikkert, men analysegruppa håper at de ved en eventuell ombygging vil ta hensyn til det som er skrevet i denne rapporten.



7. Konklusjon

Etter de analyser som er gjort av Bærum Frikirke går det klart frem at en ombygging av loftsetasjen er mulig samtidig som brannsikkerheten er vel ivaretatt. Det at resultatene fra datasimuleringene ga uttrykk for at rømningsforholdene var noe usikre har sannsynligvis opphav i alle feilmarginene som er forklart angående Argos i risikoanalysen. Dette fører til utslag i simuleringen som gjør at denne ikke gir et reelt bilde av sikkerheten. De løsningene som er valgt er altså i realiteten gode nok, men usikre analyseresultater kommer sannsynligvis som følge av analysegruppas manglende kunnskaper og erfaringer innen datasimuleringer

Tiltakene som er anbefalt i kapittel 5, Brannsikkerhetsstrategi, anses som hensiktsmessige med tanke på både sikkerhet og gjennomførbarhet. De fleste tiltakene er enkle, og går i første omgang ut på å forbedre brannmotstanden i de foreslåtte branncellene. Spesielt er det lagt vekt på rømningsveiene. Som et supplement for å bedre rømningssikkerheten er det anbefalt et brannalarmanlegg som skal gi varsling i hele bygget og direkte til brannvesenet. Ved Gudstjenester og andre større ansamlinger i kirken er det også viktig at menigheten er klar over effekten av informasjon og organisatoriske tiltak. Det bør derfor, som en følge av dette, utarbeides en beredskapsplan for kirken. Det er ikke utarbeidet en slik beredskapsplan i denne rapporten. Ellers er alle de foreslåtte tiltakene nøye beskrevet i kapittel 5.

Menigheten var både interessert i å få presentert gode branntekniske løsninger og at en eventuell ombygging skal kunne være økonomisk gjennomførbar. Det er ikke gjort noen anslag av de aktuelle kostnadene i denne rapporten, men det er hele tiden fokusert på å få til en rimelig løsning. Det antas at de løsningene som er valgt ligger innenfor en økonomisk forsvarlig ramme.



8. Referanseliste

1. An Introduction to Fire Dynamics
Dougal Drysdale
Second edition 1998
2. Brannsikkerhet, Prosjektering og dokumentasjon
Sigurd Hoelsbrekken
2. opplag 1998
3. Brannfysikk – fra teori til praksis
Guttorm Liebe
2. utgave 2. opplag 2000
4. Byggforskblad nr. 321.027 – Brannteknisk prosjektering, Brannsikkerhetsstrategi
Vidar Stenstad, Byggforsk
2001
5. NS 3901 – Risikoanalyse av brann i byggverk
Norsk Standard
1. utgave mai 1998
6. Pålitelighets- og Risikoanalyse
Terje Aven
2. utgave 1998
7. Simulex user manual
Mars 1998
8. Argos user manual
Danish Institute of Fire Technology
9. Byggforskblad nr. 720.315 – Brannteknisk utbedring av eldre murgårder
Ida Christine Blytt
1990
10. Byggforskblad nr. 734.503 – Brannteknisk forbedring av gamle trefyllingsdører
Vidar Stenstad
1995
11. Røykventilasjon, Temaveiledning
Statens Bygningstekniske Etat
2000
12. Brannårsaksstatistikk
Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern
2000
13. Brann- og uhellsstatistikk
Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

1993-2000

14. Tall fra SSB (ant. kirker og kapell registrert i Norge pr. jan. 2002)

15. Brannsynsrapport fra Asker og Bærum brannvesen
2001