

Camilla Hungnes Olsbø
Ingrid Krokann Storrø
Julie Solberg Aasgaard

Branntekniske utfordringer ved revitalisering av vernede bygninger

Challenges Concerning Fire Engineering in the Case of Revitalization of Protected Heritage Buildings

Bacheloroppgave i Bachelor ingeniørfag bygg
Veileder: Bozena Hrynyszyn
Mai 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk

<p>Oppgavens tittel: Branntekniske utfordringer ved revitalisering av vernede bygninger</p> <p>Engelsk tittel: Challenges Concerning Fire Engineering in the Case of Revitalization of Protected Heritage Buildings</p>	<p>Prosjektnummer: 17-2019</p>
<p>Forfattere: Camilla Hungnes Olsbø Julie Solberg Aasgaard Ingrid Krokann Storrø</p>	<p>Dato: 19.05.19</p> <p>Antall sider: 230 (inkl. vedlegg)</p> <p>Gradering: Lukket</p>
<p>Studieretning: Husbyggingsteknikk</p>	
<p>Intern veileder: Bozena Dorota Hrynyszyn</p>	
<p>Oppdragsgiver: HENT AS</p>	
<p>Ekstern veileder: Torgeir Bjørnstad Brønne</p>	
<p>Problemdefinering: Hvilke utfordringer står brannprosjekteringen overfor ved revitalisering av vernede bygninger? Hva sier lovverket om verning av bygninger? Hvordan kan det best mulig prosjekteres for brannsikkerhet i en tidlig fase? Hvem har ansvar for hvilke deler av brannteknikken?</p>	
<p>Stikkord:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revitalisering • Vernede bygninger • Analytisk brannprosjektering • Lovverk 	<p>Keywords:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revitalization • Protected Heritage Buildings • Fire Safety Engineering • Regulations

Forord

Denne rapporten er vår bacheloroppgave som er skrevet ved Institutt for bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet våren 2019.

Bakgrunnen for valg av oppgave er en befaring vi foretok på Hangaren Lade-prosjektet høsten 2018. Prosjektet fattet vår interesse, og da vi fikk muligheten til å skrive oppgave om hangaren bestemte vi oss for å fokusere på de branntekniske utfordringene ved et slikt bygg. Revitalisering av vernede bygninger involverer mange ulike aktører, og gjennom intervjuer har vi fått høre de ulike aktørenes synspunkter om forskjellige utfordringer. En stor del av oppgaven har gått ut på å sette seg inn i lovverk og forskrifter som er relevant for både brannsikkerhet og vernede bygninger.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår interne veileder Bozena Dorota Hrynyszyn, som gjorde oss oppmerksomme på Hangaren Lade-prosjektet høsten 2018, og gjorde det mulig å skrive bacheloroppgave for HENT. Hun har vært til god hjelp under hele prosjektperioden med innspill og diskusjoner. Vi ønsker også å takke Robert Mortensen, som var vikarierende intern veileder i begynnelsen av oppgaven.

Videre vil vi takke ekstern veileder Torgeir Bjørnstad Brønne i HENT for god hjelp til valg av problemstilling, tilgang på dokumenter fra Hangaren Lade-prosjektet, og veiledning underveis. Han har vist stort engasjement og har vært en nyttig ressurs i oppgaveskrivingen. Gjennom Torgeir kom vi i kontakt med Dag Denstad fra Rambøll som har vært brannrådgiver i prosjektet. Med sin lange erfaring har han gitt oss mye kunnskap om brannprosjektering.

En stor takk rettes også til brannmester Oddmund Leikvoll, byantikvar Elisabeth Kahrs og prosjektleder for Hangaren Lade-prosjektet Lars Petter Næbb som lot seg intervju og bidro til å løse oppgaven.

Trondheim, 19.05.19

Camilla Hungnes Olsbø

Julie Solberg Aasgaard

Ingrid Krokann Storrø

Abstract

When taking on the project of restoring an old heritage building, one with specific restrictions as to what can be changed or restored, multiple challenges are quick to surface. One of these challenges is the fire engineering part of the project, which is what this bachelor's thesis is shedding a light on.

To get the best insight possible, the group used an example building, an old hangar from world war II. It is now being renovated into a modern shopping space and will be hosting several large sized stores. To best understand the various aspects of fire engineering challenges in the hangar building and heritage buildings in general, different sources have been used. Examples are national building laws, local regulations and Norwegian Standards. The group has also conducted interviews with both the entrepreneur on the project and the consulting engineer responsible for the fire safety measures. The Cultural Heritage Management Office and the local Fire Department was also interviewed.

This research helped unveil interesting points of view and to single out the challenges of fire engineering processes. One issue the group came across was the wrongful use of the terminology describing different levels of heritage protection. Other points of discussion were the cooperation between different parties, the need for more fire safety engineers who have the knowledge to take on projects like the hangar, the distribution of responsibilities, and the benefits of CFD analysis.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Abstract	iii
Forkortelser	7
Ordforklaringer.....	9
1 Innledning.....	13
1.1 Bakgrunn.....	13
1.2 Problemdefinering.....	13
1.3 Formål	15
1.4 Omfang og avgrensninger.....	15
1.5 Rapportens oppbygning	15
2 Metode.....	19
2.1 Litteraturstudie.....	19
2.2 Casestudie	19
2.3 Kvalitative intervjuer	20
3 Teori.....	23
3.1 Lovverk.....	23
3.1.1 Plan- og bygningsloven.....	23
3.1.2 Bygningsvern	25
3.1.3 TEK	27
3.1.4 Brann- og eksplosjonsvernloven	29
3.1.5 SAK.....	29
3.1.6 Standarder.....	30
3.1.7 Bruksfasens lover	31
3.1.8 Regelverk og dokumentasjon av brannsikkerhet.....	34
3.2 Brannteknisk prosjektering	38
3.2.1 Forenklet brannprosjektering	38
3.2.2 Analytisk brannprosjektering	41
3.2.3 Analyseverktøy.....	45
3.3 Aktører i byggeprosessen.....	47
3.4 Brannsikringstiltak.....	49
3.4.1 Passive brannsikringstiltak	49
3.4.2 Aktive brannsikringstiltak	50

3.4.3	Organisatoriske brannsikringstiltak.....	56
3.5	Materialers egenskaper ved brann.....	58
3.5.1	Betong	58
3.5.2	Stål.....	60
3.5.3	Tre	60
3.5.4	Gips	63
4	Case – Hangaren Lade	67
4.1	Byggets historie	68
4.2	Beskrivelse av bygget	69
4.3	Branntekniske forutsetninger	69
4.4	Branntekniske ytelseskrav.....	70
4.4.1	Generelle krav	70
4.4.2	Fravik	70
4.5	Risikoanalyse	71
4.5.1	CFD-analyse.....	71
4.5.2	Rømningssimulering	72
4.5.3	Resultater fra CFD-analyser og rømningssimuleringer.....	73
4.6	Risikoevaluering	76
4.7	Dokumentasjon av fravik.....	77
4.7.1	Takkonstruksjon	77
4.7.2	Materialer og overflater.....	77
4.7.3	Fluktveier og utgangsbredder.....	78
4.8	Fagverket.....	79
4.8.1	Forsterkninger	80
4.8.2	Brannhemmende maling.....	81
4.8.3	Sprinkling	81
4.9	Alternative løsninger.....	82
4.9.1	Røykseksjonering	82
4.9.2	Vanntåkeanlegg.....	83
4.9.3	Brannlakk	83
4.9.4	Sikring av fagverk	83
5	Innovasjon og utvikling	87
5.1	Introduksjon	87
5.2	Brannmaling og brannlakk.....	88

5.3	Brannimpregnering	89
5.4	Clay nanopaper	90
6	Diskusjon	93
7	Konklusjon.....	101
8	Figurliste.....	103
9	Tabelliste.....	105
10	Kildehenvisning	106
11	Vedlegg	110

Forkortelser

CFD	Computational Fluid Dynamics
FOBTOT	Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn
NS	Norsk Standard
pbl.	Plan- og bygningsloven
RIB	Rådgivende ingeniør bygg
RIBr	Rådgivende ingeniør brann
SAK	Byggesaksforskriften
TEK	Byggteknisk forskrift
VFOBTOT	Veiledning til Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn
VSAK	Veiledning til Byggesaksforskriften
VTEK	Veiledning til Byggteknisk forskrift

Ordforklaringer

Ansvarsrett:	Retten til å kunne påta seg bestemte oppgaver i visse tiltak som krever tillatelse etter plan- og bygningsloven.
Brannbegrensende tiltak:	Tiltak som stanser tilløp til brann effektivt i starten av brannforløpet eller begrenser konsekvensene på en annen måte.
Brannenergi:	Summen av varmemengden som frigis ved forbrenning av alle faste og mobile, brennbare materialer i et område.
Brannforebyggende tiltak:	Tiltak som reduserer sannsynligheten for brann.
Brannforløp:	Brannens utvikling fra antennelse til den har sluknet eller er blitt slokket.
Brannscenario:	Kvalitativ beskrivelse av forløpet av en brann med hensyn til tid, med angivelse av spesifikke hendelser som karakteriserer den analyserte brannen og skiller den fra andre mulige branner.
Brannsikkerhetsstrategi:	Overordnet plan for hvordan fastsatte mål for brannsikkerhet skal oppnås.
Bruksendring:	Et byggverk (eller en del av et byggverk) tas i bruk til noe annet enn det byggverket opprinnelig var godkjent for eller lovlig brukt til.
Fravik:	Mangel på oppfyllelse av en preakseptert ytelse.
Fredet bygning:	Bygning som er beskyttet av kulturminneloven.
Hovedombygging:	Byggetiltak som etter kommunens skjønn er så omfattende at hele byggverket i det vesentlige blir fornyet.
Inndata:	Data som en datamaskin skal behandle.
Innsatstid:	Tiden fra innsatsstyrken er alarmert til den er i arbeid på skadestedet.
Navier-Stokes` likninger	Likninger som beskriver bevegelsene til viskøse fluider.
Nødvendig rømningstid:	Tiden det tar å rømme et byggverk.
Permeabilitet	Et mål for gjennomstrømmeligheten for et materiale.

Preakseptert ytelse:	Løsning angitt av myndighet i veiledning til Byggteknisk forskrift, som vil oppfylle, eller bidra til å oppfylle ett eller flere funksjonskrav i forskriften.
Særskilt brannobjekt:	Bygg, områder, virksomheter osv. hvor brann kan medføre tap av mange liv eller store skader på helse, miljøet eller materielle verdier.
Tilbygging:	Utvidelse av en bygning, som normalt medfører en økning av husets grunnflate.
Tilgjengelig rømningstid:	Tiden fra en brann oppstår til forholdene blir kritiske.
Vernet bygning:	Bygning som har gjennomgått en kulturhistorisk vurdering, og er identifisert som verneverdig.

KAPITTEL 1:

Innledning

Bakgrunn

Problemstilling

Formål

Omfang og avgrensninger

Rapportens oppbygging

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Studentene skal i forbindelse med sin bachelorgrad skrive en oppgave siste halvår i studieløpet. Oppgaven skal vise faglig forståelse, belyse et problem og bidra til innovasjon og utvikling.

Høsten 2018 kontaktet studentene HENT i forbindelse med en oppgave rettet mot hangaren på Lade i Trondheim. På en befaring observerte studentene at bygget hadde mye godt ivaretatt arkitektur og ingeniørkunst, noe som vekket interessen for bygget. Det var her første møte med prosjektleder Lars Petter Næbb fant sted. Han fortalte om prosessen og hvilke bygningsdeler som måtte tas vare på for å følge vernebestemmelsene.

I samme periode tok studentene kontakt med Torgeir Bjørnstad Brønne som ble ekstern veileder for oppgaven. Han hadde flere forslag til generelle temaer for oppgaven, men hovedtemaet ble preaksepterte vs. prosjektilpassede løsninger. Etter et møte mellom studentene og Torgeir ble det diskutert brann og preaksepterte løsninger i vernede bygninger, og etter et felles møte med brannrådgiver Dag Denstad ble temaet fastsatt.

Oppgaven har vist seg å være veldig levende mens studentene har jobbet med den, og det er mange interessante aspekter ved brann som er mulige å se på. Selve problemstillingen og løsningen har derfor også endret seg igjennom prosessen. Etter all informasjonshenting, intervjuer, lesing av artikler og casestudie ble endelig problemstilling bestemt.

1.2 Problemdefinering

I Norge er om lag 6000 bygninger eller 0,15% av bygningsmassen fredet, men antallet vernede bygninger av forskjellig antikvarisk verdi er mye høyere (1). Mange av de vernede bygningene er i veldig dårlig stand, og det er en stor sannsynlighet for at de etter hvert vil rase sammen om det ikke blir gjort noe med dem. På riksantikvarens nettsider står det:

«Brann er den største trusselen mot fredet og verneverdig bebyggelse i Norge. Hvert år går verdifulle bygninger tapt i brann. Det er derfor behov for bedre brannsikring av denne bebyggelsen.» (2)

På bakgrunn av dette er følgende problemstilling med underpunkter definert:

Hvilke utfordringer står brannprosjekteringen overfor ved revitalisering av vernede bygninger?

- Hva sier lovverket om verning av bygninger?
- Hvordan kan man best mulig prosjektere for brannsikkerhet i en tidlig fase?
- Hvem har ansvar for hvilke deler av brannteknikken?
- Hvordan gå frem for å løse de branntekniske utfordringene?

Bygninger som bygges nye i dag må tilfredsstillte tekniske krav gitt i TEK. Disse kravene kan være vanskelige å imøtekomme når bygget allerede eksisterer, og det finnes derfor unntak fra kravene for de bygningene som er vernet. Det kan stille spørsmål om det er greit å avvike fra disse kravene.

De preaksepterte branntekniske ytelsene i TEK letter brannprosjekteringen og er med på å sikre liv og helse. Det innebærer at risikoen som tas ved å ikke følge disse er at liv kan gå tapt, noe som er et stort ansvar å bære. Alternativt til de preaksepterte ytelsene kan det gjøres analyser av bygget og ulike brannsenarioer for å sikre at liv og helse er ivaretatt. Et annet viktig punkt er at bruksfasen til bygget er lengre enn byggefasen, og det må derfor planlegges for denne under prosjekteringen. Et bygg kan ha mange ulike brukere, og ikke alle er kjent med hvilke premisser som er lagt til grunn i brannprosjekteringen. Dette kan i verste fall få store konsekvenser.

Mange av de vernede bygningene i Norge står uten noen form for brannsikring. Brann i slike bygninger fører ofte til totalskade, og brannvesenets arbeid vil som regel bestå av å begrense videre spredning. I tillegg til tap av spesielle kulturminner, er det også en stor risiko for omliggende bygninger. Vern gjennom bruk er den beste måten å sikre slike bygninger, men å ta i bruk slike bygninger kan bli en stor utfordring om fremgangsmåten er ukjent (3).

Mange av utfordringene med de vernede bygningene er at bæresystemer og fasader ofte er underlagt strenge bestemmelser og derfor er vanskelige å få endret på. Da er det viktig å ha kunnskap om alternative løsninger og ulike sikringstiltak. Av sikringstiltak er det mange aktive,

passive og organisatoriske brannsikringstiltak. Kunnskap om hvordan ulike materialer oppfører seg ved brann kan gjøre det enklere å finne alternative løsninger i brannprosjekteringen.

1.3 Formål

Formålet med denne oppgaven er å:

- Gjøre det lettere å revitalisere vernede bygninger.
- Avdekke utfordringer knyttet til brannprosjektering i vernede bygninger.
- Gi et innblikk i perspektivet til de forskjellige aktørene og deres ansvarsområder.
- Avdekke utfordringer ved lovverket knyttet til vernede bygninger.

1.4 Omfang og avgrensninger

Oppgaven tar for seg utfordringer ved brannprosjektering i vernede bygninger. Den har sett på lovverket som knytter seg til vern, prosjektering og brannsikkerhet. Oppgaven belyser hvilke aktører som bør være med fra starten, og ser noe på ansvarsfordeling, men går ikke i dybden på dette. Den forutsetter at leseren har generell kunnskap om brannforløp.

For å begrense oppgaven er det ikke lagt stor vekt på brukerfasen. Videre er det ikke gjort noen kostnadsberegninger, men kostnader er kommentert der det er relevant.

1.5 Rapportens oppbygning

Rapporten er delt opp i 6 deler:

- Metode
- Teori
- Case
- Innovasjon og utvikling
- Diskusjon
- Konklusjon

Metodedelen forteller om hvilke forskningsmetoder som ble brukt for å løse oppgaven og finne relevant informasjon. Teoridelen inneholder relevant lovverk med forklaringer, metoder for brannprosjektering, aktører i byggeprosessen, mulige brannsikringstiltak og hvordan materialer oppfører seg under en brann. For å vise hvordan det kan gjøres i praksis er det gjennomført en

casestudie. Fordi mange vernede bygninger har tre som hovedmateriale, og mange nye bygninger bygges i tre, er det valgt å se på måter å brannsikre tre på i kapitlet om innovasjon og utvikling. Rapporten har også en diskusjonsdel og en konklusjon der det er brukt innspill fra intervjuer med entreprenør, byantikvar, brannmester og rådgivende branningeniør.

KAPITTEL 2:

Metode

Litteraturstudie

Casestudie

Kvalitative intervju

2 Metode

Dette kapittelet omhandler hvilke metoder som er benyttet i oppgaven. For å få svar på problemstillingene har det blitt gjennomført en litteraturstudie, der det har blitt innhentet relevant informasjon fra ulike kilder. I tillegg er det gjort en casestudie av et vernet bygg for å se på hvordan brannsikkerhetsstrategien i bygget er lagt. Til slutt er det utført kvalitative intervjuer med ulike aktører i byggeprosessen for å belyse deres synspunkter og tanker til diskusjons- og konklusjonsdelen.

2.1 Litteraturstudie

Det ble gjennomført en litteraturstudie for å finne relevante kilder som er brukt i den teoretiske delen av oppgaven. Informasjonen ble hentet fra blant annet Byggteknisk forskrift, Direktoratet for byggkvalitet, Byggforsk, Bygg og bevar, Lovdata og Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap. I tillegg er Oria blitt brukt for å finne relevant litteratur i universitetsbiblioteket.

Oppgaven er todelt og omfatter både brannteknikk og vern. For å skaffe en god oversikt over oppgavens tema har det vært viktig å gå bredt ut i innhenting av informasjon, for så å avgrense senere. Dette har gitt en helhetlig forståelse som har gjort det enklere å tolke lovverk, forstå metoder og se konsekvenser.

2.2 Casestudie

Hangaren Lade ble brukt som case i oppgaven. HENT skaffet gruppen tilgang til et web-hotell som inneholder prosjektets dokumenter og tegninger, blant annet brannkonsept og brannteknisk risikoanalyse som er utarbeidet av Rambøll. I tillegg fikk gruppen informasjon av eksterne veileder i møter og på befaringer i hangaren. Resten av informasjonen ble funnet ved internettsøk.

I casen ble det sett på hvilke tiltak som er gjort for å oppnå en tilfredsstillende brannsikkerhet når de preaksepterte løsningene ikke var mulige å bruke. Bygget er vernet, og mange av konstruksjonsdelene tilfredsstiller ikke kravene til brannmotstand. Dermed må det gjøres kompensierende tiltak for å oppnå tilstrekkelig brannsikkerhet. I tillegg er det gjort en alternativvurdering av enkelte branntiltak i hangaren.

2.3 Kvalitative intervjuer

Kvalitativt intervju er en forskningsmetode som ble benyttet i oppgaven, der byantikvar, brannvesen, entreprenør og brannrådgiver ble intervjuet. Formålet med dette var å belyse synspunktene og meningene til de ulike aktørene som arbeider med brannsikkerhet.

Intervju har som formål å fremskaffe fyldig og beskrivende informasjon om hvordan andre mennesker opplever ulike sider ved et tema. Kvalitative intervjuer er spesielt godt egnet for å få innsikt i menneskers erfaringer, tanker og følelser. Intervju kan brukes som hovedmetode for å samle inn kunnskap, men det kan også benyttes som bimetode for å komplettere annen innsamlet informasjon (4).

Intervjuformen semistrukturert intervju ble brukt i oppgaven. Det som kjennetegner denne intervjuformen er at det på forhånd lages en intervjuguide, som er en plan for hvilke temaer som skal tas opp. Spørsmålene er ikke fastsatte, men baserer seg på stikkord og beskrivelser fra intervjuguiden. På denne måten blir intervjuet som en samtale mellom intervjueren og informanten (5). Intervjuene ble tatt opp med opptaksverktøy for å enkelt kunne bruke informasjonen fra informantene i ettertid. Etter at intervjuene var gjennomført, ble de transkribert og renskrevet for å kunne brukes til analyser. Transkriberingene ble sendt til informantene for å få godkjent materialet til videre bruk.

KAPITTEL 3:

Teori

Lovverk

Brannteknisk prosjektering

Aktører i byggeprosessen

Tiltak for sikring

Materialers egenskaper ved brann

3 Teori

Dette kapittelet inneholder en oversikt over lovverk, forskrifter og standarder som er aktuelle for brannprosjektering og vernede bygninger. Kapittelet beskriver to ulike metoder for brannteknisk prosjektering; forenklet og analytisk. Videre er det gitt en oversikt over aktuelle aktører under prosessen, blant annet brannrådgiver og byantikvar. Kapittelet avsluttes med en oversikt over noen mulige brannsikringstiltak, og sentrale materialers egenskaper ved brannpåkjenning.

3.1 Lovverk

Det er mange sentrale lover som omhandler vernede bygninger og brann. Under er en oversikt over de mest aktuelle, og en innføring i hva lovene omfatter.

3.1.1 Plan- og bygningsloven

Plan- og bygningsloven (pbl.) er den overordnede loven i Norge for planlegging og bygging. Den er delt opp i seks deler:

- En alminnelig del som forteller om hensikten til loven og hvor den gjelder
- En plandel
- En gjennomføringsdel
- En byggesaksdel
- En del om håndheving- og gebyrregler
- En del om sluttbestemmelser

Pbl. § 29-5 andre avsnitt sier:

«Bygningen med oppholdsrom for mennesker skal prosjekteres og utføres slik at krav til forsvarlig energibruk, planløsning og innemiljø, her under utsyn, lysforhold, isolasjon, oppvarming, ventilasjon og brannsikring mv., blir oppfylt».

Loven stiller tekniske krav til bygninger når det gjelder brannsikkerhet, dette framkommer i sitatet over. Her viser loven også at den er kompleks og stiller krav til flere deler som påvirker

en bygning. Dette er krav som kan være relativt enkelt å følge for nybygg, men noe verre for eksisterende bygninger.

Verneverdige bygninger sikres gjennom pbl. av kommunen som bygget befinner seg i. For å bli betegnet som verneverdig må kulturminnet ha gjennomgått en kulturhistorisk vurdering der det fastslås at minnet har en nasjonal, regional eller lokal verdi (6). Denne vurderingen gjøres av byantikvaren i den aktuelle kommunen. Listeføring brukes for å holde oversikt over bevaringsverdige bygninger. I tillegg brukes kart, slik det for eksempel gjøres i Trondheim kommune der bygningene er vist på et digitalt kart.

I pbl. kapittel 31 finnes det informasjon om krav til eksisterende byggverk. Første ledd er viet til ivaretagelse av kulturell verdi ved arbeid på eksisterende byggverk:

«Ved endring av eksisterende byggverk, oppussing og rehabilitering skal kommunen se til at historisk, arkitektonisk eller annen kulturell verdi som knytter seg til et byggverks ytre, så vidt mulig blir bevart.»

Byggets ytre er ikke videre spesifisert i loven, men er opp til den enkelte kommune.

Her nevnes også § 29-2 som krever at ethvert tiltak, uavhengig av om det er eksisterende eller nytt, skal:

«prosjekteres og utføres slik at det etter kommunens skjønn innehar gode visuelle kvaliteter både i seg selv og i forhold til dets funksjon og dets bygde og naturlige omgivelser og plassering.»

Uavhengig av om bygget er vernet eller ikke, skal § 31-2 følges. Denne paragrafen beskriver rammene rundt tiltak på eksisterende byggverk, og hvordan dette skal utføres i samsvar med bestemmelser gitt i loven. Alle former for endring av den eksisterende bygningen skal gjøres etter den seneste vedtatte planen, noe som kan medføre at større endringer enn først antatt må gjennomføres. Dette kan være en eldre bygning som skal rehabiliteres, der det ender med at hele bygningen må oppgraderes for å tilfredsstille dagens tekniske krav. Ved hovedombygging, tilbygging eller bruksendring er dette ofte tilfellet. Dessuten kan kommunen kreve at større

deler av bygningen settes i stand for å tillate tiltaket. Ofte gjøres dette dersom bygningen er i så dårlig stand at det vil være uforsvarlig å benytte bygningen.

Kommunen kan også gi tillatelse til gjennomføring av tiltak der de tekniske kravene ikke er mulige å følge grunnet uforholdsmessige kostnader. Tiltaket må i slike tilfeller likevel være forsvarlig og nødvendig for å oppnå hensiktsmessig bruk. Selv om rehabiliteringen tillates, kan kommunen stille spesifikke vilkår i tillatelsen. For verneverdige bygninger kan eksempelvis byantikvar og kommune jobbe sammen for å fastsette krav om bygningsdeler som skal beholdes, sikringstiltak som må gjennomføres eller lignende (7).

Ifølge § 31-8 kan kommunen pålegge eksisterende bygninger utbedringer uten at det er søkt om tiltak. Her nevnes brannmessige forhold som særskilt viktige.

Hovedombygging, tilbygging eller bruksendring er forskjellige grader av endring på en eksisterende bygningsmasse. Disse må generelt søkes om til byggesakskontoret og må være i samsvar med den gjeldende planen. Hovedombygging er ombygginger som er så omfattende at hele byggverket blir fornyet i så stor grad at kommunen vurderer det som søknadspliktig. Tilbygging endrer byggets grunnflate, og en bruksendring kan medføre endring av premissene for bygningen (8).

Vernede bygninger kan rehabiliteres eller revitaliseres. Forskjellen er at ved rehabilitering endres ikke byggets premisser, men når en bygning skal revitaliseres kan hovedombygging, tilbygging og bruksendring være aktuelle for prosjektet. Det betyr at det må søkes om til byggesakskontoret, og at omprosjekteringen er mer omfattende enn ved en rehabilitering (9).

3.1.2 Bygningsvern

Formålet med bygningsvern er at de historiske verdiene tas vare på, og det er kulturminneforvaltningen som velger hvilke kulturminner som skal fredes etter kulturminneloven (10). Kulturminneforvaltningen er et organ som byantikvaren tilhører (11). De vernede bygningene har enten en lokal eller en regional verdi, og ligger under kommunens bestemmelser. Det er riksantikvaren som freder bygninger samt utarbeider kriteriene for hvilke bygninger som skal underlegges vern (10).

Kulturminneloven

I kulturminneloven står det at denne loven skal vektlegges ved vedtak som omfatter kulturminneressursene. Dette er en særlov som gjelder foran plan- og bygningsloven. Et kulturminne defineres som alle spor etter menneskelig virksomhet i vårt fysiske miljø, herunder lokaliteter det knytter seg historiske hendelser, tro eller tradisjon til. Loven beskriver rammene for fredning og håndtering av fredede bygninger. Den nevner mye om vern, men sier lite om vernede bygninger (12).

Antikvarisk klassifisering

Det er forskjellige måter å klassifisere ulike former for vern på, og hvordan det gjøres er det den enkelte kommunen som bestemmer. Forklaringen finnes ofte på kommunens hjemmesider. Trondheim kommune har for eksempel et aktsomhetskart som viser hvilke bygninger som er underlagt vern (13).

Kommuneplanens arealdel inneholder de ulike formene for vern, og den har hjemmel i pbl. § 31-1. Trondheim kommunes arealdel kapittel 10, «Kulturminner og kulturmiljø», tar for seg reglene rundt vern. § 10.2 sier:

«Bebyggelsen markert som antikvarisk verdifull i klasse A, B eller C på «aktsomhetskart kulturminner» skal søkes bevart. Takform, fasader, vinduer og dører, materialbruk og farger skal søkes opprettholdt for å bevare bygningens og anleggets karakter.» (13)

Kommunen har klassifisert bygningene i 3 ulike klasser:

A – Svært høy antikvarisk verdi

B – Høy antikvarisk verdi

C – Antikvarisk verdi

Klasse A omfatter bygninger som byantikvaren anbefales at fredes etter kulturminneloven. Bygninger i klasse B har høy antikvarisk verdi, men er fortsatt mulig å gjøre noe med uten for store utfordringer. Bygninger eller anlegg i klasse A og B er ofte sjeldne. Typiske kategorier er bygg eller anlegg som:

- Er og alltid har vært helt eller nesten enestående.
- Har være med på å introdusere en (ny) retning innen byggekunsten.
- Tilhører typer som tidligere har vært vanlige, men som nå nesten er forsvunnet.
- Sjeldent velbevarte bygninger og anlegg
- Anses berettiget til særlig omsorgsfull pleie på grunn av sin nåværende eller tidligere bruk, eller tilknytning til personer eller hendelser.

Klasse C kan være vanskelig å definere da dette er en stor og sammensatt gruppe. Bygningene i denne klassen har ikke alltid klare bestemmelser, men er ofte en del av et bygningsmiljø (13).

3.1.3 TEK

Byggteknisk forskrift (TEK) er fastsatt av Direktoratet for byggkvalitet. Formålet fremkommer av forskriftens første paragraf:

«Forskriften skal sikre at tiltakene planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi.» (14)

TEK har hjemmel i pbl. og kravene gjelder for tiltak i § 20-1. Dette gjelder uavhengig om det skal søkes til kommune (14).

TEK deles inn i 17 kapitler delt opp på en hensiktsmessig måte. Første kapittel inneholder fellesbestemmelser, og kapittel 2-4 dreier seg om ulike dokumentasjon som må legges ved en byggesøknad. Resten tar for seg ulike deler av byggeprosessen og krav til komponenter. Veiledning til byggteknisk forskrift (VTEK) beskriver og forklarer krav og ytelser.

Energi

I TEK kapittel 14 stilles det krav til at *«Bygninger skal prosjekteres og utføres slik at det tilrettelegges for forsvarlig energibruk»*. Forskriften skal bidra til lavt energibehov og miljøvennlig energiforsyning i bygninger som oppføres eller oppgraderes. Videre fremkommer det at *«Dersom kravene i dette kapitlet ikke kan forenes med bevaring av kulturminner og antikvariske verdier, gjelder kravene så langt de passer»*. Dette gjelder bygninger som:

- Er fredet etter kulturminneloven
- Er regulert til bevaring eller annen form for vern i henhold til pbl.
- Oppfyller kulturminnefaglige kriterier for regulering til bevaring eller oppfølging i kommunal verneplan

Dersom energikravene ikke kan oppfylles på grunn av bevaring av kulturminner og antikvariske verdier må energikravene tilpasses kravene om bevaring.

Konstruksjonssikkerhet

Kapittel 10 inneholder krav til konstruksjonssikkerhet i bygninger. Hensikten er å sørge for tilfredsstillende sikkerhet for personer og husdyr, samt å unngå sammenbrudd som kan føre til store materielle eller samfunnsmessige skader. Formålet er at:

«Forskriften skal ivareta liv og helse til personer og husdyr som oppholder seg i eller på byggverk. Konstruksjoner i byggverk skal motstå de påkjenninger de kan forventes å bli utsatt for.»

Konstruksjonssikkerheten oppnås ved at bygget prosjekteres og utføres etter Norsk Standard (NS), og ved bruk av materialer og produkter med kjente og dokumenterte egenskaper. Dersom det benyttes andre prosjekteringsmetoder enn de som er gitt i NS må det dokumenteres at bruk av metoden gir samme sikkerhetsnivå.

Sikkerhet ved brann

I likhet med konstruksjonssikkerhet stilles det krav til sikkerhet ved brann. Kapittel 11 sier:

«Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet ved brann for personer som oppholder seg i eller på byggverket, for materielle verdier og for miljø- og samfunnsmessige forhold.»

Brannkravene som finnes i kapittel 11 er minimumskrav fra myndighetenes side. Bestemmelser om utforming og utførelse eksisterer i liten grad, der hensikten er å redusere antall dispensasjoner. For vernede bygninger kan dispensasjoner gis der det ikke utgjør en trussel for sikkerhetsnivået, eller dersom det er gitt urimelige krav for den eksisterende bygningen (15).

Brannsikkerhet og konstruksjonssikkerhet henger tett sammen. Bygget skal ha bærekonstruksjoner med tilstrekkelig bæreevne og stabilitet til å motstå en brannpåkjenning. Bæresystemet skal bevare sin styrke i den tiden det tar å utføre rømning, redning og slokking.

Det er to ulike metoder for brannprosjektering; forenklet og analytisk brannprosjektering. Forenklet brannprosjektering gjøres ved bruk av preaksepterte ytelser gitt i TEK uten fravik, mens analytisk brannprosjektering gjøres ved analyser som viser at kravene i forskriften oppfylles.

3.1.4 Brann- og eksplosjonsvernloven

Brann- og eksplosjonsvernloven er en av lovene som gjelder både for byggefasen og bruksfasen til et bygg. Hovedfokuset ligger på bruksfasen, men det må også tas hensyn til prosjekteringen. Punkt 3.1.7 tar for seg lovens bestemmelser i bruksfasen.

3.1.5 SAK

Byggesaksforskriften, SAK, er delt inn i 5 deler og 20 kapitler som tar for seg ulike deler knyttet til søkeprosessen og utførelsen ved et tiltak. VSAK sier dette om forskriften:

«Forskrift om byggesak utfyller plan- og bygningslovens regler om byggesaksbehandling, kvalitetssikring og kontroll, om tilsyn, om godkjenning av foretak for ansvarsrett og om reaksjoner der reglene ikke er fulgt» (8)

SAK skal lette arbeidet ved en søkeprosess og sørge for kvalitet gjennom hele prosessen fra søknad om rammetillatelse til ferdigstillingsattest. På bakgrunn av dette er det utarbeidet ansvarsrett.

Pbl. § 20-1 handler om hvilke tiltak som er søkepliktig til byggesakskontoret (plan- og bygningsetaten). I alle disse tiltakene må det finnes ansvarlige foretak eller personer med ansvarsrett, og dette er avhengig av tiltaksklassen til tiltaket.

Et bygg kan ha ulike tiltaksklasser for ulike fagområder, og tiltaksklassen er avhengig av kompleksitet, vanskelighetsgrad og mulige konsekvenser på mangler og feil (8). Brann er noe

som kan få store konsekvenser for menneskeliv og bygninger dersom det ikke gjøres riktig. Med bakgrunn i dette plasseres bygg som avviker fra de preaksepterte brannløsningene ofte i tiltaksklasse 3.

Foretak kan søke om sentral godkjenning for ansvarsrett. Foretakene som søker og/eller erklærer ansvarsrett som ansvarlig søker, prosjekterende eller kontrollerende, skal ha gjennomføringsevne gitt av ansvarsretten og oppfylle de kvalitetsrutiner og kvalifikasjoner forskriften stiller krav til (8).

3.1.6 Standarder

NS 3901

NS 3901, *Krav til risikovurdering av brann i byggverk*, er utarbeidet av Standard Norges komité SN/K 227. Standarden bygger på de samme prinsippene som NS 5814:2008, *Krav til risikovurderinger*. Relevant innhold fra NS 5814 er inkludert i standarden, med formål om at denne standarden skal danne et selvstendig grunnlag for risikovurdering av brann i byggverk.

Standarden tar for seg to alternative analysemodeller; risikoanalyse og komparativ analyse. Formålet med risikoanalysen er å avdekke det totale brannrisikobildet i analysebyggverket, og dette gjøres ved å bruke risikoakseptkriterier som er fastsatt på forhånd. En komparativ analyse gjøres ved å sammenligne et analysebyggverk og et referansebyggverk, og dermed bruke sikkerhetsnivået i referansebyggverket som et uttrykk for akseptabel risiko (16).

SN-INSTA/TS 950

SN-INSTA/TS 950, *Analytisk brannteknisk prosjektering – Komparativ metode for verifikasjon av brannsikkerhet i byggverk*, er utarbeidet av komiteen INSTA Fire Safety Design som representerer Inter Nordic Standardization Cooperation. Den er utgitt som en teknisk spesifisering med et nasjonalt tillegg.

Den tekniske spesifiseringen omhandler analysemodellen komparativ analyse, der det blir sett på ulike analysemetoder. Valg av analysemetode avhenger av brannobjektets kompleksitet. Analysen baserer seg på en sammenligning av analysebyggverket og et referansebyggverk, der referansebyggverkets preaksepterte ytelser legges til grunn (17). Kvalitative, deterministiske og

kvantitative analyser brukes for å verifisere at analysebyggverket minimum har det samme sikkerhetsnivået som referansebyggverket.

NS-EN 12845

NS-EN 12845, *Faste brannsløkkesystemer – Automatiske sprinklersystemer – Dimensjonering, installering og vedlikehold*, er utarbeidet av den tekniske komiteen CEN/TC 191 Fixed firefighting systems. Dette er en europeisk standard som også er utgitt som norsk standard.

Standarden spesifiserer krav og gir anbefalinger for dimensjonering, installasjon og vedlikehold av faste sprinklersystemer i bygninger og industrianlegg. I tillegg angir den spesielle krav for sprinklersystemer som inngår i tiltak for å beskytte personers liv. Kravene og anbefalingene gjelder også ved eventuelle endringer av et sprinklersystem, blant annet utvidelse, tilføyelse eller reparasjon. Standarden omfatter bare sprinklertypene angitt i NS-EN 12259-1 (18).

3.1.7 Bruksfasens lover

Internkontrollforskriften

Forskriftens oppgave er å fremme forbedringsarbeid i virksomheter, på en måte som gjør at helse-, miljø- og sikkerhetslovgivning blir fulgt. Det er ledelsen/eieren av virksomheten som har ansvar for at internkontroll gjennomføres. Det er presisert at internkontrollplikten skal overholdes i samarbeid med arbeidstakerne og deres representanter, selv om hovedansvaret for innføring og utførelse av internkontroll ligger hos virksomhetens øverste ledd. De ansatte skal altså medvirke for å overholde bestemmelsene (19). Forskriften samordner lover som omhandler blant annet brannsikkerhet. Disse må tas hensyn til ved prosjektering, bygging og bruk av bygninger. Forskriften har hjemmel i blant annet brann- og eksplosjonsvernloven og el-tilsynsloven.

Brann- og eksplosjonsvernloven

Denne loven tar for seg:

«alminnelige plikter til å forebygge brann og eksplosjon samt sentral og lokal organisering og gjennomføring av brann- og eksplosjonsvernarbeidet.» (20)

Stikkordet i denne loven er forebygging, der privatpersoner så vel som eiere av byggverk, områder, transportmidler og lignende ilegges plikter om å opptre aktsomt og gjøre tiltak slik at brann eller eksplosjon ikke oppstår. Dersom brann eller eksplosjon inntreffer, plikter enhver å varsle, begrense skadevirkningene så langt det lar seg gjøre, og delta i slokke- og redningsarbeid dersom innsatsleder krever det. Det kan også kreves at enkeltpersoner stiller eiendom, bygning, materiell og personell til disposisjon for å begrense skadeomfanget i størst mulig grad. Ellers er § 6 og § 13 svært sentrale i brann- og eksplosjonsvernloven, og omhandler forbyggende sikringstiltak og vedlikehold, og bestemmelser angående særskilte brannobjekter.

Av § 6 i denne loven framkommer det at eier av bygning, område og lignende har ansvar for å forebygge og begrense brann, eksplosjon eller annen ulykke, og å iverksette sikringstiltak for å oppnå dette. Det er også eiers oppgave å vedlikeholde eiendommen, og holde den i god stand slik at brannsikkerheten ivaretas. Et eksempel på dette er å sørge for at brannalarmanlegget til enhver tid fungerer og virker etter sin hensikt.

§ 13 i brann- og eksplosjonsvernloven er svært relevant for særskilte brannobjekter, herunder vernede og fredede bygninger. Loven sier at det er kommunens oppgave å sørge for føre tilsyn med brannsikkerheten i slike bygninger. Tilsynet omfatter tekniske og bygningsmessige brannsikringstiltak, samt organisatoriske og utstyrmessige tiltak. Med dette menes alle tiltakene som vil ha betydning for brannbekjempelse, rømnings- og redningstider.

Videre beskriver loven tilsynsmyndighetens (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap/kommunale brannvernmyndigheter) rettigheter når det gjelder å kreve opplysninger, adgang til bygningen og retten til å innhente prøver. Tilsynsmyndigheten kan også ilegge pålegg og forbud mot bruk (20).

El-tilsynsloven

El-tilsynsloven omfatter alle elektriske anlegg og alt elektrisk utstyr, bortsett fra radiotelegraf og radiotelefon. Lovens hensikt er å forebygge fare for liv, helse og materielle verdier, ved at prosjektering, utførelse, drift, vedlikehold og kontroll av elektriske anlegg gjøres på en måte som tilfredsstiller dette (21).

Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn (FOBTOT)

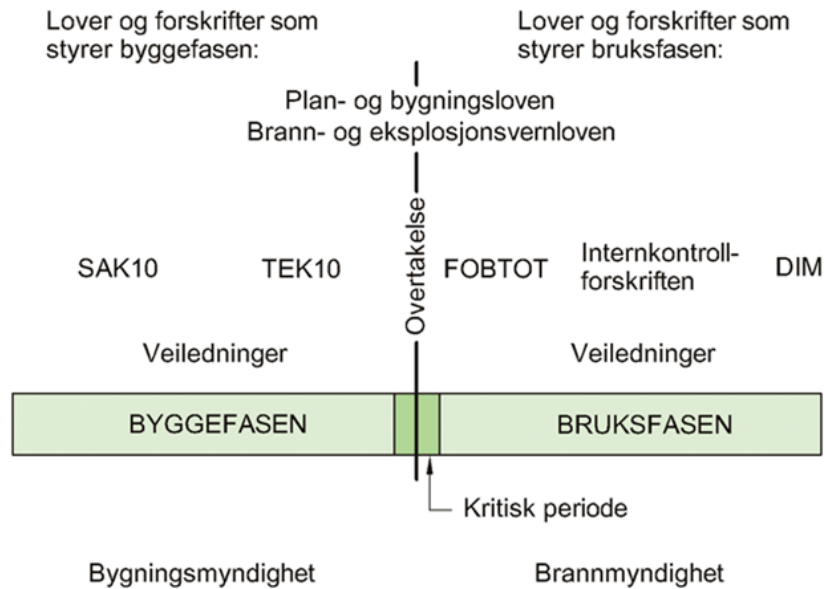
Denne forskriften gjør seg gjeldende fra første bruksdag, og stiller krav til forebyggende tiltak mot brann og eksplosjon for å verne liv, helse, miljø og materielle verdier. For å oppnå en mest mulig sikker bygning, stiller forskriften krav til at brannteknikken oppfyller kravene satt i gjeldende plan- og bygningslov. I situasjoner der det er snakk om en eldre bygning, forventes det at sikkerhetsnivået oppgraderes til samme nivå som for nyere bygninger, innenfor rimelige rammer. Det er byggets eier sitt ansvar å påse at lover og forskrifter er fulgt. Dette innebærer også å sørge for at rømningsveier har et tilfredsstillende ledesystem, i tillegg til andre momenter som skaper en rask og sikker rømningsvei. Her har også brukeren et ansvar for å opprettholde brannsikkerheten.

For særskilte brannobjekter er det krav om at brannsikkerheten blir dokumentert i driftsfasen. Dette gjelder både tekniske og organisatoriske tiltak (se punkt 3.4). Det kreves i tillegg at det utnevnes en brannvernleder, enten eier eller en representant for eier, som har ansvar for at brannvernet opprettholdes (22).

Dimensjoneringsforskriften (DIM)

Dimensjoneringsforskriften skal sørge for at hver kommune har et velfungerende brannvesen som er organisert, bemannet og utrustet deretter. Den gir også grunnlag for kommunen til å dimensjonere brannvesenets ressurser ut fra risikobildet i kommunen. Forskriften kan gi begrensninger for plassering og utforming av nye bygninger, selv om slike forhold vanligvis skal være fanget opp i reguleringsbestemmelser, rammetillatelse og lignende. Forskriften pliktes oppfylt av alle kommuner, enten alene eller i samarbeid med andre kommuner.

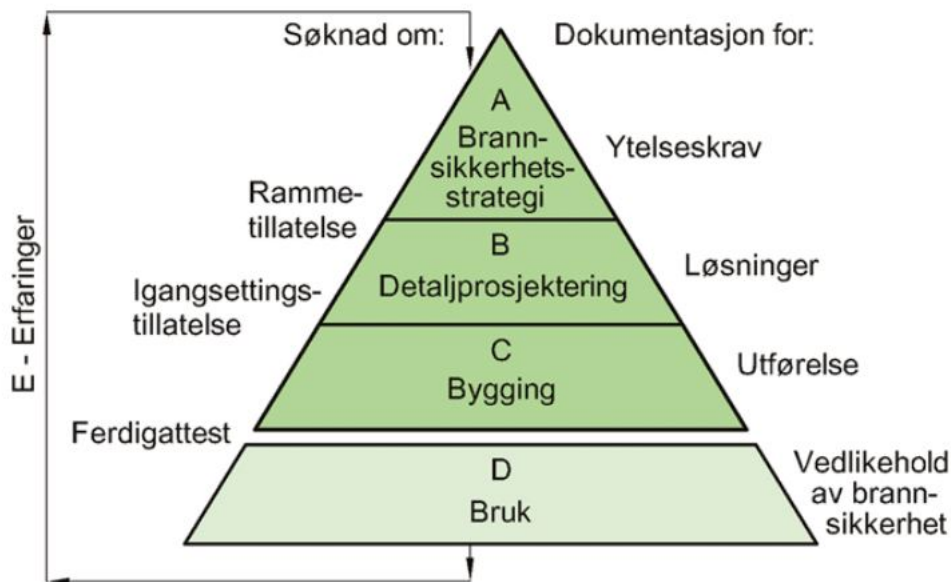
3.1.8 Regelverk og dokumentasjon av brannsikkerhet



Figur 1: Forskrifter i bygge- og bruksfasen (Illustrasjon: SINTEF Byggforsk)

Figuren over viser hvilke lover og regelverk som er gjeldende i bygge- og bruksfasen til et bygg når det skal prosjekteres for brann. Byggefasen eller byggeprosessen er tiden fra idéfase til ferdigstilling, og bruksfasen er den lengste delen av byggets levetid. For brannsikkerhet er det pbl. samt brann- og eksplosjonsvernloven som er overordnet, og gir grunnlaget for alle de andre forskriftene. Det er prosjekterende og utførende som er ansvarlige for at loven blir fulgt, og at de tekniske kravene og ytelsene tilfredsstillers TEK. I tillegg må prosjekterende og utførende ta hensyn til lovene som gjelder i bruksfasen. Det letter brukerens opplevelse av bygget og sørge for at brannvesenet og andre aktører har mulighet til å utføre sitt arbeid.

Når prosjektet er på skissestadiet bør det kontaktes en rådgiver med ansvar for brannsikkerhetsstrategien da valg av helhetlige løsninger kan redusere kostnadene i bruksfasen til bygget. En annen viktig del er god kommunikasjon mellom eier/bruker, prosjekterende og utførende. God kommunikasjon kan gjøre overtakelsen lettere. Overtakelse er en kritisk fase der alt av dokumentasjon skal overleveres til eier/bruker av bygget. For særskilte brannobjekter stilles det spesielle krav til dokumentasjon i bruksfasen som bør bli vurdert i prosjekteringsfasen. Det er hensiktsmessig å holde en egen forhåndskonferanse om branntekniske forhold i større byggesaker eller når bygget er et særskilt brannobjekt.



Figur 2: Nivåer for dokumentasjon av brannsikkerhet (Illustrasjon: SINTEF Byggeforsk)

Figur 2 viser sammenhengen mellom hva som gjøres i de forskjellige delene av byggets levetid når det gjelder brann. Størrelsesforholdene viser også sammenhengen mellom tiden som blir brukt på hver del sammenlignet med levetiden. Det kommer frem av figuren at bruksfasen til bygget er lengre enn prosjekteringen og utførelsen, og viser igjen et viktig poeng med å vite hva som skjer etter at bygget er ferdigstilt.

Det bør være kommunikasjon både vertikalt og horisontalt mellom fasene i figuren for å sikre brannstrategien. Den vertikale kommunikasjonen sørger for at god forståelse mellom alle ledd. Utførende og bruker kan komme med ønsker, synspunkter, forutsetninger og begrensinger som er en fordel å oppdage tidlig. Igjen er det prosjekterende som må kommunisere strategien videre slik den blir forstått av utførende. Horisontal kommunikasjon er kommunikasjonen mellom de ulike fagfeltene og ansvarlige på samme nivå. Den viktigste delen ser man helt til venstre i figuren; erfaringer. Det er viktig å bruke erfaringer fra et prosjekt inn i neste prosjekt, spesielt å se på hva som gikk bra og hva som gikk galt (15).

Nivå A: Brannsikkerhetsstrategi

I skissefasen utarbeides det en brannsikkerhetsstrategi, som også kalles brannkonsept, med generelle ytelseskrav til bygningen. Det er denne som lager grunnlaget for videre prosjektering, bygging og bruk. Dokumentasjonen skal vise at bygningen tilfredsstiller funksjonskravene i TEK med valgte ytelser. Dersom dette ikke kan gjøres må det gjøres en konsekvensanalyse ved små avvik, eller en analytisk dimensjonering ved større fravik. Grunner for analytisk brannprosjektering kan være; Hovedutformingen har større fravik fra VTEK, bygget plasseres i brannklasse 4, det er valgt nye/ukjente prinsipløsninger eller at preaksepterte løsninger ikke er mulig å velge (15). Sintef Byggforsk har utarbeidet et forlag til utforming av brannkonsept med forklaring i Byggforskblad 321.026.

Det er viktig å bemerke at SAK stiller krav til uavhengig kontroll av brannteknikk konseptprosjektering i tiltaksklasse 2 og 3. Den branntekniske dokumentasjonen skal ikke legges ved saksbehandlingen, men skal oppbevares av ansvarlig foretak i inntil 5 år etter ferdigstilling. Denne dokumentasjonen skal være tilgjengelig for kommunen (23).

Nivå B: Detaljprosjektering

Uavhengig av om brannkonseptet har fulgt TEK eller det er gjort en analyse, er innholdet i dokumentasjonen under detaljprosjektering det samme. Den skal vise at ytelseskravene er fulgt (24). Dokumentasjonen inneholder beskrivelser og tegninger som skal gi et godt grunnlag for utførelsen av tiltaket, og grunnlaget bør også inneholde spesifisering av produkters egenskaper (15). Det er særdeles viktig at vanskelige og kritiske detaljer prosjekteres, og ikke overlates til utførende. Det er de detaljprosjekterende i sine fagfelt som skal utføre detaljprosjekteringen i samsvar med brannkonseptet som er utformet av RIBr (24). Det er viktig å avklare grensene mellom de ulike prosjekterende, og Rådgivende ingeniørers forening (RIF) har utarbeidet veilederen «Ansvar for planlegging av brannsikkerhet» som ligger vedlagt som vedlegg 3. Sintef Byggforsk har utarbeidet et forslag til nødvendig dokumentasjon og ansvarsfordeling ved detaljprosjektering i Byggforskblad 321.027.

Nivå C: Bygging

Utførelsene dokumenteres underveis, og skal følge grunnlaget som er utarbeidet i nivå B. Det er vanlig å dokumentere utførelse fysisk i dagbøker og protokoller, og også gjerne ved fotografier der det er vanskelig å inspisere etter ferdigstilling. Under utførelsene er man avhengig av monteringsanvisninger der det brukes materialer eller komponenter som er avhengig av riktig montering for å fungere rent brannteknisk. Endringer er en stor del av utførelsen. Dersom det gjøres endringer som kan påvirke brann sikkerheten eller som strider med kravene i brannkonseptet kan det kreves ny prosjektering i form av en endringsanalyse.

Dokumentasjonen av utførelsene skal gjerne inngå i en FDV-dokumentasjon, og det er derfor viktig at den systematiseres under hele byggeperioden og er tilgjengelig for tilsyn (15). Dokumentasjon av utførelsen er spesielt viktig for kvalitetssikring (25). Sintef Byggforsk har utformet et forlag til systematisering av dokumentasjonen i tabell 33 i Byggforskblad 321.028.

Nivå D: Bruk

Dokumentasjonen skal vise til at brann sikkerheten er opprettholdt til det nivået som var prosjektert. Det er FOBTOT som bestemmer hvilken dokumentasjon av bruksfasen som skal vedlegges, og dette avhenger av type bygning.

3.2 Brannteknisk prosjektering

For å kunne gjennomføre en brannteknisk prosjektering må noen forutsetninger være lagt til grunn. TEK sier at forutsetningene omfatter blant annet:

- Byggverkets bruk eller virksomhet
- Antall mennesker eller husdyr som byggverket er dimensjonert for
- Arealer og etasjer
- Brannenergi og eventuell særskilt risiko
- Plassering i forhold til nabobebyggelse
- Tilgjengelighet og atkomst for brannvesenets høyderedskaper
- Eventuelle lokale rammebetingelser

3.2.1 Forenklet brannprosjektering

Den forenklete brannprosjekteringen baserer seg på at de preaksepterte kravene fra TEK/VTEK følges uten fravik. Dette egner seg godt for nye og enkle bygg, og gir fortgang i byggeprosessen. Kravene som stilles er laget for å sikre personer og materiell ved en eventuell brann. I tillegg til krav til ytelse, rømning og redning stilles det krav til blant annet eksplosjonssikkerhet, brannspredning mellom byggverk, brannseksjonering, brannceller, trapperom, overflater, kledning og tekniske installasjoner. For å komme frem til hvilke krav som gjelder for en gitt bygning må det fastsettes brannklasse og risikoklasse for bygget. I tillegg til de preaksepterte løsningene må det tas hensyn til lokale forutsetninger og rammebetingelser fra kommunen.

Fastsetting av risikoklasse skjer på bakgrunn av den skaden en brann kan ha på liv og helse. Risikoklassen skal sikre at rømning og redning ved brann blir prosjektert og utført riktig. For å fastsette risikoklasse brukes tabell 1 på neste side. Resultatet av tabellen kan sammenlignes med risikoklassene satt for ulike virksomheter i VTEK. Risikoklassene er fordelt fra 1-6, der risikoklasse 6 innebærer bygninger med størst fare for skade på liv eller helse ved en eventuell brann. Eksempler på bygg i risikoklasse 1 er lager, og risikoklasse 6 er sykehus eller hoteller.

Tabell 1: Fastsetting av risikoklasse (Kilde: TEK)

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

Brannklassen avhenger av risikoklassen, men sier i tillegg noe om konsekvensen en brann kan ha for samfunnsmessige interesser og miljøet. Brannklassen skal sikre byggets bæreevne ved en eventuell brann, og den stiller krav til hoved- og sekundærbæresystemet. Brannklassene går fra 1-4 ut ifra hvor stor samfunnskonskvens det vil ha dersom bygget brenner ned. Brannklassene er vist i tabell 2. Brannklasse basert på risikoklasse og antall etasjer fremkommer av tabell 3. Byggverk i brannklasse 4 har ingen preaksepterte løsninger, og må derfor løses analytisk.

Tabell 2: Brannklasser (Kilde: TEK)

Brannklasse	Konsekvens
1	Liten
2	Middels
3	Stor
4	Særlig stor

Tabell 3: Brannklasser basert på risikoklasse og antall etasjer (Kilde: TEK)

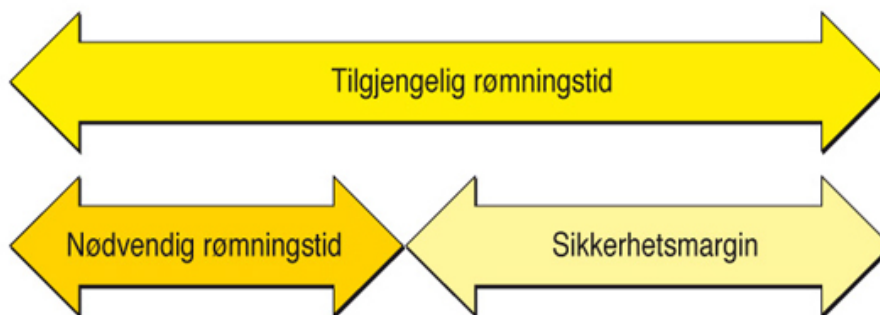
Risikoklasse	Antall etasjer			
	1	2	3 og 4	5 eller flere
1	-	BKL 1	BKL 2	BKL 2
2	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL3
3	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
4	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
5	BKL 1	BKL 2	BKL 3	BKL 3
6	BKL 1	BKL 2	BKL 2	BKL 3

Brannklassen et bygg plasseres i legges til grunn for prosjekteringen av bygget, og gir krav til bygningsdelers bæreevne og stabilitet ved en eventuell brann. Brannmotstanden til bærende bygningsdeler er direkte avhengig av brannklassen. For eksempel vil et typisk kontorbygg med tre tellende etasjer havne i brannklasse 1. Dette medfører at hoved- og sekundærbæresystemet får R 30 som krav, og betyr at bæresystemet ikke kan miste sin styrke i løpet av et 30 minutters brannforløp. Et sykehus med fem tellende etasjer vil havne i brannklasse 3. Dermed er det krav

om brannmotstand R 90 for bærende hovedsystem, og R 60 for sekundære, bærende bygningsdeler.

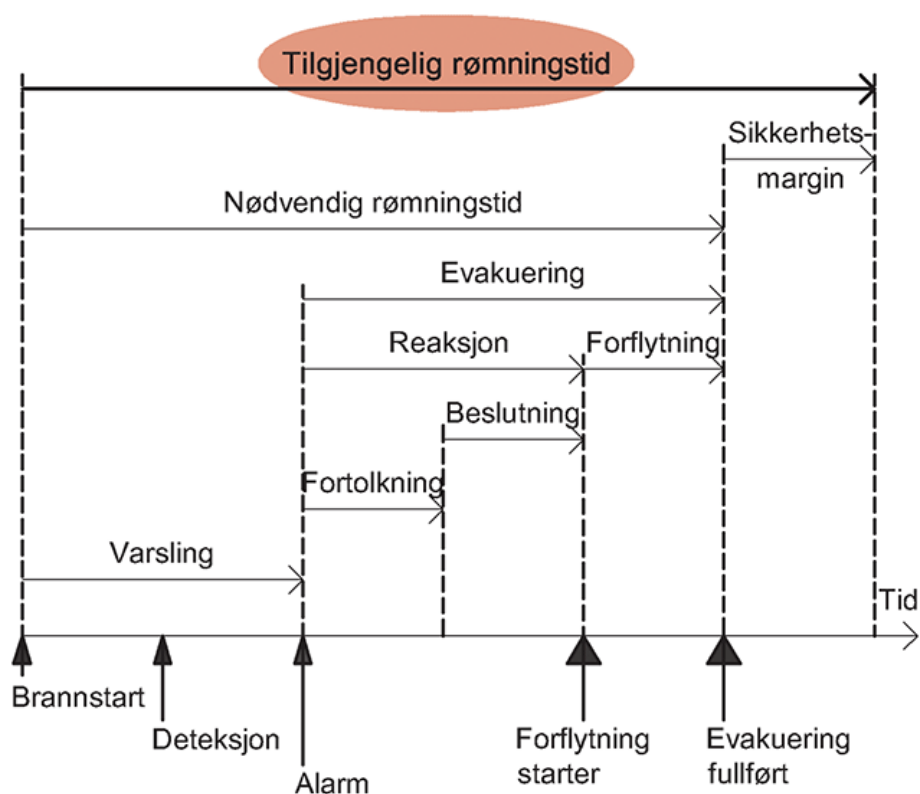
De preaksepterte kravene i TEK gjelder også for rømning og redning. Disse kravene er erfaringsbaserte og svært ofte konservative i antagelsene, noe som gir store sikkerhetsmarginer. Det stilles konkrete krav til blant annet antall rømningsveier, lengde på rømningsvei, bredder i trapper, ganger og døråpninger, brannseksjonering og merking av rømningsveier. I bygninger som er beregnet for virksomhet der rømning og redning kan ta lang tid er det også krav om automatisk sløkkeanlegg og brannalarmanlegg.

Kravene i TEK skal sørge for at den tilgjengelige rømningstiden er tilstrekkelig. Tilgjengelig rømningstid er den tiden fra brannen oppstår til forholdene blir kritiske, og nødvendig rømningstid er den tiden det tar å rømme en bygning. Den tilgjengelige rømningstiden skal være større enn den tiden som er nødvendig for rømning fra bygget, og det skal legges inn en tilfredsstillende sikkerhetsmargin (14). Denne sammenhengen er vist i figur 3.



Figur 3: Sammenheng mellom tilgjengelig og nødvendig rømningstid (Illustrasjon: TEK)

Figur 4 på neste side viser de ulike stadiene i nødvendig rømningstid. Det kreves et godt innblikk i personers oppførsel for å forstå hva som ligger bak den nødvendige rømningstiden. Tiden er forskjellig for alle personer, og den variere med blant annet alder og helse. Et barn vil for eksempel reagere helt annerledes på en høy og ukjent lyd enn en voksen som vet hva den varsler.



Figur 4: Ulike begreper knyttet til rømningstid (Illustrasjon: SINTEF Byggforsk)

3.2.2 Analytisk brannprosjektering

Den analytiske brannprosjekteringen gjøres dersom det fravikes fra de preaksepterte ytelsene, eller for byggverk i brannklasse 4. Det benyttes analyser til å undersøke om tiltakene som er gjort er tilstrekkelige for å oppfylle forskriftskravene. Analysens omfang avhenger av hvor omfattende fravik som er gjort (14). Det er to metoder for analytisk brannprosjektering; risikoanalyse og komparativ analyse. En komparativ analyse er mindre omfattende enn en risikoanalyse, og er den vanligste metoden for analytisk brannprosjektering (16). I prosjekter med revitalisering av bygninger er de preaksepterte ytelsene sjeldent oppfylt, blant annet på grunn av bestemmelser om bevaring av bygningsdeler. I slike tilfeller må brannprosjekteringen gjøres ved bruk av analyser.

Risikoklasser og brannklasser fastsettes på samme måte som ved forenklet brannprosjektering, men i særskilte tilfeller vil konsekvensen ved en eventuell brann være særlig stor. Dette gjelder blant annet for byggverk som har stor samfunnsmessig verdi, for eksempel kirkebygg eller museer. Mange byggverk som i utgangspunktet vil plasseres i en lavere brannklasse blir derfor plassert i brannklasse 4. Bygninger med vernebestemmelser plasseres ofte i brannklasse 4, blant

annet på grunn av at det er satt begrensninger for hva som kan gjøres med bærekonstruksjoner og kledninger.

For byggverk i brannklasse 4 er det ikke gitt noen preaksepterte ytelser i TEK. Det er likevel mulig å benytte de preaksepterte ytelsene for slike byggverk dersom det dokumenteres at ytelseskravene er relevante og tilstrekkelige (14). Dette gjøres ved bruk av analyseverktøy, samt nøye vurderinger av byggverkets kompleksitet og konsekvenser ved en eventuell brann. Ved bruk av komparative analyser legges de preaksepterte ytelsene til grunn i brannprosjekteringen. Dette gjøres ved hjelp av et referansebyggverk der alle preaksepterte ytelser er oppfylt.

I analytisk brannprosjektering brukes det kravspesifikasjoner som er et resultat av rømningsanalyser til å dokumentere brannsikkerheten. Analyser og beregninger må gjøres dersom rømningsforholdene fraviker de preaksepterte ytelsene, eller ved oppføring eller endring av større bygninger i brannklasse 4. I tillegg gjøres det analyser og beregninger ved vurdering av rømningsforhold i eksisterende bygninger (26). Rømningsanalysene gjøres ved å importere BIM-modeller av analysebygget til ulike dataprogrammer som simulerer rømning i ulike brannscenarier. Det er de prosjekterende som gjennomfører rømningsanalysene som bestemmer det akseptable sikkerhetsnivået (27).

En forutsetning for å kunne gjennomføre rømningssimuleringer er opplysninger om blant annet byggets virksomhet, nettoareal og personantall. Slike opplysninger brukes til beregninger av faktorer som forflytningstid, ganghastighet og strømningsrate. Resultatene blir brukt som inndata i dataprogrammer for rømningssimulering. Slike dataprogrammer kan brukes til å finne nødvendig rømningstid i et bygg (26).

Komparativ analyse

I en komparativ analyse sammenlignes risikoen i et byggverk med risikoen i et referansebyggverk for et begrenset antall brannscenarier. Referansebyggverket skal være et bygg med samme virksomhet som analysebyggverket, der alle preaksepterte ytelser er oppfylt (16). Det er i de fleste tilfeller enklere å gjennomføre komparative analyser enn risikoanalyser, mye på grunn av at preaksepterte ytelser er definert for mange ulike typer bygg. På grunn av at referansebyggverket har samme virksomhet, risikoklasse og brannklasse som analysebyggverket, vil det ikke være noen forskjeller med tanke på eventuell brannårsak og sannsynlighet for brann. Derfor fokuserer den komparative analysen primært på konsekvensene

ved en brann. Det benyttes tre ulike metoder for komparative analyser, og valget av metode er avhengig av brannobjektets kompleksitet. De ulike metodene er kvalitativ, deterministisk og kvantitativ analyse.

Kvalitative analyser er den enkleste metoden for komparative analyser, og baseres på blant annet statistikk, dokumentasjon og brannforsøk. Slike analyser kan bare brukes i ukompliserte byggverk som kun har små fravik fra de preaksepterte ytelsene. Ved fravik som har stor innvirkning på brannsikkerhetsnivået er det ikke tilstrekkelig med kun kvalitativ analyse. Da må andre analysemetoder tas i bruk.

Deterministiske analyser bruker modeller basert på fysiske, kjemiske og termodynamiske data, samt menneskelige adferdsmønstre. Dataprogrammer benyttes for å modellere og simulere brann- eller røykutvikling og rømning. Disse gjør det mulig å teste ulike brannscenarioer, og blant annet finne ut når det oppstår kritiske forhold i et bygg.

Kvantitative analyser baserer seg på sannsynligheten for at uønskede hendelser inntreffer. Det benyttes statistiske data som omhandler hyppighet av brann og påliteligheten til brannsikringssystemer. Dataene kombineres med en deterministisk analyse av konsekvensene av de ulike brannscenarioene. Kvantitative analyser skal gjennomføres når analysebehovet er mer omfattende enn normalt (17).

Ved bruk av komparative analyser er det tilstrekkelig å dokumentere at risikoen forbundet med analysebyggverket ikke er høyere enn referansebyggverkets risiko. Dersom det identifiseres farer i analysebyggverket som skiller seg fra referansebyggverket, må det gjøres analyser og beskrivelser av konsekvensene av disse. Det må også gjøres en vurdering av om risikoen for brann blir belyst på en tilfredsstillende måte ved komparative analyser. I noen tilfeller vil det derfor være behov for å gjennomføre en risikoanalyse (16).

Risikoanalyse

En risikoanalyse gjøres ved å identifisere og sammenstille initierende hendelser, konsekvenser og tilhørende sannsynligheter. Det er vanlig å bruke både kvalitative og kvantitative analyser, men i enkelte tilfeller er ikke den kvantitative analysen mulig å gjennomføre. Da kan den kvalitative analysen være tilstrekkelig for analysens formål. Risikoanalysen kan gjøres ved bruk av ulike analyseteknikker, blant annet brannsimuleringsmodeller, rømningsanalyser og beregninger av brannmotstand.

Risikoanalyser kan gjennomføres etter NS 3901, *Krav til risikovurdering av brann i byggverk*, der følgende punkter må fastsettes:

- Beskrivelse av analysebyggverket
- Valg av analysemetoder
- Fastsetting av risikoakseptkriterier
- Fareidentifikasjon
- Analyse av årsaker og sannsynlighet
- Brannscenarioer
- Analyse av konsekvenser
- Usikkerhetsanalyse
- Sensitivitetsanalyse
- Beskrivelse av risiko

Målet med en risikoanalyse er å avdekke det totale brannrisikobildet i bygget (16). Analysemetoden er mer omfattende enn en komparativ analyse, og risikoanalyser brukes stort sett kun i særskilte tilfeller. Et eksempel på et slikt tilfelle er der det ikke finnes noe referansebyggverk til analysebyggverket, slik at det ikke er mulig å benytte komparativ analyse.

3.2.3 Analyseverktøy

I mange tilfeller, enten det gjelder nybygg eller revitalisering, strekker ikke de preaksepterte løsningene innen brann til. Ofte passer ikke disse direkte inn i den aktuelle bygningen, noe som gjør det vanskelig å vurdere om kravene som stilles i TEK tilfredsstilles. På grunn av dette må analyseverktøy tas i bruk. De vanligste er digitale, kraftige beregningsverktøy, og går under fellesbetegnelsen CFD-analyseverktøy.

CFD-analyse

CFD står for Computational Fluid Dynamics og omfatter simulering av fluidtransport, som innebærer transport av væsker og gass. CFD benyttes for å analysere brann- og røykspredning, og kan blant annet benyttes til å finne tilgjengelig rømningstid i et bygg. Slike modeller baserer seg på å lage et grid ved å dele opp et rom eller et område i et bygg i celler. Modellen beregner masse, energi og moment for hver celle per tidsenhet (28). Når det gjelder brann er det viktig å se på hvordan fluidstrømmer påvirker ulike prosesser, som omfatter varmeoverføring og kjemiske reaksjoner i forbrenningsstrømmer (29). Disse verktøyene bruker numeriske analyser og datastrukturer for å analysere og løse likninger innen fluiddynamikk (30). FDS og Smokeview er programmer som er mye brukt.

FDS står for Fire Dynamics Simulator og er et CFD-program for branndrevne fluidstrømmer. Programvaren brukes for å numerisk løse en form av Navier-Stokes' likning. Denne passer for fluidstrømmer med lav hastighet, drevet av varme, der hovedfokuset ligger på røyk- og varmetransport fra brann (31).

Smokeview er et visualiseringsprogram som brukes for å vise resultatene fra FDS-simulasjoner i en 3D-modell. Smokeview viser røyk og andre brannegenskaper ved å bruke tradisjonelle forskningsmessige metoder. Det kan være å vise temperatur- og gasstrømmer som vektorer, som viser retning og mengde. Smokeview kan også visualisere branner på en realistisk måte, slik at brannen kan «oppleves» og det er mulig å få et bedre inntrykk av hvordan den oppfører seg. Dette fungerer ved å vise en serie av delvis gjennomsiktige plan, der graden av gjennomsiktighet avgjøres av sotedensiteten beregnet av FDS (32).

Rømningssimulering

Til rømningssimuleringer benyttes ofte programmet Pathfinder. Her importeres røyk- og branndata fra FDS-resultater inn i programmet for å gi en mest mulig realistisk rømningssituasjon. Programmet har stor kapasitet, og gir også stor fleksibilitet til å styre hvilke typer mennesker som er i bygget, antallet, og deres oppførsel ved rømning. Programmet kan også kartlegge hvor



Figur 5: Rømningssimulering i Pathfinder (Illustrasjon: Thunderhead Engineering)

mye forurensning fra brannen den enkelte utsettes for, ved sin rømning gjennom bygget. Rømningssimuleringen bruker ulike parametere som køtider foran dører, gangtid til nærmeste dør og gangtid fra dør til nærmeste utgang. Hver virtuell person velger sin rute ut av bygningen basert på disse parameterne. På denne måten blir rømningen mest mulig realistisk. Det gjøres simuleringer med ulike brannscenarier for å finne det verst tenkelige scenarioet, og hvilken innvirkning dette brannscenarioet har. Resultatet av simuleringen vises i en grafisk 3D-fremstillinger av rømningssituasjonen (33). Grafiske fremstillinger av simuleringene viser blant annet temperaturutviklinger og konsentrasjon av gasser. Ved å bruke disse er det mulig å finne ut når det oppstår kritiske forhold i bygget, og dermed finne tilgjengelig rømningstid.

3.3 Aktører i byggeprosessen

«I er byggeprosjekt er planlegging og detaljprosjektering av branntekniske sikkerhetstiltak fordelt på flere aktører. Likeledes er utførelsen og kontroll av utførelsen fordelt på flere entreprenører/leverandører» (34)

Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF) har utarbeidet en veileder som viser sammenhengen mellom ansvaret mellom de ulike aktørene. Denne er vedlagt som vedlegg 3. Under kommer et lite sammendrag av de mest sentrale aktørene. Noen av aktørene er deltakende under hele byggefasen, mens andre er deltakende under deler av byggefasen.

Byggherre/tiltakshaver

Pbl. § 23-2 definerer byggherre/tiltakshaver slik: «Tiltakshaver etter denne lov er den person eller foretak tiltaket utføres på vegne av.» Byggherre/tiltakshaver kan ha ansvar for søknad, prosjektering og utførelse, men det er i mange tilfeller gunstig å gi ansvaret videre til andre foretak. Det er byggherren som må ha et ønske om å gjøre noe med bygget eller anlegget, først da kan en revitaliseringsprosess starte i verneverdige bygninger/anlegg.

Ansvarlig søker

Ansvarlig søker er foretaket eller personen som er ansvarlig for alle prosessene i forbindelse med en byggesak. Søkeren må tilfredsstillere kravene til ansvarsrett gitt i SAK og jobber med administrativ prosjektledelse.

Arkitekt

Arkitekten har ansvaret for utformingen av byggets arealer. Det er derfor arkitektens ansvar å tilfredsstillere kravene til rømning som kommer fra brannkonseptet til brannrådgiver. Arkitekten har også ansvar for å produsere tegninger som underlag til brannkonseptet.

Rådgivende ingeniør brann

En rådgivende branningeniør (RIBr) har ansvar for å utarbeide brannkonseptet i prosjekteringsfasen, men har lite ansvar i byggeperioden og bruksfasen. RIBr kan utføre kontroller, og kan bistå med branntekniske tilstandsanalyser og risikovurderinger av eksisterende bygninger (34).

I starten av prosjekteringsprosessen utformer branningeniøren en brannstrategi, og der skal det identifiseres og fastsettes overordnede rammebetingelser og forutsetninger. Dette arbeidet gjøres gjerne i samarbeid med ansvarlig søker og arkitekt. RIBr har videre ansvar for å beskrive branntekniske ytelseskrav på konseptbasis, mens de andre aktørene har et prosjekteringsansvar ved valg av løsninger som tilfredsstillende disse ytelseskravene (34).

Rådgivende ingeniør bygg

Rådgivende ingeniør bygg (RIB) har ansvaret for det konstruksjonstekniske. Derfor er det et tett samarbeid mellom RIB og branningeniør. Det er RIB som beregner bæreevnen til bærekonstruksjonen, og denne må tilfredsstillende kravet fra brannkonseptet. Ved eksisterende bygninger har RIB ansvar for å beregne styrken til byggets bærekonstruksjon.

Entreprenør

Total- eller underentreprenør har ansvar for å følge brannkonseptet gitt av brannrådgiver og utføre løsninger i samsvar med dette. Ansvaret for de forskjellige ytelsene kan fordeles, for eksempel kan en sprinklerleverandør stå ansvarlig for at anlegget tilfredsstillende ytelseskravet gitt i brannkonseptet.

Byantikvar

Byantikvaren er et rådgivende organ, både for kommunen og for publikum. Dette organet har ansvar for å vurdere kulturhistoriske og antikvariske aspekter ved en byggesak. Ansvaret for å gi råd og anbefalinger til kommunen om hvilke bygninger, anlegg og områder som burde legges under vern faller også under byantikvaren oppgaver. Det er mulig for ansvarlig søker eller tiltakshaver å ta kontakt med byantikvaren før en eventuell byggesak. Da kan det legges ved uttalelser som letter byggesøknaden.

Brannvesen

Brannvesenet har ansvar for kontroll og tilsyn i bruksfasen av bygget. De kan komme med utbedringskrav og bøtelegge frem til kravet er tilfredsstillende. Brannvesenet legger frem informasjon om utrykningstid, typer kjøretøy og høyderedskaper som de bruker for rednings- og slokkearbeid. Det er nødvendig informasjon for flere av de prosjekterende.

3.4 Brannsikringstiltak

Det er krav til at det må gjøres tiltak for å sikre tilstrekkelig rømningstid avhengig av bygningens størrelse, kompleksitet og konsekvens ved brann. Disse tiltakene er delt opp i passive, aktive og organisatoriske tiltak. I VTEK er noen av minstekravene listet opp. Tiltakene er tett koblet sammen, og en kombinasjon av dem bidrar til god brannsikkerhet. Under følger en beskrivelse av de forskjellige tiltakene, med en fordypning i de tiltakene som er relevant for vernede bygninger.

3.4.1 Passive brannsikringstiltak

Typiske passive brannsikringstiltak er:

- Materialbruk
- Brannteknisk oppdeling (celler og seksjonering)
- Rømningsmuligheter
- Tilgjengelighet for redning og slokking

Materialbruk

Riktig materialbruk er med på å sikre at materialene ikke bidrar til en unødvendig stor brann. Mange materialer må brannklassifiseres ut ifra faren de utgjør ved en eventuell brann. TEK17 §11-9(2) sier:

«Materialer og produkter skal ha egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutvikling. Det legges vekt på muligheten for antennelse, hastigheten av varmeavgivelse, røykproduksjon, utvikling av brennende dråper og tid til overtenning.» (14)

I VTEK finnes det anbefalinger til klassifisering av produkter som skal brukes i for eksempel en rømningsvei. Alle disse produktene går igjennom standard prøving og testing. Punkt 3.5 inneholder mer om materialers egenskaper ved brannpåvirkning.

Brannceller og seksjonering

Brannceller og seksjonering brukes for å hindre videre brannspredning innad i bygningen. Det er vanlig å dele bygningen i forskjellige celler avhengig av bruk eller funksjon. Dette er en enkel måte å lette rømning, rednings- og slokkearbeid. Her er det krav til både vegger og dører for å sikre tettheten av branncellen. Brannseksjonering gjøres for å hindre store materielle

skader, de er ofte større enn branncellen og er avhengig av brannenergien som oppstår. Det er vanlig at hver etasje i et bygg er en egen seksjon.

Rømningsmuligheter

Det skal alltid være to rømningsmuligheter fra hver branncelle for å sørge for at det fortsatt er mulig å rømme dersom en rømningsvei er blokkert. Ved å ha flere mulige rømningsveier blir sannsynligheten for å bli sperret inne mindre. Rømningsveier bør være enkelt utformet, lette å finne og tydelig markert.

Tilgjengelighet

God fremkommelighet til bygningen og et godt eller flere angrepspunkt for brannvesenet letter rednings- og slokkearbeidet betraktelig. En annen viktig faktor er avstanden til andre bygninger som ikke skal være for liten, da det vil bidra til at brannspredningsfaren øker.

3.4.2 Aktive brannsikringstiltak

Teknisk forskrift stiller krav til hvilke bygninger som skal ha aktive brannsikringstiltak, og av hvilken grad. Paragrafen lyder slik:

«I byggverk som er beregnet for virksomheter hvor rømning og redning kan ta lang tid skal det brukes aktive tiltak som øker den tilgjengelige rømningstiden» (14)

Videre er kravene bestemt av byggets størrelser og risikoklasse.

Typiske aktive brannsikringstiltak er:

- Brannalarmanlegg
- Ledesystem – nødlys
- Sprinkleranlegg
- Slokkesystemer
- Røykventilasjon

Brannalarmanlegg

Brannalarmanlegg er først og fremst til for å varsle om at det brenner. I tillegg til standard lyd kan de være optiske og talende, og de kan ha sentraler som viser brannens lokasjon. Hvilket anlegg bygget må ha varierer med kompleksiteten av bygget og faren for liv og helse. TEK og VTEK stiller krav til hvilke typer bygg som skal ha hvilke anlegg, men det er viktig å bemerke at dette er minstekrav.

Ledesystemer – nødlis

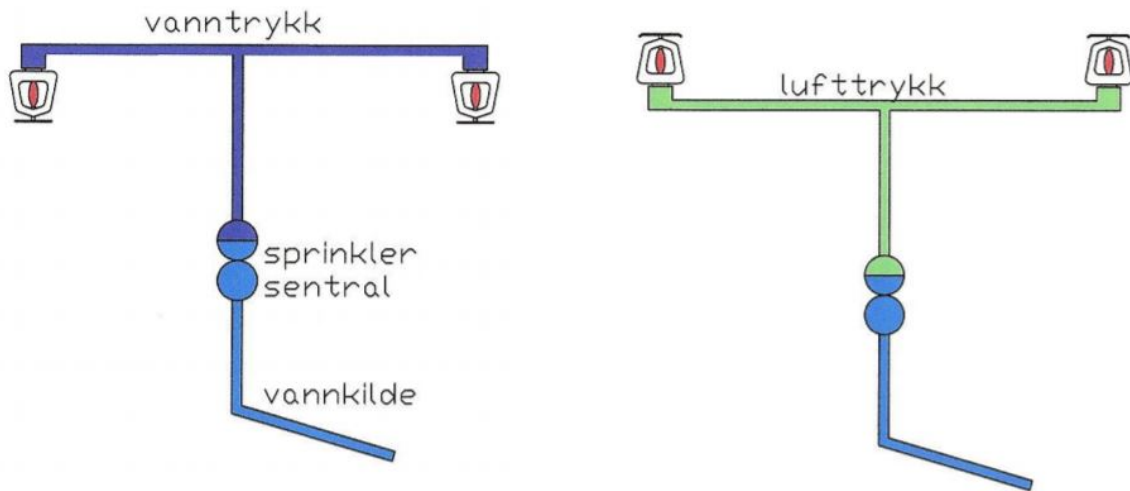
For å lede brukere av bygget ut på en sikker måte brukes ledesystemer og nødlis. Ledelys brukes for å lede brukeren til rømnings- og fluktvei, ofte ved hjelp av piler og linjer. Nødlisene lyser opp lokalet og disse lysene bør ikke kobles til det samme strømmettet, men er i stedet koblet til et aggregat som starter dersom hovedstrømmen går.

Sprinkleranlegg

Sprinkling er en av de mer effektive slökkemetodene som finnes. Det prosjekteres spesielt for hvert enkelt tiltak, og er en pålitelig metode. Anlegget kan dekke store områder samtidig. Det eksisterer flere ulike typer sprinkleranlegg på markedet, både enkeltutløsningssystemer og delugeanlegg. Dersom det installeres automatisk sprinkleranlegg etter NS-EN 12845:2015 kan de preaksepterte kravene til bygningen reduseres (14).

Våt- og tørrørsanlegg er ganske like anlegg, men brukes på ulike steder. Våtrørsanlegg har vann under trykk i systemet hele tiden, og tåler dermed ikke å være på steder der det er fare for frost. Tørranlegg er fylt med luft under trykk (35). Felles for begge er at sprinklerhodene utløses når de blir påvirket av brann. En fordel eller ulempe kan være at det kun er sprinklerhodene som oppnår høy nok temperatur som blir utløst ved en brann (36). Begge anleggene har et større trykk etter sprinklersentralen, og i sprinklersentralen er det en klaff som hindrer vannet i rørene i å komme ut.

Figur 6 på neste side viser en enkel skisse av oppbyggingen til et sprinkleranlegg. Rørene etter sprinklersentralen symboliserer rørmettet rundt i bygningen. Før sprinklersentralen er det rør som vanligvis ligger under bakken, der bare en liten del av det kommer opp i pumpe-/servicerommet (37).



Figur 6: Prinsippskisse for sprinkleranlegg (Illustrasjon: Slukkeveileder 2012)

Delugeanlegg brukes der det ønskes vannspredning over store arealer samtidig, derfor er de svært effektive der det er fare for rask brannspredning. Dysene eller sprinklerhodene er koblet til et automatisk eller manuelt utlørsystem (35). Ulempen ved et slikt system er at det kan gi store materielle skader ved en feilutløsning eller ved at det utløses unødvendige plasser.

Slukkesystemer

Et bygg bør ha flere slukkemuligheter, og det er krav til manuelt slukkeutstyr i alle byggverk der brann kan oppstå. Dette kommer i tillegg til det eventuelle kravet om automatisk slukkeanlegg (14). Eksempler på manuelt utstyr er fastmonterte slanger og håndholdte pulver- eller skumapparater. De siste årene er det kommet andre typer på markedet, som inert luft, gassanlegg, vanntåke, slukkerøyk, pulver og skum. De to sistnevnte brukes for det meste i industri. Riksantikvaren nevner sprinkleranlegg, pre-action-anlegg, vanntåke, gasslokkeanlegg og inertluft-anlegg som aktuelle anlegg ved begrensnig av brann i fredede eller vernede bygninger. Utvendig brannvarsling eller slukking er aktuelt der det er fare for påtenning eller brannspredning mellom bygninger (2).

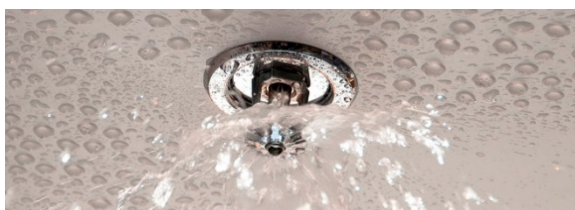
Vanntåkeanlegg

Vanntåkeanlegg lager en tåke av fordampet vann. Fordelen med dette er at anlegget kjøler ned brannen raskt, da vannfordampning krever mer energi enn oppvarming opp til 100 grader (38). Anlegget krever mye mindre vann enn et standard sprinkleranlegg. Det gir færre materielle skader og rørtykkelsen blir mindre. Anlegget kan bruke vann fra mindre bassenger, vanntanker under trykk eller forskjellige pumpesystemer (2). Grunnen til at vanntåkeanlegg bruker så mye

mindre vann enn andre anlegg er at 1 liter vann omdannes til omtrent 1600 liter damp (38). Dersom det brukes elektriske pumpesystemer bør disse være koblet til et eget strømnett i tilfelle strømstans ved en eventuell brann.

Sintef Byggforsk sier dette om vanntåkeanlegg:

«Vanntåke kjøler branngasser i rommet effektivt og vil relativt raskt senke temperaturen i rom der det er utløst, og slik hindre brannsmitte til naborom. En kan effektivt hindre overtenning dersom en tilfører vanntåke tidlig i brannforløpet.» (38)



Figur 7: Sprinklerhode (Foto: Erichsen Horgen)



Figur 8: Vanntåkedyse (Foto: Chubb)

Hovedforskjellen mellom sprinkler- og vanntåkeanlegg ligger i måten vannet blir distribuert på. Som vist på bildene over kommer vannet fra sprinkleranlegget med større dråper mens vanntåkeanlegget distribuerer vannet i mye mindre vanddråper, som en tåke. Fordelene og ulempene med dette kan sees i tabellen under.

Tabell 4: Fordeler og ulemper med vanntåkeanlegg (Kilde: SINTEF Byggforsk)

Fordeler	Ulemper
Effektivt mot branner som er store i forhold til romvolum og flammebranner på overflater.	Ikke uten videre egnet for tidlig slokking av små branner.
Krever mindre vannmengder enn sprinkleranlegg.	Det krever rent og filtrert vann.
Mulighet for hurtig uttørring etterpå.	Rørsystemet bør være rustfritt eller kobberør.
Opplevs som udramatisk for de fleste som oppholder seg i vanntåken.	

Det er to måter å tilføre vanntåke på; objektrettet eller ved romfylling. Dannelsen av vanntåke skjer vanligvis på en av tre forskjellige måter, der en av dem er normalt eller høyt vanntrykk og liten dyseåpning. En annen måte er et to-fluid-system hvor en gass presser vannet ut og oppbrytningen av vanddråpen skjer nær dyseåpningen. Den siste måten er at vannet kommer ut av en dyse med en roterende del (38).

Inert luft

En brann er avhengig av oksygen for å kunne oppstå, derfor kan inert luft benyttes til å hindre branner i å oppstå. Inert luft er luft med mye mindre oksygen i. Det er fullt mulig å oppholde seg i denne luften og puste normalt i flere timer, men det er vanskelig å få til dersom rom eller bygg ikke er tette. Det kan føre til urimelig høyt energibruk om det brukes i bygg som ikke er tette (38).

Gass

Slokking med gass fungerer litt som inert luft, men det brukes i stedet inert gass eller halokarbongasser. Inert gass slokker ved å kjøle ned gass og fortrenge oksygen. Halokarboner (halogenerte hydrokarboner) slokker ved å gripe inn i forbrenningsprosessen. Slokking med gass fungerer best i tette rom, og der personer ikke oppholder seg over lengre tid. Slokkemediet krever at personer har rømt rommet før det utløses, og har derfor ofte en forsinkelse. Gass er godt egnet der det skal vernes store verdier, for eksempel i datarom, kontrollrom, arkivrom og museer. Den fungerer dårlig om konsentrasjonen blir for lav og er vanskelig å dosere. Gass hindrer ikke røykutvikling fra el-branner og fungerer dårlig mot ulmebranner (38).

Riksantikvaren sier dette om gassanlegg i vernede bygninger:

«Vannskader ved et utløst slokkeanlegg vil kunne bli betydelige. Gasslokkeanlegg unngår vannskader men har begrensninger i fredete og verneverdige bygninger (blant annet fordi gassanlegg krever en tett bygning). Gassanlegg vil dessuten gi slokking i en begrenset tid og gass gir ikke en kjølede effekt (som vann). Nyere tester av gassanlegg tyder på at noen gassanlegg kan være mer pålitelige enn tidligere antatt.» (2)

Slokkerøyk

Slokkerøyk er røyk som slokker brann ved hjelp av en pyroteknisk reaksjon. Den har en høy slokkeeffekt når den utløses, og fullstendig slokking skjer raskt. Slokkerøyk er på lik linje med inert gass og luft avhengig av nokså tette rom. Det er svært få ulemper med slokkerøyk, da det kombinerer det beste fra gass-, vanntåke-, og pulveranlegg. Slokkerøyken hindrer sikt og kan dermed ikke brukes i rømningsveier. Slokkerøyk er ypperlig å bruke i for eksempel tavlerom.

Røykkontroll

Røykkontroll omfatter ulike typer røykventilasjon. Når et bygg begynner å brenne vil konsentrasjonen av røyk stige raskt, og røyken er svært farlig for mennesker som oppholder seg i og rundt bygget.

«80% av dem som omkommer i branner dør på grunn av giftig røyk og mangel på oksygen.

Årsaken er ofte at rømningsveiene er blokkert av røyk.» (39)

I Byggforskblad 520.380 blir det nevnt ulike fordeler som kan oppnås ved å bruke ulike typer røykventilasjon:

- forlenge tilgjengelig rømningstid ved at den røykfrie sonen over golvet blir så høy og ren at man kan rømme lokalet
- redusere brann- og røykskader
- hindre brann- og røykspredning til andre brannceller/-seksjoner i bygningen
- gjøre det lettere for slökkemannskapene å lokalisere og bekjempe brannen
- redusere risikoen for slökkemannskapene

Når det brenner stiger røyken på grunn av varmeutvikling. Det gjør at det dannes to sjikt, et røykfullt øverst og et rent lengre ned (40). Med denne kunnskapen er det utviklet termisk og mekanisk røykventilasjon.

Termisk røykventilering

Denne metoden bygger på gammel kunnskap fra årestuene. Røyken stiger og ved å ha en taklukke som slipper røyken ut vil den fortsette å stige oppover (39). Røyklukene må plasseres jevnt over hele taket, da dette gir best effekt. Det må også tas hensyn til vindforholdene, da dette kan gi under- eller overtrykk (40).

Mekanisk røykventilasjon

Mekanisk røykventilasjon er også luker i taket, men har en vifter som bidrar til å trekke røyken ut. Disse er ofte koblet sammen med bygningens ventilasjonsanlegg, og stopper tilførselen av friskluft til vanlige brannceller samt trekker røyken ut av korridorer og trapperom (39).

Mekanisk røykkontroll

Den mekaniske røykkontrollen har en luke i taket med et spjeld, og en vifte som tilfører friskluft nede. Dette skaper et overtrykk inne i rommet som gjør at røyken stiger raskere (39).

Røykseksjonering

I bygninger med store åpne arealer er røykseksjonering meget effektivt, da det hindrer røyken i å spre seg over hele takflaten. Eventuelle detektorer vil oppdage raskere at det er røyk, og åpne taklukene slik at røyken slipper ut. Dette gjøres i høye rom der vertikale seksjoneringsvegger deler opp takflaten i mindre seksjoner (39).

3.4.3 Organisatoriske brannsikringstiltak

De organisatoriske tiltakene er mest rettet mot bruksfasen til bygget, og er eiers og brukers ansvar. Herunder kommer vedlikehold, kontroll, ettersyn, brannplaner og evakueringsøvelser. Noen av de organisatoriske tiltakene er pålagt av FOBTOT, mens det for andre tiltak er opp til eier hva som gjøres. Organisatoriske tiltak er enkle tiltak som sikrer at alt holder stand, og at andre tiltakene som er gjort fungerer optimalt. Det er viktig å bemerke at de organisatoriske tiltakene ikke kan brukes som kompensierende tiltak for å tilfredsstille brannkravene (16).

VFOBTOT § 2-4 sier følgende:

«Eier av bygningen har plikt til å sørge for at aktive og passive brannsikringstiltak blir regelmessig kontrollert, ettersett og vedlikehold. Rutiner må sikre at i eiers egne og/eller virksomhet/brukers internkontrollrutiner på brannvernområdet fører til at det iverksettes tiltak.» (41)

Når en brannrådgiver lager et brannkonsept må det legges enkelte premisser til grunn. Disse må følges for at konseptet skal være gjeldende, og kan være blant annet personantall og mengden produkter som kan lagres i et rom. Det er brannrådgivers ansvar å sette premissene og informere eier, mens det er eiers som ansvar å se å overholde disse. Det er derfor også viktig å gi opplæring til eventuelle brukere av bygget for å sikre at disse premissene er tilstede hele tiden.

Eierne av et særskilt brannobjekt skal kunne dokumentere at det foreligger en aktiv brannberedskap (39). Dette kan gjøres ved å ha en ajourført brannperm som forklarer brannberedskapen. Permen bør inneholde følgende:

- Branntegninger
- Oversikt over tekniske brannverntiltak
- Dokumentasjon for at anleggene er kontrollert og vedlikeholdt
- Oversikt over fordeling av ansvar i forbindelse med brannvern og brann
- Protokoll over utførte brannøvelser.

3.5 Materialers egenskaper ved brann

Materialvalgene som tas ved istandsetting eller prosjektering av bygninger har svært mye å si for hvordan brannforløpet utvikler seg. Hvordan skadeutviklingen til de forskjellige materialene er, og hvilke branntekniske egenskaper de innehar sier noe om hvordan det vil forløpe. Det er svært viktig å velge materialer som i størst grad klarer å opprettholde sine viktigste funksjoner ved brannpåvirkning. Dette varierer fra bygningsdel til bygningsdel. utfordringene blir andre ved revitalisering av bygg, der det ofte må benyttes materialer som allerede finnes i bygningskallet. Da er det viktig å kjenne til de ulike materialenes oppbygging og egenskaper, slik at bygningen kan sikres på best mulig måte.

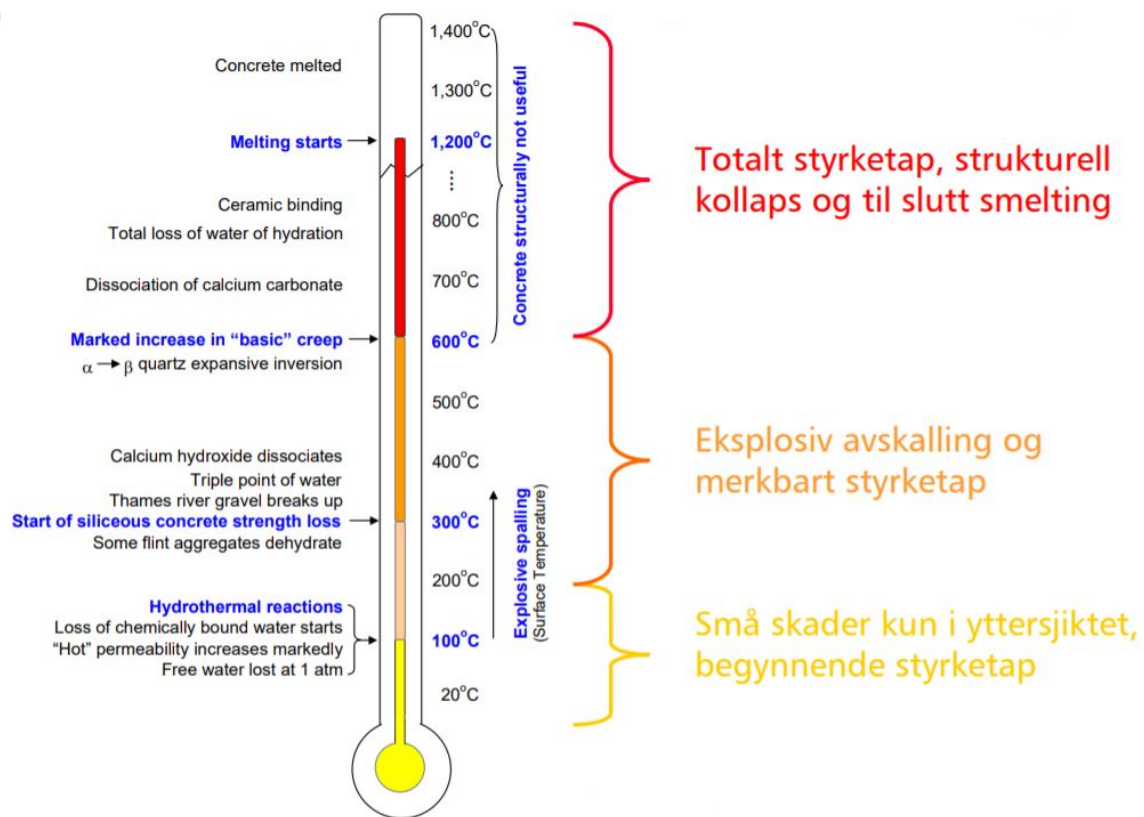
3.5.1 Betong

Betong er det byggematerialet som er mest brukt i dagens byggebransje. Det framstilles ved å blande vann, sement og tilslag av stein- og sandmaterialer. Ved blanding oppstår en kjemisk reaksjon mellom vann og sement som skaper sementlim og gjør at blandingen størkner. Denne blandingen vil med tiden herde og få stor styrke.

Betong har langt større kapasitet for å ta opp trykkrefter, enn det har evne til å ta opp strekkrefter. Betongens strekkapasitet er faktisk så dårlig at den ikke regnes med ved dimensjonering i det hele tatt. Derfor må armering støpes inn i betongen for å ta opp strekkreftene når betongen ikke strekker til (42).

Betong er et ikke brennbart materiale, og kan ikke antenne seg selv. Det regnes derfor som et av de sikreste materialene som finnes. En svakhet er at armeringen som er støpt inn i betongen, vil miste store deler av sin styrke, og ikke lenger kunne kompensere for betongens manglende strekkstyrke (43). Armert betong er likevel det som hovedsakelig blir brukt til konstruksjonsdeler med høy brannsikkerhet. Det er derfor helt avgjørende for betongelementets brannegenskaper at armeringen blir isolert så godt som mulig. Dette gjelder særlig i horisontale elementer som dekker og dragere, der strekkstyrken har mest å si for elementets bæreevne. For å sikre en brannmotstandstid på 60 minutter, støpes betongelementer med ca. 25mm overdekning (39).

Betong har relativt god varmeledningsevne med en λ -verdi på mellom 1,7-2,2 W/mK, avhengig av betongens fuktinnhold. Ved brann er betong med høyt fuktinnhold gunstig, da denne betongen representerer et varmesluk pga. fordampingen av fukten, og hindrer varme fra å trenge inn i tverrsnittet. Siden temperaturen varierer under brann, er denne evnen til å absorbere varme av stor betydning. Dersom oppvarming av betongen skjer raskt, trykkspenningene er høye og tverrsnittsdimensjonene små, kan det være fare for eksplosiv avskalling tidlig i brannforløpet (44). Figur 9 viser dette (45). Det er flere årsaker til at avskalling skjer, men høyt fuktinnhold regnes som en hovedårsak. Når betongen varmes opp raskt og har lav permeabilitet oppstår det problemer. Gass krever 1100 ganger større volum enn væske. Når fuktigheten i betongen varmes opp og fordampes til vanndamp, vil den nye tilstanden kreve større plass enn den tidligere gjorde, og sprengte løs deler av betongen for å slippe ut (46).



Figur 9: Hva skjer med betong i en brann? (Illustrasjon: Statens vegvesen)

3.5.2 Stål

Metaller generelt har hatt en plass i bygningskunsten i over to tusen år, med varierende bruksområder og betydning. Hovedbestanddelen i stål er jern (98-99 vekt-%), og resten utgjøres av ulike grunnstoffer, derav karbon (C). En slik kombinasjon av 2 eller flere grunnstoffer kalles en legering. Karbonstål eller ulegert stål er legeringer der egenskapene i all hovedsak er oppnådd med karbon. Dersom andre legeringselementer tilsettes, oppnås spesielle egenskaper som øker stålets fasthet, korrosjonsmotstand, varmebestandighet og/eller gjøre stålet syrefast (43). Stålet det produseres mest av på verdensbasis er bløtt, ulegert stål. Denne ståltypen innehar en heldig sammensetning av egenskaper, som tilfredsstillende en rekke bruksområder i form av styrke, formbarhet, sveisbarhet og pris.

Stål er et ubrennbart materiale, men ubehandlet har det relativt dårlige brannegenskaper. Allerede ved ca. 450°C har stålet mistet halvparten av sin bæreevne, og fortsetter å svekkes raskt etter dette, med en oppvarmingsrate på mellom 25 til 40°C/min (47). Ved ca. 600°C er all bæreevne mistet. Temperaturer som dette oppnås ofte i løpet av minutter, noe som gjør ubehandlet stål svært dårlig egnet til bærende konstruksjoner (39). Stål males ofte med brannhemmende maling for at det skal opprettholde sin styrke og tilfredsstillende brannkrav.

3.5.3 Tre

Tre har vært brukt som byggemateriale i 4000 år på grunn av sine mange gode egenskaper og gode tilgjengelighet. En stor fordel med trevirke er at det er en fornybar ressurs som vil være utømmelig dersom skogene driftes riktig. Ca. 38% av Norges landareal er dekket med skog, noe som gjør trevirke til et smart og grønt valg i mange byggverk (48). I Norge finnes det om lag 23 viltvoksende arter, der gran er den dominerende arten. De ulike tresortene har ulike særtrekk og egenskaper, som for eksempel variasjon i styrke og densitet. Artene har også svært ulikt utseende, noe som kommer av deres ulike anatomiske oppbygging.

Tre har evnen til å krympe og svulle avhengig av fuktinnhold. Tre er et hygroskopisk material, som betyr at det både kan avgi og trekke til seg fuktighet til/fra lufta. Ved endring av fuktinnhold vil det også forekomme en endring i volum, enten ved svelling eller krymping. Dette kan skape store problemer i systemer der treverket ikke står fritt til å bevege seg, dvs. når krymping og svelling hindres vil det oppstå betraktelige krefter som kan føre til store skader på konstruksjonen. Eksempelvis kan varmen fra en brann trekke ut fuktigheten fra treverket og

forårsake krymping. Graden av krymping og svelling varierer i trevirkets tre hovedretninger, og er vist i tabellen under (43).

Tabell 5: Grad av svelling/krymping i tre (Kilde: Materialkunnskap)

Retning	Grad av krymping/svelling
Tangiell retning	8 %
Radiell retning	4 %
Lengderetning	0,3 %

Når det gjelder brannhensyn er det trevirkets fysiske egenskaper som gjør seg mest gjeldende. Tre er et brennbart materiale, der brannforløpet er godt kjent, noe som gir forutsigbarhet. Ved brann tilføres trevirke energi i form av varme, som fører til en rekke prosesser kalt termisk nedbrytning. Tabell 6 viser en oversikt over hva som skjer i de ulike prosessene (49).

Tabell 6: Termisk nedbrytning av tre (Kilde: Norsk Treteknisk institutt)

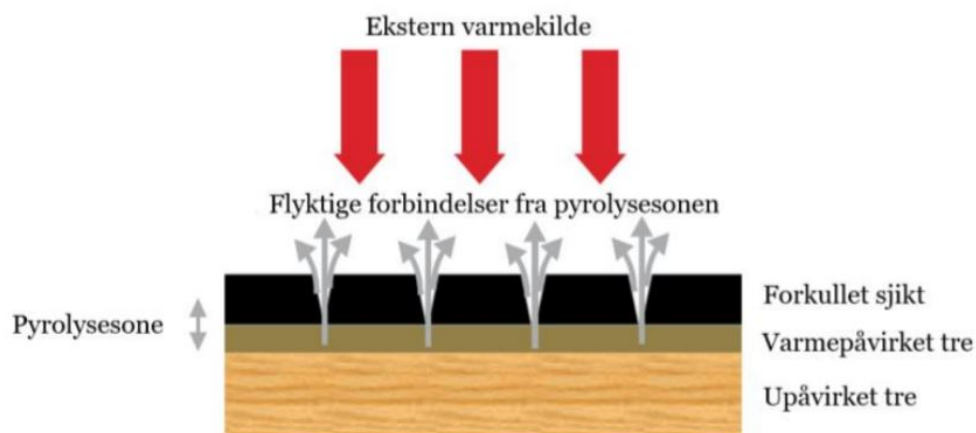
Temperatur [°C]	Hva skjer?
100-105	Fuktigheten i treverket fordampes, før temperaturen kan fortsette å stige.
110-230	Nedbrytningen begynner: Dekomposisjon av bestanddeler starter, omdannes til ulike gasser (karbondioksid, karbonmonoksid, forskjellige syrer). I perioden 150-160°C begynner denne prosessen å gå raskt, med tydelig mørkfarging.
230-260	Flammepunkt: De letteste gassene som avgis antennes ved kontakt med tennekilde luft. Forbrenningen er likevel ikke selvgående på dette tidspunktet.
260-290	Brennpunktet: Den rette sammensetningen av gasser har nådd en slik temperatur at de forbrennes med varmeoverskudd, og temperaturen vil derfor fortsette å stige til ca. 1000°C.
350-450	Selvantennelse: Gassene antennes ved kontakt med luft, uten nærvær av flammer.

Tre brenner med om lag konstant hastighet, forkullingshastighet, som varierer noe etter treslag. Tabellen under gir en oversikt over ulike treprodukters forkullingshastighet (49).

Tabell 7: Forkullingshastighet for ulike treslag (Kilde: NS 3470-2)

Materiale		Forkullingshastighetens grunnverdi, β_0 (mm/min)	Nominell forkullingshastighet, β_n (mm/min)
Type produkt	Karakteristisk densitet, (kg/m ³)		
a) Konstuksjonsvirke (minste tverrsnittsmål 35 mm) - Gran, furu og bøk - Hardere tresorter	≥ 290	0,65	0,80
	≥ 450	0,50	0,55
b) Limtre generelt og lettere harde tresorter	≥ 290	0,65	0,70

Når treverk brenner vil overflaten forkulles og skape et beskyttende sjikt for det friske treverket innenfor. Det indre treverket vil dermed beholde sine opprinnelige styrke- og stivhetsegenskaper. Ettersom treet forkulles, vil forbrenningen gå saktere. Dette kommer av at varmeledningsevnen til kullsjiktet kun er halvparten av treverket innenfor sin varmeledningsevne, noe som vil sakke temperaturstigningen og oksygentilgangen til treverket og derfor sakke forbrenningen. Forkulling har altså mye å si for brannforløpet i trekonstruksjoner, og er et av flere ledd i den termiske nedbrytningen av trevirke (49, 50).

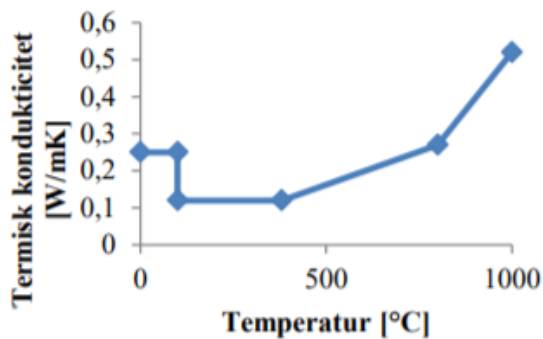


Figur 10: Trebjelke med forkullingssjikt (Illustrasjon: RISE Fire Research)

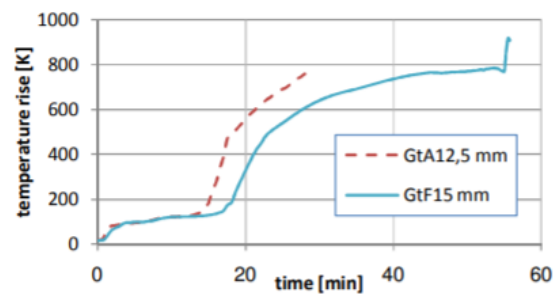
3.5.4 Gips

Mineralet gips er et dihydrat av kalsiumsulfat som ofte dannes ved inndamping av sjøvann. Det forekommer derfor ofte naturlig, eller det kan produseres som et biprodukt av renseprosessen til kullfyrte kraftverk (43, 51, 52). I byggebransjen regnes gipsplater og gipsmørtel som de mest brukte gipsproduktene, der begge er kjent for meget god brannmotstandsevne. Gips er et ubrennbart materiale med dårlige varmeledningsegenskaper, og egner seg derfor godt som en beskyttende overflate på ulike bygningskomponenter.

Densiteten til gipsen i for eksempel plater, vil ha innvirkning på konduktiviteten, der høy densitet gir lav porøsitet og dermed økt evne til å absorbere varme. Med andre ord gir høyere densitet bedre brannmotstand. Når temperaturen når ca. 380 °C, vil konduktiviteten øke på grunn av varmegjennomtrengning i sprekkdannelse i gipsplaten (53).



Figur 11: Gipsens konduktivitet (Illustrasjon: Herman Knoop)



Figur 12: Gipsens temperaturutvikling (Illustrasjon: SP Technical Research)

En annen årsak til gipsplatenes gode brannegenskaper er det høye vanninnholdet, der vannet står for hele 90% av brannmotstanden. Dette kommer av den samme effekten vi ser i både betong og tre, nettopp at fuktigheten må fordampe før temperaturen kan fortsette å stige. På denne måten forsinkes temperaturøkningen og brannen blir hindret i å trenge gjennom platen så lenge fordampingen pågår (53). Denne hydratiseringsprosessen starter når gipsen utsettes for minst 80 °C, og fullføres når gipsplaten når 125 °C. Dette er en krevende prosess, både energi- og tidsmessig, som figur 11 og 12 viser (54).

KAPITTEL 4:

Case – Hangaren Lade

Byggets historie

Beskrivelse av bygget

Branntekniske forutsetninger

Branntekniske ytelseskrav

Risikoanalyse

Risikoevaluering

Dokumentasjon av fravik

Fagverket

Alternative løsninger

4 Case – Hangaren Lade

Det er i denne delen av oppgaven utført en casestudie av en hangar på Lade. Hangaren har etter nedleggelsen av Lade flyplass blitt brukt som lagerbygning, og bygges nå om til et kjøpesenter. Bygget har på grunn av sin historie blitt underlagt bestemmelser om verning. Hensikten med casestudiet er å se på hvordan brannsikkerheten er blitt løst i et bygg med vernebestemmelser, og hvordan det er kompensert for brannkrav som ikke kan løses med preaksepterte ytelser.

I dette kapittelet er det benyttet informasjon, tall, figurer og grafiske fremstillinger fra rapportene «Hangaren Lade – Brannkonsept» (Vedlegg 7) og «Hangaren Lade – Brannteknisk risikoanalyse» (Vedlegg 8) som er utarbeidet av Trond R. Sedeniussen fra Rambøll. I tillegg har Rambøll benyttet spesialkompetanse for CFD-analyser og rømningssimuleringer, som er utført av Kristian Hollevik og Marius B. Andersen. Arbeidet er kontrollert og godkjent av Dag Denstad.



Figur 13: Innsiden av hangaren (Foto: Byantikvaren)

4.1 Byggets historie

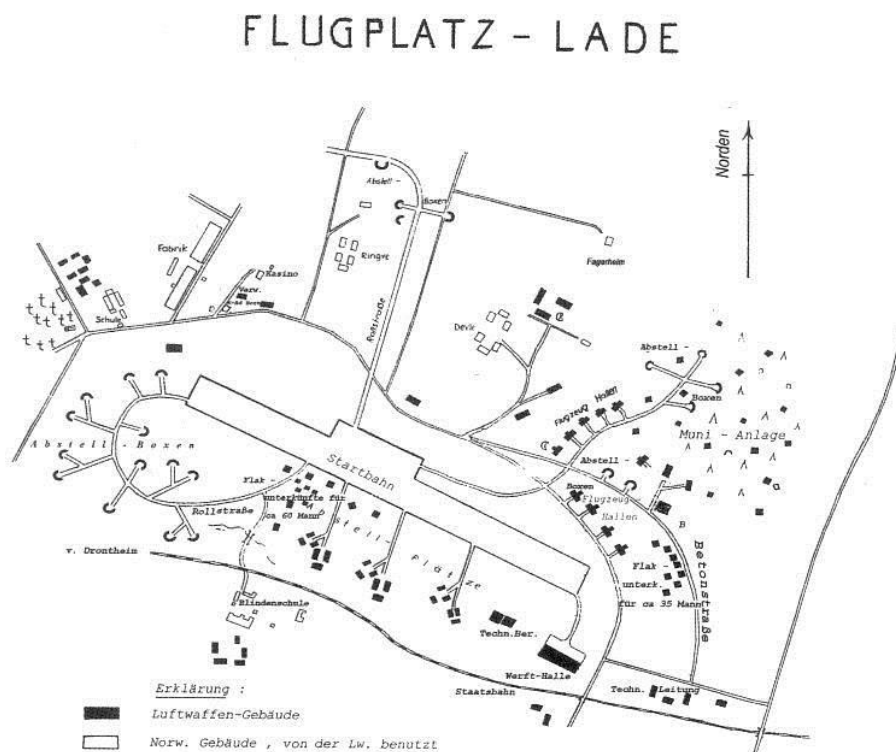
Bygget er opprinnelig en hangar som ble bygd tidlig i 1940-årene. Hangaren var en del av Lade flyplass, som ble anlagt av tyskerne under andre verdenskrig. Da tyskerne kapitulerte i 1945, ble anleggene først overtatt av de allierte styrkene og deretter av norske myndigheter. I perioden fra 1946 til 1964 ble Lade flyplass brukt av Det Norske Luftfartsselskap, flyklubber og private flyselskaper. Flyplassen ble nedlagt høsten 1964, og det gamle flyplassområdet ble utbygd til industri- og handelsvirksomhet. De mindre hangarene ble revet for å gjøre plass til boliger og forretningsvirksomhet. I de senere år har hangaren blitt brukt som lagerbygg. Nederst på siden ligger et kart over Lade flyplass som ble tegnet av det tyske tekniske kontoret på Lade. Hangaren, «Werft-halle», ligger på det som var østre del av rullebanen.



Figur 14: Hangaren under 2. verdenskrig (Foto: Lade historielag)



Figur 15: Hangaren i 2015 (Foto: Erik Stenvik)



Figur 16: Kart over Lade flyplass (Illustrasjon: Strinda historielag)

4.2 Beskrivelse av bygget

Hangaren er plassert i krysset mellom Haakon VII's gate og Bromstadvegen, og eiendommen har gårdsnummer 412 og bruksnummer 272. Nabobygget er et trelastlager for Nilsson Trelast, og ligger ca. 20 meter fra hangaren. På grunn av sin historie er hangaren plassert i klasse B - Høy antikvarisk verdi. Slike bygg markeres med lilla farge i Trondheim kommunes aktsomhetskart, som vist i figur 17. Plantegninger av bygget ligger vedlagt som vedlegg 9.



Figur 17: Hangaren markert i lilla (Kart: Trondheim kommunes kartverktøy)

4.3 Branntekniske forutsetninger

Hangaren er i senere år blitt brukt som lagerbygg, og gjennomgår nå en bruksendring fra lagerbygg til kjøpesenter. Bruksendringen av bygget medfører at hangaren får en ny etasje, og det vil være salgsarealer i begge etasjene. Virksomheten er lagt til grunn i bestemmelsen av risikoklasse for bygget. Et bygg med virksomhet salgsareal og to etasjer vil tilhøre risikoklasse 5 og brannklasse 2. På grunn av vernebestemmelser bygget er underlagt, er det valgt å plassere hangaren i brannklasse 4. Dokumentasjon av brannsikkerheten må dermed gjøres ved analyse. TEK har ikke angitt noen preaksepterte ytelser for bygg i brannklasse 4, men det er mulig å bruke de preaksepterte ytelsene dersom det dokumenteres at de er relevante og tilstrekkelige. Analyser er derfor brukt til å undersøke om kravene i VTEK kan følges.

Bygget består av to etasjer, der 1. etasje er ca. 6300 m² og 2. etasje er ca. 5900 m². Det er tatt utgangspunkt i registreringer av personantall på tilsvarende butikker i nærområdet for å finne aktuelle personbelastninger. Normale dager vil ha en personbelastning på 200 personer i 1. etasje og 300 personer i 2. etasje. På spesielle salgsdager vil personbelastningen være 400 personer i 1. etasje og 900 personer i 2. etasje.

Sprinkleranlegget i hangaren prosjekteres etter NS-EN 12845, der bygninger eller arealer som skal beskyttes deles inn i bestemte fareklasser. Butikkarealene plasseres i fareklassen OH 3. Dette medfører krav til maksimal lagringshøyde lik 2,1 meter og 1,7 meter for henholdsvis frittstående lagring og lagringskonfigurasjoner.

4.4 Branntekniske ytelseskrav

4.4.1 Generelle krav

Hangaren er plassert i brannklasse 4, men de preaksepterte ytelsene for brannklasse 2 kan brukes dersom det er dokumenteres at ytelsene er relevante og tilstrekkelige. Dersom brannklasse 2 legges til grunn har bygget følgende ytelseskrav:

- Bærekonstruksjoner skal tilfredsstillere R 60 [B 60]
- Branncellebegrensende konstruksjoner skal tilfredsstillere EI 60 [B 60]
- Rom med fare for brann skal være egne brannceller
- Hvert utleieareal skal ha minimum to utganger
- Avstanden fra dør i branncelle til nærmeste trapp eller utgang til sikkert sted må være maksimum 30 meter
- Samlet fri bredde i rømningsvei må være minimum 1 cm per person, men uansett minimum 1,16 meter
- Bygget skal ha automatisk sprinkleranlegg
- Bygget skal ha heldekkende brannalarmanlegg
- Bygget skal ha ledesystem
- Bygget skal tilrettelegges for rednings- og slokkemannskap

4.4.2 Fravik

Hangaren er prosjektert med følgende fravik fra de preaksepterte ytelsene:

- Takkonstruksjonens brannmotstand er R 30 [B 30] og tilfredsstillere ikke kravet for bærende hovedsystem som er R 60 [B 60]
- Overflaten i taket og deler av ytterkledningen er fredet, og tilfredsstillere ikke kravene for overflater og kledninger
- Lengden på fluktveiene tilfredsstillere ikke kravet om maksimum 30 meter fluktvei
- De samlede utgangsbreddene tilfredsstillere ikke kravet om 1 centimeters utgangsbredde per person

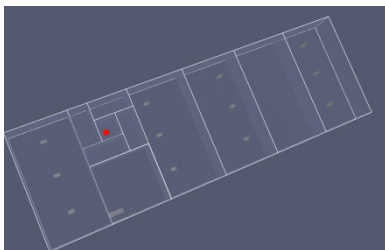
4.5 Risikoanalyse

På grunn av at det ikke finnes noen referansebyggverk for hangaren, er det ikke mulig å bruke analysemetoden komparativ analyse. For å oppnå tilfredsstillende brannsikkerhet, er det utført en risikoanalyse med brann- og røyksimuleringer (CFD) og rømningssimuleringer. CFD-analyser ble brukt som beslutningsgrunnlag for nødvendige aktive brannverntiltak. I tillegg ble analysene brukt til å finne tilgjengelig rømningstid. Rømningssimuleringer dannet et grunnlag for å finne nødvendig rømningstid.

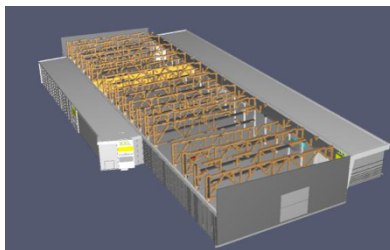
I dette kapitlet er det benyttet informasjon, data, figurer og grafiske fremstillinger fra rapporten «Hangaren Lade – Brannteknisk risikoanalyse» som ligger vedlagt som vedlegg 8.

4.5.1 CFD-analyse

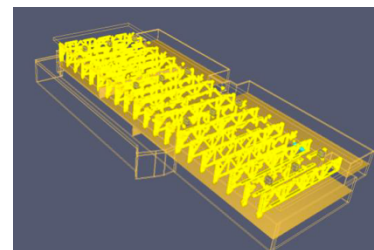
CFD-analysene er utført med programmet FDS 6.5.3, og de grafiske fremstillingene av resultatene er gjort ved bruk av Smokeview 6.4.4 og Pyrom viewer. Ulike analyseverktøy er beskrevet i punkt 3.2.3. Modellen ble bygget med et grid på bakgrunn av plantegningene av hangaren. I tillegg ble 3D-arkitektmodellen importert, og fagverkene ble isolert ut fra modellen som vist på figurene under. Formålet med å isolere fagverkene ut fra modellen var å kunne bruke funksjonen «Animated boundary quantities, BNDF». Denne funksjonen gjør det mulig å animere ulike overflateverdier som for eksempel temperatur (55).



Figur 18: Oppbygging av modellen (Illustrasjon: CFD)



Figur 19: Modell importert fra 3D-modell (Illustrasjon: CFD)



Figur 20: Fagverkene isolert ut fra modellen (Illustrasjon: CFD)

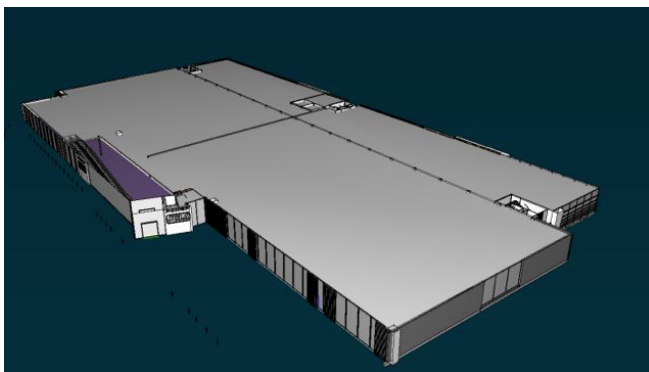
Deler av bygget ble fjernet fra FDS-modellen, fordi det oppstod små glipper som fører til høye lufthastigheter i simuleringene. FDS egner seg kun til å beregne lave hastigheter. For å sikre at modellen var tett, ble det bygget et skall på arkitektunderlaget. Modellen ble forenklet til å kun omhandle plan 2, da dette ble vurdert til å være konservativt med hensyn til brann- og røykpåvirkning, samt røykspredning på takkonstruksjonen.

Det er gjort analyser av ulike scenarioer med variasjon i branneffekt, brannens lokasjon, røykventilasjon og sprinklersvikt. Formålet med dette er at scenarioene skal avdekke robustheten i den branntekniske utformingen. Røykventilasjon er spesielt viktig i hangaren, derfor er det gjort analyser av scenarioer med ulike typer røykventilasjon og ulike mengder tilluft for å optimalisere tilluftsarealet. Det er gjort analyser der det simulerte arealet kun består av arealet nært brannen, der formålet er å finne temperaturene som fagverket eksponeres for. Dette ble gjort med både fine og grove grid, for å være sikre på at resultatene er riktige. Dersom temperaturen fagverket eksponeres for overstiger kritiske temperaturer for stål og tre, vil det ha store konsekvenser for byggets bæresystem.

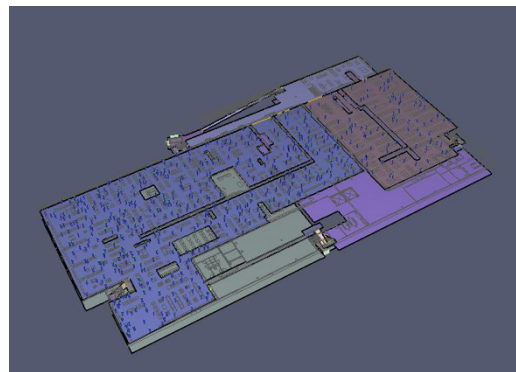
For å kunne vurdere hvor robuste resultatene fra CFD-analysene er, ble det gjort en sensitivitetsanalyse. Modellens nøyaktighet bestemmes ved å vurdere cellestørrelsene i modellens grid. Et grid med mange små celler vil gi lang beregningstid, og et grovere grid med færre celler vil gi et mer usikkert resultat. Det er derfor ønskelig å finne en optimal cellestørrelse, der simuleringstiden er rimelig og resultatene er realistiske. En vanlig fremgangsmåte er å starte med et nokså grovt grid, og deretter gjøre gridet finere helt til resultatene er mer eller mindre konstante.

4.5.2 Rømningssimulering

Rømningssimuleringene er gjort ved å bruke programmet Pathfinder 2017. Programmet er beskrevet i punkt 3.2.3. 3D-arkitektmodellen ble importert inn i Pathfinder, og møbleringsplanene fra arkitekten ble brukt som utgangspunkt for utformingen av modellen.



Figur 21: 3D-arkitektmodell av hangaren (Illustrasjon: Pathfinder)



Figur 22: Byggets møbleringsplan er lagt inn i modellen (Illustrasjon: Pathfinder)

Før simuleringene gjøres legges det inn ulike inngangsparametere. Verdier som personhøyde, skulderbredde og aksellerasjonstid er standardverdier i programmet. Ganghastighet og reaksjonstid er verdier tatt fra Byggforsk. Deteksjonstiden er satt ut ifra CFD-røyksimuleringer. For at personantallet som brukes i simuleringene skal være så realistisk som mulig er det tatt utgangspunkt i registreringer av personantall på tilsvarende butikker på Lade Arena. Registreringene har gitt en god pekepinn på normal personbelastning i hangaren. Det største registrerte personantallet per time multiplisert med 50 % er brukt for å simulere store salgsdager der personantallet er høyere enn normalt.

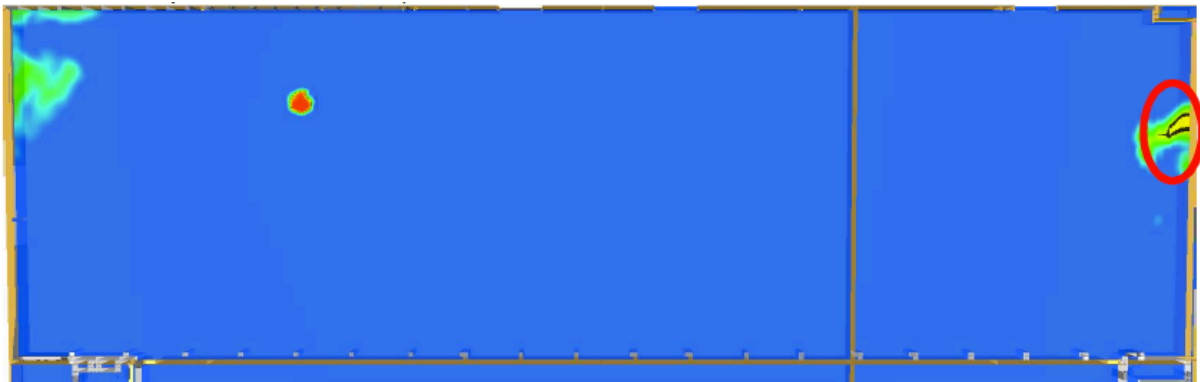
Simuleringene ble utført både med og uten møbleringsplan, og det ble simulert ulike scenarier med variasjon i personbelastning, brannens lokasjon og benyttede rømningsveier. Årsaken til at det gjøres simuleringer av mange ulike scenarier er å finne det verst tenkelige tilfellet, som i denne sammenhengen betyr lengst nødvendig rømningstid. Resultatene fra rømningssimuleringene og CFD-analysene gir dermed svar på hvor stor sikkerhetsmarginen vil være i de ulike scenarioene.

I likhet med CFD-analysene er det gjort en sensitivitetsanalyse for rømningssimuleringene. Dette ble gjort ved å endre på parameterne som er benyttet i simuleringen, og se om det gir store utslag på resultatene. Blokkering av trapper og utganger er erfaringsmessig det som gir størst utslag på resultatene. Derfor er det gjort simuleringer av scenarier der trappen som brukes av flest personer blokkeres. De andre parameterne er basert på forskning, noe som gjør at det er liten usikkerhet til dem.

4.5.3 Resultater fra CFD-analyser og rømningssimuleringer

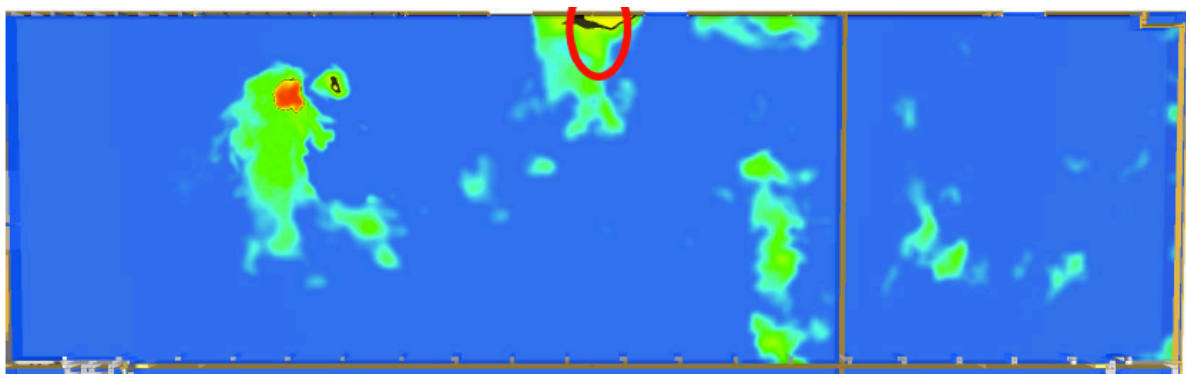
Simuleringene har vist at fagverket kan bli eksponert for en temperatur på 300 °C ved en sprinklerkontrollert brann. Så lenge sprinkleranlegget fungerer, vil temperaturen på fagverket ikke overstige kritisk temperatur på tre og stål, bortsett fra et scenario der brannen starter direkte under fagverket. Dersom sprinkleranlegget svikter vil temperaturen på fagverket bli kritisk for alle scenarioene.

Under vises grafiske fremstillinger av en CFD-analyse. Sikten angis med en fargeskala fra blå til rød, hvor blå farge angir minimum 30 meter fri sikt, og rød farge angir 0 meter sikt. Sikt Kriteriet er satt til 10 meter fri sikt, og angis med svart farge. Ved en sprinklerkontrollert brann med branneffekt 3,2 MW brytes sikt kriteriet etter ca. 5,5 minutter:



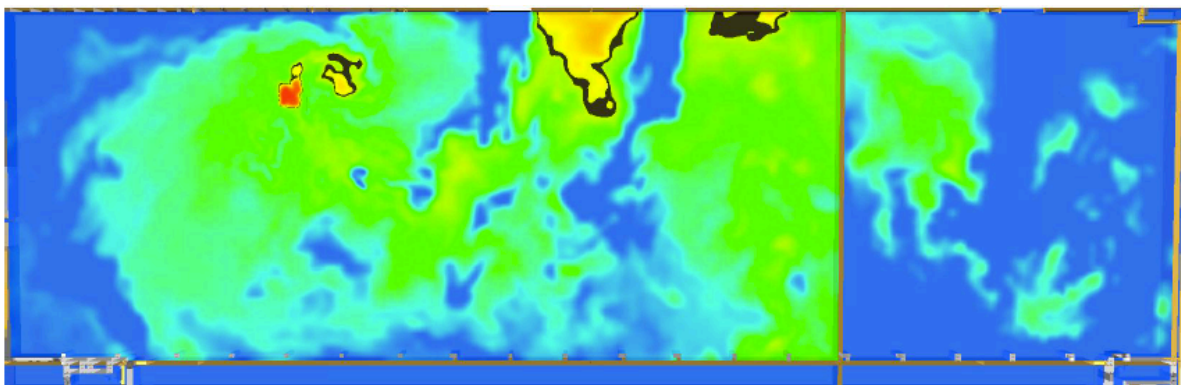
Figur 23: Simulering av sikt i plan 2 etter 5,5 minutter (Illustrasjon: CFD)

Etter 10 minutter oppstår det kritiske forhold foran hovedinngangen:



Figur 24: Simulering av sikt i plan 2 etter 10 minutter (Illustrasjon: CFD)

Det oppstår ikke kritiske forhold for hele hallen i løpet av simuleringstiden på 30 minutter:



Figur 25: Simulering av sikt i plan 2 etter 30 minutter (Illustrasjon: CFD)

Et utdrag av resultatene fra CFD-analysene og rømningssimuleringene er vist i tabell 8. Scenario #11 er det verst tenkelige tilfellet med tanke på personantall, og vil kunne oppstå ved spesielle anledninger. Et slikt scenario gir en sikkerhetsmargin på 37 %. Ved en brann der hovedinngangen/-utgangen er blokkert, og det er 1300 personer i bygget, vil nødvendig rømningstid øke. Dette tilfellet er simulert i scenario #15, og gir en sikkerhetsmargin på 22 %. Det er i tillegg gjort simuleringer av mer dagligdagse situasjoner med mindre personbelastning. En av dem er scenario #14, som gir en sikkerhetsmargin på 54 %.

Tabell 8: Utdrag av resultater fra analyser og simuleringer (Kilde: Vedlegg 8)

Scenario	Scenariobeskrivelse	Tilgjengelig rømningstid	Nødvendig rømningstid	Sikkerhetsmargin	%
#11	1300 personer Brann i XXL i plan 2	10 min	6 min 13 sek	3 min 47 sek	37 %
#15	1300 personer Brann i plan 1 som blokkerer hoved- inngang/rullebånd	10 min	7 min 46 sek	2 min 14 sek	22 %
#14	500 personer Brann i XXL i plan 2	10 min	4 min 34 sek	5 min 26 sek	54 %

4.6 Risikoevaluering

Risikonivået i hangaren er vurdert av blant annet RIB og RIBr, og vurderingene har blitt gjort både med hensyn til brannsikkerhet og bevaring. Hovedbæresystemet har krav om brannmotstand R 60, og dette gjelder trykkbuene av betong og de integrerte opphengene for takstolene. Dette kravet må tilfredsstilles, fordi en eventuell svikt vil føre til kollaps av inntil syv fagverk. Avstanden mellom fagverkene gjør at en brann ikke vil kunne påvirke tre fagverk samtidig, og dersom et enkeltfagverk svikter, vil de nærmeste fagverkene kunne ta opp lastene fra enkeltfagverket. Det er derfor akseptert brannmotstand R 30 for fagverkene. Resultatene fra CFD-analysene viser at temperaturen som fagverket eksponeres for ikke overstiger kritisk temperatur. Hvert fagverk er utstyrt med sprinkler langs undergurten, som vil avkjøle konstruksjonen og minske sjansen for svikt i enkeltfagverk. Sprinklersystemet er dimensjonert for å kunne slokke og kontrollere en forventet brannstørrelse. Det er viktig at varer ikke lagres for høyt, da dette kan medføre at nedkjølingen av fagverkene ikke vil fungere optimalt.

Rømningssimuleringene viser at rømningen er gjennomført før det oppstår kritiske forhold, også ved scenarioer der noen av utgangene er blokkert, og ved scenarioer med høy personbelastning. Prosjekterende er ansvarlig for å bestemme den akseptable sikkerhetsmarginen, og marginen er ifølge simuleringene tilfredsstillende. De prosjekterende bestemmer den akseptable sikkerhetsmarginen.

4.7 Dokumentasjon av fravik

4.7.1 Takkonstruksjon

Fagverkene oppgraderes til R 30 etter beregninger og vurderinger gjort av RIB.

CFD-analysene som er gjennomført har vist at:

- Personsikkerheten er ivaretatt
- Temperaturpåkjenningen på bærekonstruksjonene er akseptabel ved sløkkefunksjon
- Sløkkearbeidet kan utføres i minimum den tiden bæresystemet er forutsatt å bevare sin bæreevne og stabilitet

Det er gjort følgende tiltak for å forsterke fagverkene slik at kravet om R 30 oppfylles:

- Sprinkling av fagverk, både i taket og på undergurt
- Brannmaling av knutepunkter
- Innfelling av nye konstruksjonselementer

4.7.2 Materialer og overflater

Himlingen over fagverkene er 30 mm taktro av tre, og er underlagt bestemmelser om vern. Deler av ytterkledningen utføres med de opprinnelige bordene som også er omfattet av vernebestemmelser. Høyden fra gulvet i andre etasje til underkanten av taktroen er ca. 8 meter. Dersom sprinkleranlegget fungerer som det skal vil ikke taktroen påvirkes av brann, men kun av temperaturøkningen i røyksjiktet. Denne temperaturen vil være lav, og faren for antennelse vurderes dermed til å være neglisjerbar. Taktroen rundt viftene er byttet ut med nytt treverk på grunn av viftenes tyngde og innfesting.

Fasadene kan tillates å være brennbare dersom ytterveggene er utformet slik at brannspredning hindres, eller at det er liten fare for spredning til og fra nabobyggverk. Avstanden til nærmeste bygg er ca. 20 meter, dermed er risikoen for spredning lav. Faren for at en brann sprer seg fra inne i bygget ut til fasaden er akseptabel på grunn av sprinkling inne i bygget. Ytterkledningen som ikke oppfyller brannkravet godtas på grunn av liten spredningsfare, god adkomst for brannvesenet, og at fasadene til dels består av store glasspartier.

4.7.3 Fluktveier og utgangsbreder

Det er gjort CFD-analyser med ulike scenarioer for å sørge for tilfredsstillende rømningsforhold. I tillegg er det gjennomført rømnings simuleringer der det er benyttet ulike personbelastninger, samt blokkerte utganger. Dette gir en realistisk fremstilling av situasjoner som kan oppstå. I CFD-analysene er det også vurdert utløsningstidspunkt for sprinkler og funksjon av røykventilasjon, samt sprinklersvikt. Resultatene fra CFD-analysene og rømnings simuleringene viser at personsikkerheten er ivaretatt, og at alle er ute av bygget før det oppstår kritiske forhold.

4.8 Fagverket

Det eksisterende bæresystemet i taket består av fagverk i tre og stål. Fagverkene er fra hangaren ble bygd i 1940-årene, og skal etter byantikvarens ønsker bevares i størst mulig grad. RIB har gjort beregninger av fagverkene, og kommet fram til at den aktuelle brannmotstanden er R 30 dersom det gjøres nødvendige forsterkninger.



Figur 26: Fagverket (Foto: Byantikvaren)

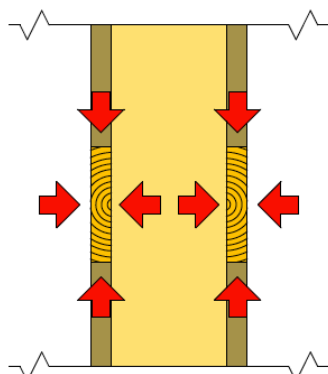
4.8.1 Forsterkninger

For å redusere spennet som opprinnelig var ca. 35 meter langt ble det plassert stålsøyler under fagverkene. Det er også gjort mindre forsterkninger med tre- og stålforbindelser for å sørge for at konstruksjonen er solid nok, samt at det opprinnelige uttrykket beholdes i så stor grad som mulig. Forsterkningene er vist i figur 27.

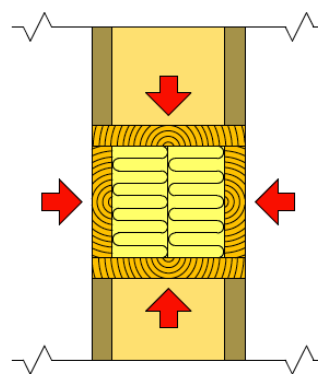


Figur 27: Forsterkninger av fagverk (Foto: Byantikvaren)

Det er i tillegg plassert isolasjon mellom de vertikale stavene i fagverket. Formålet med dette er å sørge for at fagverkets deler utsettes minst mulig for brann. To ekstra stendere er satt inn for ekstra brannbeskyttelse. På denne måten vil hver av de vertikale stavene utsettes for brann fra en side istedenfor fire sider. Dette er vist i figur 28 og 29.



Figur 28: Fagverksdetalj før tiltak (Illustrasjon: Camilla H. Olsbø)



Figur 29: Fagverksdetalj etter tiltak (Illustrasjon: Camilla H. Olsbø)

4.8.2 Brannhemmende maling

Det er påført brannhemmende maling på fagverkens knutepunkter og forbindelser av stål. Dette er gjort for at stålet skal beskyttes og beholde sin styrke lenger ved en eventuell brann. Stålet i knutepunktene utgjør fagverkens svakeste punkter når de utsettes for høye temperaturer, og det er derfor nødvendig å beskytte stålet med brannmaling. Brannmalingen vil swelle opp til 40-50 ganger egen tykkelse, og dermed isolere stålet (56). Det ble vurdert påføring av transparent brannmaling på fagverkets deler, men dette var uaktuelt både på grunn av antikvariske hensyn og med tanke på fremtidig vedlikeholdsarbeid. I tillegg hadde sprekkene i treverket gjort det vanskelig å påføre brannmaling på en måte som gir tilstrekkelig beskyttelse mot brann.



Figur 30: Knutepunkt (Foto: Byantikvaren)



Figur 31: Brannmaling av knutepunkt (Foto: Ingrid K. Storror)

4.8.3 Sprinkling

Hangaren har et sprinkleranlegg i taket, og for ekstra beskyttelse av fagverkene er det plassert sprinklerhoder på undergurtene. På denne måten avkjøles undergurtene, og sørger for at temperaturen som fagverkene utsettes for ikke overstiger et kritisk nivå. I tillegg vil brannutviklingen forsinkes på grunn av sprinkleranlegget, dermed vil fagverkene kunne beholde bæreevnen lengre.

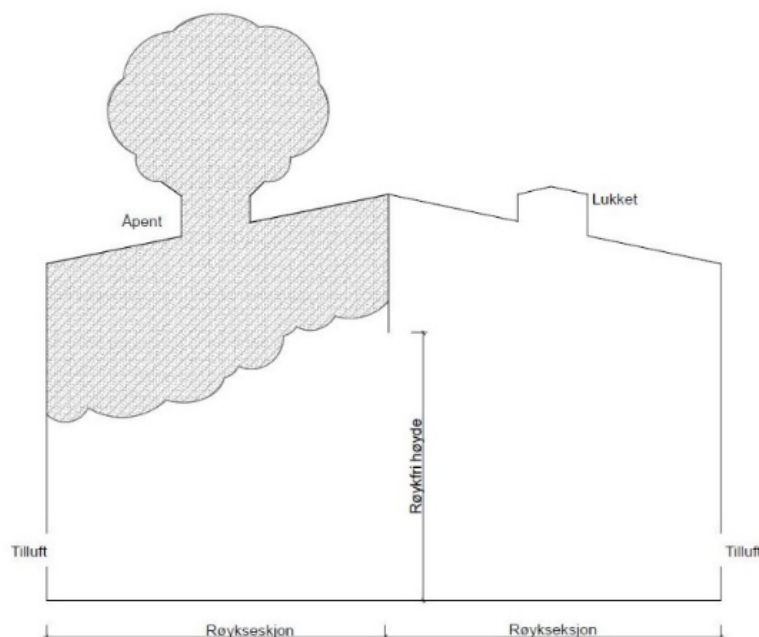
4.9 Alternative løsninger

I dette kapitlet er det sett på noen alternativer til løsningene som er valgt i hangaren. Enkelte av disse kan allerede være vurdert, men i slike prosjekter er det viktig å se på flere muligheter. Kostnadene ved de forskjellige løsningene er ikke vurdert, men kommentert.

4.9.1 Røykseksjonering

Som nevnt tidligere er taktroen på hangaren vernet, og det er ønskelig at den skal bli minst mulig skadet ved brann. Under fravikene i casen dokumenteres det at denne ikke møter brannkravene, men på grunn av takhøyden vil den ikke bidra til brannen. Taktroen vil ikke bli skadet av varmen, men den kan bli misfarget av røykutviklingen.

Det kan være en fordel for store varehus å bruke røykseksjonering. Dette hindrer store materielle skader i takkonstruksjonen. En annen fordel er at dersom brannen er liten og med lite røykutvikling, vil en samling av røyken på denne måten gjøre det lettere for varslingssystemet å oppdage brannen. Grunnen til at røykseksjonering er effektivt i varehus er at det ofte er store åpne arealer og stor takhøyde. Røykseksjoneringen er ofte et supplement til mekanisk eller termisk røykventilasjon. På figuren under kan man se hvordan røykseksjoneringsveggen i taket hindrer røyken i å spre seg.



Figur 32: Prinsipp for røykseksjonering (Illustrasjon: Camilla H. Olsbø)

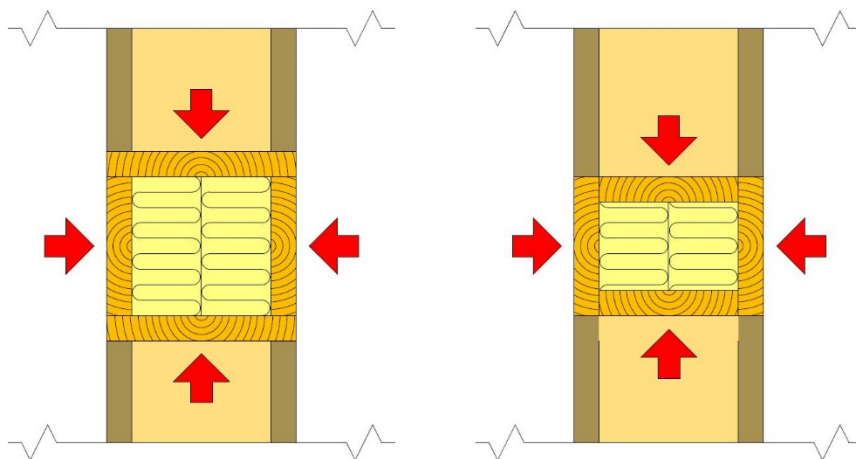
4.9.2 Vanntåkeanlegg

Hangaren må sprinkles på grunn av sin størrelse, og det er valgt et standard sprinkleranlegg. Vanntåkeanlegg er et godt alternativ til vanlige sprinkleranlegg i vernede og fredede bygninger, i hovedsak på grunn av det lave vannforbruket. Reduksjonen i vannforbruket vil gi mindre vannskader og letter tørkeprosessen i etterkant. Vannrørene til et vanntåkeanlegg har mindre dimensjoner, og dette vil gjøre anlegget mindre synlig.

4.9.3 Brannlakk

Brannlakk er en estetisk overflatebehandling som er fordelaktig å bruke i verneverdig bygninger. Den vil ikke ødelegge uttrykket til de eksisterende bygningsdelene, og er en mulig passiv brannsikring av fagverket. Da lakken ikke bidrar til å øke bæreevnen, og bygget uansett må sprinkles, har denne løsningen ikke blitt valgt. Brannlakk er en ganske kostbar løsning som gjør at den sjelden blir vurdert.

4.9.4 Sikring av fagverk



Figur 33: Opprinnelig og alternativ forsterkning (Illustrasjon: Camilla H. Olsbø)

Fagverket har blitt forsterket som figuren til venstre, der et alternativ kunne vært som figuren til høyre. Disse har nesten samme funksjon. Fra figur 27 på side 80 kan man se at utførelsen ikke stemmer helt med detaljen, og de opprinnelige stenderne vil bli påvirket av brann på tre sider. Dette gjelder også for alternativet. Fordelene med den andre løsningen er at forsterkningen blir mindre synlig og det vil bli brukt mindre mengder materialer, som isolasjon og tre.

KAPITTEL 5:

Innovasjon og utvikling

Introduksjon

Brannmaling og brannlakk

Brannimpregnering

Clay nanopaper

5 Innovasjon og utvikling

5.1 Introduksjon

Etterspørselen av tre som byggemateriale i byggsektoren i Norge er økende. Det prosjekteres stadig flere bygg med bærende konstruksjoner i tre, blant annet på grunn av at det er et miljøvennlig materiale med god tilgjengelighet. Både massivtre og limtre er godt egnet til å brukes i bærekonstruksjoner, og vil bidra til å redusere CO₂-utslipp ved at betong og stål i stor grad kan erstattes av materialer av tre.

Tre har i utgangspunktet gode brannegenskaper, men det er mangel på preaksepterte ytelser for bygninger med bæresystem i massivtre og limtre. Det er behov for mer forskning og et større erfaringsgrunnlag for å kunne vurdere og dokumentere brannsikkerheten i slike bygninger. RISE Fire Research har i samarbeid med SINTEF Byggforsk nylig gitt ut en rapport som omhandler dette temaet. Denne rapporten tar for seg noen av utfordringene rundt brannsikkerhet ved bruk av krysslaminert massivtre i bygninger. Rapporten fokuserer blant annet på at bruk av krysslaminert massivtre som er ubeskyttet eller ikke godt nok beskyttet, kan bidra til en lengre og mer intens brann. Administrerende direktør i Treindustrien, Heidi Finstad, uttalte i forbindelse med rapporten at den gir et godt grunnlag for å utvikle teknologi og standarder videre. Økende etterspørsel etter tre som byggemateriale og rask utvikling innen teknologi, bygningsmaterialer og konstruksjonsløsninger er gode indikatorer for at slik forskning og utvikling er lønnsomt. RISE Fire Research skal lede et nyopprettet forsknings- og innovasjonssenter for brannsikkerhet med Treindustrien som samarbeidspartner, og NTNU og SINTEF som forskningspartnere (57).

Det er ikke bare bærekonstruksjoner det stilles strenge brannkrav til. Publikumsbygg og offentlige bygninger har krav til bruk av ubrennbart materiale i overflater og kledninger. Der det tidligere har vært vanlig å bruke ubrennbare materialer er det blitt mer populært å bruke tre, blant annet på grunn av estetikk og lydegenskaper. Ubeskyttet tre vil ved en brann gi høy brannenergi og stor spredningsfare. Det er derfor nødvendig å finne metoder for å beskytte treet mot brann, og det finnes allerede en del slike produkter på markedet. For at produktene skal bli enda mer konkurransedyktige er det nødvendig at disse videreutvikles, samtidig som det utvikles nye. Dette kapittelet tar for seg tre ulike metoder for å beskytte tre mot brann.

5.2 Brannmaling og brannlakk

Overflatebehandling er en metode for å beskytte trevirket mot brann. Det er i hovedsak to måter å overflatebehandle trevirket på. Det kan enten brukes dekkende maling eller transparent lakk. Midlene påføres i en tykkelse som er nødvendig for å beskytte treverket i den nødvendige tiden. Ved en brann vil varmpåvirkningen sørge for at malingen eller lakken sveller opp, og isolerer trevirket innenfor. Dette vil føre til at brannutviklingen forsinkes, og det tar lenger tid før trevirket varmes opp til antennespunktet. Brannmaling og brannlakk er også benyttet på trevirke som er brannimpregnert, der formålet er å redusere utvasking av impregneringsmidlene (58).



Figur 34: Påføring av brannlakk på trekledning (Foto: thermax.no)

Brannmaling brukes til behandling av både stål og trevirke, og det finnes malingstyper med ulike egenskaper som er tilpasset malingens bruksområde. Brannmaling er bedre egnet enn brannlakk i tilfeller der formålet er å sikre bæring, integritet og isolasjon i konstruksjonen. Andre typer er godt egnet til å minimere røykdannelse og brannspredning. En av fordelene med brannlakk er at den finnes som transparent lakk, og er dermed godt egnet til bruk på innvendige og utvendige overflater og kledninger (59).

De siste årene har det kommet mange nye produkter for brannbeskyttelse på markedet. Disse produktene skal først og fremst beskytte mot brann, men samtidig være miljøvennlige og ikke avgi skadelige gasser. Det er derfor viktig at produktene testes opp mot kravene som stilles i norske og internasjonale standarder. Økende bruk av tre i konstruksjoner gjør at det blir et stadig større marked for å utvikle nye og bedre brannhemmende produkter.

5.3 Brannimpregnering

Brannimpregnering av treverk har vært på markedet noen år og har blitt en populær måte å brannsikre tre på. Et eksempel på et prosjekt der det er blitt benyttet brannimpregnert kledning er Mjøstårnet i Brummundal, som sto ferdigstilt våren 2019. Hovedgrunnen er at metoden er bærekraftig, miljøvennlig og gir store estetiske muligheter, uten at det går på kompromiss av brannsikkerheten (60).



Figur 35: Mjøstårnet, verdens høyeste trebygning (Foto: Kaia Eriksen)

Selve prosessen er kjemisk, og treverket utsettes for vannløselige kjemikalier som ofte er sterkt hygroskopiske (58). Materialet utsettes først for vakuum, før kjemikaliene tilsettes under trykk. Når materialet tørker blir kjemikaliene igjen inne i treverkets cellestruktur (61). Kjemikaliene som brukes er like vannløselige etter at de er tilført, og det gjør at de kan skylles ut igjen dersom det påføres vann. Noen leverandører har løst dette ved å tilføre salter, men det er også mulig å overflatebehandle treverk som kan bli utsatt for vann (58).

Brannimpregneringen hindrer oksygen i å trenge inn i det behandlede materialet (62). Når treverket utsettes for brann blir overflaten nedkjølt, fordi det dannes vann av kjemikaliene. Av forbrenning produseres karbondioksid som skaper en ubalanse i oksideringen. Det gjør at treet ikke klarer å brenne av egen kraft og det vil forkulles. Siden brannimpregneringen sitter dypt, vil stadig nye lag eksponeres, noe som senker prosessen (61).

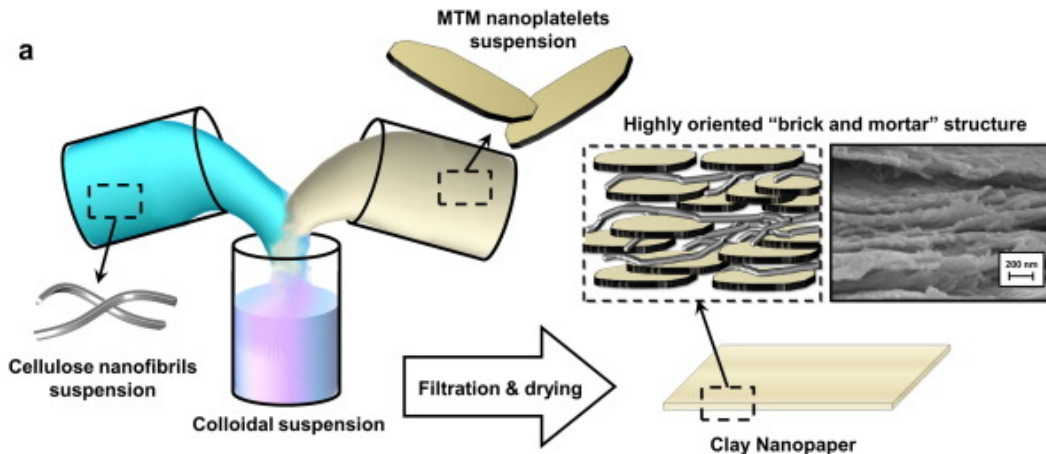


Figur 36: Spiler i himlingen på Gardermoen (Foto: Jan Lilhamre)

Gran og furu er de mest brukte trematerialene til brannimpregnering. Det brukes mest til innvendig panel og himling men også til utvendig kledning. Det er spesielt populært å bruke det i bygninger med stor åpne arealer som skoler, konsert- og høyhus. Det er bl.a. brukt brannimpregnerte spiler i taket på den nye T2-terminalen på Gardermoen (60). Det er ikke funnet informasjon om den brannhemmende effekt på synlige bæresystemer. Fra leverandør er det dokumentert at bruk av brannimpregnert tre som stendere inne i veggkonstruksjoner er mulig. Muligheten for å forske videre på impregnering av synlige bæresystemer er derfor tilstede.

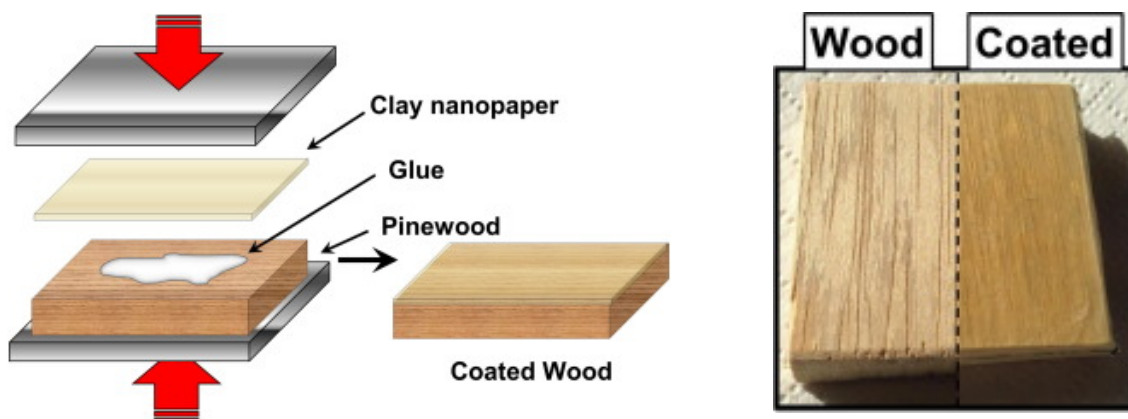
5.4 Clay nanopaper

Clay nanopaper er en film som dekker treverket, men etterstreber en trelignende struktur. Dette er ny forskning som fortsatt er på begynnerstadiet. Filmen er svært tynn, men har gode branntekniske egenskaper. Den er kjemisk fremstilt, og har en murstein- og mørtelstruktur når den tørker. Fremstillingsprosessen er miljøvennlig og vannbasert.



Figur 37: Fremstilling av clay nanopaper (Illustrasjon: Wood case study)

Figur 36 viser fremstillingsprosessen av papiret, i tillegg til murstein- og mørtelstrukturen som papiret får. Figuren under viser hvordan filmen påføres og resultatet.



Figur 38: Illustrasjon av «coating» (Illustrasjon: Wood case study)

Selv om teknologien er ny brukes det allerede kjent kunnskap. Papiret limes på treverket på samme måte som laminat, og danner et ekspansjonslag rundt treverket på samme måte som brannmaling. Forskning viser at treverket som dekkes av papiret bruker nesten 5 minutter lenger på å ta fyr enn treverk som ikke er dekket (63). Selv om papiret har gode brannegenskaper er utseendet foreløpig en svakhet. Produktet må videreutvikles før det vil bli brukt til fordel for andre produkter.

KAPITTEL 6:

Diskusjon

Hva sier lovverket om verning av bygninger?

Hvordan kan man best mulig prosjektere for
brannsikkerhet i en tidlig fase?

Hvem har ansvar for hvilke deler av
brannteknikken?

Hvordan gå frem for å løse de branntekniske
utfordringene?

6 Diskusjon

Hvilke utfordringer står brannprosjekteringen overfor ved revitalisering av vernede bygninger?

Hva sier lovverket om verning av bygninger?

I mange sammenhenger omtales vernede og fredede bygninger om hverandre, og kan dermed virke som to sider av samme sak, der disse to begrepene er sidestilte. Det er derimot en rekke forskjeller mellom de to, noe som er svært viktig å merke seg. De brukes om hverandre i flere varianter og forskjellen kommer ikke tydelig frem. Fredning anses som den høyeste graden av vern, og bygninger fredes på statlig nivå av riksantikvaren. Vering av bygninger skjer derimot innad i kommuner, der byantikvaren avgjør om den gjeldende bygningen har regional eller kommunal verdi som bør tas vare på. Dette avgjøres på grunnlag av kriterier som riksantikvaren har fastsatt.

Kulturminneloven tar for seg bestemmelser ved og håndtering av fredede bygninger, og berører dermed ikke vernede bygninger. Noe som dog er interessant å merke seg, er at ordet vern brukes hyppig gjennom loven, men at det likevel gjelder i forhold til fredning. Her kommer det tydelig fram hvor viktig det er å skille mellom fredning og verning, da det er en risiko for å bruke helt feil lovverk ved misforståelse av begrepene. For verning finnes det ikke én spesifikk lov, men flere lover som må ses i sammenheng. Ved revitalisering generelt er det pbl. som gjør seg gjeldende. Denne loven pålegger kommunene å påse at kulturell verdi knyttet til byggverkets ytre blir bevart, noe som ofte vil omfatte hovedkonstruksjon og fasader. Siden det ikke står akkurat hva byggverkets ytre innebærer, er det opp til hver kommune å bestemme dette i hvert enkelt tilfelle, noe som vil skape variasjoner.

Det er altså opp til kommunen å fastsette vernebestemmelser som skal gjelde for bebyggelsen. Trondheim kommune har en kulturminneplan (Kommunedelplan for kulturminner og kulturmiljøer) som beskriver oppgaver knyttet til ulike typer kulturminner og forvaltning, og håndtering av disse. I tillegg har kommunen et aktsomhetskart der vernede og fredede bygninger vises med ulike mønstre/farger. Et kart som dette er svært nyttig, da det er lett å filtrere søket og på den måten vise kun det en skal fram til. En ulempe er at byantikvaren ikke har kapasitet til å holde kartet ajourført. Dette kan føre til at kartet ikke viser det en var ute etter,

eller at kartet mistolkes og det virker som at den aktuelle eiendommen ikke har antikvarisk verdi.

Ifølge Elisabeth Kahrs ved byantikvaren i Trondheim kommune, er det ved oppstart av regulering av nye områder at de gjerne blir kontaktet. Når en reguleringsplan skal utvikles er det mange forhold som skal tas hensyn til, derav vern av kulturminner. Ettersom kommunen vedtar sine egne vernebestemmelser, gir det byantikvaren en ekstra mulighet til å bruke skjønn i tolkningen av hva som bør bevares og ikke, og hvordan dette bør gjøres. Det er mulig å trekke fram både positive og negative sider ved dette. Uten et strengt regelverk er det for eksempel rom for å diskutere ulike løsninger ved en rehabilitering, og på den måten unngå konflikter mellom entreprenør og kommune. Det blir også mulig å ta vurderinger i hvert enkelt prosjekt, framfor å for eksempel måtte forholde seg til like bestemmelser for et helt område. På den annen side mener Kahrs at dette står relativt svakt i forhold til juss, og at det derfor er bedre med tydelige bestemmelser. Rollen som rådgivende enhet gjør at byantikvaren kan komme med forskjellige uttalelser og gi råd til både kommunen og byggherrer.

Hvordan kan man best mulig prosjektere for brannsikkerhet i en tidlig fase?

Brannsikkerhet er et aspekt ved prosjekteringen som bør utvikles svært tidlig i prosessen, uavhengig av typen prosjekt. Det er flere aktører som har noe å si om dette, og som vil at deres interesser skal ivaretas. Mye tyder derfor på at samspill i oppstarten av prosjekteringsprosessen er det mest gunstige. Da kommer alle forutsetninger, begrensninger og krav på bordet med en gang, og det blir enklere å unngå konflikter senere i prosessen.

Godt samarbeid utgjør en stor del av et vellykket prosjekt, enten det gjelder prosjektet som helhet eller en del av det, for eksempel brannsikkerhet. I en prosess med både entreprenør og arkitekt, rådgivende ingeniører, byantikvar og brannvesen er det essensielt at alle parter blir hørt tidlig, og at brannkonseptet skreddersys etter kravene som stilles. Brannrådgiver Dag Denstad ved Rambøll og Elisabeth Kahrs ved byantikvaren mener begge at det er en stor fordel å komme inn i prosjektet så tidlig som mulig, når graden av påvirkning er størst. For Denstad betyr dette ofte å komme inn så tidlig som på reguleringsstadiet.

I revitaliseringsprosjekter er det spesielt viktig at byantikvaren involveres fra starten av. Kravene herfra vil i stor grad definere prosjektet og vil være utgangspunktet for de øvrige aktørene. Arkitekten må beholde de verneverdige delene av bygningene i tegningene sine, og

brannrådgiveren må sørge for at brannkonseptet er tilfredsstillende både med tanke på sikkerhet og byggets funksjon, uten at det blir for fremtredende med tanke på det visuelle. Entreprenøren har ansvaret for å sette alt dette sammen. Prosjektleder Lars Petter Næbb ved HENTs revitaliseringsprosjekt av Hangaren på Lade, forklarer at entreprenøren må tilfredsstillende byggherren og dens økonomi, og byantikvarens ønsker. Samtidig må brannsikkerheten utføres på en fornuftig måte som muliggjør å ha virksomheter i bygningen. I tillegg skal Trøndelag brann- og redningstjeneste verifisere de ikke-preaksepterte løsningene som er valgt til brannkonseptet.

Det er en rekke ønsker, meninger og krav som skal flettes sammen til et felles prosjekt, og det er derfor interessant å se på hva de ulike partene mener om samarbeidet, og hvilke utfordringer som kan oppstå. For RIBr er det viktig å komme så tidlig inn i prosessen at brannkonseptet blir en grunnstein i prosjekteringen. I arbeide med å utforme dette samarbeides det med byantikvar og brannvesen for å få alle premisser på plass. I møte med disse etatene er et stikkord, ifølge Denstad, å være forberedt. Han beskriver viktigheten av «å ha tenkt igjennom ting på forhånd, slik at man får igjennom det man ønsker.». På denne måten blir alt mer tidseffektivt, i kontrast til å komme uforberedt og risikere å måtte gjennomføre dobbelt så mange møter. Et godt samarbeid skapes av tidlig kontakt og særmøter med felles planlegging og påfyll til den brannstrategien som allerede er lagt.

For entreprenøren kan ofte samarbeid med byantikvar være en utfordring. Byantikvarens ønsker om hva som skal bevares er ikke alltid forenelige med hva byggherre og leietakere av bygget har sett for seg. Det kan derfor bli vanskelig å finne en løsning begge parter vil godkjenne. For å få igangsettingstillatelse på et slikt bygg, må byantikvaren godkjenne prosjektbeskrivelsen. Fra byantikvarens synspunkt fungerer stort sett samarbeidet med de andre aktørene godt. Det er en stor fordel dersom aktørene har erfaring og kunnskap fra tidligere, da de allerede er kjent med byantikvaren og er klar over at dette organet skal involveres i prosjekter med kulturminneinteresser.

Inngående kunnskap og erfaring innen brannrådgivning er en nødvendighet i prosjekter som Hangaren-prosjektet. Likevel er dette mangelvare innen byggenæringen. For at en brannrådgiver skal kunne klare å komme inn tidlig i prosjektet, hjelper det mye om vedkommende har tidligere kunnskap om prosessen. Dette gjelder særlig ved et revitaliseringsprosjekt, der det foreligger vernebestemmelser som begrenser hvilke

branntekniske løsninger som kan velges, siden disse helst ikke skal påvirke de vernede bygningsdelene, særlig visuelt.

Dag Denstad forklarer at mangelen på kunnskap hos branningeniører kan være årsaken til at de ikke tør å ta for seg komplekse brannobjekter. Eventuelt at de prøver, men velger enten for dårlige løsninger eller oversikrer slik at det blir svært kostbart. Videre forklarer Denstad at det ligger veldig mye juss mellom linjene i bransjen, og at det er viktig å være så sikker på det utarbeidede brannkonseptet at man kan argumentere lenge overbevisende for at det holder mål. Avslutningsvis anbefaler Denstad brannrådgivere som skal inn i sitt første prosjekt med vern å vurdere konsekvensen av at bygget brenner ned, og deretter legge sikkerhetsnivået i tråd med dette. Det er viktig å tenke som en samfunnsrådgiver, og ta den store sammenhengen med i betraktning. Da er det ofte vanskelig å argumentere imot brannkonseptet. Det kan også være en fordel å sette seg inn i hvilken bygning det er, når den er bygd og dens historie. På denne måten er det lettere å få en forståelse av hvorfor bygget er vernet.

Hvem har ansvar for hvilke deler av brannteknikken?

Ansvaret for brannteknikken ligger hos flere og det kan derfor være vanskelig å vite hvor grensene går. Brann har ofte alvorlige konsekvenser og det kan derfor være vanskelig å få bedrifter til å ta på seg ansvar. Brannrådgiveren lager brannkonseptet på bakgrunn av informasjon som er hentet og premisser som er satt. Brannkonseptet skal kun angi ytelseskrav og premisser til de andre rådgivende fagene, og angir derfor ingen løsninger. I prosjekteringssammenheng, på konsept- og detaljnivå (nivå A og B), er det klarer grenser for ansvarsfordelingen, og det er mulig å finne løsninger, for eksempel i RIFs veiledning (Vedlegg 3).

Når prosjekter går over til utførelsesstadiet kan ansvarsfordelingen være noe mer uklar. Den er noe avhengig av entreprisformen. Ved en totalentreprise for eksempel, er det ofte entreprenøren som sitter med hele ansvaret. Dette ansvaret kan fra entreprenørens side være ønskelig å overføre til leverandør eller rådgivende, noe som kan være vanskelig. Uenighetene blant aktørene kan være vanskelig å løse og det kan i verste fall føre til en dårlig løsning. Derfor kan ansvaret ofte falle hos totalentreprenøren. Et slikt ansvar på detaljnivå kan bli vanskelig, da de kanskje ikke har god kunnskap om for eksempel montering av sprinkler system. Det å føre ansvaret over på rådgiveren kan i noen tilfeller være ugunstig, da det ikke finnes noen garanti for at brannrådgiveren har en dyp forståelse for sprinklersystem.

Hvordan gå frem for å løse de branntekniske utfordringene?

Når det kommer til brannteknisk prosjektering kommer stadig begrepene forenklet og analytisk brannprosjektering opp. I lovverket er det satt generelle krav til brannsikkerhet, med spesifikke løsninger for forenklet brannprosjektering. Dette er preaksepterte ytelser som skal garantere en tilfredsstillende brannteknikk. Tanken med dette systemet er god, da små, «rett fram»-prosjekter enkelt kan brannprosjekteres uten at det kreves store forkunnskaper. I de fleste prosjekter, ofte større prosjekter, vil det derimot være umulig å benytte kun preaksepterte ytelser, da enkelte deler av prosjektet ofte er for komplekse til dette. Derfor brukes det ulike analysemetoder for å komme fram til løsninger som holder mål.

Mye tyder på at bruk av analyseverktøy, som CFD-programmer, til å finne tilfredsstillende brannløsninger ofte lønner seg, i store prosjekter så vel som små. Grunnen til dette er at ved analyse av et spesifikt bygg, kan man finne løsninger som oppfyller kravene i TEK på tross av at de ikke er preaksepterte. Ved analyse kartlegges «de svake punktene» der det må legges inn ekstra sikkerhet, og stedene der kravet kan oppnås med mindre sikring enn i løsningsforslaget (preakseptert). På denne måten kan brannkonseptet skreddersys til det enkelte prosjektet, noe det er mulig å spare mye penger på. I tillegg viser brannprosjektering med analyser lagt til grunn at det resulterende brannkonseptet er nøye gjennomtenkt, mener Dag Denstad. Analyseprogramvarer blir bare mer og mer brukt etter hvert som bransjen digitaliseres. Verktøyene har også blitt enklere å ta i bruk siden det ofte foreligger digitale tegninger og modeller i prosjektene.

En analytisk metode som kan brukes er gjennomføring av risikovurdering. Dette beskrives av NS 3901, og standarden omfatter både risikoanalyse og komparativ analyse. Teorikapittelet beskriver at den komparative analysen ofte er den letteste å gjennomføre av de to. Dette er på grunn av at det foreligger preaksepterte ytelser for mange forskjellige typer byggverk, og at referansebyggverket har samme brannklasse, risikoklasse og virksomhet som analysebyggverket. Da vil brannårsak og sannsynlighet for brann være svært lik i de to byggene. Problemet er at det ikke alltid er lett å finne et bygg som likner nok på analysebyggverket til å stille som referansebyggverk. For eksempel ved et spesielt prosjekt som Hangaren på Lade, er det vanskelig å finne et annet bygg som likner, særlig med tanke på de branntekniske utfordringene vernebestemmelsene forårsaker. I et slikt tilfelle kommer fordelene med CFD-analyseverktøy nok en gang til syne. Ved å bruke programmer som Smokeview og Pathfinder

kan simuleringer gjennomføres for analysebygget, og resultatene vil sannsynligvis bli mer korrekte enn ved sammenligning med et annet bygg.

For at de nevnte programvarene skal kunne benyttes, forutsettes det at operatøren har nok kunnskap om dem. Det er viktig med både gode dataferdigheter, samt god kunnskap om ulike brannscenarioer, hvordan personer oppfører seg ved brann og ikke minst om det aktuelle prosjektet.

KAPITTEL 7:

Konklusjon

7 Konklusjon

Hvilke utfordringer står brannprosjektering overfor ved revitalisering av vernede bygninger?

I Norge er det mye vernet bebyggelse som står i fare for å gå tapt. Bygningene står overfor mange trusler, men brann er en av de største. Mange av bygningene står i tillegg tomme og har lite eller ingen form for brannsikring. Flere av bygningene kan reddes ved revitalisering, men det krever at prosessen ikke er for komplisert eller kostbar. I oppgaven har det blitt sett på mange aspekter ved verning, prosjektering og utførelse og er en måte å besvare spørsmålet på. Underveis har det blitt avdekket flere utfordringer ved lovverk og brannprosjektering for revitalisering av vernede bygninger. Det har også blitt avdekket mange utfordringer uten gode løsninger som kan være interessant for andre å se på.

I Norge er det pbl. som setter alle krav til alle bygninger og områder, videre er det kulturminneloven som stiller kravene for fredede bygninger. Det er vanskelig å forholde seg til reglene for de vernede bygningene, da bestemmelsene framkommer av flere lovverk. Vernede bygninger regnes som kulturminner, og fortjener med dette en plass under kulturminneloven. Dette vil også kunne bidra til et klarer skille mellom de to begrepene fredet og vernet bygning.

En eksisterende bygning kommer med sine premisser, og mange har ulike tanker om hvordan de ønsker å løse en revitalisering. Det å lage en løsning før alle premisser er avklart kan få store konsekvenser. Når det jobbes med vernede bygninger ligger ofte byantikvarens uttalelser til grunn, og dette må gjøres for å få tiltaket godkjent. Kontakt med byantikvaren bør opprettes før planleggingsprosessen, dermed kan konflikter unngås og det kan bli bedre løsninger.

I revitaliseringsprosjekter kan det oppstå konflikter på grunn av at motivene til de ulike partene ikke alltid samsvarer. I møte med byantikvar er det ofte på grunn av motstridende interesser utfordringer med å finne løsninger som begge parter kan akseptere. Et åpent sinn i møte med de ulike aktørene er viktig for hvordan prosjektet videre utarter. Det kan være avgjørende for om det i det hele tatt blir noe prosjekt.

Samarbeid er viktig for at prosjekter skal lykkes. I prosjekter med revitalisering av vernede bygninger er det enda viktigere. Bygningen står med sine bestemmelser som er premissgivende, og derfor er hvem som er med på laget, og samarbeidet dem imellom, nøkkelen til suksess. Personene bør være trygge på sitt fagfelt. Fagene er i stor grad avhengige av hverandre, der

deling av kunnskap og erfaring er alfa og omega. Et tidlig samarbeid mellom de mest sentrale aktørene gir en god start for prosjektet. At alle aktørene har satt seg inn i historien til bygningen vil bidra til at alle forstår verdien av byggverket.

De branntekniske kravene som stilles er det ikke mulige å fravike. Selv om det er mange måter å tilfredsstille brannkrav på, ligger det en trygghet i å velge preaksepterte løsninger. Da er ikke ansvaret hos prosjekterende lenger, men det ligger hos lovverket. Det er en trygg vei å gå, da konsekvensen av en brann kan bli enorm. Det er kunnskap og erfaring som gir en branningeniør den tyngden som trengs ved revitaliseringer. Problemet er at det tar lang tid å bli trygg, få kunnskap og erfaring. Dette gjør at det er mangel på brannrådgivere som har nok erfaring til å jobbe med revitaliseringsprosjekter.

Analyseverktøyene er fremtiden innen brannprosjektering og vil nok med tiden brukes mer og mer. Den yngre generasjonen er ofte flinke med data og de tar disse programmene raskt. En kombinasjon av erfarne og yngre branningeniører vil være en fordel i en prosjektgruppe. Da er tryggheten tilstede samtidig som terskelen for å bruke analyseverktøy er lav.

Det kan være vanskelig å fordele ansvaret for de branntekniske løsningene mellom ulike aktører i utførelsesfasen. Selv om det finnes standarder på ansvarsfordeling er det ikke selvsagt at disse praktiseres. Det er få som ønsker å sitte med hele ansvaret i store/større prosjekter. En klar ansvarsfordeling vil kunne hindre skyldspørsmål dersom det går galt.

Det å svare på problemstillingen krever god innsikt i verneteori og kunnskap om brannteknikk. Når det er mange lovverk å sette seg inn i er det ekstra vanskelig og det åpner mer for feiltolkning. Brann har store konsekvenser, men hovedutfordringene er at bygningen er vernet og det er noen aspekter som ikke kan gjøres noe med. Det er ikke ett riktig svar på dette spørsmålet, men ved å være klar over noen av utfordringene blir de enklere å forholde seg til. Derfor konkluderes det med at dersom alle spiller på lag, deler sin erfaring og er villige til å gi og ta, vil prosjektet bli vellykket.

8 Figurliste

Figur 1: Forskrifter i bygge- og bruksfasen (Illustrasjon: SINTEF Byggforsk)	34
Figur 2: Nivåer for dokumentasjon av brannsikkerhet (Illustrasjon: SINTEF Byggforsk) ...	35
Figur 3: Sammenheng mellom tilgjengelig og nødvendig rømningstid (Illustrasjon: TEK) ...	40
Figur 4: Ulike begreper knyttet til rømningstid (Illustrasjon: SINTEF Byggforsk)	41
Figur 5: Rømningssimulering i Pathfinder (Illustrasjon: Thunderhead Engineering)	46
Figur 6: Prinsippskisse for sprinkleranlegg (Illustrasjon: Slukkeveileder 2012).....	52
Figur 7: Sprinklerhode (Foto: Erichsen Horgen)	53
Figur 8: Vanntåkyse (Foto: Chubb).....	53
Figur 9: Hva skjer med betong i en brann? (Illustrasjon: Statens vegvesen).....	59
Figur 10: Trebjelke med forkullingssjikt (Illustrasjon: RISE Fire Research)	62
Figur 11: Gipsens konduktivitet (Illustrasjon: Herman Knoop)	63
Figur 12: Gipsens temperaturutvikling (Illustrasjon: SP Technical Research).....	63
Figur 13: Innsiden av hangaren (Foto: Byantikvaren)	67
Figur 14: Hangaren under 2. verdenskrig (Foto: Lade historielag).....	68
Figur 15: Hangaren i 2015 (Foto: Erik Stenvik)	68
Figur 16: Kart over Lade flyplass (Illustrasjon: Strinda historielag)	68
Figur 17: Hangaren markert i lilla (Kart: Trondheim kommunes kartverktøy)	69
Figur 18: Oppbygging av modellen (Illustrasjon: CFD)	71
Figur 19: Modell importert fra 3D-modell (Illustrasjon: CFD)	71
Figur 20: Fagverkene isolert ut fra modellen (Illustrasjon: CFD).....	71
Figur 21: 3D-arkitektmodell av hangaren (Illustrasjon: Pathfinder).....	72
Figur 22: Byggets møbleringsplan er lagt inn i modellen (Illustrasjon: Pathfinder).....	72
Figur 23: Simulering av sikt i plan 2 etter 5,5 minutter (Illustrasjon: CFD).....	74
Figur 24: Simulering av sikt i plan 2 etter 10 minutter (Illustrasjon: CFD).....	74
Figur 25: Simulering av sikt i plan 2 etter 30 minutter (Illustrasjon: CFD).....	74
Figur 26: Fagverket (Foto: Byantikvaren).....	79
Figur 27: Forsterkninger av fagverk (Foto: Byantikvaren)	80
Figur 28: Fagverksdetalj før tiltak (Illustrasjon: Camilla H. Olsbø).....	80
Figur 29: Fagverksdetalj etter tiltak (Illustrasjon: Camilla H. Olsbø)	80
Figur 30: Knutepunkt (Foto: Byantikvaren).....	81
Figur 31: Brannmaling av knutepunkt (Foto: Ingrid K. Storrø).....	81
Figur 32: Prinsipp for røykseksjonering (Illustrasjon: Camilla H. Olsbø).....	82
Figur 33: Opprinnelig og alternativ forsterkning (Illustrasjon: Camilla H. Olsbø)	83

Figur 34: Påføring av brannlakk på trekledning (Foto: thermax.no)	88
Figur 35: Mjøstårnet, verdens høyeste trebygning (Foto: Kaia Eriksen).....	89
Figur 36: Spiler i himlingen på Gardermoen (Foto: Jan Lilhamre)	89
Figur 37: Fremstilling av clay nanopaper (Illustrasjon: Wood case study)	90
Figur 38: Illustrasjon av «coating» (Illustrasjon: Wood case study).....	90

9 Tabelliste

Tabell 1: Fastsetting av risikoklasse (Kilde: TEK)	39
Tabell 2: Brannklasser (Kilde: TEK)	39
Tabell 3: Brannklasser basert på risikoklasse og antall etasjer (Kilde: TEK).....	39
Tabell 4: Fordeler og ulemper med vanntåkeanlegg (Kilde: SINTEF Byggforsk).....	53
Tabell 5: Grad av svelling/krymping i tre (Kilde: Materialkunnskap).....	61
Tabell 6: Termisk nedbrytning av tre (Kilde: Norsk Treteknisk institutt)	61
Tabell 7: Forkullingshastighet for ulike treslag (Kilde: NS 3470-2)	62
Tabell 8: Utdrag av resultater fra analyser og simuleringer (Kilde: Vedlegg 8).....	75

10 Kildehenvisning

1. Riksantikvaren. Fredete bygninger [Internett]. Riksantikvaren; 2018 [cited 2019 02.04]. Available from: <https://www.miljostatus.no/fredete-bygninger>.
2. Riksantikvaren. Brannsikring av fredet og verneverdig bebyggelse: Riksantikvaren; [cited 2019 15.03]. Available from: <https://www.riksantikvaren.no/Veiledning/Sikring-og-kriseberedskap/Brannsikring-av-fredet-og-verneverdig-bebyggelse>.
3. Dalen M. Intervju som forskningsmetode. Oslo: Universitetsforlaget; 2011.
4. Holbergprisen.no. Kvalitative intervjuundersøkelser 2019 [cited 2019 18.03]. Available from: <https://www.holbergprisen.no/holbergprisen-i-skolen/kvalitative-intervjuundersokelser.html>.
5. Riksantikvaren. Fredet-vernet-verneverdig 2019 [cited 2019 11.03]. Available from: <https://www.riksantikvaren.no/Fredning/Fredet-vernet-verneverdig>.
6. Plan- og bygningsloven. Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven): Kommunal- og moderniseringsdepartementet; 2008, sist endret 2019 [cited 2019 05.05]. Available from: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>.
7. SAK. Byggesakforskriften, med veiledning: Direktoratet for byggkvalitet; 2011, sist endret 2018 [cited 2019 13.03]. Available from: <https://dibk.no/byggeregler/sak/>.
8. Byggesøknad for påbygg, tilbygg eller kjeller: Oslo kommune; [cited 2019 15.05]. Available from: <https://www.oslo.kommune.no/plan-bygg-og-eiendom/skal-du-bygge-rive-eller-endre/ma-du-sende-byggesoknad/pabygg-tilbygg-eller-kjeller/#gref>.
9. miljødepartementet K-o. Bygningsvern i Norge: Regjeringen; 2014 [updated 20.03.2014]. Available from: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/kulturminner-og-kulturmiljo/innsiktsartikler-kulturminner/bygningsvern-i-norge/id2343540/>.
10. Riksantikvaren. Kulturminneforvaltningen: Riksantikvaren; [cited 2019 15.05]. Available from: <https://www.riksantikvaren.no/Om-oss/Kulturminneforvaltningen>.
11. Kulturminneloven. Lov om kulturminner (Kulturminneloven): Klima- og miljødepartementet; 1978, sist endret 2018 [cited 2019 04.05]. Available from: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1978-06-09-50>.
12. kommune T. Aktsomhetskart kulturminner 2019 [cited 2019 20.03]. Available from: <https://www.trondheim.kommune.no/byantikvaren/kartinfo/>.
13. TEK17. Byggteknisk forskrift: Direktoratet for byggkvalitet; 2017 [cited 2019 18.02]. Available from: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
14. Soilammi A. 321.025 Brannsikkerhet. Dokumentasjon av prosjektering, utførelse og kontroll - oversikt: SINTEF Byggforsk; 2013 [cited 2019 09.05]. Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/2998/brannsikkerhet_dokumentasjon_av_prosjektering_utfoerelse_og_kontroll_oversikt.
15. Brann- og eksplosjonsvernloven. Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven): Justis- og beredskapsdepartementet; 2002, sist endret 2015 [cited 2019 02.05]. Available from: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2002-06-14-20>.
16. Standard Norge. NS 3901:2012 Krav til risikovurdering av brann i byggverk 2012 [cited 2019 09.05].
17. Standard Norge. SN-INSTA/TS 950:2014 Analytisk brannteknisk prosjektering - Komparativ metode for verifikasjon av brannsikkerhet i byggverk 2014 [cited 2019 20.03].
18. Standard Norge. NS-EN 12845:2015 Faste brannsløkkesystemer - Automatiske sprinklersystemer - Dimensjonering, installering og vedlikehold 2015 [cited 2019 22.03].
19. Internkontrollforskriften. Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskrifte): Arbeids- og sosialdepartementet; 1996, sist endret 1.

- juli 2017 [cited 2019 02.05]. Available from: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1996-12-06-1127>.
20. El-tilsynsloven. Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (el-tilsynsloven): Justis- og beredskapsdepartementet; 1929, sist endret 2015 [cited 2019 01.05]. Available from: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1929-05-24-4>.
21. Forskrift om brannforebygging. Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn (FOBTOT): Arbeids- og administrasjonsdepartementet; 2002 [cited 2019 03.05]. Available from: <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2002-06-26-847>.
22. Soilammi A, Bjelland H. 321.026 Brannsikkerhet. Dokumentasjon av brannsikkerhetsstrategi SINTEF Byggforsk2013 [cited 2019 09.05]. Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/3114/brannsikkerhet_dokumentasjon_av_brannsikkerhet_sstrategi.
23. Soilammi A. 321.027 Brannsikkerhet. Dokumentasjon av detaljprosjektering: SINTEF Byggforsk; 2013 [cited 2019 09.05]. Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/2999/brannsikkerhet_dokumentasjon_av_detailjprosjektering.
24. Bjelland H, Lundby B. 321.028 Brannsikkerhet. Dokumentasjon av utførelse: SINTEF Byggforsk; 2013 [cited 2019 09.05]. Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/3154/brannsikkerhet_dokumentasjon_av_utfoerelse.
25. Øverby T. 520.385 Nøvendig rømningstid ved brann: SINTEF Byggforsk; 2016 [cited 2019 14.03]. Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/322/noedvendig_roemningstid_ved_brann.
26. Hagen BC. Brannteknisk rømningsanalyse. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag; 2008.
27. Westlund JA. 520.387 Tilgjengelig rømningstid ved brann: SINTEF Byggforsk; 2016 [cited 2019 14.03]. Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/2955/tilgjengelig_roemningstid_ved_brann.
28. Tu J, Yeoh GH, Liu C. Computational fluid dynamics: a practical approach: Butterworth-Heinemann; 2018.
29. AS RN. COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) [cited 2019 05.05]. Available from: <https://no.ramboll.com/tjenester/bygg-og-arkitektur/vvs/cfd>.
30. (NIST) NIOsaT. FDS and Smokeview: U.S. Department of Commerce; 2010, sist endret 2017 [cited 2019 01.05]. Available from: <https://www.nist.gov/services-resources/software/fds-and-smokeview>.
31. Forney GP. Smokeview (Version 6.1.5), A Tool for Visualizing Fire Dynamics Simulation Data, Volume I: User's Guide: U.S. Department of Commerce; 2013 [cited 2019 10.05]. Available from: https://www.thunderheadeng.com/wp-content/uploads/2013/08/SMV_User_Guide.pdf.
32. Thunderhead Engineering. Flexible Movement Simulation [cited 2019 10. mai]. Available from: <https://www.thunderheadeng.com/pathfinder/pathfinder-features/>.
33. RIF. Ansvar for planlegging av brannsikkerhet. Oslo: Rådgivende Ingeniøres Forening; 2013.
34. Byggforsk S. 550.361: Sintef Byggforsk; 2009 [cited 2019 03.03]. Available from: <https://www.byggforsk.no/dokument/510/sprinkleranlegg>.
35. DSB. Temaveiledning om brannvern i kraftforsyningen: Direktoratet for smafunnssikkerhet og beredskap; 2003 [cited 2019 19.03]. Available from: <https://www.dsb.no/lover/brannvern-brannvesen-nodnett/veiledning-til-forskrift/temaveiledning-om-brannvern-i-kraftforsyningen/#bakgrunn>.
36. Kirkelig arbeidsgiver- og interesseorganisasjon, Riksantikvaren. Slokkeanlegg, veileder for valg og installasjon 2012 [cited 2019 19.03]. Available from: https://www.ka.no/_service/300851/download/id/275291/name/slukkeveileder2012.pdf.

37. Byggforsk S. Brannsikringsløsninger for rom med skadefølsomt innhold 2009 [cited 2019 15.03]. Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/511/brannsikringsloesninger_for_rom_med_skadefoelso_mt_innhold#i4.
38. Espedal KJ. Bygningsfysikk. 6 ed. Stavanger: Byggenæringens Forlag AS; 2002.
39. Byggforsk S. Røykkontroll i bygninger: Sintef; 2006 [cited 2019 18.03]. Available from: https://www.byggforsk.no/dokument/321/roeykkontroll_i_bygninger.
40. DSB. VFOBTOT: Direktoratet for samfunnsikkerhet og beredskap; [cited 2019 19.03]. Available from: <http://www.dsbinform.no/DSBno/Tidligere/Veiledning/VeiledningtilforskriftombrannforebyggenDETILTAKOGTILSYN/?page=32#/>.
41. Thue JV. Betong: Store norske leksikon; 2018 [cited 2019 20.03]. Available from: <https://snl.no/betong>.
42. Sandaker BN, Sandvik M, Vik B. Materialkunnskap. 1 ed. Lillestrøm: Byggenæringens Forlag AS; 2003.
43. Forsen NE, Vennesland Ø, Vinje L, Torgersen SE. Bind D: Brannmotstand bestandighet tetting: Betongindustriens landsforening; 2000.
44. Larsen CK. Brann i Tunneler: Statens vegvesen; 2008 [cited 2019 21.03]. Available from: https://www.vegvesen.no/_attachment/60754.
45. Romsås HE, Sandli R. Etteroppsett lokk-konstruksjon over Gjøvikbanen: Høgskolen i Oslo og Akershus; 2014.
46. Kodur V, Dwaikat M, Fike R. High-Temperature Properties of Steel for Fire Resistance Modeling of Structures. Journal of Materials in Civil Engineering. 2010;22(5):423-34.
47. Dalen LS. Nye rekordtall for skogen i Norge: NIBIO; 2017 [Available from: <https://www.nibio.no/nyheter/nye-rekordtall-for-skogen-i-norge>].
48. Glasø G, Landrø H, Aasheim E. Tre og brann Oslo: Norsk Treteknisk Institutt; [cited 2019 28. mars]. Available from: <http://www.treteknisk.no/resources/filer/publikasjoner/fokus-pa-tre/Fokus-nr-37.pdf>.
49. Norsk Treteknisk Institutt. Treteknisk Håndbok. 3 ed. Oslo: Norsk Treteknisk Institutt; 2009.
50. Raade G. Gips: Store norske leksikon; 2018 [updated 20. februar; cited 2019 28.03]. Available from: <https://snl.no/gips>.
51. Christensen N, Ryum N, Pedersen B. Gips - anvendelse: Store norske leksikon; 2017 [updated 3. januar; cited 2019 28.03]. Available from: https://snl.no/gips_-_anvendelse.
52. Buchanan AH. Structural design for fire safety. Chichester: Wiley; 2001.
53. Just A, Schmid J, König J. Gypsum plasterboards used as fire protection-Analysis of a database. Stockholm: SP Technical Research Institute of Sweden; 2010.
54. National Institute of Standards and Technology. Fire Dynamics Simulator User's Guide 2014 [cited 2019 16.05]. Available from: https://www.thunderheadeng.com/files/net/nistdocs/FDS_User_Guide.pdf.
55. Mal Proff. Brannhemmende maling: Mal Proff; [cited 2019 02.05]. Available from: <https://www.malproff.no/aktuelt/brannhemmende-maling>.
56. Lang Å. Ny rapport om brannfare i høye bygg av massivtre: Norges skogeierforbund; 2019 [updated 06.05.19; cited 2019 08.05]. Available from: <https://skog.no/nyheter/ny-rapport-om-brannfare-i-hoye-bygg-av-massivtre/>.
57. Evans FG. Brannbeskyttet trevirke: TreFokus, Treteknisk; 2005 [cited 2019 06.05]. Available from: <http://www.treteknisk.no/resources/filer/publikasjoner/fokus-pa-tre/Fokus-nr-31.pdf>.
58. Biokjemi Norge. Brannmaling: Biokjemi Norge; [cited 2019 06.05]. Available from: <https://www.biokjemi.no/produkter-brannmaling/>.

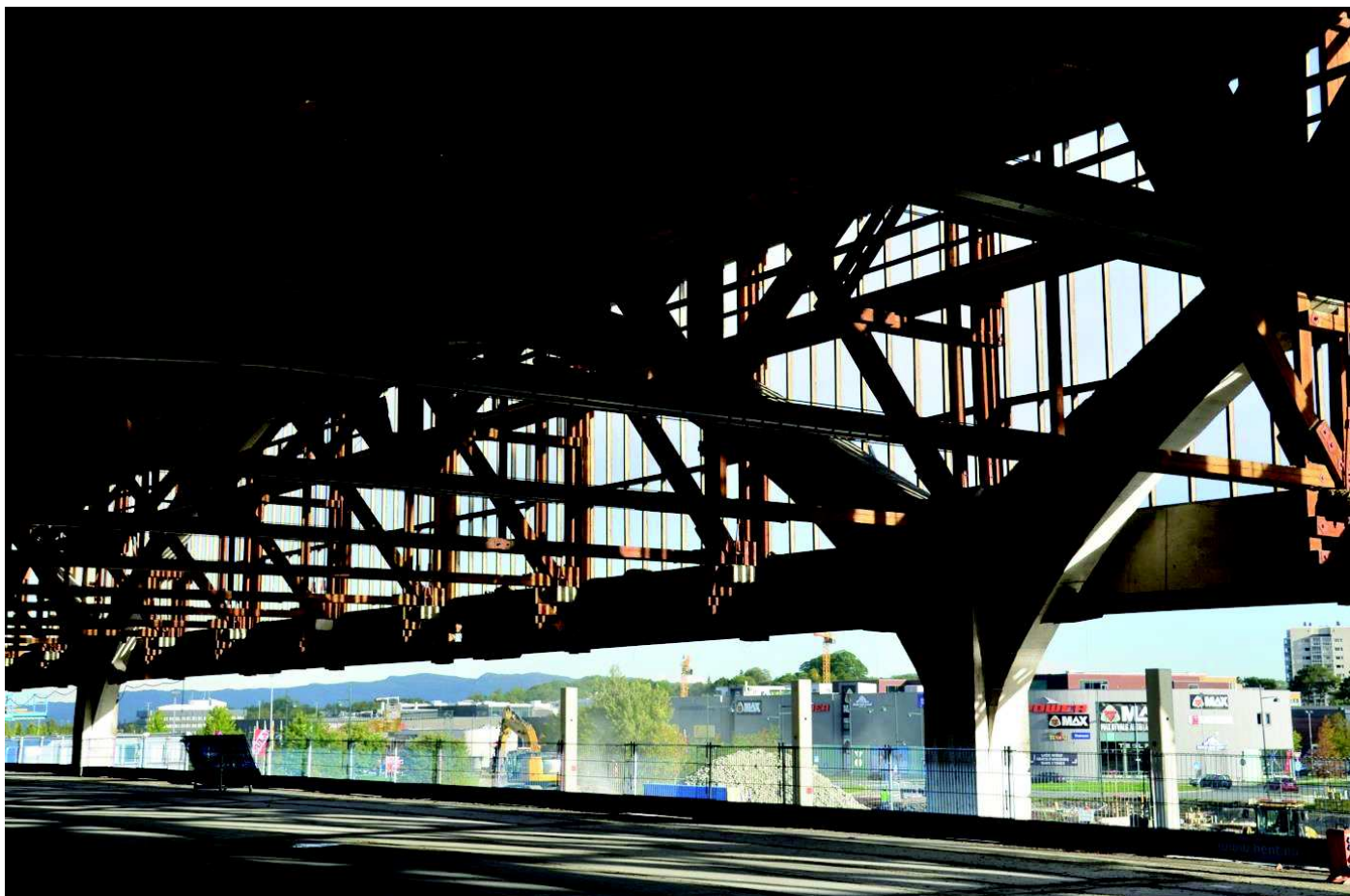
59. Skorve Ø. Branntrygt tre gir spennende muligheter i store bygg: Moelven; 2016 [cited 2019 06.05]. Available from: <https://www.moelven.com/no/aktuelt-og-nyheter/nyhetsarkiv/2016/branntrygt-tre-gir-spennende-muligheter-i-store-bygg/>.
60. Woodify: Woodify AS; 2019 [cited 2019 05.05]. Available from: <https://www.woodify.no/>.
61. AS BT. Burnblock: Bare Tre AS; [cited 2019 05.06]. Available from: <https://bare3.no/>.
62. Carioso F, Cuttica F, Medina L, Berglund LA. Clay nanopaper as multifunctional brick and mortar fire protection coating - Wood case study 2015 [cited 2019 09.05].

11 Vedlegg

- Vedlegg 1: Artikkel
- Vedlegg 2: Plakat
- Vedlegg 3: RIFs veileder «Ansvar for planlegging av sikkerhet»
- Vedlegg 4: Detaljregulering og vedtak «Hangaren Lade»
- Vedlegg 5: Byantikvarens uttalelse til istandsetting og tilbygg til «Hangaren Lade»
- Vedlegg 6: Oversikt bygningselementer vern/tiltak «Hangaren Lade»
- Vedlegg 7: Brannkonsept «Hangaren Lade»
- Vedlegg 8: Brannteknisk risikoanalyse «Hangaren Lade»
- Vedlegg 9: Branntegninger «Hangaren Lade»
- Vedlegg 10: Intervjuer

VEDLEGG 1:

Artikkel



Hangaren på Lade som ble bygd under 2. verdenskrig bygges nå om til kjøpesenter (Foto: Byantikvaren)

Brann som trussel mot verneverdige bygninger

Skrevet av: Camilla Hungnes Olsbø, Julie Solberg Aasgaard og Ingrid Krokann Storø

Brann er ifølge riksantikvaren den største trusselen mot fredede og verneverdige bygninger. Det er derfor nødvendig å gjøre tiltak for å sikre at ikke all denne bebyggelsen går tapt. Historiske bygninger kan ofte best bevares gjennom bruk.

I 2018 var det over 3000 husbranner i Norge, og over 500 av disse var i vernede og fredede bygninger. Mye fredet og vernet bebyggelse oppfyller ikke dagens krav til brannsikkerhet, og er derfor spesielt utsatt dersom en brann skulle oppstå. For å sikre den vernede bebyggelsen må det gjøres tiltak, som blant annet kan innebære oppgradering av bærekonstruksjon. Dagens krav til brannsikkerhet kan komme i konflikt med vernebestemmelser og arkitektoniske hensyn. Tiltakene som gjøres må derfor være forenlige med både de tekniske kravene og føringene fra byantikvaren.

Den gamle hangaren på Lade i Trondheim er nylig blitt revitalisert av HENT AS. Hangaren ble bygd tidlig på 1940-tallet, og var en del av Lade flyplass frem til flyplassen ble lagt ned i 1964. I senere tid har den blitt brukt som lager uten å ha gjennomgått noen store ombygginger. Hangaren er underlagt vernebestemmelser av Trondheim kommune og er plassert i verneklasse B – Høy antikvarisk verdi. Byantikvaren har deltatt på befaringer og blitt enig med arkitekt og entreprenør om hvilke deler av den gamle konstruksjonen som skal bevares.



Ombygningsarbeidet i hangaren er nesten ferdig, og bygget skal stå klart sommeren 2019 (Foto: Håvard Jensen, Adresseavisen)

Før det ble vedtatt at hangaren skulle revitaliseres var bygget i dårlig forfatning, og det var viktig å gjøre noe for å unngå at kulturminnet skulle gå tapt. Politiske uenigheter om hvilken virksomhet som skulle tillates i hangaren har ført til at prosjektet har tatt tid å gjennomføre. Ombyggingsarbeidet begynte 20. april 2018, og planen er at bygget skal være klart til åpning 1. september 2019.

Byantikvaren har lagt føringer for bevaring av hangarens eksisterende takkonstruksjon og deler av fasadene. Samtidig stiller Byggteknisk forskrift krav til brannmotstand for bæresystem og materialer. Tiltakene som er gjort bevarer takkonstruksjonen i størst mulig grad, samtidig som brannsikkerheten er tilfredsstillt. Gjennom samarbeid med entreprenør og byantikvar har brannrådgiveren har kommet fram til tiltak som er tilstrekkelige for å oppnå sikkerhet ved brann. Dette innebærer blant annet forsterkninger og sprinkling av fagverkene.

Hangarens takkonstruksjon består av fagverk av tre, og er bevart i størst mulig grad. Fagverkene hadde opprinnelig et spenn på ca. 35 meter, og ble derfor forsterket med stålsøyler. I tillegg er det gjort mindre forsterkninger med tre- og stålforbindelser, på grunn av at sprinkling alene ikke var tilstrekkelig.



Forsterkning av fagverk ved bruk av stålsøyler og tre- og stålforbindelser (Foto: Byantikvaren)

I tillegg til fysiske forsterkninger av fagverket er det plassert sprinklerhoder både i taket og på fagverkens undergurter. Formålet med dette er å kjøle ned fagverkene, og sørge for at de ikke utsettes for kritiske temperaturer ved en eventuell brann. Knutepunktene av stål er kritiske deler av fagverkene på grunn av stålets dårlige egenskaper

ved brann. Stål mister bæreevnen raskt dersom det utsettes for høye temperaturer, og for at fagverkene skal beholde sin bæreevne er det en forutsetning at knutepunktene også gjør det. Derfor er det påført brannmaling på knutepunktene. Malingen sveller opp dersom den utsettes for høye temperaturer, slik at stålet isoleres og fagverkene beholder sin bæreevne lengre i et brannforløp.



Knutepunktene i fagverkene er av stål og beskyttes med brannhemmende maling. På bildet ser man også hvordan undergurten er forsterket med stål. (Foto: Byantikvaren)

Prosjekter der verneverdige bygninger revitaliseres krever godt samarbeid mellom entreprenør, arkitekter, rådgivere, byantikvar/riksantikvar og brannvesen. Lovverk og reguleringsbestemmelser som ligger til grunn er viktige å ta hensyn til, slik at bygningene blir ivaretatt på en måte som gjør at både antikvariske og byggtekniske bestemmelser tilfredsstilles. Både rehabilitering og revitalisering medfører store kostnader, men når de verneverdige bygningene likevel skal bevares kan det i noen tilfeller medføre større kostnader å bygge helt nytt. Historiske bygninger skal bevares, og revitalisering er en måte som kan gjøre det mer attraktivt å satse på vern gjennom bruk. En viktig forutsetning for å lykkes med dette er at både tiltakshaver, entreprenør, rådgivere og byantikvar/riksantikvar har et felles ønske om å ta vare på bygningens opprinnelige uttrykk.

Dato: 13.05.19

Kilde: C.H.O., J.K.A., I.K.S., 2019-17 «Branntekniske utfordringer ved revitalisering av vernede bygninger», NTNU B.Sc.

VEDLEGG 2:

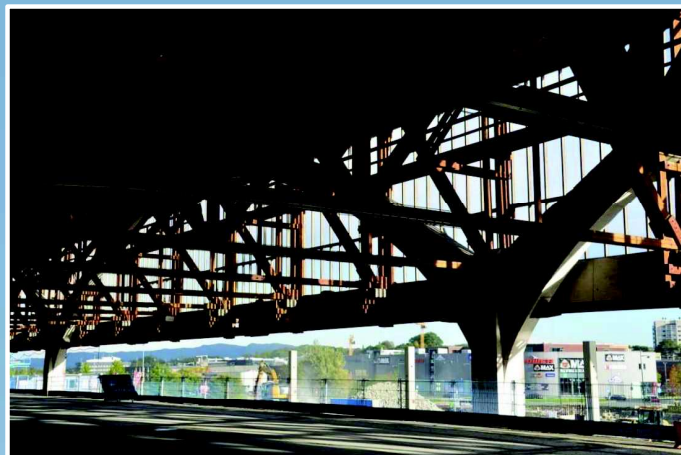
Plakat

Branntekniske utfordringer ved revitalisering av vernede bygninger

Challenges Concerning Fire Engineering in the Case of Revitalization of Protected Heritage Buildings

Prosjektnummer 2019-17: Camilla Hungnes Olsbø, Julie Solberg Aasgaard og Ingrid Krokann Storø

- Hvilke lovverk gjelder?
- Hvilke utfordringer møter brannprosjekteringen ved revitalisering?
- Hvordan tilfredsstilles branntekniske krav når preakseptertløsninger ikke kan velges?



Hangarens bærekonstruksjon (byantikvaren)



Bryggebrann i Kjøpmannsgata, 2 november 1983 (Trondheim byarkiv)

«Brann er den største trusselen mot fredet og verneverdig bebyggelse i Norge. Hvert år går verdifulle bygninger tapt i brann. Det er derfor behov for bedre brannsikring av denne bebyggelsen.»

(riksantikvaren.no)

Hangaren Lade er et revitaliseringsprosjekt der en hangar bygges om til et kjøpesenter. Bygget er underlagt vernebestemmelser og har «Høy antikvarisk verdi». Den bærende konstruksjonen skal bevares i størst mulig grad.

I tillegg til krav om bevaring av bæresystemet stiller TEK krav om brannmotstanden. Brannprosjektering av slike bygg krever derfor at det gjøres tiltak som sørger for en tilfredsstillende brannsikkerhet.



Utsiden av Hangaren Lade (Håvard Jensen, Adresseavisen)

VEDLEGG 3:

RIFs veileder «Ansvar for
planlegging av sikkerhet»



ANSVAR FOR PLANLEGGING AV BRANNSIKKERHET

Grensesnitt og ytelser

ANSVAR FOR PLANLEGGING AV
BRANNSIKKERHET

Grensesnitt og ytelser

Veileder for rådgivere, arkitekter, kontrollforetak, prosjekteringsledere og oppdragsgivere

Ansvar for planlegging av brannsikkerhet

ISBN 978-82-93131-04-5

April 2005 / revidert desember 2013

Utarbeidet av RIFs Ekspertgruppe i brannsikkerhet

RIF

Essendropsgate3

Pb. 5491 Majorstuen

0305 Oslo

E-post rif@rif.no

www.rif.no

INNHold

1. INNLEDNING OG FORMÅL	4
2. SAMSPILLET I BRANNTEKNISK SIKRING AV BYGG OG ANLEGG.....	5
Prosjektering på konseptnivå (nivå A)	5
Prosjektering på detaljnivå (nivå B)	5
Byggefase/utførelse og FDV (nivå C).....	6
Kontroll.....	6
3. GRENSESNIITT OG ANSVARFORDELING	7
4. YTELSER FRA BRANNRÅDGIVER	12
4.1 Ytelser som prosjekterende (PRO) for brannkonsept	12
4.1.1 Ytelser i programmeringsfasen	12
4.1.2 Ytelser i skisseprosjektfasen	12
4.1.3 Ytelser og forutsetninger i forprosjektfasen	12
4.1.4 Ytelser og forutsetninger i detaljprosjektfasen	13
4.1.5 Ytelser ved kontrahering.....	13
4.1.6 Ytelser og forutsetninger i byggefasen	13
4.1.7 Ytelser og forutsetninger i forbindelse med ferdigstilling.....	14
4.1.8 Ytelser i garantiperioden/bruksfasen	14
4.1.9 Ytelser ift BIM	14
4.2 Ytelser som uavhengig kontrollerende av prosjektering av brannkonsept	15
5. ANDRE YTELSER	17
5.1 Branntekniske utredninger	17
5.2 Brannteknisk prosjektgranskning/tverrfaglig kontroll detaljprosjektering	17
5.3 Bistand med vurdering av brannvern i byggetiden	17
5.4 Kontroll av brannteknisk utførelse.....	17
5.5 Brannverndokumentasjon for nye bygg.....	18
5.6 Brannverndokumentasjon for eksisterende bygg	19
6. ENGASJEMENT AV BRANNRÅDGIVER	20
6.1 Forespørsel om brannrådgivning	20
6.1.1 Engasjement	20
6.1.2 Forespørsel	20
6.2 Tilbud	22
6.3 Avtale	23
REFERANSER	24

1. INNLEDNING OG FORMÅL

Ekspertgruppe Brannsikkerhet har i samråd med ekspertgrupper for Bygge- og anleggsteknikk, Elektroteknikk, VVS- og klimateknikk og Prosjektadministrasjon utarbeidet en veileder for håndtering av grensesnittene knyttet til planlegging av brannsikkerhet, og som beskriver mulige ytelser fra brannteknisk rådgiver.

RIF erfarer at brannrådgiver engasjeres på ulike måter og til ulike tidspunkt i prosjektene, hvor arbeidsomfang, ytelser og ansvarsroller ikke er tydelig definert. Dette bidrar til unødige konflikter i prosjektet, og diskusjoner i ettertid om dokumentasjonsomfang og kostnader.

Revisjon 2013 av denne veiledningen er en sammenslåing og oppdatering av tidligere utgaver av veiledningene «Ansvar for planlegging av brannsikkerhet» og «Brannteknisk rådgivning og kontroll».

Hovedformålet med veilederen er å gi oversikt over

- Ansvarsforhold i forhold til brannsikkerhet mellom de prosjekterende aktørene
- definere grensesnitt mellom de samme aktørene

Delen som omhandler ytelser fra brannrådgiver er ment å

- definere brannrådgiverens arena
- gi veiledning til bestiller av branntekniske rådgivertjenester.
- redusere konflikter som følge av klarere ytelsesavtaler
- skille mellom normale ytelser og anbefalte tilleggstyelser

2. SAMSPILLET I BRANNTÉKNISK SIKRING AV BYGG OG ANLEGG

I et byggeprosjekt er planlegging og detaljprosjektering av brannsikkerhetstiltak fordelt på flere aktører. Likeledes er utførelsen og kontroll av utførelsen fordelt på flere entreprenører/leverandører. God koordinering er avgjørende for sluttresultatet.

Veilederen er rettet i hovedsak mot brannsikkerhetsprosjektering i byggesaker etter plan- og bygningsloven. For andre typer prosjekter må det gjøres tilpasninger etter relevant regelverk.

Planlegging av brannsikkerhet starter med utarbeidelse av et overordnet brannkonsept. Brannkonseptet angir ytelser innenfor flere fagområder som samlet sett vil gi tilfredsstillende brannsikkerhetsnivå. Personikkerhet, verdisikkerhet, samfunnsmessige hensyn og sikkerhet for rednings- og slukkeinnsats skal ivaretas.

Prosjektering av brannsikkerhet i de ulike fasene av et byggeprosjekt er omhandlet i byggdetaljbladene 321.025, -026 og -027. Det skilles mellom konseptnivå/strategi (nivå A), detaljprosjektering (nivå B) og utførelse/bygging (nivå C). Spesifisering av ansvar og ansvarsfordeling for de ulike rådgiverne/detaljprosjekterende/utførende fra nivå A til nivå C er nødvendig for å sikre at alle ytelser blir ivarettatt. Se også «Veileder for brannsikkerhetskonsept» utgitt av RIF.

Prosjektering på konseptnivå (nivå A)

Brannsikkerhet på konseptnivå – overordnet strategi og helhetsløsninger. Verifikasjon av fravik fra veiledning og/eller risikoanalyser som dokumentasjon på et forskriftsmessig sikkerhetsnivå. Brannkonseptet fastlegger ytelseskrav og premisser overfor de øvrige fag/detaljprosjekterende. Ansvarsrett PRO Brannkonsept.

Prosjektering på detaljnivå (nivå B)

Ytelseskravene i nivå A skal ivaretas innenfor det enkelte fagområde. Detaljprosjektering skal gi tilstrekkelig anvisning for utførelse inkl underlag for bestilling av korrekte produkter/byggevarer/tekniske installasjoner. Ansvarsrett PRO for de respektive fagområdene defineres i den enkelte byggesak.

Prosjekteringsoppgavene omfatter bl.a.:

- Prosjektering av arkitektur
- Prosjektering av landskapsarkitektur (utomhusforhold, adkomst, infrastruktur)
- Konstruksjonsteknisk prosjektering
- Prosjektering av mekanisk røykevakuering og kontroll
- Prosjektering av sløkkeanlegg
- Prosjektering av ventilasjonsanlegg
- Prosjektering av brannalarmanlegg
- Prosjektering av nødlis og ledesystemer
- Prosjektering av elektrotekniske anlegg med brannteknisk funksjon

Byggefase/utførelse og FDV (nivå C)

Utførelsen er fordelt på mange fagfelt. Generelt ligger det krav om egenkontroll av utførelsen på de enkelte fagområdene.

Kontroll

Myndighetskrav om obligatorisk kontroll er begrenset til kontroll på konseptnivået.

For å oppnå et vellykket prosjekt er det ofte behov for tverrfaglig kontroll av brannsikkerhetstiltak i detaljprosjekteringsfasen og utførelsesfasen med fokus på funksjon og samvirke mellom de ulike tiltakene, både passive og aktive. Erfaring fra prosjekter der slik kontroll er gjennomført viser at det blir avdekket og utbedret mange branntekniske feil. Kommunale bygningsmyndigheter kan stille tilleggskrav om slik kontroll.

3. GRENSESNIITT OG ANSVARSFORDELING

Den oppgavefordeling som er vist i matrisen er generell og gjelder kun selve byggesaken (pbl/TEK). I en konkret avtale/prosjekt må de ulike partene gjennomgå matrisen og avtale om denne fordelingen skal gjelde, eller avtale en annen fordeling. Under hvert angitte hovedansvarsområde kan det ofte være flere foretak med delt ansvar, som her noe forenklet er samlet sammen under en felles betegnelse.

RIBr = brannrådgiver (ansvarlig for å stille branntekniske ytelseskrav iht TEK § 11.)

Ark = arkitekt (ansvarlig for innvendig og utvendig utforming og inndeling, innredning, overflater og kledninger, sikkerhet i bruk m.v.).

SØK = Ansvarlig søker i byggesaken.

RIB = bygningsteknisk rådgiver (ansvarlig for alle bærekonstruksjoner inkl fasader, tak, utkragede konstruksjoner, vegger med krav til bæreevne eller mekanisk motstand).

RIE = elektroteknisk rådgiver (ansvarlig for høyspent og lavspent elkraft og alarm/signalsystemer)

RIV = VVS-teknisk rådgiver (ansvarlig for innvendig vann og avløp, ventilasjonsanlegg herunder røykventilasjon. Inkluderer også RI-VA. Grensesnitt mellom RIV og RI-VA må avklares mellom disse.)

LArk = landskapsarkitekt (utvendig utforming og tilrettelegging for bl.a. brannvesenets kjøretøy). Kan også omfatte infrastruktur/vegprosjektering.

K = Konsept (gi prosjekteringsforutsetninger, fastlegge ytelseskrav)

P = Prosjektering (valg av løsning, detaljprosjektering, arbeidstegninger)

	ANSVAR	RIBr	Ark	RIB	RIE	RIV	LArk
1	IDENTIFISERE OG FASTSETTE OVERORDNEDE RAMMEBETINGELSER OG FORUTSETNINGER						
	Bygningens bruk og, ønsket virksomhet og		K				
	Arealer og etasjeantall, høyde		K				
	Dimensjonerende persontall	K					
	Kontakt med bygningsmyndigheter og avklaring av rammebetingelser i kommunens plangrunnlag, herunder eksisterende dispensasjoner fra TEK/pbl/eldre regler (*Dette er et SØK-ansvar)		K*				
	Brannenergi og eventuelt spesiell risiko (aktiviteter/ lagring) i hele eller deler av bygningen. Fastsette spesifikk brannenergi	K					
	Plassering av byggverket, avstand til andre bygg og eiendomsgrense.		K				
	Eventuelle andre spesielle risikoforhold i/for bygningen eller i nærmiljøet. Håndtering av brann- og eksplosjonsfarlig vare. Behov for nye dispensasjoner fra TEK.	K					

ANSVAR	RIBr	Ark	RIB	RIE	RIV	LArk
Forutsetninger, tilstand og grensesnitt i eventuelle eksisterende bygning(er) ved ombygginger eller tilbygg.	K					
Kontakt med brannvesen og spesielle forhold knyttet til beredskap, utstyr og tilkomst	K					
Identifisere eventuelle forhold som må følges opp i bruksfasen. Angi krav til dokumentasjon for bruksfasen.	K					
Dokumentasjonsnivå og metode; Preakseptert eller utførlig/analytisk dokumentasjon, identifikasjon og verifikasjon av fravik fra preaksepterte ytelser	K					
Tellende etasjer	K	P				
§11-2 Risikoklasse(r)	K					
§11-3 Brannklasse(r)	K					
2 BESKRIVELSE AV BRANNTEKNISKE YTELSESKRAV						
§11-4 Bæreevne og stabilitet ved brann						
Konstruktivt konsept og hovedmaterialer	K	P				
Konstruksjonselementer i hovedbæresystem, sekundære-og stabiliserende elementer. Herunder også stabilitet og bæreevne for seksjoneringsvegger/-dekker og brannvegg/-dekker, samt utkragede bygningsdeler.	K		P			
§11-5 Sikkerhet ved eksplosjon						
Plassering av ansvar for å utføre analyser mht andre forskrifter enn TEK avtales særskilt, f.eks. ift. Forskrift om håndtering av farlig stoff, Forskrift om eksplosjonsfarlig stoff, og Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF)						
Implementering av konklusjoner fra risikoanalyser, jfr. forrige punkt.	K	P	P	P	P	P
§11-6 Tiltak mot brannspredning mellom byggverk						
Brannvegger, krav, utforming og nødvendig	K	P	P			
Avdekke særskilte krav ved høy risiko for spredning	K	P				
§11-7 Brannseksjoner						
Oppdeling i brannseksjoner; arealstørrelse	K	P				
Ytelseskrav og utforming seksjoneringsvegger	K	P	P			
§11-8 Brannceller						
Oppdeling i brannceller og spesifisering av	K	P				
Trapperomstyper og plassering	K	P				
Branncellebegrensende bygningsdeler	K	P				
Sjakter, hulrom og oppforede takkonstruksjoner	K	P			P	
Dører, brann- og røykgardiner, porter og vinduer. Røyktetthet.	K	P		P		
Vurdering av utvendig brannsmitte	K	P				
Brannheis	K	P		P		
Sikring av gjennomføringer, VVS	K				P	

ANSVAR	RIBr	Ark	RIB	RIE	RIV	LArk
Sikring av gjennomføringer, elektro	K			P		
Røykventilering av tekniske sjakter	K	P			P	
Røykventilering av trapperom termisk	K	P				
Røykventilering av trapperom mekanisk	K				P	
§11-9 Materialer og produkters egenskaper ved brann						
Overflater og kledninger (utvendig og innvendig)	K	P				
Materialbruk generelt (herunder isolasjon på tak og i vegger)	K	P	P			
§11-10 Tekniske installasjoner						
Elektriske installasjoner med funksjon ved brann.	K			P		
VVS-anlegg (utstrekning, funksjoner ifm brann og røykspredning, oppheng, isolasjon, mv.).	K				P	
Sikring av strømforsyning.	K			P		
§11-11 Generelle krav om rømning og redning						
Generelle krav om rømning og redning.	K	P				
§11-12 Tiltak for å påvirke rømningstider						
Brannalarmanlegg. Kategori, omfang, overordnet alarmorganisering. Røykvarslere.	K			P		
Røykventilasjon: RIBR angir valg av forutsetninger, tid, brannutvikling, omfang, funksjon, grovplassering av luker, forutsatt styring, RIV har ansvar for detaljprosjektering av termiske luker og mekaniske vifter, RIE for funksjoner knyttet til alarm og deteksjon, ARK for endelig plassering/utforming.	K	P		P	P	
Trykksetting eller overtrykksventilering Aktivering, viftekapasitet, evt. trykkavlastning.	K			P	P	
Ledesystem: RIBR angir dekningsgrad på et overordnet nivå og eventuelt krav om lavtsittende	K			P		
Automatisk slokkeanlegg eller brannikkert inneklime (inert luft mv).	K			(P)	P	
Evakueringsplaner: Det anbefales sterkt at RIBR engasjeres for å koordinere og sammenstille evakueringsplaner (avtales særskilt). Tiltakshaver og bruker må bidra. (*SØK-ansvar at ansvar er fordelt.)	K	P*				
§11-13 Utgang fra branncelle						
Antall, avstander, åpningsbredder	K	P				
Slagretning dører, låssystemer, åpningskraft, dørautomatikk	K	P		P		
Trapperom, type	K	P				
Vindu; høyde, antall, åpningsfunksjon.	K	P				
Stige: Skjerming, tilkomst, sikring (ryggbøyle).	K	P				

§11-14 Rømningsvei							
Evakueringstrategi herunder rømnings og fluktveier (antall, dimensjoner/breder, atkomst, avstander, slagretning på dører, samt funksjon og åpningsmekanisme, åpningskraft, samt dørautomatikk.)	K	P		P			
Tilkomst for brannvesenet	K	P	(P)				P
Utgang og gangvei til sikkert sted, samt	K	P					P
§11-15 Tilrettelegging for redning av husdyr							
Utganger; avstander, antall, fri bredde	K	P					
«Ledesystemer»	K			P			
§11-16 Tilrettelegging for manuell slokking							
Manuelt slokkeutstyr, type, plassering, merking	K	P				P	
§11-17 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap							
Hovedangrepsveier, nøkkelsafe	K	P					
Tilgjengelighet for brannvesenets kjøretøy. *Kan også inkludere vegprosjektering	K	(P)					P*
Tilgjengelighet for brannvesen til/i bygning/anlegg	K	P					
Stigeledning	K					P	
Brannheis	K	P		P			
Vannforsyning og avstand til og plassering av brannkummer. Grensesnitt også mot RIVA.	K				P		P
Merking og informasjon (stengeventiler, alarm etc)	K			P	P		
Tilkomst inne i bygning; loft ,hulrom, universalnøkkel	K	P					
Parkeringskjeller; ventilering, innsatsvei, avstander, tørropplegg, samband, orienteringsplan	K	P		P	P		
Plan under øverste kjellergulv - tilkomstvei	K	P					
Automatiske garasjeanlegg; tilkomst og styring, samt slokkeanlegg	K	P		P	P		
3 TEGNINGER/BIM							
Branntekniske konsepttegninger (plan, snitt, oversiktsplan) i 2D	K	P	P	P	P	P	P
Rømningsplan for oppslag på vegg, ansvar avtales i hvert enkelt tilfelle	K						
Brannvernplaner, ansvar avtales i hvert enkelt tilfelle	K						
Innlegging av ytelseskrav i BIM, ansvar/ytelse avtales i hvert enkelt tilfelle	K	P	P	P	P	P	P
4 FDV (TEK §4-1)							
Oppdatert dokumentasjon av egen prosjektering mht brannsikring. Fremlegge nødvendig dokumentasjon som grunnlag for hvordan igangsetting, forvaltning, drift og vedlikehold av byggverk, tekniske installasjoner og anlegg skal utføres. *RIBR leverer kun konseptprosjektering som FDV-dokumentasjon.	K*	P	P	P	P	P	P

5	KOSTNADBEREGNINGER OG MENGDEBESKRIVELSER (INKL.LCC)						
Bygning			P				
Bæresystemer/råbygg				P			
Elektrotekniske anlegg					P		
VVS-installasjoner					P	P	
Utomhusanlegg (*RIVA)						p*	P

4. YTELSER FRA BRANNRÅDGIVER

Fastlegging og presisering av ansvar og arbeidsoppgaver i de ulike rollene er nødvendig for å sikre at planleggings- og utførelsesfasen blir komplette. Brannrådgivers rolle og myndighetsansvar i forbindelse med byggesak er godt definert i Saksforskriften (SAK).

Brannrådgivers kompetanse bør benyttes bredere for å kvalitetssikre de ulike fasene i byggeprosjektet. Normale ytelser er derfor beskrevet for ulike faser i byggeprosjektet. I tillegg er det gitt anbefalinger om mulige tilleggsytelser fra RIBR. Dette er ytelser utover det som direkte følger av myndighetsansvaret for konseptnivå og omfanget må avtales spesielt i hvert prosjekt. Brannrådgiverens (RIBRs) arbeidsoppgaver kan avhenge av:

- Rollefordeling i flg plan- og bygningsloven (normalt godt definert som konseptansvar)
- Prosjektets størrelse, kompleksitet og entreprisform
- Prosjekteringsgruppens organisasjon og kompetanse
- Oppdragsgiverens organisasjon og kompetanse
- Oppdragsgiverens forståelse av brannteknisk sikring
- Prosjektets HMS-plan og -organisasjon
- Kontrollform

4.1 Ytelser som prosjekterende (PRO) for brannkonsept

4.1.1 Ytelser i programmeringsfasen

Grunnlaget for brannrådgiver vil være en overordnet funksjonsbeskrivelse og antydning av byggverkets størrelse, form og plassering (rom- og funksjonsprogram).

Brannrådgiver utarbeider et overordnet brannkonsept med mulighetsstudier i en tidligfase av et byggeprosjekt. De mest vesentlige branntekniske premisser for de forskjellige fagene og for utforming og plassering av byggverket fastlegges som et beslutningsunderlag for oppdragsgiver. Normalt vil leveransen bestå av et kort notat og brannskisser, gjerne laget for hånd.

4.1.2 Ytelser i skisseprosjektfasen

Grunnlaget for brannrådgiver vil være arkitektskisser og funksjonsbeskrivelser.

Brannrådgiver utformer en brannstrategi basert på kvalifisert vurdering og overordnede analysemetoder.

I bestående byggverk må i tillegg eksisterende branntekniske premisser kartlegges. Rådgivningen omfatter fastsettelse av forutsetninger og ytelsesnivåer med hensyn til risikoklasser, brannklasser, konstruksjonssikkerhet, materialbruk, bygningsutforming og sikkerhet ved rømning, redning og slokking.

Normalt vil leveransen bestå av et forslag til konsept dokumentert i en brannstrategi med overordnede branntekniske tegninger/skisser.

4.1.3 Ytelser og forutsetninger i forprosjektfasen

Grunnlaget for brannrådgiver vil i hovedsak være arkitekttegninger og funksjonsbeskrivelser.

Brannrådgiver utarbeider et helhetlig brannkonsept på ytelsesnivå, med nødvendig dokumentasjon i forbindelse med søknad om rammetillatelse. Byggdetaljer

SINTEF 321.026 "Brannsikkerhetsstrategi. Dokumentasjon og kontroll" viser hvordan dette kan dokumenteres.

Det verifiseres normalt overordnet/skjønsmessig hvordan kravene i Teknisk forskrift kap 11 "Sikkerhet ved brann" vil kunne oppfylles. Verifikasjonen gjøres så langt det er mulig innenfor prosjektets ferdigstillelsesgrad. Dersom verifikasjonen skal ferdigstilles i denne fasen må dette avtales konkret med oppdragsgiver.

Brannrådgiver kommuniserer med myndighetsrepresentanter dersom nødvendig for å klarlegge innsatsmuligheter/forutsetninger for verdi- og personsikkerhet. Brannrådgiver må forvise seg om at forutsetningene er kommunisert og forankret hos tiltakshaver/eier.

Brannrådgiver samarbeider med prosjekteringsleder, ansvarlig søker, arkitekt og øvrige fagrådgivere for å komme fram til praktiske løsninger.

Brannrådgiver må få tilgang til alt relevant underlagsmateriale fra byggherre, brukere, arkitekt og tekniske rådgivere.

Normalt vil leveransen bestå av en brannteknisk konseptrapport med angivelse av alle ytelseskrav iht TEK10 kap 11. Det utarbeides brannskisser/-tegninger som følger konseptet. Dersom er stilt krav til uavhengig kontroll av prosjekteringen, bør kontrollen oppstartes tidlig i denne fasen.

4.1.4 Ytelser og forutsetninger i detaljprosjektfasen

I denne fasen sluttføres brannteknisk prosjektering til de relevante søknader om igangsettingstillatelse. Ytelser fra RIBR etter at IG er gitt må derfor avtales særskilt.

Normalt vil leveransen bestå av ferdigstilt brannteknisk konseptrapport med verifikasjon av fravik/analyser, og endelige branntegninger. Leveransen bør foreligge tidlig i fasen slik at øvrige prosjekterende får hensyntatt alle branntekniske ytelser.

Dersom arkitekt og øvrige rådgivere initierer endringer som påvirker brannkonseptet etter at dette er ferdigstilt, må brannrådgiver vurdere på nytt og eventuelt revidere brannkonsept og branntegninger. Endringer etter ferdigstilt konsept vil normalt være tilleggsarbeid for RIBR.

Dersom brannkonseptet endres etter IG må normalt ny samsvarserklæring (og kontrollerklæring) utstedes, dette avklares med ansvarlig søker.

Tilleggsytelser fra RIBR kan være å bistå med detaljavklaringer ift om ytelseskrav kan ivaretas med de valgte løsninger, men det må presiseres at det er de detaljprosjekterende som er ansvarlig for løsningene som velges.

Videre vil det erfaringsmessig være en fordel å engasjere RIBR til brannteknisk prosjektgranskning/tverrfaglig kontroll av de øvrige prosjekterende for å tidlig avdekke eventuelle feil eller mangler. Dette må imidlertid avtales særskilt i hvert prosjekt.

4.1.5 Ytelser ved kontrahering

RIBR har i utgangspunktet ingen ytelser. Brannrådgiver kan bistå etter avtale ved behov for avklaring av alternative løsninger/forbehold fra entreprenører.

4.1.6 Ytelser og forutsetninger i byggefasen

RIBR har i utgangspunktet ingen ytelser i fasen.

Det presiseres at det er leverandør/utførende som er ansvarlig for fremskaffelse av nødvendig dokumentasjon for produkter/elementer/løsninger. For produkter og lukkede elementer som tilføres byggeplass har myndighetene systemer/standarder/ sertifiseringsordninger for produktgodkjenning og typegodkjenning, ref. bl.a kap. 3 i TEK10.

Dersom aktuelt, må RIBR sette seg inn i hvilke type produkter/elementer etc det finnes godkjenningsordninger for. Hvis dette forefinnes, bør brannrådgiver være varsom med å påta seg ansvar for produkter/elementer/løsninger med mangelfull dokumentasjon og godkjenning. (Brannrådgivingstjenester/bistand til dokumentasjon overfor produsenter/leverandører i forbindelse med arbeid med å fremskaffe konkrete typegodkjenninger/sertifiseringer kan tilbys som egne definerte oppdrag.)

Som tilleggsytelse anbefales at brannrådgiver bistår ansvarlig utførende med å utarbeide rutiner og beskrivelse for brannvern som del av SHA -planen i byggetiden. Dette må imidlertid avtales særskilt i hvert prosjekt.

Som tilleggsytelser kan brannrådgiver bistå med løpende brannteknisk kontroll av utførelsen på byggeplass. Dette må imidlertid avtales særskilt i hvert prosjekt.

4.1.7 Ytelser og forutsetninger i forbindelse med ferdigstillelse

I utgangspunktet skal endringer som inntreffer i byggetiden videreformidles til RIBR umiddelbart slik at dokumentasjonen fra RIBR kan oppdateres fortløpende og således ikke trenger en ny oppdatering ved ferdigstillelse av bygningen.

Erfaringsmessig vil det likevel være behov for en siste gjennomgang og oppdatering, spesielt av branntegninger, ved ferdigstillelse. Brannrådgiver må til dette få oversendt nødvendig dokumentasjon fra de øvrige prosjekterende og utførende.

RiBr prosjekterer normalt kun ytelseskrav for et ferdigstilt tiltak. Trinnvis bruk/ferdigstillelse av byggverk skal i utgangspunktet avklares før IG og medtas i prosjekteringen. Dette er normalt ikke en del av RIBRs ansvarsrett/ytelser i prosjekteringen.

Som tilleggsytelse anbefales at brannrådgiver bistår eier med utarbeidelse av brannverndokumentasjon i henhold til krav i "Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn" (FOBTOT). Dette må imidlertid avtales særskilt i hvert prosjekt. Tilsvarende dersom oppdragsgiver ønsker at RIBR utarbeider evakueringsplaner iht TEK § 11-12.

4.1.8 Ytelser i garantiperioden/bruksfasen

Brannrådgiver har normalt ingen arbeidsoppgaver i denne fasen.

4.1.9 Ytelser ift BIM

RIBR lager normalt ikke arbeidsunderlag for utførelse, og har heller ingen bransjeomforente arbeidsoppgaver ift innlegging i en bygningsinformasjonsmodell. Eventuelle ytelser må altså avtales særskilt i hver enkelt oppdrag.

Det anbefales at RIBR engasjeres til kontroll av modellen, f.eks. til kvalitetssikring av utforming av rømningsveier, kvalitetssikring av brannteknisk informasjon i kritiske områder/objekter, mv. Dette arbeidet som utføres av RIBR er ikke en del av den uavhengige kontrollen.

4.2 Ytelser som uavhengig kontrollerende av prosjektering av brannkonsept

Uavhengig kontroll av brannteknisk konseptprosjektering foretas av et annet foretak enn det som utførte prosjekteringen. Både foretaket som utførte prosjekteringen og det som kontrollerte prosjekteringen skal i tillegg føre egenkontroll i henhold til sitt kvalitetsikringssystem.

Det bør avklares med kommunen så tidlig som mulig, og helst i forbindelse med forhåndskonferansen, om kommunen krever uavhengig kontroll av hele eller deler av den branntekniske prosjekteringen. Kommunen står imidlertid fritt til å kreve uavhengig kontroll på et senere tidspunkt, enten i prosessen etter innsending av søknad om igangsetting eller så sent som ved søknad om brukstillatelse. Siden det er innført krav om obligatorisk kontroll dersom prosjekteringen er i tiltaksklasse 2 og 3, vil det i praksis være kontroll i alle større byggesaker. Tiltakshaver bør knytte til seg den uavhengig kontrollerende på et tidligst mulig stadium i prosjekteringen slik at eventuelle uenigheter mellom ansvarlig prosjekterende og kontrollerende kan avdekkes tidlig.

Brannsikkerhet er ikke en eksakt vitenskap, men basert på faglige vurderinger og et empirisk regelverk, og i selve vurderingen av nødvendig dokumentasjonsnivå er det også nødvendig å bruke faglig skjønn. Det kan derfor oppstå uenighet om dokumentasjon og løsninger mellom ansvarlig prosjekterende og ansvarlig kontrollerende. Hovedkilde for vurdering av tilstrekkelig kontrollomfang er HO-1/2012 Temaveiledning om uavhengig kontroll fra DIBK. Omfanget og dybden av den faglige kontrollen av brannkonseptet er godt beskrevet i HO-1/2012 og gjentas derfor ikke her.

Det anbefales at kontrollerende lager en ytelsesbeskrivelse for hvert oppdrag med utgangspunkt i HO-1/2012, og spesielt bør det da beskrives hva som er forutsatt i tilbudet ift omfanget av analyser og tilhørende kontrollarbeid da dette kan variere sterkt mellom prosjektene. I utlyste konkurranser for offentlige oppdragsgivere er det oppdragsgivers ansvar å beskrive ytelser og omfang av kontroll av analysene på en slik måte at kontrollerende har forutsigbar arbeidsmengde.

I mange tilfeller vil kontrollerende engasjeres på et tidspunkt hvor prosjekteringen ikke er ferdigstilt og det vil derfor være vanskelig å forutsi omfanget av analytisk dokumentasjon som må kontrolleres. Dette tilsier i så fall at det velges honorar basert på oppgjør etter medgått tid, med avklaring av honorarbudsjetten fortløpende ettersom dokumentasjon ferdigstilles av PRO. Annen relevant litteratur ift dokumentasjonsnivå er SINTEF Byggdetaljer 321.029 Kontroll av brannsikkerhet, HO-3/2007 Rettledning for tilsyn i byggesaker. Prosjektering – brannsikkerhetsstrategi, samt NS 3901 Risikoanalyse av brann i byggverk.

Dersom NS 3901 brukes fullt ut (dvs ikke bare for enkelte fravik) som kravsnivå for prosjekteringsdokumentasjonen og analyser, vil fagkontrollen også måtte gjøres i henhold til standardens bestemmelser, dvs man kan i så fall se bort fra dokumentasjonsytelser for fraviksanalyser iht HO-1/2012 og HO-3/2007. Det er PRO som bestemmer om NS3901 skal benyttes og i hvilket omfang, og dette må PRO klart angi innledningsvis i sin dokumentasjon slik at kontrollerende vet hva det skal kontrolleres etter. Kontroll av at styringssystemer hos PRO forefinnes og er tatt i bruk i prosjekteringen må likevel gjennomføres med utgangspunkt i SAK og relevante offentlige veiledere som HO-1/2012.

Ansvarlig kontrollerendes ansvar er begrenset til å påpeke avvik mellom forskriftskrav eller bransjenormer og offentlige veiledere for dokumentasjon, og den faktiske dokumentasjonen utarbeidet av PRO. PRO skal selv vurdere hvordan avvik skal lukkes uten at kontrollerende har myndighet til å overprøve PRO. Kontrollerende har imidlertid plikt til å varsle tiltakshaver og kommunen dersom PRO ikke lukker avvik.

Det forutsettes at alt nødvendig materiale for kontrollen blir forelagt i god tid før kontrollerklæring skal avgis slik at kontrollen kan utføres rasjonelt og effektivt.

5. ANDRE YTELSER

5.1 Branntekniske utredninger

Brannrådgivning er også aktuelt for oppgaver som ikke er knyttet direkte til et prosjekteringsansvar i en byggesak. Dette kan være utredninger av branntekniske problemstillinger for myndigheter eller andre oppdragsgivere.

5.2 Brannteknisk prosjektgransking/tverrfaglig kontroll detaljprosjektering

Det anbefales at brannrådgiver engasjeres i brannteknisk prosjektgransking/tverrfaglig kontroll av de øvrige prosjekterende - som tilleggsytelse i detaljprosjekt i en byggesak.

Omfanget av en slik ytelse må imidlertid avtales særskilt i hvert prosjekt og kan være arbeidskrevende i prosjekter av noe størrelse. Minimumsgrunnlag for bedømmelse av omfanget er for eksempel areal, etasjetall og variasjon av utforming i forskjellige etasjer. Brannrådgiver bør som minimum alltid gjennomføre et særmøte med arkitekt og alle rådgivere for detaljgjennomgang av brannsikkerhetsstrategien.

I prosjektgransking inngår gransking av dokumenter, spesifikasjoner og tegninger fra arkitekt, rådgivere og leverandører/entreprenører. Oppgaver kan f.eks. være én gjennomgang av plantegninger og relevante beskrivelser mht merking, dørskjema, lås og beslag, varsling og røykkontroll, samt gjennomgang av relevante beskrivelser av automatiske slokningsanlegg, brannalarmorganisering, branndeteksjon, ledesystem, etc.

Byggdetaljer 321.027 "*Brannteknisk detaljprosjektering. Dokumentasjon og kontroll*" gir en generell innføring i nødvendig dokumentasjon, kontroll og ansvarsfordeling ved detaljprosjektering.

5.3 Bistand med vurdering av brannvern i byggetiden

Det anbefales at brannrådgiver, som tilleggsytelse, bistår ansvarlig utførende med å utarbeide rutiner og beskrivelse for brannvern som del av HMS-planen i byggetiden. Slik bistand er spesielt aktuelt når deler av arealene er i bruk eller tas i bruk før hele byggprosjektet er ferdig. Av HMS-planen skal det bla. fremgå ansvarsforhold og organisering, organisatoriske og tekniske tiltak ved ulike arbeider, rutiner og instruksjoner mm.

5.4 Kontroll av brannteknisk utførelse

Det kan være aktuelt at brannrådgiver bistår med en tverrfaglig overordnet brannteknisk kontroll av utførelsen.

Hovedoppgaven er å kontrollere at utførende entreprenør har gjennomført kontroll etter egne kontrollplaner/kontrollrutiner og at entreprenøren har utarbeidet nødvendig kontrolldokumentasjon. Ved oppstart av en slik kontrollfunksjon må de som skal underlegges kontroll orienteres om hva som forventes av egenkontroll og dokumentasjon.

Det vil også være nødvendig med byggeplassbefaringer underveis i prosjektet for stikkprøvekontroller av brannverntiltak i byggeprosessen. RIF anbefaler at det utføres kontrollbefaringer i forbindelse med oppstart og ferdigstilling av ulike arbeidsoppgaver på

byggeplass, for eksempel brannisolering av stål, montering av gipsvegger, brannetting etc, samt i forbindelse med funksjonskontroll av tekniske brannverntiltak.

Oppgaven kan for eksempel omfatte kontroll av utførelse av konstruksjoner og konstruksjonselementer, etterkontroll av passive og aktive brannverntiltak, funksjonskontroll av aktive brannverntiltak, kontroll av at gjennomføringer i skillekonstruksjoner blir systematisk tettet etter klassifisert tetningsmetode og dokumentert som bygget.

Det er derfor viktig at omfang og avgrensninger av oppgaven defineres tydelig i oppdraget. Dersom kommunen krever uavhengig, tverrfaglig kontroll av utførelsen på overordnet nivå i byggesaken, er det viktig at omfanget og eventuelle avgrensninger av oppgaven går frem av ansvarsretten som godkjennes av kommunen, samt plan for kontroll. Det er opp til foretaket å formulere disse dokumentene slik at de stemmer med kommunens forståelse av oppgaven. Det må fremkomme at utførende likevel skal gjennomføre kontroll av eget arbeid i henhold til sitt kvalitetsstyringssystem og at det er utførende som er ansvarlig for å lukke avvik. Uavhengig kontrollerende har ikke ansvar for valgte løsninger.

Byggdetaljer 321.028 "Kontroll av brann sikkerhet" beskriver hvordan prosjekterte tiltak kan kontrolleres i henhold til prosjekteringsunderlag, tegninger og anvisninger.

5.5 Brannverndokumentasjon for nye bygg

For alle bygg og anlegg skal det iverksettes brann sikkerhetstiltak (brannvernloven § 8 herunder internkontrollforskriften) og utarbeides brannverndokumentasjon i henhold til Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn (FOBTOT).

For bygninger og anlegg som omfattes av brannvernlovens §13 er det i FOBTOT spesielle krav til brannverndokumentasjonen.

Brannrådgiveren bør bistå i å utarbeide slik dokumentasjon, men dette må avtales særskilt i hvert prosjekt.

Omfanget av dokumentasjonen er gitt i FOBTOT. For øvrig gir Byggdetaljer 626.102 "Dokumentasjon av brann sikkerhet i bruksfasen" en generell innføring i hvilken dokumentasjon og kontroll som er nødvendig for å ivareta brann sikkerheten i bruksfasen.

Det forutsettes at byggherren får laget dokumentasjon for forvaltning-drift-vedlikehold- utvikling (FDVU) slik at brannverndokumentasjonen kan henvise til denne FDVU- dokumentasjonen av typebetegnelser og godkjenninger for materialer, brannteknisk utstyr, prosjektspesifikasjoner, tegninger for aktive sikringssystemer med mer.

Tidspunktet for å ferdigstille dokumentasjonen er sammenfallende med overlevering av bygget/anlegget (når bygget tas i bruk).

Evakueringsplaner skal være ferdigstilt fra første dag byggverket tas i bruk. Brannverndokumentasjonen skal imidlertid ha opplysninger om eiers og eventuelle leietagers ansvarlige brannvernledere, organisasjon og lignende. Man er derfor avhengig av samarbeid med byggherre/tiltakshaver. Brannverndokumentasjonen kan derfor sjelden ferdigstilles før etter at

overtakelsesforretning er holdt.

5.6 Brannverndokumentasjon for eksisterende bygg

I alle bygninger skal det jevnlig utføres sakkyndig kontroll og nødvendig vedlikehold av installasjoner, utstyr og bygningsmessige forhold, slik at brannsikkerheten opprettholdes som forutsatt. FOBTOT stiller spesielle krav til systemer for å ivareta brannsikkerheten i bygninger med høy risiko eller stor samfunnsmessig verdi ("særskilte brannobjekter").

Bygninger bygget etter byggeforskrift utgitt før 1985, skal i henhold til FOBTOT oppgraderes til sikkerhetsnivået for byggeforskrift av 1985 så langt dette kan gjennomføres innen en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme. For bygninger oppført etter byggeforskrift av 1985 eller senere forskrifter skal brannsikkerheten opprettholdes slik som forutsatt ved forskrift anvendt ved byggetillatelse. Nærmere informasjon finnes i Byggdetaljer 720.302 "Offentlige bestemmelser for brannsikring av eksisterende bygninger".

Aktuelle ytelser fra brannrådgiver i forbindelse med eksisterende bygninger kan være branntekniske tilstandsanalyser, risikovurderinger eller å bistå byggeiere eller myndighetene ved lovpålagt brannteknisk inspeksjon (tilsyn).

6. ENGASJEMENT AV BRANNRÅDGIVER

6.1 Forespørsel om brannrådgivning

6.1.1 Engasjement

Det anbefales at brannrådgiver:

- knyttes til prosjektet i tidligfase, dvs. ved utarbeidelse av skisseløsninger for bygget.

Da fastlegges strategien for brannsikkerheten, og på dette stadiet gir rådgivingen størst teknisk og økonomisk effekt.

- følger prosjektet helt frem til ferdigstillelse_siden endringer som påvirker brannsikkerhetsstrategien erfaringsmessig ofte blir initiert gjennom hele prosjektet. Det er viktig at brannrådgiver har totaloversikten for brannsikkerheten i prosjektet.

I brannteknisk kompliserte prosjekter kan det være hensiktsmessig å engasjere eventuell uavhengig kontrollerende av brannsikkerhetsstrategien samtidig med ansvarlig prosjekterende for strategien.

6.1.2 Forespørsel

Forespørselen skal også vise hvilke kriterier med hvilken prioritet som vil bli vektlagt ved valg av tilbud. Eksempelvis:

- Kompetanse
- Erfaring fra tilsvarende oppdrag
- Kapasitet
- Pris/ressursforbruk
- Løsningsforslag
- Gjennomføringsplan

Innholdet i en forespørsel vil variere og må vurderes spesielt i hvert enkelt prosjekt, men det anbefales at nedenstående elementer legges til grunn i vurderingene for å oppnå komplette og sammenlignbare tilbud:

Ytelser

- Prosjektering av brannkonsept
- Uavhengig kontroll av brannsikkerhetsstrategien.
- Branntekniske utredninger som ikke er knyttet til byggesak.
- Kontroll av brannteknisk detaljprosjektering.
- Bistand for vurdering brannvern i byggetiden.
- Kontroll av brannteknisk utførelse.
- Utarbeidelse av brannverndokumentasjon.

Prosjektfaser

- Programmering

- Skisseprosjekt
- Forprosjekt
- Detaljprosjekt
- Bygging

Prosjektforutsetninger:

- Prosjektorganisasjon
- Brukermedvirkning
- Byggherremedvirkning
- HMS-organisasjon
- Program (areal, kvalitet, standard)
- Funksjonskrav
- Avgrensning av oppgaven i tiltak i eksisterende bygninger, for eksempel hoved- eller grad av delombygging
- Økonomisk ramme og kostnadsfordeling
- Tidsramme (prosjektering og bygging)
- Deltakelse i prosjekteringsmøter og særmøter med for eksempel arkitekt og/eller andre spesialrådgivere
- Geografisk plassering av møter
- Geografisk plassering av tiltak
- Ansvarlig søker (SØK) ihht plan og bygningslov (pbl) for tiltaket
- Tiltaksklasse etter pbl (som kan være forskjellig i forhold til andre fagfelt).
- Spesielle anlegg eller teknisk nivå som
 - ✓ Bevaringsverdige elementer
 - ✓ Høye rom eller overbygde gårder gjennom flere etasjer
 - ✓ Oppbevaring/lagring av brannfarlig vare/gods eller uvanlig høy brannbelastning
 - ✓ Spesielle brannfarlige aktiviteter eller funksjoner i bygningen

Prosjekteringsgrunnlag fra oppdragsgiver

- Arkitekttegninger på elektronisk grunnlag.
- Arkitekttegninger på papirkopi grunnlag For eksisterende bygninger:
- Tilsynsrapporter fra brannvesen og annen brannverndokumentasjon
- Informasjon om bygning og tekniske anlegg

Honorarform

- Fastpris eller medgått tid
- Honorar for arbeider utenfor fastpris som firmatimesats eller kompetansetimesats
- Biomkostninger
- Modell for regulering av avtale

Kontrakt

- Kontraktform
- Kontraktbestemmelser
- Ansvar
- Dagmulkt

6.2 Tilbud

Beskrivelse av arbeidsoppgaver

Tilbud skal inneholde opplysninger om alle forhold som oppdragsgiveren har spesifisert i forespørselen.

Dersom det er avvik mellom tilbud og forespørsel, skal dette presiseres med konsekvenser for økonomi, kvalitet, tid og annet.

Organisasjon

Tilbudet bør definere ressursinnsats i oppdragets forskjellige faser og aktuelle prosjektmedarbeidere.

Betingelser

Betingelser/forbehold skal konkretiseres med konsekvenser for kvalitet, tid, økonomi. Eventuelle forbehold til forespørselen skal tas med i tilbudet.

Ansvar

Det bør henvises til kontraktsstandarder (NS 8401 / NS 8402 / NS 8404).

Eventuelt prosjekterings- / kontrollansvar ovenfor offentlige myndigheter bør beskrives.

Honorar

Honoraret må oppgis i samsvar med den honorarform som fremgår av forespørselen.

Når tilbyderen står fritt til å velge honorarform, skal nøkkeltall som timepris, timeforbruk og biomkostninger fremlegges.

Evaluerings – bestilling

Oppdragsgiverens prosedyre for evaluering av tilbud skal sikre at alle tilbydere behandles likt, og at bestilling foretas på bakgrunn av de faktiske forhold som er presentert i tilbudet.

Valg av tilbud

Informasjon om hvem som er valgt skal skriftlig meddeles alle tilbydere så snart som mulig.

Bestilling

Bestilling av rådgivertjenester skal være skriftlig.

6.3 Avtale

Avtale om oppdraget skal inngås på bakgrunn av forespørsel og tilbud.

Avtaledokument

Det skal utarbeides et avtaledokument som angir avtaledokumentenes gyldighetsrekkefølge, bestillingssum og henvisning til aktuelle lover og forskrifter. Dokumentet skal undertegnes av begge avtalepartene.

Det bør i avtalene framgå hvem som er ansvarlig søker og SHA/HMS- koordinator for prosjekteringen.

NS8401 anbefales benyttet for oppdrag honorert med fastpris og som er knyttet opp i forpliktelser med tidsfrister, dagbøter og formelle varslingsrutiner. Honorering med fastpris anbefales kun der oppgaven er klart definert ift ytelser, varighet og kompleksitet.

Prosjektrelatert myndighetskontakt/-tilsyn bør uansett bli honorert etter medgått tid da dette er en uforutsigbar aktivitet i prosjektene.

NS8402 anbefales benyttet for prosjekteringsoppdrag honorert etter medgått tid. Honorering etter medgått tid vil ofte være hensiktsmessig da brannrådgiverens arbeidsomfang kan være meget usikkert og avhenger sterkt av øvrige rådgivere, arkitektens og byggeplassens behov for assistanse.

NS8404 anbefales benyttet ved uavhengig kontroll. Honorering etter medgått tid vil ofte være hensiktsmessig. Kontrollerendes arbeidsomfang kan være meget usikkert og avhenger sterkt av dokumentasjonen fra prosjekterende, omfang og størrelse på fravik fra preaksepterte ytelser, og omfanget av avvik som avdekkes. Dette er forhold som normalt ikke er kjent for kontrollerende når avtale om kontrolloppdrag inngås. Honorering med fastpris anbefales kun der oppgaven er klart definert ift ytelser, varighet og kompleksitet, og prosjekteringen er tilnærmet ferdigstilt før kontrollerende engasjeres. Dette siste vil imidlertid normalt være uhensiktsmessig, da kontrollerende bør engasjeres så tidlig som mulig i prosjekteringsfasen, og ikke mot slutten når beslutninger er vanskelig å omgjøre og kontrollen kan være på kritisk linje i prosjektets fremdriftsplan.

REFERANSER

Plan- og bygningsloven (pbl)

Forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker (SAK10)

Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10)

HO-2/2011 Veiledning om tekniske krav til byggverk (VTEK)

HO-1/2012 Temaveiledning om uavhengig kontroll

HO-3/2007 Rettleiing for tilsyn i byggesaker. Prosjektering - brannsikkerhetsstrategi

Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (Brann- og eksplosjonsvernloven)

Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn (FOBTOT)

Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften).

Byggforskserien, Planlegging 321.025 «Brannsikkerhet. Dokumentasjon av prosjektering, utførelse og kontroll – oversikt»

Byggforskserien, Planlegging 321.026 "Brannsikkerhet. Dokumentasjon av brannsikkerhetsstrategi"

Byggforskserien, Planlegging 321.027 "Brannsikkerhet. Dokumentasjon av detaljprosjektering."

Byggforskserien, Planlegging 321.028 "Brannsikkerhet. Dokumentasjon av utførelse".

Byggforskserien, Planlegging 321.029 "Brannsikkerhet. Gjennomføring og dokumentasjon av uavhengig kontroll"

Byggforskserien, Byggforvaltning 626.102 "Dokumentasjon av brannsikkerhet for bygninger i bruk"

NS8401 Almennelige kontraktsbestemmelser for prosjekteringsoppdrag

NS8402 Almennelige kontraktsbestemmelser for rådgivningsoppdrag honorert etter medgått tid

S8404 Almennelige kontraktsbestemmelser for uavhengige kontrolloppdrag

NS3901 Krav til risikovurdering av brann i byggverk



RÅDGIVENDE INGENIØRERS FORENING

Essendropsgate 3

Boks 5491 Majorstuen

0305 OSLO

Telefon 22 85 35 70

Telefaks 22 85 35 71

E-post rif@rif.no

Internett www.rif.no/

ISBN 978-82-93131-04-5

VEDLEGG 4:

Detaljregulering og vedtak
«Hangaren Lade»

Saksframlegg

Detaljregulering av Haakon VII's gate 27 og 27 B, Hangaren - Lade

Sluttbehandling

Arkivsaksnr.: 11/48117-5

Forslag til innstilling:

Bystyret vedtar forslag til detaljregulering av Haakon VII's gate 27 og 27B, Hangaren - Lade som vist på kart i målestokk 1:1000, merket Bergersen Arkitekter AS senest datert 30.3.2012 med bestemmelser senest datert 30.3.2012.

Vedtaket fattes i henhold til plan- og bygningsloven § 27-2.

Sammendrag

Hensikten med planen er å legge til rette for forretningsvirksomhet for plasskrevende varegrupper og kontorlokaler. Dette skal gjøres både gjennom revitalisering av hangaren innenfor området og i nybygg ut mot Haakon VII's gate. Hovedtyngden av bebyggelsen vil være tilknyttet den tidligere hangaren med antikvarisk verdi.

Med unntak av å inkludere en avkjørsel til Haakon VII's gate er planforslaget i tråd med kommunedelplan for Lade, Leangen, Rotvoll. Det er nødvendig med en avkjørsel da en felles avkjørselsløsning for hele kvartalet ikke har vært mulig å etablere.

Et av de viktigste temaene i planprosessen har vært å legge til rette for en god utnyttning av hangaren og få utnyttet dens potensial som kulturminne.

Planprosessen har vært preget av at saken har pågått i lang tid, og det har vært uenighet knyttet til ulike aspekter ved planforslaget. Den største diskusjonen har dreid seg om tilknytning til Haakon VII's gate og Bromstadvegens forlengelse.

Forslagsstiller har vært forelagt rådmannens forslag til endringer etter høringsrunden. De er uenige i kravet om å fjerne eksisterende kontorbygning nord for hangaren før det blir aktuelt å etablere et nytt kontor-/forretningsbygg ut mot Haakon VII's gate. Når det gjelder parkering på bakkeplan ønsker de at dette tillates innenfor F1. Rådmannen mener at dette er nødvendige grep for å få fram de kvalitetene som den eksisterende flyhangaren har som kulturminne.

Planforslaget legger etter rådmannens vurdering opp til en etterlengtet revitalisering av et viktig kulturminne i hangaren og samtidig oppfyller planen i hovedsak føringer som ligger i kommunedelplanen. Rådmannen anbefaler at planforslaget vedtas.

Trondheim kommune

Bakgrunn

Planforslaget er utarbeidet av Bergersen Arkitekter AS som forslagstiller, på vegne av tiltakshaver/oppdragsgiver Coop Norge SA.

Planområdet omfatter disse eiendommene:

gnr/bnr	Eier
412/271	Coop Norge Sa
412/272	Coop Norge Sa
412/273	Nilsson A J AS
412/1	Trondheim kommune
412/288	Trondheim kommune
5/39	Jernbaneverket

Høring og offentlig ettersyn

Oppstart av planarbeidet ble varslet 24.8.2004 og sendt på høring og offentlig ettersyn 15.5.2007.

Planprosessen har tatt lang tid. Etter offentlig ettersyn har det vært uenighet om ulike tema i planen. Hovedsakelig har det vært uenighet om utforming av tilknytning til Bromstadvegens forlengelse og byggelinje mot Haakon VII's gate. Det har også vært uenighet knyttet til tilknytning til Haakon VII's gate.

Tidligere vedtak og planpremisser

Det vises til bygningsrådets vedtak i sak 67/07 i møte 15.5.2007:

"Bygningsrådet/Det faste utvalg for plansaker vedtar å legge forslag til reguleringsplan med bestemmelser for Haakon VII's gate 27 og 27B, Hangaren - Lade ut til offentlig ettersyn, samtidig som det sendes på høring, med følgende endringer før sluttbehandling:

Avkjørselen mellom Bromstadvegens forlengelse til Haakon VII's gate 27 og 27B, Hangaren – Lade som vist på plankart må endres slik at det kun etableres en høyre- utkjøring fra planområdet til veg. Planen er vist på kart i målestokk 1:1000, merket Bergersen Arkitekter datert 6.2.2005 sist endret 13.4.2006 og i bestemmelser sist endret 20.4.2007."

Saken så ut til å kunne sluttbehandles i starten av 2011. Etter at saken var på offentlig ettersyn ble det fastsatt rikspolitisk bestemmelse for kjøpesentre. Det ble fremmet en sak til bygningsrådet 15.2.2011. Rådmannen vurderte det slik at tiltaket ikke var i strid med rikspolitisk bestemmelse og at det burde tillates etablering.

Samtykkebehandling, bygningsrådet 15.2.2011, sak: 12/11:

"Etter Trondheim kommunes vurdering vil etablering av forretninger med plasskrevende varer i Haakon VII's gate 27 og 27b ikke være i strid med formålet i den rikspolitiske bestemmelsen for kjøpesentre. Det bør gis samtykke til å tillate etableringa."

Vedtaket ble, etter ønske fra tiltakshaver, ikke oversendt til Fylkesmannen fordi det var usikkerhet knyttet til om tiltakshaver ønsket å sluttbehandle planforslaget slik det forelå. Det ble anmodet om ny oppstart av planarbeid hvor det var planer om å legge til rette for andre formål enn det opprinnelige planforslaget la opp til. Etter dette har tiltakshaver ombestemt seg og ønsket igjen å sluttbehandle planforslaget som var på høring i 2007. Vedtaket fra bygningsrådet 15.2.2011 har så

Trondheim kommune

blitt oversendt til Fylkesmannen for behandling. Fylkesmannen konkluderte med at det ikke var behov for et samtykkevedtak i saken da det ikke var en sluttbehandlet sak, men planforslaget kun hadde vært på høring. Fylkesmannen uttrykte for øvrig ingen betenkeligheter med å sluttbehandle en sak så lenge etter offentlig ettersyn.

Avvik fra overordnet plan

Planforslaget avviker fra kommunedelplanen når det gjelder retningslinje 13 og bestemmelse § 4.3-1.

- Retningslinje 13: *"Alle hovedgater bør være avkjørselsfri"*
- § 4.3-1 *"(...) Haakon VII's gate, på strekningen fra Lade alle i vest til Leangen Alle i øst er avkjørselsfri og oppgradert med lysregulerte kryss(...)"*.

Det reguleres en avkjørsel fra planområdet til Haakon VII's gate. På grunn av at det ikke foreligger konkrete planer for endringer på nabotomta i øst vil det ikke åpnes for en permanent adkomst til område N14. Det forutsettes at det vil bli etablert en permanent adkomstløsning til området ved et senere tidspunkt.

Planområdet, eksisterende forhold

Beliggenhet og avgrensning

Planområdet ligger på Lade og utgjøres i hovedsak av to eiendommer som opprinnelig var en del av flyplassen på Lade. Området domineres av en stor flyhangar med hovedkonstruksjoner i tre og betong. Hangaren er klassifisert som automatisk fredet kulturminne klasse B med høy antikvarisk verdi.

Mot vest er planavgrensningen lagt inntil vegarealene regulert i reguleringsplan for Bromstadvegens forlengelse. Planen omregulerer en smal stripe med næringsarealer som ligger på østsiden i reguleringsplanen for Bromstadvegens forlengelse. I nord grenser planområdet til reguleringsplan for Haakon VII's gate mellom Lade Gård og Leangen Alle. I øst grenser planområdet til Nilsson Trelast. I sør er det jernbanen som utgjør grensen.

Planområdet er til sammen 18.948 m².

Dagens arealbruk og bygninger

Hangaren benyttes til lager, den er delt opp i 2 seksjoner og i tillegg påbygd med et matebygg på hver langside. Matebyggene er ca. 6 meter høye og er enkle i utforming; stålplatekledning og store porter. Selve flyhangaren er spesielt flott, arkitektonisk og konstruksjonsmessig, med sine store bærende betongbuer, flotte fagverksdragere i tre, og stor hovedfasade med 8 m høye porter under en 5 meter høy glassvegg. Bygningen har både estetisk og kulturhistorisk verdi.

På gnr. 412 bnr. 271 ligger et enkelt næringsbygg i 2 etasjer. Dette bygget har en enkel karakter og er kledd med stålplater. Arkitektonisk gir det lite til omgivelsene. Næringsbygget er av relativ god bygningsteknisk kvalitet og er utleid til kontor og verksted. Det er i tillegg et kontorbygg i 2 etasjer som ligger inntil bebyggelsen til Nilsson Trelast.

Antall arbeidsplasser innenfor planområdet i dag er ca 47.

Tilstøtende arealers arealbruk og bygninger

Trondheim kommune

Tilstøtende eiendommer er i dag benyttet til forretning/industriformål. Mot øst ligger Nilsson Trelast, med bygg helt i eiendomsgrensen. Mot nord, på andre siden av Haakon VII's gate ligger en eiendom med lagerbygg. Området på vestsiden er under utvikling med tanke på å få til et senterområde som vist i kommunedelplanen. Mot sør ligger jernbanen.

Landskap, solforhold, estetisk og kulturell verdi

Området har gode solforhold. Eiendommen er relativt flat og har et fall i sør og øst ned til naboeiendommene/jernbanen. Eiendommen har ingen betydelig vegetasjon, det er kun vegetasjon i randsonen mot naboer i sør og øst. Eiendommen ligger på enden av den store Ladesletta før landskapet gradvis heller ned mot Rotvoll. Eiendommen har estetisk og kulturell verdi som en del av denne helheten. I følge Sør-Trøndelag Fylkeskommune, er området sjekket ut mht arkeologi. Det er ingen kjente funn, og potensialet for funn er svært lite.

Miljøforhold og grunnforhold

Området rundt hangaren er registrert på aktsomhetskart tilhørende kommunedelplanen, med fare for å finne følgende forurensninger i grunnen: klororganiske stoffer, løsemidler, arsen, krom, kobber, kadmium, bly, sink, ftalater, fenoler, asbest.

Det er ikke registrert problematiske grunnforhold innenfor planområdet i henhold til aktsomhetskart kvikkleire, tilhørende kommuneplanens arealdel.

Bebyggelsesstruktur, byplanhistorie, arkitektonisk særpreget

Området har i dag en noe tilfeldig bebyggelsesstruktur med store og mindre bygninger og parkeringsplasser. Hangaren utgjør det største enkeltbygget, men kommer ikke til sin rett på grunn av tilfeldige påbygg som skjuler den opprinnelige fasaden. Bebyggelsen har ingen direkte sammenheng med nabobygg eller gateløp. Det er heller ingen arkitektonisk sammenheng mellom disse.

Eksisterende bebyggelse og dagens grad av utnyttning

Det er tre eksisterende bygninger innenfor planområdet, arealene fordeler seg slik:

Hangaren	4.500 m ²	
Mesanin	600 m ²	
Tilbygg	1.700 m ²	
Totalt hangaren	6.800 m²	
Bygg ut mot Haakon VII's gate	3.300 m ²	2 etasjer + kjeller
Kontorbygg mot Nilsson Trelast	800 m ²	2 etasjer
Totalt arealer planområdet	10.900 m²	

Dagens utnyttelse av tomten er ca 10.900 m² bruksareal med tomteareal 18.948 m². Dette gir en TU på 58 %.

Trafikkforhold

Planområdet har i dag en felles adkomst fra Haakon VII's gate. Med dagens trafikkbelastning er det i perioder meget vanskelig å kjøre ut fra denne eiendommen i retning sentrum (Lade) fordi en da må krysse trafikk fra to kanter.

Trafikksikkerhet: gang-/sykkeltransport

Trondheim kommune

Langs Haakon VII's gate er det etablert gang- og sykkelveg langs nordgrensa av planområdet. Når Bromstadvegens forlengelse blir etablert vil det også bli gang- og sykkelveg langs hele vestsiden av planområdet.

Kollektivtilbud

Nærmeste bussholdeplass er i Lade Alle 80, 2-3 minutters gange fra eiendommen. Buss nr 3 går via sentrum til Kroppanmarka, med 2-4 avganger pr. time på dagtid og 2 på kveld, mellom kl 06 og 24. Buss nr 4 går via sentrum til Heimdal Stasjon, med 3 avganger pr time mellom kl 06 og 20, og 2 avganger til kl 24.

Støy- og luftforurensning

Støy og luftforurensning fra trafikken i Haakon VII's gate kan være et problem i området og må tas hensyn til ved ny bebyggelse. Det er ikke foretatt egne målinger i forbindelse med planprosessen.

Energiforsyning

Området er innenfor konsesjonsområdet for fjernvarme.

Beskrivelse av planforslaget

Arealbruken fordeler seg på følgende formål:

Byggeområder:

- Område for forretninger (120)

Spesialområder:

- Bevaring av bygning (661)

Fellesområder:

- Felles avkjørsel (710)

Kombinerte formål:

- Område for forretning/kontor (920)

Bebyggelse og parkering

Innenfor F1 skal det etableres et nytt bygg mot formåls grensen til Haakon VII's gate og Bromstadvegens forlengelse. Bygget etableres med parkeringskjeller og reguleringsplanen legger opp til et kombinasjonsbygg med forretning og kontorer.

Innenfor F2 og F3 vil eksisterende bygg erstattes av ny bygningsmasse begrenset til 2 etasjer med kjeller. Disse tilbyggene skal tilknyttes ny forretningsvirksomhet som etableres i hangaren (F4). Hangaren skal gjøres om til forretningslokaler. Alle forretningsarealene innenfor planområdet skal være for plasskrevende varegrupper, i tråd med kommunedelplanen.

Antall arbeidsplasser

I planforslaget er det beregnet ca 100 kontorarbeidsplasser og ca 40 arbeidsplasser i varehandel.

Bebyggelsens plassering og utforming

Intensjonene i planen er at alle nybygg innenfor planområdet skal ha en enkel og samtidig uttrykksfull arkitektur, som er fleksibel og godt tilpasset formålet. Det er lagt vekt på å gi anlegget gode og ryddige adkomstforhold både for kjørende, syklende og gående. Fotgjengerarealer og grøntanlegg skal ha høy opparbeidelsesgrad og materialstandard.

Trondheim kommune

Hangaren

Den opprinnelige bygningskroppen tydeliggjøres ved at nyere tilbygg mot nord og sør rives. Selve hallen ønskes benyttet på en slik måte at hovedkonstruksjonen og det enorme innvendige rommet kan eksponeres uten for mye oppdeling. Hallen egner seg derfor best til arealkrevende næring. I servicebygget tenkes plassert f. eks. nødvendige sanitærfunksjoner, kontor og spiserom.

Plassen på nordsiden av hallen forutsettes beholdt som et åpent areal som flyhangaren arkitektonisk sett har behov for. Denne plassen tenkes gitt en karakter som samstemmer med flyhangaren.

Åpenheten rundt hangaren er et viktig ledd i det å bevare bygningens karakter. Hangaren med en kotehøyde på 55,2 meter i nord bør fremstå som det høyeste bygget innenfor planområdet.

F1

Kommunedelplanen åpner for bebyggelse i 4 etasjer. Det foreslås et nybygg med maksimalt 4 etasjer med en maksimal kotehøyde på 55,0 meter innenfor byggeområde F1. Da eksisterende terreng ligger på kote 39,5 meter tilsvarer dette en bebyggelse på maksimalt 15,5 meter over planert terreng.

F2 og F3

Ny bebyggelse på F2 og F3 tenkes gitt en enkel og underordnende karakter sett i forhold til hangaren. Nybygg på nordsiden av hangaren skal ha hovedinngang fra plassen og virke som en avgrensning av denne. Høyden er begrenset til 2 etasjer og vil ikke påvirke fjernvirkningen av hangaren. Innenfor byggeområde F2 og F3 foreslås maksimal kotehøyde til 48 meter.

Grad av utnyttning

Planen legger opp til en tomteutnyttelse på TU maksimalt 120 %, i tråd med kommunedelplanen. I denne planen vil en TU på 120 % tillate 22 738 m².

Parkering

Gjennom reguleringsbestemmelsene begrenses bakkeparkering til 25 % av samlet eiendom for forretning og 15 % for kontor. Det skal tilrettelegges p-plasser for bevegelseshemmede i nærheten av inngangssoner. Det stilles krav om parkeringsplan sammen med søknad om tiltak.

Det er lagt vekt på å sikre fotgjengere en trygg adkomst fra parkering til bygg. Likeledes en trygg adkomst gjennom området. Dette vil også styrke plassrommets karakter.

Eksisterende parkering for ansatte for Nilsson Trelast as har adkomst gjennom planområdet. Adkomsten til disse er ivaretatt gjennom reguleringsbestemmelsene og skjer fra felles adkomstsvei.

Sykkelparkering skal ivaretas i tilstrekkelig omfang. Det er lagt vekt på å plassere sykkelparkering for besøkende så nær innganger som mulig.

Rekreasjonsområder

Bestemmelsene legger til grunn at minimum 10 % av arealet innenfor byggeområdet skal tilrettelegges for møteplasser og uteopphold. Plasser, gangsoner og inngangssoner har gode solforhold og vil bli tilrettelagt for alle brukergrupper med blant annet grøntareal og benker.

Trondheim kommune

Utearealer vil bli opparbeidet samtidig med bebyggelsen.

I reguleringsbestemmelsene stilles krav om utomhusplan og at utearealer skal være ferdig opparbeidet iht. godkjent utomhusplan før ferdigattest for nye tiltak gis. Dette omfatter også krav til vegetasjon.

Infrastruktur generelt

Infrastruktur vil bli opparbeidet parallelt med bebyggelsen. Dette sikres gjennom rekkefølgebestemmelser.

Kjøreatkomster, tilknytning til overordnet vegnett

Avkjørselen til planområdet fra Haakon VII's gate skal erstattes av en permanent avkjørsel for hele kvartalet. Framtidig permanent avkjørsel skal være felles med Nilsson og løse adkomsten til hele kvartalet.

Trafikksikkerheten i området styrkes ved etablering av inn-/utkjøringer slik at kryssing av Haakon VII's gate unngås. Tydelige adkomstforhold etableres og varetransport til hangaren separeres fra kundeadkomst. Det etableres en høyre påkjøring til Bromstadvegens forlengelse og en høyre av bevegelse fra Haakon VII's gate inn til planområdet, i tillegg tillates det en høyre på bevegelse fra planområdet inn på Haakon VII's gate.

Trafikksikkerhet: gang- sykkeltransport

Planområdet knytter seg til gang- og sykkelveger etablert langs Haakon VII's gate og Bromstadvegens forlengelse. Gangadkomst til planområdet vil skje fra Haakon VII's gate og Bromstadvegens forlengelse.

Varelevering

Varelevering til F1 (lav frekvens, mindre kjøretøy) foregår fra økonomiinnang henvendt mot p-plass. Varelevering til hangaren (høyere frekvens, større kjøretøy) skjer fra sørsiden via servicebygg eller direkte inn i hangaren gjennom store porter fra sørsiden i eksisterende åpninger.

Vann- og avløp

Vann- og avløpsanlegg knyttes til eksisterende ledningsnett. Vann og avløp vil i hovedsak ha samme trase som for eksisterende bygg.

Avfallsplan

Det vil bli utarbeidet planer både for håndtering av avfall i rivingsfasen i byggefasen og for drift av bygninger. Håndtering av daglig avfall fra virksomheter vil bli planlagt sammen med aktuell virksomhet. Plass for større avfallscontainere er avsatt på sørsiden av hangaren. Det kan også være aktuelt å etablere avfallsrom i ny bebyggelse. Reguleringsbestemmelsene legger opp til at det ikke skal etableres lagring av avfall ut mot Haakon VII's gate og Bromstadvegens forlengelse.

Grunnforhold

Miljøforholdene i området er delvis registrert på kommunens "Aksomhetskart forurenset grunn". Innenfor planområdet har det vært både flyhangar, industri og billakeringsverksted. Håndtering av forurenset grunn er sikret gjennom bestemmelsene.

Trondheim kommune

Planlagt gjennomføring

Gjennomføring av planen ønskes igangsatt så snart aktuelle leietagere er klarlagt, og forslagstiller ser for seg gjennomføring i 2 trinn.

Trinn 1:

Rehabilitering av hangaren (F4), inkludert riving av tilstøtende bygg og oppbygging av servicebygg (F2 og F3) i det omfang som er nødvendig for aktuell virksomhet. Opparbeidelse av felles adkomstveg, avkjøringer, del av gang-/sykkelveg og utomhusanlegg tilhørende gnr 412/272, dvs plassen foran hangaren. Reguleringsbestemmelsene tillater ikke at det etableres parkering på bakkeplan ut mot Haakon VII's gate, det forutsettes at dette området opparbeides med grønnstruktur inntil trinn 2 gjennomføres.

Trinn 2:

Etablering av nytt bygg innenfor F1. Vil først være aktuelt når aktuelle leietagere kan fremskaffes. Opparbeidelse av utomhusanlegg tilhørende gnr/bnr 412/271.

Virkninger av planforslaget

Forurensing i grunnen

Eventuell forurensing i grunnen vil fjernes før utbygging.

Vegetasjon

Området er gjennom reguleringsbestemmelsene sikret en høy grad av opparbeiding med parkmessig preg på de grønne sonene. Rene grøntarealer vil bli begrenset, men det vil bli plantet et relativt stort antall trær i forbindelse med veganlegg og grøntanlegg som vil gi et positiv tilskudd miljømessig, både økologisk og visuelt. Randsoner beplantes og fotgjengersoner og plasser skal ha vesentlige innslag av grønt.

Landskap

Landskapsmessig avslutter planområdet det store landskapsrommet "Ladesletta" som faller ned mot Leangen gård og Rotvoll. Bebyggelsen får et horisontalt preg gjennom langstrakte volumer som fyller kvartalet og vil gjennom dette innordne seg, og bli en del av en større helhet i det store landskapsrommet. Dette understrekes og forsterkes ved utstrakt planting av trær rundt avgrensningen av planområdet.

Samfunnsmessige konsekvenser

Trafikk og trafiksikkerhet

Innenfor planområdet tas det sikte på å etablere forretninger for plasskrevende varegrupper. Denne type forretninger kanaliserer mindre trafikk enn ordinær handel. Nyetableringer innenfor F2 og F3 og etablering av nye virksomheter innenfor F1 vil utløse en begrenset økning i trafikken til eiendommen sett i forhold til dagens trafikk.

Med dette som bakgrunn er det ikke gjort beregninger av økning i antall personbiler pr. døgn. Det er gjort en vurdering av behovet for varetransport til området. 2-5 trailere/lastebiler pr. døgn må påregnes til hangaren, avhengig av type virksomhet som etablerer seg her.

Likeledes blir situasjonen sterkt forbedret for myke trafikkanter ved at det etableres sykkelveg

Trondheim kommune

med separat fortau på begge sider av Haakon VII's gt og Bromstadvegens forlengelse slik det er forutsatt i kommunedelplanen.

Rekreasjonsinteresser

Planforslaget følger kommunedelplanen og i bestemmelsene er det stilt krav om at minimum 10 % av arealet innenfor byggeområdet skal tilrettelegges for møteplasser og uteopphold. Det etableres romslige fotgjengersoner i forbindelse med innganger og parkeringsarealer. Plasser, gangsoner og inngangssoner har gode solforhold og vil bli tilrettelagt for alle brukergrupper med grøntareal, benker mm.

Universell utforming

Dette vil bli vektlagt både i utvendige anlegg og i bygninger.

Kulturminner

Tiltaket vil ha positive konsekvenser for kulturminner gjennom at hangaren som har antikvarisk verdi blir rehabilitert og tatt i bruk.

Byform

Planområdet omfatter et større område slik at det er mulig å gi bebyggelsen et enhetlig preg, der området tydelig fremstår som et kvartal innenfor en større helhet i tråd med kommunedelplanens intensjon.

Hovedtyngden av bebyggelsen ligger allerede godt tilbaketrukket på eiendommen. Ved å legge hovedtyngden av ny bebyggelse i formålsgrensen mot Haakon VII's gate, og etablere en plass mellom ny og eksisterende bebyggelse, oppnås en tydelig definisjon av kvartalet. Et toetasjers bygg på F2 avgrensner plassen visuelt slik at oppfattelsen av den forsterkes. Bebyggelsen har adkomst fra nord. Adkomstmønsteret er tydelig definert og overflateparkering er delt opp i definerte plasser. Plassavgrensninger utformes som installasjoner som skal gi en historisk assosiasjon til at dette er en del av en tidligere flyplass. Den tydelig definerte plassen er også med på å forsterke inntrykket av området som et klart definert kvartal.

Energibruk

Bebyggelsen skal tilknyttes fjernvarme. Inntil dette etableres, vil elkraft være hovedenergikilde. Det legges vekt på energiøkonomiske løsninger.

Støy i anleggsfasen

Konsekvenser i anleggsfasen i form av støy fra byggeprosessen og/eller trafikkbelastninger for omgivelsene antas ikke å få større konsekvenser enn normal anleggstrafikk. Nødvendige tiltak for å begrense støy og trafikkbelastninger vil bli iverksatt. Dette er sikret gjennom reguleringsbestemmelser.

Økonomiske konsekvenser for kommunen

Gjennom rekkefølgebestemmelser er det forutsatt at en rekke forhold vedrørende infrastruktur skal være gjennomført før bebyggelsen kan tas i bruk. Tiltakshaver forutsetter at de økonomiske konsekvensene av dette både for kommunen og tiltakshaver blir avklart og formalisert gjennom en utbyggingsavtale.

Trondheim kommune

Innspill til planforslaget før første gangs behandling

Sør-Trøndelag Fylkeskommune, divisjon næring, samferdsel og kultur:

Området kommer ikke i konflikt med allmenne friluftsjnteresser. Hangaren er et kulturminne og må reguleres til spesialområde bevaring. Det anbefales likeledes å inkludere område for nye tilbygg til hangaren i spesialområdet. Det minnes om den generelle aktsomhetsplikten etter § 8 i Kulturminneloven dersom en ved opparbeiding skulle støte på noe spesielt i grunnen.

Kommentar:

Hangaren reguleres til spesialområde bevaring.

Nilsson Trelast as

Nilsson Trelast as har sin parkering for ansatte mot eiendomsgrensen med adkomst fra kommunal gategrunn som i dag benyttes til felles adkomst. Tiltakshaver foreslår at Nilsson Trelast as gis rettigheter til bruk av felles adkomstvei slik at deres parkering for ansatte ikke blir berørt. En ubetydelig del av eiendomsgrunn som tilhører Nilsson Trelast as vil inngå i planen som del av felles adkomstvei.

Kommentar:

Naboeiendommen er sikret bruk av avkjørsel i reguleringsbestemmelsene.

Syklistenes landsforening

Presiserte at det var viktig å etablere sykkelveger med separate fortau.

Kommentar:

Langs Haakon VII's gate, samt Bromstadvegens forlengelse blir det anlagt sykkelveg med separat fortau.

Høringsuttalelser og merknader etter offentlig ettersyn

Fylkesmannen i Sør-Trøndelag

Ingen merknader til planen.

Sør-Trøndelag fylkeskommune

Ber om at bestemmelser for spesialområdet bevaring av bygning med antikvarisk verdi endres. Minner om aktsomhetsplikten etter § 8 i kulturminneloven.

Kommentar:

Bestemmelse for spesialområdet er endret og det er tatt med i bestemmelsene at bygninger som rives skal registreres gjennom fotodokumentasjon.

NVE:

Faregradskart for kvikkleire viser ingen kvikkleiresoner i eller i nærheten av planområdet. Det kan allikevel ikke sees bort fra at det kan være lommer med kvikkleire i området. Det bør ikke gis klarsignal for tiltaket før geoteknisk fagkyndig har vurdert sikkerheten som tilfredsstillende.

Kommentar:

I Ladedalen er det varierende grunnforhold, med mye fyllmasser og forurenset grunn. Mot vest er det bløt leire. Grunnforholdene lokalt på tomte er ukjent, men kvikkleire- og løsmassekart tyder ikke på at den ligger i eller utenfor grunn med kvikkleire.

Trondheim kommune

I bestemmelsene stilles det krav om at det skal foreligge detaljert geoteknisk prosjektering som forelegges byggesakskontoret før det gis igangsettingstillatelse. Av rapporten vil det framgå om det er behov for geoteknisk oppfølging i byggeperioden.

Statens vegvesen:

Støtter Rådmannens forslag om kun utkjøring fra planområdet til Bromstadvegens forlengelse. Minner om at utforming av kryss må skje i samråd med Statens vegvesen.

Kommentar:

Planforslaget viser nå kun avkjørsel til høyre inn på Bromstadvegens forlengelse, avkjørselen er tatt med i reguleringsplan for Bromstadvegens forlengelse, vedtatt 18.9.2007.

Jernbaneverket:

Krever at tiltakshaver setter opp et flettverksgjerde mot jernbanens eiendom i sør.

Kommentar:

Dette forholdet er tatt med i bestemmelsene.

TEV:

TEV har anleggskomponenter innenfor planområdet som kommer i konflikt med planlagt utbygging.

Kommentar: TrønderEnergi Nett AS eier og viderefører ansvaret for nettet som tidligere var eid av Trondheim Energi Nett AS. TrønderEnergi Nett AS bekrefter i e-post sendt 9.2.2012 at forholdene er tilfredsstillende ivaretatt i forhold til merknaden.

Begrenset høring

På grunn av endringer i planen etter offentlig ettersyn ble det gjennomført en begrenset høring. Denne ble annonsert i brev 21.12.2007. Et av hovedpoengene i den begrensede høringen var med bakgrunn i antikvariske forhold knyttet til flyhangaren. Det kom inn to innspill.

Sør-Trøndelag Fylkeskommune:

Aksepterer endringer i utforming så lenge man holder seg innenfor rammer satt av Byantikvaren og illustrasjon. Minner om at endringene må gjøres på en måte som er reversible og eksponerer takkonstruksjonene i hangaren.

Kommentar:

Byantikvaren er sikret medvirkning av utforming av endelig forslag til løsning i forbindelse med hangaren.

Byantikvaren:

Byantikvaren stilte seg positiv til forslag til utforming av hangaren, med følgende forbehold: Tilbyggene må tilstrebe et lett uttrykk, spesielt gjelder dette glasstilbygg ut mot plassen.

Kommentar:

Byantikvaren er sikret medvirkning i bestemmelsene.

Trondheim kommune

Rådmannens vurdering og anbefaling

Planforslaget er hovedsakelig i tråd med kommunedelplanen. Konsekvensene av tiltaket er således utredet på et overordnet nivå. Det er gjort et unntak fra overordnet plan når det gjelder avkjørselssituasjonen. Dette har vært nødvendig siden en permanent løsning for avkjørsel til område N14 i kommunedelplanen avhenger av at alle grunneierne innenfor området er med, og dette har ikke vært mulig i denne omgangen. Det forutsettes at det etableres en permanent avkjørsel ved en senere anledning når det blir aktuelt med ytterligere utbygging innenfor området.

Rådmannen er positiv til at det nå går mot en løsning og den verneverdige flyhangaren innenfor planområdet kan få sin etterlengtede revitalisering og igjen framstå som et levende kulturminne.

Behandlingen av planforslaget har tatt veldig lang tid. Dette har hovedsakelig vært knyttet til uenigheter rundt utformingen av planforslaget og da spesielt hvordan tiltaket skal knytte seg til den kommende Bromstadvegens forlengelse og Haakon VII's gate. Rådmannen er fornøyd med at disse problemstillingene er løst og mener det er valgt gode løsninger for disse problempunktene.

Forslagsstiller har vært forelagt rådmannens forslag til endringer etter høringsrunden. De er uenige i kravet om å fjerne eksisterende kontorbygning nord for hangaren før det blir aktuelt å etablere et nytt kontor-/forretningsbygg ut mot Haakon VII's gate. Når det gjelder parkering på bakkeplan ønsker de at dette tillates innenfor F1.

Rådmannen mener at det er nødvendig å rive eksisterende kontorbygning nord for hangaren for blant annet å rydde opp på tomte og bedre logistikken internt. Særlig knytter dette seg til kvalitetene ved den eksisterende flyhangaren og dens verdi som kulturminne. For å synliggjøre og vise kvalitetene ved flyhangaren er det nødvendig med mer plass mellom flyhangaren og ny bebyggelse på tomte. Ved å rive eksisterende kontorbygg og oppføre nytt kontor- og forretningsbygg i F1 vil man også få en bedre avgrensning og avvikling av parkeringen på området, i stedet for at denne plasseres både på for- og baksiden av eksisterende kontorbygg.

Rådmannen finner av planforslaget er tilstrekkelig grunnlagt og dokumentert, er utført i samsvar med gjeldende lov- og forskriftsverk, sentrale planer og retningslinjer og kommunens overordnede planer og mål for byutviklingen. Oppstart av planarbeidet er lovlig annonsert og berørte parter er varslet på forskriftsmessig måte.

Rådmannen anbefaler at planforslaget vedtas.

Rådmannen i Trondheim, 18.4.2012

Einar Aassved Hansen
kommunaldirektør

Ann-Margrit Harkjerr
byplansjef

Elektronisk dokumentert godkjenning uten underskrift

Trondheim kommune

Vedlegg

- Vedlegg 1: Reguleringskart
- Vedlegg 2: Reguleringsbestemmelser
- Vedlegg 3: Illustrasjoner

Saksprotokoll

Utvalg: Bystyret
Møtedato: 24.05.2012
Sak: 91/12

Tittel: **Saksprotokoll: Detaljregulering av Haakon VII's gate 27 og 27 B, Hangaren - Lade Sluttbehandling**

Resultat: Behandlet
Arkivsak: 11/48117

VEDTAK:

Bystyret vedtar forslag til detaljregulering av Haakon VII's gate 27 og 27B, Hangaren - Lade som vist på kart i målestokk 1:1000, merket Bergersen Arkitekter AS senest datert 30.3.2012 med bestemmelser senest datert 30.3.2012.

Vedtaket fattes i henhold til plan- og bygningsloven § 27-2.

Behandling:

Innstillingen ble enstemmig vedtatt.

Rita Ottervik
Ordfører

Hilde Hamnes

Elektronisk dokumentert godkjenning uten underskrift

VEDLEGG 5:

Byantikvarens uttalelse til
istandsetting og tilbygg til
«Hangaren Lade»

Byantikvarens uttalelse til istandsetting og tilbygg til "Hangaren på Lade"

Haakon VII's gt 27B

Bygningen er regulert til bevaring gjennom reguleringsplan r 20110035 Haakon VII's gate 27 og 27B. Bygningen er også plassert i klasse B, bygning med høy antikvarisk verdi, på Trondheim kommunes aktsomhetskart for kulturminner.

§ 5 SPESIALOMRÅDER

Spesialområde - Bevaring av bygning

Eksisterende hangarbygning skal bevares.

Ved utbedring skal bygningens opprinnelige interiør- og eksteriørkarakter, herunder materialbruken, opprettholdes. Nødvendig utskifting av bygningselementer kan aksepteres såfremt dette ikke endrer interiør- eller eksteriørkarakteren vesentlig. Dette gjelder ikke takkonstruksjonens dragere eller himling som forutsettes bevart og godt eksponert.

Alle søknadspliktige arbeider etter plan- og bygningsloven skal forelegges Byantikvaren til uttalelse før arbeider tillates igangsatt.

Viser til tegninger og beskrivelse mottatt 16.03.2018 i forbindelse med søknad om IG for tiltak på Hangaren Lade. Det har vært flere møter med byantikvaren underveis i prosjekteringsprosessen og tiltakene er innenfor det byantikvaren kan anbefale, forutsatt at de utføres som beskrevet. En mer detaljert tilbakemelding følger under, med utgangspunkt i beskrivelse og tegninger fra arkitekt og tidligere samtaler.

Eksisterende yttervegger av tre

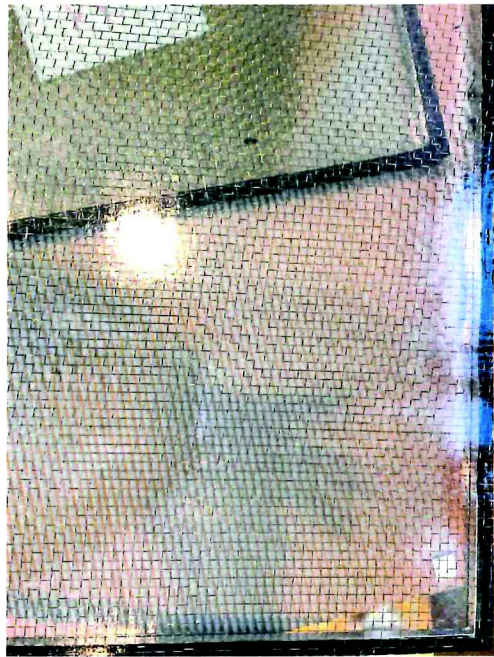
Eksisterende panelkledning demonteres og monteres i omfang så langt det lar seg gjøre. Prioritert område for montering er fasade vest. Farge som eksisterende beholdes. Linoljemaling benyttes på eksisterende panel og gjerne også nytt. Etterisolering fører til at veggiv kommer lenger ut. Derfor etterisoleres også grunnmur og gis en pusset overflate mest mulig lik betong i farge og karakter. Avslutning ved raft forlenges slik at opprinnelig uttrykk også beholdes etter etterisolering. Dette gjelder alle vannbrett og detaljer i fasade.

Eksisterende porter

Porter beholdes på 1/3 del av fasaden. Disse istandsettes og skyves fremfor hverandre slik at denne del av fasaden får tilstrekkelig lysinnslipp. Males i opprinnelig grønnfarge med linoljemaling. Ny glassvegg i plan 1 plasseres i felt bak porter. Eksisterende gulv med fall beholdes slik at porter kan bestå.

Eksisterende glassfelt i øvre del

Glassfeltet beholdes og repareres. Det har vist seg å være komplisert å legge en ny glassvegg bak eksisterende. Pga råte i trammene rundt eksisterende glass, og ca 80% glass med skade, tillates det å bygge opp det enorme glassfeltet på ny. Det tillates bruk av alusystem mot innside, men utvendige profiler skal være i tre og ha samme farge og utforming som i dag. Alusystem må også ha en mørk grønn farge. Ca 20% (dvs uskadet) eksisterende glass benyttes som ytre sjikt i et isolerglass og settes tilbake i nye rammer. Øvrige glass produseres slik at de blir så lik originalt glass som mulig. Dvs at det benyttes trådglass i ytre sjikt. De nye glassene vil få større trådrutestørrelse og være ruglet. Dette ansees som en tilstrekkelig tilpasning. Glassformater skal være som opprinnelig.



Tak

På tak benyttes grå papptekking som i dag, men noe lysere enn tidligere. Etterisolering krever en tilbaketrukket forhøyelse av yttervegg mot hovedfasade, forøvrig forlenges veggkledning slik at uttrykket blir som tidligere. Det tillates etablering av røykluker som angitt.

Interiør

I interiøret oppgis det at takkonstruksjonens dragere og himling skal bevares og eksponeres. Det legges inn en 2.etasje i bygningen som reduserer eksponeringen av dragerne. Tiltakshaver anser dette som et nødvendig tiltak for å kunne ta bygget i bruk. Byantikvaren mener det er tilstrekkelig at dragerne eksponeres i 2.etasje.

Tilbygg

Intensjonene i reguleringsplanen er at tilbygg skal ha transparens og letthet i uttrykket. Det er gode intensjoner i material og fargevalg og bruk av tre er positivt.

Det er beskrevet 4 ulike veggkledninger på tilbygg sør og nord. Mot sør benyttes en kombinasjon av tre og stålplater som bidrar til å aksentuere ulike funksjoner i dette tilbygget.

Mot nord kombineres glass og en rastertype på vegg som pr dato ikke er beskrevet i detalj. Begge tilbyggene er skilt fra hovedvolumet med en megler.

Skilt

Skilt i det omfang som er vist på fasadetegninger vil ikke svekke kulturminnet. Det er spesielt viktig at gavl mot vest ikke får reklameskilt da dette vil være den veggen som i størst grad eksponerer det opprinnelig bygget.



VEST

Prosjektnr.: 821F		Prosjekt: Hangaren Lade		Dato sist oppdatert: 2018-09-06		Sign.: BAR		Sign.: BB	
OVERSKIKT BYGNINGSSELEMENTER VERN/TILTAK									
Pkt.	Bygningsdel	Møtereferat/Byantikvaren 2007-02-20	Notat/Byantikvar 2017-05-11	Innspill fra prosjekterende 2017-11-24	Forslag til konklusjon	Punkter gjennomgått i arbeidsmøte med byantikvaren 2017-12-01	Arbeidsmøte med byantikvaren 2018-09-06		
1	Generelt eksisterende bygningsdeler		Det må før IG oversendes en oversikt over hvor kledning rives/bevares og detaljtegninger som viser hvordan detaljer i fasade ivaretas.		Tilstandsrapport: Utføres av HENT, detaljeringer? Må skje progressivt etter hvert som riving starter opp og man kommer til ulik bygningsdeler som i dag er skjult. Følgende lester ønskes utdrenna: Kjenneboerne i takstol (avdekket tørrtatte etc), ta ut fntz av betonggulv - sjekke tykkelse/avmerking mm. (fillegg kommer kjerneprover for geo.). Detaljering fremlegges neste "avklaringsrunde".	OK ta prøver som beskrevet ved behov.			
2	Eksisterende yttervegger	Panel rives, vegg isoleres, ny panelkledning tilsvarende eksisterende i farge og type panel. Bevare rapping på innside av vegger. Farge. Tilsvarende eksisterende.	Minst mulig skiftes ut. Behandling av eksisterende kledning samt fargesetting må beskrives nærmere. Så nye som mulig av eksisterende kledning. Beholdes. Detaljering må beholdes. Skadede deler kan erstattes med nye. Linjeføring.	Yttervegg: Ønskes isolert utvendig 100mm, vil påvirke dimensjoner/uttrykk ved detaljer på bygget. Skal innvendig overflate være synlig? Grunnmur: Kan den kles/isoleres med en "betongaktig" fmsst/ puss (100mm) ?	Kledning: Eksisterende panel demonteres og remonteres i omfang som lar seg gjøre - fortrinnsvis på vestgavle og inn mot tilbyggene på nord- og sørfasade. Vannbord reetableres der dette mangler/er råttent. Yttervegg etterisoleres med max 100mm isolasjon for ny utledning og panel monteres. Eksisterende betongtøffebeplater (ca 70mm) med innvendig rapp beholdes, flikkes. Uvending grunnmur/grunnmur kan isoleres og pusses i tykkelse tilsvarende utvidelse av veggiv over. Betongfarge. Avslutning ved raitt forlenges slik at opprinnelig uttrykk beholdes også etter eventuell tilleggsisolering.	Fargevalg. Byantikvar vurderer farge "grønn jord 1415" (Gjølce 1415 eller 1415a). Provmaling av panel gjennomføres av HENT og avklares deretter med byantikvar.			
3	Eksisterende vambrett under glassvegg		Kraftig vambrett over porter er forutsatt istandsatt og bevart.		Kraftig vambrett over porter istandsettes, er i partiell delvis helt borte. Her reetableres nødvendige deler. Pga. sikkerhet vurderes etablering av en lite renne i front.	Ny renne (utforming firkant) i forkant kan etableres. Ev. Brett og lim takpapp over i renn. Viktigst ved veggfelt uten tilbygg mhp funksjon, men hele vambrettet bør få lik utforming. Avrenning til nytt tak på tilbygg. 4/3/renne - sjekkes/tilpasses mot innmålt dim. gesims. Det er ikke ønskelig med nedløpsrør på den del av opprinnelig fasade som blir eksponert. Forkant vambrett skal ha lik utførelse med beslag som resterende og det må etableres en skyggekant (bambaketrue) isolasjon og oppkant) slik at vambrette på avstand oppfattes å sitte ut.	Felt over porter som bevares: Vambrettet istandsettes, dvs at ubrukbare deler kan skiftes ut med tilsvarende nytt. Forkantbord monteres i lodd med monter firkantrenne. Renne føres til tak over tilbygg slik at nedløpsrør unngås. Felt over tilbygg: Fra overside og i front skal vambrettet ha samme utførelse. Over tilbygg er det teknisk uheldig å få en utligning mellom lomme under vambrett. Her kan Eksisterende oppbygging av vambrett fjernes og vambrett utføres med kompakt isolasjon over tilbygg nord. Detaljering av forkant vambrett skal ha lik utførelse med beslag som resterende og det må etableres en skyggekant (bambaketrue) isolasjon og oppkant) slik at vambrette på avstand oppfattes å sitte ut.		
4	Eksisterende tak og gesims	Etterisolering og ny tekking aksepteres. Eksisterende innvendig himling skal bevares.	Minst mulig skiftes ut. Overflate: Grå papptekking som i dag.	Eksisterende overlys/røykluker: Kan disse benyttes til røykvifter (12 stk)? Kan flere etableres? Nytt/tak. Stålpateak H 128 + isolasjon H 200 + tekking monteres i sin helhet over eksisterende bjelke. Endrer høyde på tak, ny overgang gesims mm her. Bevare eksisterende konstruksjoner i sin helhet. Endre takrenne mot sør (innvendig sluk/lite mortall mot sør).	Tak føres opp med stålpateak+isolasjon+papp, inntrukket fra gesims. Farge: Grå - HENT frambringer prøve til godkjenning Byantikvar. Gesimsdetaljer bibeholdes som før, men bruk av materialer/teknologi av i dag som bedrer teknisk løsning imøtør visuell lignende utførelse er fornuftig og akseptabelt. Ved gesims kan profil skrus inn i side over papp, utført i farge lik takpapp (i alu. eller zink). Mot sør etableres innvendig nedløp, teknisk nødvendig når bygningsen nå etterisoleres. Eksisterende overlys kan brukes til brannteknisk løsning - enten røykluker (med lysanslip) eller vifter. RIB jobber videre med beregninger for endelig avgjørelse tas. Ev. betov for flere enn 12 stk. OK.	Alle synlige flater på tak leveres i asfalt-papp. Takstige (for drift) unngås hvis mulig. Utefliser stige med bøyte (Simef-godkjent) aksepteres av byantikvar på minst fremtredende fasade. Heist ingen stige.			
5	Eksisterende takkonstruksjon		Minst mulig skiftes ut.	Eksisterende konstruksjoner beholdes i sin helhet. Ny soyle etableres i 2. etg. for avlasing eksisterende takstoler. Utføres i helte. Ståldetaljer (brann-måles. Ev. sprøytes på tre med transparent brannimpregnering (mulige produkter under utsjeking).	Takstoler må styrkes på midten for trykkræfter når ny soyle nå introduseres. Tiltak må på plass, men RIB og RIBR må utarbeide endelig forslag til detaljering som framvises Byantikvar.	Avklart - befarng ønskes fra byantikvar for fotodokumentasjon.			

6	Eksisterende plåstre i betong	Eksisterende plåstre må bevares og repareres slik de står. Kuldebro: Dette må løses innvendig. Dersom dette er umulig, isoleres og pusses elementene utvendig. RIBARK vurderer dette i samråd.	Minst mulig skiftes ut. Forutsettes istandsatt og fortsatt eksp.ont.	I fasade: Kan disse isoleres, og pusses (kun synlig utvendig ved gavel i øst)?	Betongplåstre som blir stående innvendig renses og repareres. En ev. til utvendige plåstre likeså. Blir kuldebro. Dersom topp av plåstre havner innover nytt veggiv må overgang her justeres. Endelig løsning må framlegges Byantikvar når den foreligger.	Ikke fremlagt
7	Eksisterende gulv	Gulv med fall kan bygges opp til flatt gulv. NBI Sprang i gulv og portdetaill må ivaretas på dette punktet.	Anmodes om at gulvets heining beholdes slik at en avretting ikke får virke ødeleggende på opprinnelige proposjoner og mekanismer.	Konstruktiv vurdering: Gulv med fall bygges opp til flatt gulv. Sprang ved porter utformes slik at disse kan "virke" / stoppes ikke igjen. Dim. under innmåling. Ved nye soyepunkt etableres nye fundamenter/ eksis. dekke fjernes. Dim. og antall under beregning.	Gulv vurderes beholdt med fall - flirket og flislgt. Dersom man likevel ser seg nøtt til å avrette gulvet er det viktig at porter ikke tar skade av nye bygningsmessige tiltak. Porter/skinner skal også ha en god ekspansjon mot gulv inne og ute.	Løsning med fall på gulv videreføres, som tidligere avtalt med Byantikvar.
8	Eksisterende porter	Portene skal bevares. Ødelagte deler av porter kan fjernes og erstattes.	Porter beholdes	Porter plasseres overfor hverandre slik at fasaden blir mest mulig åpen (3 l dybden). Ikke alle beholdes (se planløsning).	Porter plasseres overfor hverandre slik at mest mulig av fasade åpnes. Det vurderes i videre prosjektering om det er plass til alle portene, ønskelig fra Byantikvar men avtares endelig senere.	Opprinnelig 56 stk porter. Krav ifbm godkjent IG er 73 av alle porter. 18 stk porter beholdes og reetableres jmfør byantikvar i arbeidsmøte.
9	Eksisterende glassvegg	Eksisterende glassvegg bevares. Erikelglass skiftes, tre rammer beholdes/erstattes. Nytt innersjikt av isolerglass innsettes bak eksisterende.	Glassfelt over porter beholdes men repareres.	Glassfelt over porter beholdes men flikkes, repareres. Erikelglass settes inn der disse mangler. Typo farge glass tilpasses eksisterende så langt mulig. Løser stenges.	Nye glass settes inn der disse mangler/ er for nye skadet til at de står sikkert, med farge og overflate tilpasset eksisterende. Kub hull kan beholdes. Rammer sjekkes mtp tilstand, reliabilitets.	88 glassfelt er innakt. Spres som mosaikk. Plassering starter i tett plassering fra vest og blir mindre mot øst. Alle opprinnelige glass benyttes i feltet over gamle porter.
10	Ny glassvegg på innsiden av eksisterende nordvegg/port- og glass-vegg		Ny glassvegg og detaljer rundt hvordan denne måter eksisterende konstruksjoner/porter/glass må fremlegges.	Arbeider med detaljering overgangen ny klimavegg i glass pågår. Fremlegges neste "avklaringsrunde". Rom mellom eksisterende yttrevegg og glassvegg blir tilgjengelig via dører i ny vegg.	RAL 6015 er ok. Utvendig dekklist på glassvegg over porter må være i tre malt i samme farge som vegg. Ved bruk av tettvekste gode materialer og riktig malerbehandling blir dette en tilstrekkelig god løsning. Siden det kun er dekklistene som er i tre vil det være mulig å bytte disse etter noen tiår desom dette skulle bli nødvendig.	Løsning avklart. Byantikvar sjekker at RAL-kode 6015 er tilfredsstillende og vurdering av materiale på utvendig dekklist på glassvegg over porter.
11	Eksisterende åpninger fasade vest		Port erstattes av glass. Mesanin og opphengsstag over eksisterende portåpning bør beholdes og istandsettes. Mindre vinduer kan utgå.	Eksisterende dim. portåpning beholdes. Mesanin og opphengsstag over eksisterende portåpning beholdes og istandsettes. Mindre vinduer utgår.	Takutbygg beholdes / ev rekonstrueres dersom tilstanden er for dårlig. Stag beholdes. Posisjon justeres ut med utvidet veggiv (pga ettersiering).	Løsning som tidligere framvist er ok. Ble ikke tatt opp på ny i arbeidsmøte.
12	Nytt dekke mellom 1. og 2. etasje		Ekspansjon av dragere i 2 etasje mangler: Enen ved at rulletrapp trekkes inn i eksisterende bygg eller ved åpninger i nytt dekke.	Tettere soyemodul 1.etg. for nytt betongdekke, i 1.etg. til takstoler blir mulig fra nytt inngangsparti inn gjennom åpning i eksisterende yttrevegg.	Åpenhet opp til 2.etg. blir via nytt tilbygg; Vanskelig å få til inne i Hengaren bla pga sikring av varer til ulike leietagere.	Tidligere avklart løsning.
13	Skilting	Andre logoer/linser - ikke lenger relevant	Det er positivt at gavler holdes fri, spesielt mot vest. Vist skilting aksepteres.	OK (rekkefølge revidert)	Ev. skilt på vestvegg monteres "ryddig og avrenset". Ikke behandlet i dette møte, tas i neste omgang når løsning er videre bearbeidet.	Løsning fra rammetilføelse aksepteres av byantikvar. Ytterligere skilting av kampanjeklamer eller lignende må evt. sendes inn som søknad om endring for skilt. Byantikvar ønsker ikke ytterligere skilting enn det som er godkjent fra tidligere. Det må sendes inn en samlet søknad fra alle leietagere slik at helheten kan vurderes ved en eventuell endring.
14	Nytt tilbygg nord		Overflate og dekorasjon på nye tilbygg må beskrives nærmere. Maks høyde godt under glassfelt/kraftig vannbrett UK glassfelt. Å dekorere inngangsbygget med historisk motiv kan til en viss grad bidra reguleringsplanens intensjon om transparens og letthet i uttrykket. Bruk av tre er positivt. Ytterligere detaljering, material- og fargevalg fremlegges for IG. Høyde "møbler" må ikke senket hvis mulig. Høyde tilbygg ikke kotesatt.	Høyde kontrolleres mot innmåling og regulert kote. Øvrig punkter er under bearbeidelse, fremlegges neste "avklaringsrunde".	Kommentar til fargevalg på teitfelt i nye glassfasader. ARK sender inn forslag til Byantikvar på RAL-kode. Fargen må tones ned. "Ikke eple-gro, men heller mot militærgro, eller mørk sennepsgul".	

15	Bram sprinkling (aktive tiltak)			<p>Synlig sprinkling takstoler og konstruksjoner. Omfang ikke avkort. Sammenhengs langsgående boder hver side undergurt i fagverk. Sprinkling i mellomromm nye glassvegg og yttervegg i underetasjen (utenom kinn). Nærhet til Brannstasjon er en viktig faktor for det helhetlige brannkonseptet.</p>	<p>Høyde kontrolleres mot innmåling og regulert kote. Øvrige punkter er under bearbeidelse, fremlegges neste avklaringsrunde.</p>	<p>Ikke behandlet i dette møte, tas i neste omgang når løsning er videre bearbeidet.</p>	<p>Kommentar til fargevalg på lettelt i nye glassfasader. ARK sender inn forslag til Byantikvar på RAL-kode. Fargen må tones ned. "Ikke eple-grønn, men heller mot militærgrønn eller mørk sennepsgul".</p>
16	Revidering planløsning og oppdeling fasader nybygg		<p>Flere rommingsveier. Endret planløsning tilpasset leielagerbehov.</p>	<p>Ikke relevant Byantikvar, tas med byggesak</p>	<p>Existerende trematerialer i takstol er beregnet til å holde 30min. Ikke nok mhp presensertert løsning. Div. stålretter i takstoler holder ikke 30 min. RIB og RIBr utarbeider videre 2-3 alternative løsninger med passive og aktive tiltak som f.eks.: Brannmaling stål, brannimpregnering trematerialer, sprinkling (ulike typer). Det svindes møte med Brannvesnet og Byantikvar for å sikre mest optimal løsning for brannstrategi av Hangaren (antikvarisk vernet bygning).</p>	<p>Existerende trematerialer i takstol er beregnet til å holde 30min. Ikke nok mhp presensertert løsning. Div. stålretter i takstoler holder ikke 30 min. RIB og RIBr utarbeider videre 2-3 alternative løsninger med passive og aktive tiltak som f.eks.: Brannmaling stål, brannimpregnering trematerialer, sprinkling (ulike typer). Det svindes møte med Brannvesnet og Byantikvar for å sikre mest optimal løsning for brannstrategi av Hangaren (antikvarisk vernet bygning).</p>	

VEDLEGG 6:

Oversikt bygningselementer
vern/tiltak «Hangaren Lade»

VEDLEGG 7:

Brannkonsept «Hangaren Lade»

Beregnet til
Byggherre, TE, ARK, RI

Dokument type
Rapport

Dato
12.02.2018

Revisjon
1

Oppdragsnummer
1350026124

HANGAREN LADE BRANNKONSEPT

Revisjon **1**
Dato **12.02.2018**
Utført av **Trond R. Sedeniussen**
Kontrollert av **Dag Denstad**
Godkjent av **Dag Denstad**
Beskrivelse **Brannkonsept**
Oppdragsnr. **1350026124**
Oppdragsgiver **HENT AS**

Ref. M:\2017-OPPDRAG\1350026124 HANGARN LADE\7-PROD\F-
BRANN_SIKKERHET\DOK\BRANNKONSEPT\1350026124 HANGARN LADE - BRANNTEKNISK
KONSEPT - TIL IG - REV1.DOCX

SAMMENDRAG

Rambøll Norge AS er engasjert av HENT AS for å utarbeide et brannkonsept for bruksendring av Hangaren på Lade i Trondheim. Bygget er opprinnelig fra krigens dager (1940-), da brukt som flyhangar for de tyske styrkene, mens bygget i de senere år er brukt som lagerbygg. Nå planlegges det etablering av ny etasje og hvor virksomheten i de to etasjene vil være salgsareal (risikoklasse 5) for butikkene Jula, Power, XXL og Rusta.

Bygget har fredningsbestemmelser. På grunn av dette er det valgt å plassere byggverket i brannklasse 4. Brannsikkerheten må derfor verifiseres ved analyse. Det er i den sammenhengen utført foreløpige CFD-analyser.

Denne rapporten angir overordnede krav, forutsetninger og minimumsytelser til konstruksjoner, bygningsdeler og installasjoner for at funksjonskravene i Teknisk forskrift (TEK17) til Plan- og bygningsloven skal tilfredsstilles.

Brannkonseptet er utarbeidet til søknad om igangsettingstillatelse. I tillegg til brannkonseptet er det utarbeidet branntegninger og egen analyserapport for fraviksbehandling.

Tiltaket prosjekteres med følgende fravik:

- Brannmotstand på takkonstruksjonen
- Materialbruk (overflater og kledninger) i takkonstruksjonen, deler av ytterkledning
- Lengde på fluktveier
- Samlede utgangsbredder

Hovedpunkter i brannstrategien er som følger:

- Brannstrategien utformes gjennom kvalitative analyser og kvantitative analyser (med bruk av CFD analyseverktøy for påvisning av forventet temperatur i røyksjikt og på fagverk samt røykspredning, og rømningssimuleringer)
- Bygget plasseres i RKL 5 og BKL 4. BKL 2 er lagt til grunn i den grad gitte ytelseskrav vil være relevante og tilstrekkelige.
- Bærekonstruksjoner skal tilfredsstillende min. R60 [B60] med unntak av takkonstruksjon som aksepteres med R30 [B30].
- Branncellebegrensende konstruksjoner skal tilfredsstillende EI60 [B60].
- Rom med fare for brann skilles ut som egne brannceller
- Hvert utleieareal etableres med minimum to utganger
- Bygget etableres med automatisk slokkeanlegg
- Bygget etableres med heldekkende brannalarmanlegg
- Bygget etableres med ledesystem
- Bygget etableres med røykventilasjon
- Bygget tilrettelegges for brannvesenets innsats

REVISJONER

Versjon	Dokument	Dato	Kommentar
Rev 0	Brannkonsept skissefase	19/12-2017	Innledende dokumentasjon
Rev 0	Brannkonsept til IG	1/2-2018	Sendt KPR Brann
Rev 1	Brannkonsept til IG	12/2-2018	Korrigert etter KPR Brann. Utgave hvor korrigeringer er markert er arkivert.

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Innledning	5
1.1	Bemanning og kontroll	5
1.2	Identifisering av tiltaket	5
1.3	Ansvarsoppgave i henhold til Byggesaksforskriften	6
1.4	Gjeldende regelverk	6
1.5	Dokumentasjonsform	6
2.	Grunnlag og forutsetninger for brannteknisk prosjektering	7
2.1	Grunnlagsdokumentasjon	7
2.2	Byggverkets bruk eller virksomhet	7
2.3	Antall mennesker eller husdyr som byggverket er dimensjonert for	7
2.4	Arealer og antall etasjer	8
2.5	Brannenergi og eventuell særskilt risiko (for eksempel aktiviteter eller lagring av brannfarlige varer)	8
2.6	Plassering i forhold til nabobebyggelse	8
2.7	Tilgjengelighet og atkomst for brannvesenets høyderedskaper	9
2.8	Eventuelle lokale rammebetingelser	9
2.9	§ 11-2 Risikoklasse og § 11-3 Brannklasse	9
3.	Avklaringer i skissefase	10
3.1	Oppsummering av arbeid utført i skissefase	10
3.2	Fredningsbestemmelser	10
3.3	Bæresystem	10
3.4	Sprinkler	10
3.5	Tekniske fag	11
3.6	Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap	11
4.	Beskrivelse av branntekniske ytelseskrav	12
4.1	Oversikt over branntekniske tegninger	12
4.2	§ 11-4 Bæreevne og stabilitet	12
4.3	§ 11-5 Sikkerhet ved eksplosjon	12
4.4	§ 11-6 Tiltak mot brannspredning mellom byggverk	13
4.5	§ 11-7 Brannseksjoner	13
4.6	§ 11-8 Brannceller	13
4.7	§ 11-9 Materialer og produkters egenskaper ved brann	15
4.8	§ 11-10 Tekniske installasjoner	16
4.9	§ 11-11 Generelle krav om rømning og redning	18
4.10	§ 11-12 Tiltak for å påvirke rømnings- og redningstider	18
4.11	§ 11-13 Utgang fra branncelle	21
4.12	§ 11-14 Rømningsveier	22
4.13	§ 11-15 Tilrettelegging for redning av husdyr	23
4.14	§ 11-16 Tilrettelegging for manuell slokking	23
4.15	§ 11-17 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap	24
5.	Fravik fra ytelsesnivå angitt i VTEK	26

VEDLEGG

Branntegninger utarbeidet av Rambøll Norge AS, datert 12.02.2018.

Brannteknisk analyserapport utarbeidet av Rambøll Norge AS, datert 12.02.2018.

FORKORTELSER SOM ER BENYTTET

ARK	Ansvarlig prosjekterende Arkitekt
LARK	Ansvarlig prosjekterende Landskapsarkitekt
RIB	Ansvarlig prosjekterende Byggeteknikk
RIBR	Ansvarlig prosjekterende Brannteknikk
RIE	Ansvarlig prosjekterende Elektrotekniske fag
RIV	Ansvarlig prosjekterende VVS-tekniske fag
RVA	Ansvarlig prosjekterende utvendige Vann og Avløpsanlegg
FOBTOT	Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn
SAK10	Byggesaksforskriften 2010
TEK17	Teknisk forskrift 2017
VTEK	Veiledning om tekniske krav til byggverk
BTA	Bruttoareal
BKL	Brannklasse
RKL	Risikoklasse

1. INNLEDNING

Rambøll Norge AS er engasjert av HENT AS for å utarbeide et brannkonsept for bruksendring av Hangaren på Lade i Trondheim, på vegne av Dolphin Eiendom AS som byggherre. Bygget er opprinnelig fra krigens dager (1940-), da brukt som flyhangar for de tyske styrkene, mens bygget i de senere år er brukt som lagerbygg. Nå planlegges det etablering av ny etasje og hvor virksomheten i de to etasjene vil være salgsareal (risikoklasse 5) for butikkene Jula, Power, XXL og Rusta.

Bygget er underlagt fredningsbestemmelser. På grunn av dette er det valgt å plassere byggverket i brannklasse 4. Brannsikkerheten er derfor verifisert ved analyse.

Brannkonseptet danner grunnlag for videre detaljprosjektering. For at tiltaket skal oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot brann, må ansvarlig prosjekterende for alle fag ivareta de ytelseskrav som er angitt. RIFs veileder ansvar for planlegging av brannsikkerhet - grensesnitt og ytelser fra 2013 legges til grunn.

1.1 Bemanning og kontroll

Dette brannkonseptet er utarbeidet av sivilingeniør Trond R. Sedeniussen. Internkontroll er gjennomført av sivilingeniør Dag Denstad. Begge er godkjent for prosjektering i tiltaksklasse 3. I tillegg har Rambøll benyttet egen spesialkompetanse for CFD-analyser og rømningssimuleringer. Disse er utført av sivilingeniør Kristian Hollevik og sivilingeniør Marius B. Andersen. Forutsetninger for sprinklerprosjektering-/utførelse er fastsatt med bistand fra prosjektingeniør Morten Restad.

Kontroller er dokumentert ved sjekklister og kontrollkopi. Rambøll Norges kvalitetssystem er sertifisert etter NS-EN ISO 9001 og NS-EN 14001.

1.2 Identifisering av tiltaket

*Byggherre: **Dolphin Eiendom AS***

*Oppdragsgiver: **HENT AS***

*Prosjektnavn: **Hangaren Lade***

*Bygningsnavn: **Hangaren***

*Adresse: **Haakon VIIIs gate 27***

*Gårds- og bruksnummer: **Ikke kjent***

*Beskrivelse av tiltaket: **Bruksendring***

*Særskilt brannobjekt: **Mest sannsynlig, avgjøres av Trondheim kommune***

1.3 Ansvarsoppgave i henhold til Byggesaksforskriften

Tiltakshaver: **Dolphin Eiendom AS v/ Arild Holten**

Ansvarlig søker (SØK): **Bergersen Arkitekter AS v/ Bodil A. Rian**

Brannteknisk prosjekterende (PRO RIBR): **Rambøll Norge AS**

Uavhengig kontrollerende av brannkonsept (KPR Brann): **Norconsult AS v/ Marianne Rønquist**

Tiltaksklasse for brannteknisk prosjektering: **Tiltaksklasse 3*)**

*) Brannteknisk prosjektering i tiltaksklasse 3 medfører krav til uavhengig kontroll.

1.4 Gjeldende regelverk

De branntekniske forhold reguleres av Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) av 1. juli 2009 nr. 71 med endringer. Videre fastlegges brannsikringsnivået av Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver av 14. juni 2002. Funksjonskrav til sikringsnivå stilles i Byggeteknisk forskrift 2017 (TEK17).

Veiledning til teknisk forskrift (VTEK) oppdateres jevnlig. I forbindelse med dette prosjektet er veiledning lastet ned fra www.dibk.no den 01.12.2017 lagt til grunn.

Følgende er angitt under Plan- og Bygningsloven (sist endret 1.7.2017) §31-2 Tiltak på eksisterende byggverk, 4. ledd:

«Kommunen kan gi tillatelse til bruksendring og nødvendig ombygging og rehabilitering av eksisterende byggverk også når det ikke er mulig å tilpasse byggverket til tekniske krav uten uforholdsmessige kostnader, dersom bruksendringen eller ombyggingen er forsvarlig og nødvendig for å sikre hensiktsmessig bruk. Kommunen kan stille vilkår i tillatelsen. Departementet kan gi forskrifter som nærmere regulerer kommunens adgang til å gi tillatelse etter leddet her.»

1.5 Dokumentasjonsform

Forskriftskrav er dokumentert ved hjelp av analytisk prosjektering grunnet plassering i BKL 4. Følgende er angitt i VTEK kap. 11 Innledning; *Analytisk brannteknisk prosjektering*

...

For byggverk i brannklasse 4, det vil si byggverk hvor konsekvensen ved brann kan bli meget stor for liv og helse, miljøet eller samfunnet generelt, må brannsikkerheten alltid dokumenteres ved analyse jfr. §11-3.

Risikoanalyse og komparativ analyse som gjennomføres i samsvar med NS3901:2012 og SN-INSTA/TS 950:2014 vil tilfredsstillende forskriftens krav til analyse av sikkerhet ved brann.

Følgende er angitt under §11-3 Brannklasser :

...

De preaksepterte ytelsene som er gitt i veiledningen kan likevel benyttes for byggverk i brannklasse 4 dersom ansvarlig prosjekterende dokumenterer at de er relevante og tilstrekkelige. Ved vurdering av behovet for sikkerhetstiltak ved brann må det blant annet tas hensyn til

- a. *Sannsynlige brannforløp (brannscenarier)*
- b. *Potensielle konsekvenser ved brann*
- c. *Byggverkets kompleksitet*
- d. *Om brannsikkerhetsstrategien er komplisert, for eksempel ved at det er mange tiltak som skal virke samtidig og som er avhengige av hverandre.*

Det henvises til analyserapport.

2. GRUNNLAG OG FORUTSETNINGER FOR BRANNTEKNISK PROSJEKTERING

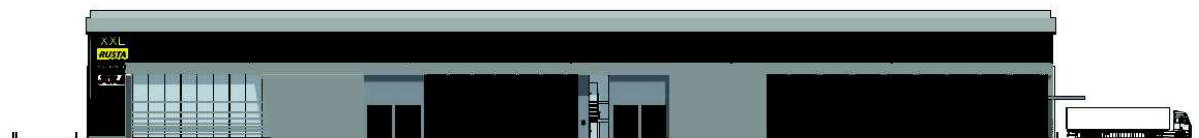
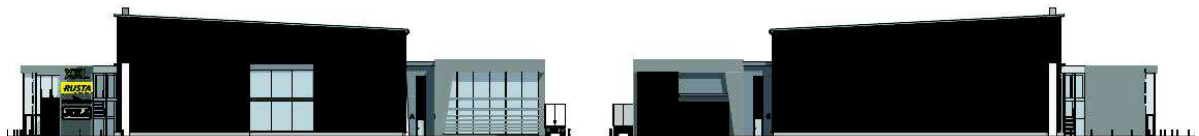
2.1 Grunnlagsdokumentasjon

Følgende dokumenter ligger til grunn for prosjekteringen:

Dokument	Utarbeidet av	Datert
Plantegning 1. etasje	Bergersen Arkitekter AS	07.02.2018
Plantegning 2. etasje	Bergersen Arkitekter AS	07.02.2018
Snitt	Bergersen Arkitekter AS	23.11.2017
Fasade	Bergersen Arkitekter AS	23.11.2017

2.2 Byggverkets bruk eller virksomhet

Ny bruk vil være salgslonale for virksomhetene XXL, Jula, Power og Rusta med en kjøpesenterutforming. Fasader er vist under:



2.3 Antall mennesker eller husdyr som byggverket er dimensjonert for

Tiltakshaver har gitt opplysninger om registreringer av personantall på tilsvarende butikker på Lade Arena i Trondheim. Det er tatt utgangspunkt i disse besøkstillene for normal personbelastning, samt det største registrerte personantallet pr time, multiplisert med 50 %.

Dette har gitt følgende personbelastning:

Normal bruk:

Etasje	Personbelastning	Fordeling
1. etasje	200 personer	Power 100 pers., Jula 100 pers.
2. etasje	300 personer	XXL 200 pers., Rusta 100 pers.

Spesielle arrangementer (nyåpning, black friday/black week, andre større salgsdager):

Etasje	Personbelastning	Fordeling
1. etasje	400 personer	Power 200 pers., Jula 200 pers.
2. etasje	900 personer	XXL 700 pers., Rusta 200 pers.

2.4 Arealer og antall etasjer

Etasje	Areal (BTA)	Tellende etasje
1. etasje	Ca. 6300 m ²	Ja
2. etasje	Ca. 5900 m ²	Ja

2.5 Brannenergi og eventuell særskilt risiko (for eksempel aktiviteter eller lagring av brannfarlige varer)

Byggforsk 321.051 Brannenergi i bygninger angir statistisk verdi for spesifikk variabel (mobil) brannenergi pr. gulvflate. Omregnet til brannenergi pr. omhyllingsflate er brannenergi i slike byggverk 50-400 MJ/ m².

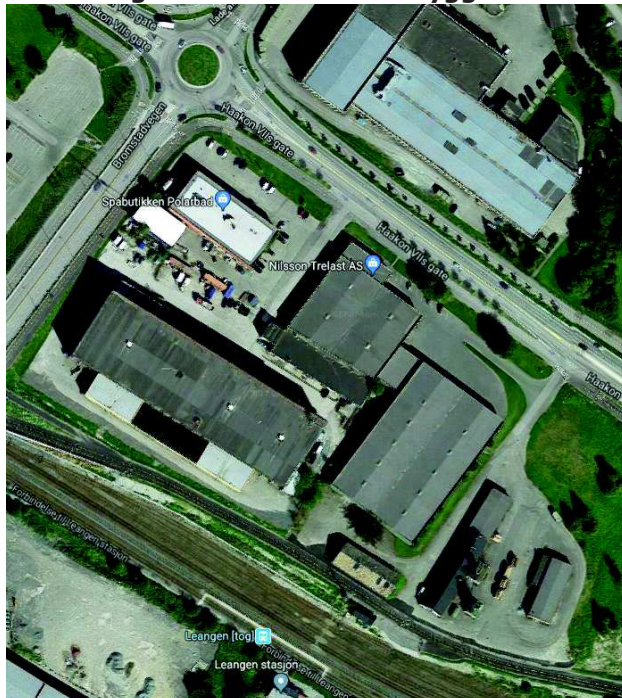
Det vil være forskjeller på brannbelastningen mellom de ulike leietakerne, fra elektriske artikler i Power og dels Jula, til klær og plastprodukter og andre brennbare produkter i XXL og Rusta.

I areal for Jula vil det oppbevares brannfarlige varer. Det forutsettes at lagring skjer i godkjente skap. Dersom væsketype og lagringsmengde tilsier at rom må utføres som egen branncelle, må dette etableres. Det forutsettes at dette fremkommer av leietakerspesifikasjon og at det håndteres av prosjekteringsgruppen.

XXL selger våpen og ammunisjon. Dersom leietakerspesifikasjon angir spesielle forhold for lagring av slikt, må dette ivaretas av prosjekteringsgruppen.

Dersom øvrige virksomheter omfatter oppbevaring og håndtering av brann- og eksplosjonsfarlig vare, må dette være i henhold til Brannvernloven. Eier må sørge for at det utarbeides egen risikoanalyse iht. krav i medhold av loven. Det må dessuten søkes om lagringstillatelse iht. DSBs regelverk.

2.6 Plassering i forhold til nabobebyggelse

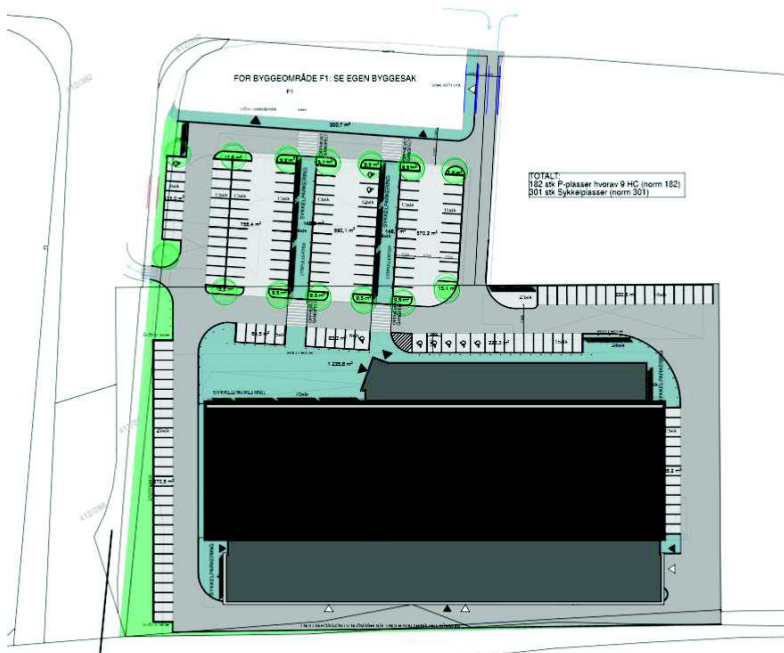


Avstander mellom Hangaren inklusive påbygde "sideskip" og nabobyggverk vil være over 8 m.

Grov oppmåling mellom Hangaren og trelastlager til Nilsson Trelast viser ca 20 m. Dette vil ikke endres fra dagens situasjon.

Satellittbilde til venstre er hentet fra google maps.

2.7 Tilgjengelighet og atkomst for brannvesenets høyderedskaper



Som ny situasjonsplan over viser, vil bygget være tilgjengelig på alle fire sider.

Gesimshøyde er i underkant av 9 m. Brannvesenets høydemateriell på min 28 meter, er derfor tilstrekkelig.

Innsatstid for brannvesenet er generelt beskrevet i Dimensjoneringsforskriften.

Tiltakets lokalisering faller inn under arbeidsområdet for Trøndelag brann- og redningsvesen IKS (TBRT). Forventet innsatstid er innenfor 10 minutter.

2.8 Eventuelle lokale rammebetingelser

Bygget er underlagt fredningsbestemmelser. Se eksterne og interne rammebetingelser i analyserapport.

2.9 § 11-2 Risikoklasse og § 11-3 Brannklasse

Det er risikoen for skade på liv og helse som legges til grunn når byggverk deles inn i risikoklasser. Risikoklassen bestemmes ut fra den virksomheten byggverket er planlagt for og de forutsetningene menneskene i byggverket har for å bringe seg selv i sikkerhet ved brann.

Brannklasse bestemmes ut fra hvilken konsekvens en brann i byggverket kan få. Konsekvensen er avhengig av bruken av bygningen (risikoklasse), størrelse og planløsning. Underliggende etasje må ifølge tekniske forskrift ha brannklasse minst som overliggende etasje.

Etasje	Virksomhet	Risikoklasse	Brannklasse
1. etasje	Salgsareal	5	4*
2. etasje	Salgsareal	5	4*

* Byggverket kunne preakseptert ha blitt plassert i brannklasse 2, utfra virksomhet i risikoklasse 5 og med to tellende etasjer. Det er imidlertid valgt brannklasse 4 utfra fredning og samfunnsmessig interesse. Som angitt under punkt 1.5 Dokumentasjonsform, åpner veiledningen likevel opp for at man kan legge til grunn preaksepterte ytelser, dersom de dokumenteres å være relevante og tilstrekkelige. Se vurdering av dette i analyserapport.

3. AVKLARINGER I SKISSEFASE

3.1 Oppsummering av arbeid utført i skissefase

Tekst i kapittel er oppdatert mht detaljfase.

I denne fasen er fastlegging av forutsetninger viktige. Ytelseskrav til konstruksjoner, materialer og installasjoner avhenger av hvilke forutsetninger som legges til grunn. Dersom det skulle vært lagt til grunn andre forutsetninger enn de som er angitt under kap. 2, må RIBR informeres.

Siden bygget er underlagt fredningsbestemmelser, hvorav blant annet eksisterende takkonstruksjon ikke kan oppgraderes (vesentlig), har fokuset vært på å få vurdert konsekvensene av dette. Vurderinger har vært med hensyn til personsikkerhet, verdisikkerhet og sikkerhet for rednings- og slokkemannskap.

Personsikkerheten er vurdert på bakgrunn av analyser av tilgjengelig rømningstid (CFD-analyse av røykspredning) og beregning av nødvendig rømningstid (simulert med Pathfinder).

For verdisikkerheten har avklaringer rundt bæresystem og sprinklerprosjektering/-utførelse vært sentralt. Se oppsummering av dette under kap. 3.3 og 3.4. Tilsvarende gjelder for tekniske fag. (kap. 3.5).

Under møtet med brannvesenet på stedet, den 12.12.2017, ble det orientert generelt om de faktiske forholdene ved bygget. Utdrag fra møtereferat er tatt inn under kap. 3.6.

3.2 Fredningsbestemmelser

Det vises til møte og befaring med byantikvar. Det er opplyst om at eksisterende takkonstruksjon skal bevares med mulig og at deler av fasader er underlagt fredningsbestemmelser. Byantikvar har opplyst om hva som tillates av tiltak.

3.3 Bæresystem

Det vises til RIBs notater for takkonstruksjonen. Oppsummert vil følgende inngå mht tiltak på bæresystemet:

Eksisterende bæresystem:

- Eksisterende hovedbæresystem av betongbuer og betongsøyler. Krav R60 anses oppfylt.
- Strekkstag i undergurt av buer. Krav R30 anses ikke oppfylt. Tiltak: Rengjøres, primes og brannmales til R30.
- Hengestag i betongbuer for takstoler. Krav R30 anses ikke oppfylt. Tiltak: Rengjøres, primes og brannmales til R30
- Eksisterende bæresystem i tak,
 - o Takstoler i tre: Forsterkes etter anvisning fra RIB til min. R30
 - o Stålf forbindelser rengjøres, primes og brannbeskyttes med brannmaling til R30
- For eksisterende yttertakskonstruksjon med taktro (t=30 mm), vil isolering mm tas fra oversiden. Takisolasjon må være ubrennbar.

Nytt bæresystem (dekke plan 2 inkl. understøttelse):

- Nytt hoved- og sekundærbæresystem må utføres med brannmotstand min. R60

Spesielt for eksisterende himling:

- Det må sørges for at himlingsoverflate/taktro er tett, slik at brann ikke spres til hulrom i konstruksjon (hulrom mellom bjelker over taktro). Hulrommet er opplyst å være delt med bjelker for hver 60 cm i bredde, men er kontinuerlig i lengderetning.
- Randsoner mellom yttervegger og tak/himling må tettes.
- Takisolasjon skal være ubrennbar. I felt over fagverk som skiller butikker i plan 2 skal hulrom oppdeles.
- Endelig løsning og detaljer fastsettes i samråd med ARK og TE.

3.4 Sprinkler

RIBR og RIS (begge Rambøll) har hatt internmøter i forhold til avklaringer rundt sprinkleranlegg. Følgende forutsetninger ligger til grunn for sprinklerprosjektering/-utførelse:

Sprinkler skal prosjekteres etter NS-EN 12845. Butikkarealer plasseres i fareklasse OH 3. Det forutsettes at butikkarealer ikke blir definert som lagerarealer, da butikkene har egne lager i sideskipene. I disse sideskipene er det maks lagerhøyde på 2,6m, overskrides dette må sprinkler oppgraderes til fareklasse HHS. Ved lagring av elektriske artikler er kravet til lagringshøyde i OH3 1,7 m. Det forutsettes da at det lagres maksimalt 50 m² per blokk og 2,4 m mellom hver blokk i disse lagrene.

Totalt areal for bygget er over 12000 m², hvilket betyr at vi må ha 2 kontrollventilsett. Dette vil også dekke mulig utvidelse til HHS i lager for økt lagringshøyde.

For sprinkling av butikklokalene brukes det et ordinært sprinkleranlegg i tak. For ekstra beskyttelse av undergurt (nedre del av fagverk) medtas egne sprinklerhoder. Disse hodene må monteres med skjerm for å fange opp røygasser, samt for å ikke bli nedkjølt av overliggende sprinklerhoder. Hodene som skal dekke undergurt må tilpasses fagverket, sentrert over undergurt.

Sprinkleranlegget monteres som et ringledningsanlegg for å redusere dimensjoner mest mulig.

Sprinkleranlegget må detaljprosjekteres i sin helhet i neste fase.

3.5 Tekniske fag

RIBR har hatt møter med VVS-entreprenør og Elektro-entreprenør for å avklare særlige forhold for deres fag.

Fra ventilasjonsentreprenør er det generelt medtatt to større og ett mindre ventilasjonsaggregater for hver butikk. XXL vil ha ytterligere ett aggregat. Grunnet potensiell risiko for brannstart i aggregater, utføres ventilasjonsrom som egne brannceller, selv om aggregater forsyner butikkene de står i/ved. Videre legges det opp til et såkalt «steng inne»-prinsipp, hvor det etableres motoriserte brannspjeld i kanaler som går inn og ut av ventilasjonsrommet. Gjennomføringer må branntettes med godkjent branntettemasse.

For elektro er det angitt behov for en ny trafo, og hvor trafoen er tenkt plassert i byggverket. Dette medfører at rom for trafo må etableres som en branncelle (brannmotstand avklares), og etableres med en avlastningsflate ut mot det fri (ikke mot rømningsvei). Utførelse må følge aktuelt REN-blad.

Tavlerom vurderes også å utgjøre en risiko som brannstartsted og skilles også ut som egne brannceller. Gjennomføringer må branntettes med godkjent branntettemasse.

3.6 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap

Det ble avholdt et orienteringsmøte med brannvesenet 12/12-2017. RIBR orienterte om hvilke tiltak som ble etablert for å bedre brannvesenets innsats. Oppsummert ble følgende diskutert:

- Oppgradering av bæresystem til R30.
- Avstand mot nabobyggverk (Nilsson Trelast) vil forbli uendret (ca 20 m)
- Vurdering av behov for ny brannkum ved jernbane.
- Brannalarmanlegg med direktevarsling til brannvesenet. Type deteksjon vurderes (evt. aspirasjon)
- Orienteringsplan, hvor bl.a. redusert brannmotstand på takkonstruksjonen fremkommer.
- Røykventilasjon som aktivt tiltak i slokkefase.
- Ikke behov for stigeledning

Det vises til utfyllende kommentarer i møtereferat som er oversendt brannvesenet.

4. BESKRIVELSE AV BRANNTEKNIISKE YTELSESKRAV

For at tiltaket skal oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot brann, må ansvarlig prosjekterende for alle fag ivareta de ytelseskrav som er angitt i dette kapitlet i sin detaljprosjektering.

Ytelseskravene er basert på forutsetninger og begrensninger fastlagt i kapittel 2. Paragrafhenvvisninger i dette konseptnotatet referer til veiledning til teknisk forskrift (VTEK).

Dersom forutsetninger endres underveis i prosjektet, kan det påvirke kravet til brannsikkerhetsnivå, slik at angitte ytelseskrav ikke lenger gir tilfredsstillende sikkerhet.

Endringer av forutsetninger eller endringer i prosjektet som berører brannkonseptet, skal ifølge Forskrift om saksbehandling meldes av Ansvarlig søker (SØK). Ansvarlig brannprosjekterende skal på bakgrunn av slike endringer revidere brannkonseptet.

Ytelseskrav angitt i dette kapitlet vil ledsages av branntegninger utarbeidet av RIBR.

4.1 Oversikt over branntekniske tegninger

Dokument	Dato	Revisjon
Branntegning 1. etasje	01.02.2018	0
Branntegning 2. etasje	01.02.2018	0

4.2 § 11-4 Bæreevne og stabilitet

Bygninger skal prosjekteres og utføres slik at bygningene som helhet og hver enkelt del har tilfredsstillende sikkerhet med hensyn til bæreevne og stabilitet ved brann.

I tabell nedenfor er preaksepterte ytelser som oppfyller forskriftens funksjonskrav redegjort for. Dokumentasjon og beregning av bæreevne ved brann skal utføres av RIB. Underliggende konstruksjoner skal ha minst samme brannmotstand som overliggende konstruksjoner. Det forutsettes at bæresystem, takkonstruksjoner og etasjeskillere minimum tilfredsstiller de gitte krav i tabell under. Brannmotstand må dokumenteres for alle konstruksjonselementer.

Branntekniske ytelseskrav		Ansvar
Bæresystem generelt	R 60 [B 60]	RIB
Bæresystem fagverk	R 30 [B 30]	
Trappeløp	R 30 [B 30]	
Utvendig trappeløp, beskyttet mot flammepåvirkning og strålevarme	-	
Evt. utkragede bygningsdeler, inngangsparti o.l. må ha forsvarlig innfesting for å hindre nedfall som kan skade rednings- og slökkemannskapene og deres materiell under førsteinnsatsen.		

Vurdering:

Se oppsummering under kap. 3.3. Viser for øvrig til RIB for dokumentasjon av alle bærekonstruksjoner.

For dokumentasjon av fravik; se analyserapport.

4.3 § 11-5 Sikkerhet ved eksplosjon

Det er kjent at det skal oppbevares brann- og eksplosjonsfarlige varer i bygget. Dette må skje i henhold til *Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff* samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen. Det må dessuten søkes om lagringstillatelse iht. DSBs regelverk.

Følgende ytelser gjelder:

- Rom hvor det kan forekomme fare for eksplosjon, må være egne brannceller.
- Rom hvor det kan forekomme fare for eksplosjon, må ha minst en trykkavlastningsflate for å sikre mot skader på personer og byggverket for øvrig.
- Avlastet tykk må ledes bort i sikker retning.
- Trykkavlastningsflater må ikke plasseres i takflater og lignende med mindre de dokumenteres at snølast ikke er til hinder for avlastningsflatens funksjon.
- Bærende og branncellebegrensende bygningsdeler må om nødvendig forsterkes for å opprettholde rømningsveier funksjon og forhindre spredning av brann til andre brannceller.

Trafo må etableres i tråd med gjeldende REN-blad. *Siden RIBR ikke har mottatt informasjon om type og størrelse på trafo, er denne på branntegning vist med konstruksjoner REI120-M A2-s1,d0 [A120]. Det er også vist en sikkerhetssone utenfor trafo med radius 5 meter. Dette må verifiseres av RIE.*

4.4 § 11-6 Tiltak mot brannspredning mellom byggverk

Faren for spredning av brann fra en bygning til en annen er normalt til stede når avstanden mellom bygningene er mindre enn 8,0 m.

Vurdering:

Avstand mot nabobyggverk er over 8 meter. Avstand mot tomtegrense forutsettes å være min. 4 meter.

Avstand mot Nilsson Trelast er ca 20 m. Siden eksisterende avstand ikke endres og sikkerhetsnivået i Hangarn økes vesentlig, vurderes ikke forholdet ytterligere.

4.5 § 11-7 Brannseksjoner

Byggverk skal deles opp i brannseksjoner slik at brann innen en brannseksjon ikke gir urimelig store økonomiske eller materielle tap. En brann skal, med påregnelig slukkeinnsats, kunne begrenses til den brannseksjonen der den startet.

Vurdering:

Det er ikke krav om intern seksjonering da bygget etableres med automatisk slukkeanlegg med tillatt arealstørrelse 10 000 m² pr etasje.

4.6 § 11-8 Brannceller

Byggverk skal deles opp i brannceller på en hensiktsmessig måte. 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.

Brannceller skal være slik utført at de forhindrer spredning av brann og branngasser til andre brannceller i den tid som er nødvendig for rømning og redning.

Branntekniske ytelseskrav - brannceller	Ansvar
Rom som utgjør egen branncelle	
Rom som må skilles ut som egne brannceller er: <ul style="list-style-type: none"> • Trapperom (foruten internt trapp ved hovedinngang)* • Øvrige rømningsveier (se arealer skravert med grønnfarge på brannplaner) • Tekniske rom (Ventilasjonsrom, eltavler etc) • Trafo • Installasjonssjakter • Lagerrom inkl. lastesoner • Våpenrom og ammunisjonsrom i XXL 	ARK
*Jfr. VTEK regnes butikker som ligger med inngang fra felles inngang som ett	

Branntekniske ytelseskrav - brannceller		Ansvar
<p>salgslokale. Butikker inngår i samme store branncelle med åpen forbindelse ved felles inngangsparti. Imidlertid skal etasjeskiller mellom plan 1 og 2 utføres branncellebegrensende for å hindre at en brann lett kan spres mellom etasjene. Selv om hovedinngang ikke skilles ut som egen branncelle, skal utførelse mht overflater/kledninger og ledesystem, samt begrensninger i lagring, være som for rømningsvei.</p> <p>Vegg mellom leietakere i plan 2 må kun føres opp til samme høyde som undergurt på takfagverk. Kravet til åpenhet er stilt for å sikre et størst mulig røykvolum i plan 2.</p> <p>Det henvises for øvrig til branntegninger som viser den branntekniske inndelingen og krav til dører, luker og vinduer.</p>		
Tekniske installasjoner skal ikke svekke brannmotstanden til branncellebegrensende bygningsdeler.		RIE / RIV
Vegger og etasjeskillere		
Branncellebegrensende konstruksjon generelt	EI 60 [B 60]	ARK
Branncellebegrensende konstruksjon rundt våpenrom og rom med brannfarlig vare.	EI 60 A2-s1,d0 [A 60]	
Dører og luker		
Generelt skal dører i branncellebegrensende vegg utføres med samme brannmotstand som veggen, dvs. minimum EI ₂ 60-S _a [B 60]. Evt. luker til sjakter skal også ha brannmotstand EI 60-S _a . Dører ifm rømningsvei kan ha brannmotstand EI ₂ 30-S _a [B30]. Dører ifm trapperom må ha selvlukker (C).		ARK
Vindu i branncellebegrensende konstruksjon		
Vindu som skjermer mot utvendig rømningsvei ved bitrapp i vest aksepteres med EW30. Rømning er ferdigstilt i god tid før kritiske forhold oppstår, ref. CFD- og rømningssimuleringer. Forholdet vurderes ikke videre.		ARK
Trapperom		
<p>Krav om trapperom Tr2. Bitrapperom må utføres som Tr2, alternativt Tr1 dersom plan 1 ikke har forbindelse med trapperom. Dersom plan 1 har utgang til bitrapperom, må det etableres sluse i forkant av trapperommene i plan 1.</p> <p>Sluse i plan 2 kan utelates siden det ikke er rømning forbi etasjen i motsetning til plan 1, og hvor en barriere anses tilstrekkelig som beskyttelse mot evt. varmestråling. Ved brann i plan 2 ved trapperom, vil rømningsvei ikke bli benyttet, og branncelleskillet være intakt. Fare for inntregning av røyk inn til trapperom anses dermed tilstrekkelig ivaretatt.</p>		ARK
Interentrapp		
Trapp i hovedinngang utføres som interentrapp.		ARK
Rullebånd		
Rullebånd for personbefordring <i>kan</i> være del av fluktvei eller rømningsvei hvis det beveger seg i fluktretning, eller stoppes automatisk ved brannalarm. Rullebånd er forutsatt benyttet som del av rømningsvei og forutsettes stoppet ved brannalarm.		ARK

4.6.1 Forebygging av utvendig brannspredning mellom brannceller i ulike plan

Branntekniske ytelseskrav – Utvendig spredning		Ansvar
Vertikal brannspredning mellom brannceller		
Bygningen skal fullsprinkles. Ingen problemstilling.		ARK
Horisontal brannspredning mellom brannceller		
Bygningen skal fullsprinkles. Ingen problemstilling.		ARK
Forebygging av brannspredning via kaldt loft eller oppforet tak som ikke er egen branncelle		
Ingen problemstilling i forhold til at takkonstruksjonen er åpen mot plan 2 og at bygningen fullsprinkles.		ARK

4.7 § 11-9 Materialer og produkters egenskaper ved brann

Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at sannsynligheten for at brann skal oppstå, utvikle og spre seg er liten. Det skal tas hensyn til byggverkets bruk og nødvendig tid for rømning og redning.

Materialer og produkter skal ha egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Det skal legges vekt på mulighet for antennelse, hastigheten av varmeavgivelse, røykproduksjon, utvikling av brennende dråper og tid til overtenning.

Overflater og kledninger må tilfredsstille tabellen under.

Branntekniske ytelseskrav – Materialer og produkters egenskaper ved brann		Ansvar
Overflater i brannceller som ikke er rømningsvei		
Overflater på vegger og i himling/tak i branncelle inntil 200 m ²	D-s2,d0 [In 2]	ARK
Overflater på vegger og i himling/tak i branncelle over 200 m ²	B-s1,d0 [In 1] *)	
Overflater i sjakter og hulrom	B-s1,d0 [In 1]	
Overflater i brannceller som er rømningsvei		
Overflater på vegger og i himling/tak	B-s1,d0 [In 1]	ARK
Overflater på gulv	D _{fl} -s1 [G]	
Kledninger		
Kledning i brannceller inntil 200 m ² som ikke er rømningsvei	K ₂ 10 D-s2,d0 [K2]	ARK
Kledning i branncelle over 200 m ² som ikke er rømningsvei	K ₂ 10 B-s1,d0 [K1] *)	
Kledning i branncelle som er rømningsvei	K ₂ 10 A2-s1,d0 [K1-A]	
Kledning i sjakter og hulrom	K ₂ 10 A2-s1,d0 [K1-A]	ARK
Utvendige overflater generelt		
Overflater på ytterkledning	D-s3,d0 [Ut 2] **)	ARK
Taktekking Taktekking av ett-sjikt duk/folie	B _{ROOF} (t2) [Ta] B-s3,d0	
Isolasjonsmaterialer		
Isolasjon må generelt tilfredsstille klasse A2-s1,d0 [ubrennbar/begrenset brennbar], med mindre konstruksjonselementet oppfyller kravet til brannmotstand		ARK

Branntekniske ytelseskrav – Materialer og produkters egenskaper ved brann	Ansvar
<p>og isolasjonen er utført på en slik måte at den ikke bidrar til brannspredning. I praksis betyr det at hver eneste del av isolasjonen dekkes til, mures eller støpes inn. Isolasjonen må ikke gå gjennom branncellebegrensende konstruksjoner.</p> <p>Takisolasjon skal være ubrennbar.</p>	
Nedforet himling i rømningsvei	
<ol style="list-style-type: none"> Himling må tilfredsstillende klasse A2-s1,d0 [In1 på begrenset brennbart underlag] og ha et opphengssystem med dokumentert brannmotstand minst 10 minutter for den aktuelle eksponering, eller Himling må bestå av kledning som tilfredsstillende klasse K₂10 A2-s1,d0 [K1-A]. Overflater og kledninger i hulrom over himlingen må ha minst like gode branntekniske egenskaper som overflatene og kledningene i rømningsveien for øvrig. 	ARK

Vurdering:

Nye overflater og kledninger skal tilfredsstillende tabellen ovenfor.

*) Eksisterende overflate og kledning i takkonstruksjon er behandlet som fravik i analyserapport.

**) Deler av eksisterende ytterkledning er underlagt fredningsbestemmelser og skal bevares.

Siden fasade ellers består av til dels store glasspartier, byggverket kun er i to etasjer, bygget fullsprinkles og brannvesenet har kjørbar adkomst på alle fire sider, aksepteres generelt bruk av ytterkledning med overflate D-s3,d0 uten videre vurderinger. Det medtas imidlertid krav om ubrennbar ytterkledning ved oppstillingsplasser for varetransport og containere på fasade sør. Materialer i hulrom bak ytterkledning må ha samme branntekniske egenskaper som for ytterkledningen.

Se for øvrig analyserapport.

4.8 § 11-10 Tekniske installasjoner

Tekniske installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at installasjonen ikke øker faren vesentlig for at brann oppstår eller at brann og røyk sprer seg.

Installasjoner som er forutsatt å ha en funksjon under brann, skal være slik prosjektert og utført at deres funksjon opprettholdes i 60 minutter. Dette omfatter også nødvendig tilførsel av vann, strøm eller signaler som er nødvendig for å opprettholde installasjonens funksjon.

4.8.1 Ventilasjonsanlegg

Branntekniske ytelseskrav - Ventilasjonsanlegg	Ansvar
<p>Ventilasjonsanlegg må utføres slik at de ikke bidrar til brann- og røykspredning i kanalnettet eller på grunn av utettheter mellom kanal og bygningsdelen kanalen går igjennom, eller brannspredning pga varmeledning i kanalgodset.</p> <p>Materialer må tilfredsstillende A2-s1,d0 med unntak av små komponenter som ikke bidrar til spredning av brann.</p> <p>Grunnet få brannceller, utstyres ventilasjonskanaler med motoriserte brannspjeld som lukker ved deteksjon. Aggregater må derfor stoppe ved brannalarm. Tilsvarende gjelder om det detekteres røyk i inntakskanal.</p> <p>Se for øvrig avklaring med VVS-entreprenør.</p>	RIV

4.8.2 Kjøkkenavtrekk

Branntekniske ytelseskrav – Spesielt for kjøkkenavtrekk	Ansvar
Avtrekksskanaler fra kjøkkenen må utføres med brannmotstand EI30 A2-s1,d0 helt til utblåsningsrist, evt. føres i egen sjakt med min. samme brannmotstand.	RIV
Kjøkkenavtrekk må ha fettfilter, og avtrekksskanalene må kunne rengjøres i hele sin lengde for å redusere faren for antennelse og brann.	

4.8.3 Vann og avløpsrør, sentralstøvsugeranlegg o.l.

Branntekniske ytelseskrav – Vann og avløpsrør, sentralstøvsugeranlegg o.l.	Ansvar
Rørgjennomføringer i brannskillende konstruksjoner må ha dokumentert brannmotstand med følgende unntak: <ul style="list-style-type: none"> - Plastrør med ytre diameter til og med 32 mm kan føres gjennom branncelleskiller når det tettes rundt rørene med tettemasse. Tettemasse må være klassifisert for den aktuelle bruken og ha samme brannmotstand som konstruksjonen for øvrig. - Støpejernsrør med ytre diameter til og med 110 mm kan føres gjennom murte og støpte konstruksjoner når det tettes rundt rørene med tettemasse, eller støpes rundt og konstruksjonen har tykkelse minst 180 mm. Tettemasse må være klassifisert for den aktuelle bruken og ha samme brannmotstand som konstruksjonen for øvrig. Avstanden fra røret til brennbart materiale må være minst 250 mm. 	RIV

4.8.4 Rør og kanalisolasjon

Rør- og kanalisolasjon kan bidra til rask brannspredning og produksjon av store mengder røyk. Følgende ytelser må derfor minst være oppfylt:

Branntekniske ytelseskrav – Rør og kanalisolasjon		Ansvar
Dersom den samlede eksponerte overflaten av isolasjonen utgjør mer enn 20 % av tilgrensende vegg- eller himlingsflate/takflate, må isolasjonen tilfredsstille klasse A2L-s1,d0 [ubrennbar eller begrenset brennbar] eller ha minst samme klasse som de tilgrensende overflatene.		RIV
Dersom den samlede eksponerte overflaten av isolasjonen utgjør mindre enn 20 % av tilgrensende vegg- eller himlingsflate/takflate gjelder følgende:		
Rør- og kanalisolasjon	C _L -s3,d0 [PII]	
Rør- og kanalisolasjon i rømningsvei	B _L -s1,d0 [PI]	

4.8.5 Elektriske installasjoner

Branntekniske ytelseskrav – Elektriske installasjoner	Ansvar
Kabler må ikke legges over nedforet himling eller andre hulrom i rømningsvei med mindre <ol style="list-style-type: none"> a. kablene representerer liten brannenergi (mindre enn 50 MJ/lm), eller b. kablene er ført i egen brannklassifisert sjakt EI60, eller c. himlingen har brannmotstand EI60, eller d. hulrommet er sprinklet. 	RIE

4.8.6 Tekniske gjennomføringer

Branntekniske ytelseskrav – Tekniske gjennomføringer	Ansvar
Installasjoner (elektro-, rør- og ventilasjonstekniske anlegg) som føres gjennom branncellebegrensende konstruksjoner og seksjoneringsvegger må ikke svekke konstruksjonens brannmotstand. Alle gjennomføringer i brannklassifiserte konstruksjoner tettes med klassifiserte produkter, med minst samme brannmotstand som konstruksjonen for øvrig. Arbeidet utføres iht. godkjente monteringsanvisninger.	RIV og RIE

4.8.7 Funksjon under brann

Installasjoner som skal ha en funksjon under brann, må ha tilfredsstillende og sikker strømtilførsel i den tiden installasjonen skal fungere.

Branntekniske ytelseskrav – Funksjon under brann	Ansvar
Strømforsyning til installasjoner som skal ha en funksjon under brann og slokking må sikres ved: <ul style="list-style-type: none"> - ved at kabler legges i innstøpte rør med overdekning minimum 30 mm, eller - ved at det brukes kabler som beholder sin funksjon/driftsspenning minimum 60 minutter. - Beskyttet av automatisk slokkeanlegg 	RIE RIV

4.9 § 11-11 Generelle krav om rømning og redning

Byggverk skal prosjekteres og utføres for rask og sikker rømning og redning. Det skal tas hensyn til personer med funksjonsnedsettelse.

Den tiden som er tilgjengelig for rømning, skal være større enn den tiden som er nødvendig for rømning fra byggverket. Det skal legges inn en tilfredsstillende sikkerhetsmargin.

Bygningen skal ha slik form og innredning at varsling, rømning og redning kan skje på en rask og effektiv måte.

Vurdering:

Preakseptert ytelse for bredde mellom salgsreoler er minimum 0,9 m.

Det må tilrettelegges slik at rømning kan skje gjennom lange reolrekker, slik at lengde på fluktvei reduseres.

Porter mellom hovedinngang og butikkarealer må gå i åpen stilling ved brannalarm for å sikre innsatsforhold.

4.10 § 11-12 Tiltak for å påvirke rømnings- og redningstider

Avhengig av bygningens størrelse, persontall og risikoklasse stilles det krav om aktive brannsikringstiltak. Dette er tiltak som ved sin funksjon er med på enten å øke den tilgjengelige rømningstiden eller redusere tiden som er nødvendig for å rømme fra byggverket.

Samspelet mellom de aktive brannsikringstiltakene og de passive brannsikringstiltakene gjør at man oppnår en tilfredsstillende sikkerhetsmargin mellom nødvendig og tilgjengelig rømningstid.

4.10.1 Automatisk slokkeanlegg

Branntekniske ytelseskrav – Automatisk slokkeanlegg	Ansvar
Det stilles krav om automatisk slokkeanlegg etter NS-EN 12845.	RIV/RIS
Det vises til kap. 3.4 vedr. forutsetninger og til RISprinkler.	

Branntekniske ytelseskrav – Automatisk slokkeanlegg	Ansvar

4.10.2 Deteksjon og varsling av brann

Utstyr for tidlig oppdagelse av brann omfatter utstyr for deteksjon og varsling. Utstyr for deteksjon og varsling må være tilpasset bruken og brukerne av byggverket.

Branntekniske ytelseskrav - Deteksjon og varsling av brann	Ansvar
<p>Det stilles krav om heldekkende brannalarmanlegg kategori 2 med direktevarsling til nødalarmsentral.</p> <p>Akustiske signalgivere må suppleres med optiske signalgivere i:</p> <ol style="list-style-type: none"> de deler av byggverk som er åpent for publikum jfr. §12-5 fjerde ledd fellesarealer og rom med arbeidsplasser i arbeidsbygninger jfr. §12-5 femte ledd rom som er universelt utformet i samsvar med §12-7 femte ledd bad og toalett utformet i samsvar med §12-9 annet og tredje ledd <p>Brannalarmanlegget må ha talevarsling. Utløst sprinkler utløser brannalarm.</p> <p>Det må legges inn et robust deteksjonssystem som minimerer risikoen for feilalarmer. Det må kontrolleres om eksisterende aspirasjonssystem kan videreføres og utvides.</p> <p>Brannalarmanlegg må tilfredsstillere NS3960 og NS-EN 54-serien.</p>	RIE

4.10.3 Ledesystem

Branntekniske ytelseskrav - Ledesystem	Ansvar
<p>Det stilles krav til ledesystem.</p> <p>Det skal være markeringsskilt over alle utganger til og i rømningsvei og fluktvei (i store og uoversiktlige brannceller).</p> <p>Rømningsmerking skal være synlig og lesbar fra alle steder i rømningsveien. Avhengig av skiltstørrelse og kontrastforhold.</p> <p>Ledesystemet må fungere i minst 60 minutter etter utløst brannalarm eller bortfall av kunstig belysning (strømbrudd).</p> <p>Ledesystem som prosjekteres og utføres etter NS3926 vil tilfredsstillere forskriftens krav til ledesystem. Ledesystemet må omfatte ledelinjer i form av lavtsittende komponenter på golv eller vegg som omfattes kontinuerlig i hovedtrapp, bitrapperom og i rømningskorridorer fra butikkarealer (grønnskrevete arealer på brannplan). Det vurderes ikke nødvendig med ledelinjer i salgslokaler grunnet klare gangsoner i butikkarealer som fluktvei. Ledelinjer vil også begrense ønsket fleksibilitet i slagsarealer mht møblering.</p> <p>For nøddlys vises det til NS-EN 1838. Kravene i de to forskriftene bør sees i sammenheng. Ledesystem og nødbelysning bør prosjekteres slik at installasjonene samlet sett gir de beste forutsetningene.</p>	RIE

4.10.4 Røykventilasjon

Branntekniske ytelseskrav – Røykventilasjon	Ansvar
<p>«Hovedskipet» har i dag termiske røykluker og overlys. Disse vil erstattes av mekaniske røykvifter. Jfr. utførte CFD-analyser vil avtrekksmengde 240 000 m³/h (12 vifter à 20 000 m³/h) være tilstrekkelig. Tilluftsareal (dører og luker i fasader) må være ca 42 m².</p> <p>Styring av røykventilasjon:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Røykventilasjon skal aktiveres automatisk, dog etter sprinklerutløsning. - Tilluftsarealer (dører* og luker**) åpnes først for å skape undertrykk. Åpningstid normalt mellom 30-60 sekunder. Dører regnes å være åpnet pga rømning. - Viftene starter samtidig med åpning av tilluftsåpning, men vil først ha full effekt etter ca 90 sekunder. - Røykventilasjon må kunne overstyres av brannvesen. Styringspanel må etableres i hovedinngang ved brannmannspanel. <p>* Med dører menes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hovedinngang (hovedinngang, sideutganger) – tot. 12 m² - Dører bitrapperom (4 stk med bredder hhv. 2x1,5 m, og 2x1,2 m) – tot. 10,8 m² <p>** Med luker menes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Luker i fasade i plan 2 (ved inngang Rusta) – tot. 19,2 m² <p>Optimalisering av røykventilasjon med andre tilluftspunkter kan verifiseres i videre detaljfase.</p> <p>Ikke krav til røykventilering av trapper eller installasjonssjakter.</p>	<p>ARK, RIB, RIV</p>

4.10.5 Merking av installasjon for rømnings- og redningsinnsats

Branntekniske ytelseskrav – Merking av installasjon for rømnings- og redningsinnsats	Ansvar
<p>Branntekniske installasjoner som har betydning for rømnings- og redningsinnsats skal være tydelig merket.</p>	<p>RIV og RIE</p>

4.10.6 Evakueringsplan

Det skal foreligge evakueringsplaner i bygget før dette tas i bruk.

Branntekniske ytelseskrav – Evakueringsplan	Ansvar
<p>En evakueringsplan er en plan som skal sikre at alle personer i byggverket kommer seg til sikkert sted før kritiske forhold oppstår. Evakueringsplanen skal være tilpasset det enkelte byggverk, bruk, virksomhet og enkeltpersoner som har behov for assistanse. En evakueringsplan må blant annet omfatte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prosedyrer for rapportering av brann og andre situasjoner som krever evakuering - Beskrive hvilke omstendigheter eller situasjoner som krever evakuering - Beskrivelse av kommandolinjer for intern organisasjon - Oppgavebeskrivelser for personer som har en rolle under evakueringen, inklusive de som skal assistere personer som har behov for hjelp til å komme ut av byggverket. Oppgavebeskrivelsen må være definert med hensyn til personer med ulike typer funksjonsnedsettelse. Det kan være behov for 	<p>BH</p>

Branntekniske ytelseskrav – Evakueringsplan	Ansvar
<p>spesielt utstyr som vil gjøre evakuering av personer med nedsatt funksjonsevne lettere og raskere.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Plan for øvelser. Øvelsene må være realistiske med hensyn til assistert rømning. – Rømningsplaner inngår som en del av en evakueringsplan, og er tegninger som viser planlagte fluktveier og rømningsveier og utganger, og plassering av slokkeutstyr og manuelle brannmeldere. Rømningsplaner er beregnet for personer som oppholder seg i bygget og inneholder ofte også en kort branninstruks, symbolliste og en markering for "Her står du". 	

4.11 § 11-13 Utgang fra branncelle

Branntekniske ytelseskrav – utgang fra branncelle	Ansvar
Generelt	
<p>Fra branncelle skal det minst være én utgang til sikkert sted, eller utganger til to uavhengige rømningsveier. Med sikkert sted menes det i denne sammenheng utgang til det fri. To uavhengige rømningsveier kan være to trapperom med separate utganger. Det aksepteres også én utgang til rømningsvei som har to alternative rømningsretninger som fører videre til uavhengige rømningsveier eller sikre steder.</p>	ARK
Avstand i brannceller (fluktvei)	
<p>Avstanden i branncelle til nærmeste utgang skal i RKL 5 ikke overstige 30 m (maksimal fluktvei).</p> <p><i>Avstander til utganger/trapperom er lengre enn 30 meter fra enkelte steder. Jfr. utførte CFD-analyser og rømningssimuleringer er personer evakuert før kritiske forhold oppstår. Se analyserapport.</i></p>	ARK
Krav til dører	
<p>Dører som skal anvendes til rømning skal prosjekteres og utføres slik at man sikrer rask rømning og forhindrer fare for oppstuvning. Minstrekraft til fri bredde på dør til rømningsvei er 1,2 m bredde og 2,0 m høyde (13M).</p> <p><i>For å sikre tilstrekkelige utgangsbredder for personbelastning, er følgende rømningsbredder fastsatt:</i> Hovedtrapp: 1,2 m Rullebånd: 2x1,2 m Bitrapp øst og vest: 2x1,5 m Bitrapp sør: 2x1,2 m</p> <p><i>Det henvises til rømningssimuleringer.</i></p> <p>Dør skal slå ut i rømningsretningen. Dør til rømningsvei kan likevel slå mot rømningsretningen dersom det ikke er fare for oppstuvning ved rømning. Med et lite antall personer menes inntil 10.</p> <p>Krav til maksimal åpningskraft: 30 N. Dette fordrer normalt dørautomatikk i hovedrømningsvei hvor det er selvlukkende dører (jfr. § 12.15).</p> <p>Dør til rømningsvei kan være låst når byggverket har brannalarmanlegg og låsesystemet åpnes automatisk ved alarm. I tillegg må det være tydelig merket knapp for manuell åpning av døren. Det kan aksepteres inntil 10 sekunder tidsforsinkelse på den manuelle åpningsmekanismen.</p>	ARK og RIE

Branntekniske ytelseskrav – utgang fra branncelle	Ansvar
Dør til rømningsvei skal ha et låsesystem som gjør det mulig å vende tilbake dersom rømningsveien skulle være blokkert.	
Vindu som rømning	
Det vil være aktuelt med vindusrømning fra administrasjonsarealer (RKL 2) på fasade syd, både i plan 1 og 2, se brannplaner. Krav til vindusåpning er H=min. 0,6 m, B= min. 0,5 m, Sum H+B=min. 1,5 m. Med høyde inntil 5,0 m over planert terreng, er det ikke behov for særskilt tilrettelegging. Med høyde inntil 7,5 m over planert terreng, må det etableres stige med ryggboyle (finnes også som utfellbare).	ARK
Rømning fra brannceller med sporadisk personopphold	
Utganger fra brannceller skal føre til rømningsvei eller direkte til det fri. Det tillates derimot at det fra brannceller med sporadisk personopphold rømmes gjennom annen branncelle. Med branncelle for sporadisk opphold menes det rom der personer oppholder seg av og til i kortere tid. Dette kan være lagerrom, boder og tekniske rom uten faste arbeidsplasser. For at rømningen skal foregå raskt og sikkert, må fluktveien være oversiktlig, ha god merking og belysning og det må ikke foregå brannfarlig aktivitet i nabobranncellen.	ARK

4.11.1 Rømningsstrategi

Rømning fra 1. etasje:

Begge butikker har utgang til fellesareal og ut via hovedinngang. Alternativt via to utgangsdører (via trapperom) direkte til det fri på baksiden.

Rømning fra 2. etasje:

Begge butikker har utgang til fellesareal og ut via hovedinngang. Alternativt via fire trapperom på baksiden.

Det vises til brannplaner og rømningssimuleringer i analyserapport.

4.12 § 11-14 Rømningsveier

Branntekniske ytelseskrav - rømningsveier	Ansvar
Generelt	
Rømningsvei skal på oversiktlig og lettfattelig måte føre til sikkert sted. Den skal ha tilstrekkelig bredde og høyde og være utført som egen branncelle for rask og effektiv rømning.	ARK
Lengde på rømningsvei	
Avstand fra dør i branncelle med utgang til nærmeste trapp eller utgang til sikkert sted må være maksimum 30 meter hvor det finnes flere trapper eller utganger eller 15 meter hvor det kun finnes bare én trapp eller utgang.	
Utforming av rømningsvei	
Fri bredde på rømningsvei skal være minimum 1,2 m. <i>NB! Se §11-13 vedr. dørbredden. Krav om hhv. 1,8 m/2,4 m fri bredde i rømningsvei dersom personantall skal opprettholdes.</i>	ARK
Krav til dører	
Krav til dører i rømningsvei må minst være som for dører til rømningsvei (§11-13 –	ARK

Brann tekniske ytelseskrav - rømningsveier	Ansvar
<p>Utgang fra branncelle), i tillegg gjelder følgende:</p> <p>Dør i rømningsvei må lett kunne åpnes uten nøkkel slik at den er enkel å bruke for alle personer med slagretning sammenfallende med rømningsretningen.</p> <p>Dør skal slå ut i rømningsretning, og må kunne åpnes med ett grep.</p> <p>Dør til rømningsvei skal ha et låsesystem som gjør det mulig å vende tilbake dersom rømningsveien skulle være blokkert.</p> <p>Automatiske skyvedører, rotasjonsgrind, dør med dørautomatikk eller dør med annet elektromagnetisk åpne- og lukkesystem som ikke har brann- eller røykskillende funksjon, for eksempel dør til det fri, kan benyttes som dør i rømningsvei dersom døren har sikker funksjon ved bortfall av strøm, og</p> <p>a. byggverket har brannalarmanlegg og døren ved alarm eller strømbrydd åpnes automatisk til den bredde som er nødvendig, eller</p> <p>b. døren manuelt kan føres til åpen stilling.</p>	
Utforming av trapperom	
Fri bredde i rømningsstrapper må være som for rømningsvei generelt.	ARK

4.13 § 11-15 Tilrettelegging for redning av husdyr

Ikke aktuelt for tiltaket.

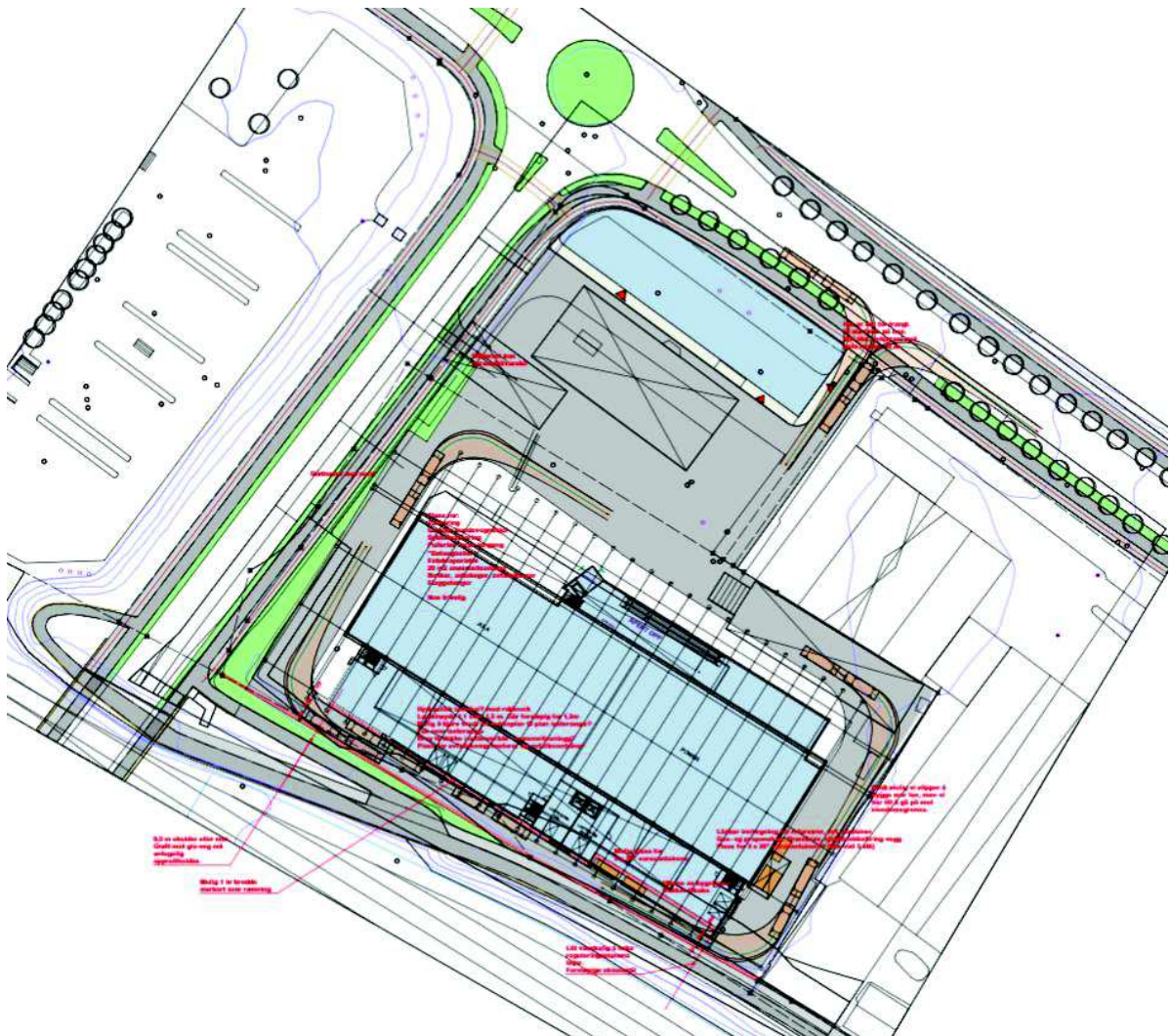
4.14 § 11-16 Tilrettelegging for manuell slokking

Brann tekniske ytelseskrav – tilrettelegging for manuell slokking	Ansvar
<p>Byggverket skal være tilrettelagt for effektiv manuell slokking av brann.</p> <p>I eller på alle byggverk der brann kan oppstå, skal det være manuelt brannsløkkeutstyr for effektiv slokkeinnsats i brannens startfase. Brannsløkkeutstyr må være plassert slik at brukerne lett kan finne fram til det og kunne ha mulighet til å slokke branntilløp i startfasen før det utvikler seg til en større brann.</p> <p>Bygget må ha brannslanger. Ved tekniske rom og i lastesoner må det suppleres med håndsløkkeapparater. Antall og dekningsområde av brannslanger og håndsløkkeapparater må være slik at alle rom i hele byggverket dekkes. Maksimalt uttrekk på brannslange er 30 m.</p> <p>Håndsløkkeapparater kan være pulverapparater på minimum 6 kg med ABC-pulver, eller skum- og vannapparater på minimum 9 liter eller på minimum 6 liter og med effektivitetsklasse minst 21A etter NS-EN 3-7 Brannmaterieell - Håndslukkere Del 7: Egenskaper, ytelseskrav og prøvingsmetoder.</p> <p>For brannslanger vises det til NS-EN 671-1: 2012 Faste brannsløkkesystemer – Slangesystemer – Del 1: Slangetrommel med formstabil slange.</p> <p>RIV må kvalitetssikre endelig plassering og antall av brannslanger/håndsløkkeapparater.</p>	RIV
<p>Stedene hvor manuelt sløkkeutstyr er plassert skal være tydelig markert med skilt. Skiltene bør være etterlysende (fotoluminiserende) eller belyst med nødlis. Tilvisningsskilt for sløkkeutstyr må stå på tvers av ferdselsretningen. For materieell som krever bruksanvisning, skal denne finnes på eller ved materiellet, også på de</p>	ARK

Branntekniske ytelseskrav – tilrettelegging for manuell slokking	Ansvar
mest aktuelle fremmedspråk. Merking må være i henhold til NS-ISO 3864.	

4.15 § 11-17 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap

Branntekniske ytelseskrav – Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskaper	Ansvar
Generelt	
Byggverk skal plasseres og utformes slik at rednings- og slokkemannskap, med nødvendig utstyr, har brukbar tilgjengelighet til og i byggverket for rednings- og slokkeinnsats.	ARK
Tilgjengelighet til byggverket	
Det må etableres nøkkelboks i tilknytning til hovedangrepsvei. Det må være tilrettelagt for kjørbart adkomst helt frem til hovedinngang og brannvesenets angrepsvei.	ARK
<i>Jfr. sit.plan er det kjørbart adkomst til alle fire sider. Se neste side.</i>	



4.15.1 Tilgjengelighet i byggverket sjakter og hulrom

Branntekniske ytelseskrav – Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskaper	Ansvar
Tilgjengelighet i byggverket	
Sjakter og hulrom må være tilgjengelige for inspeksjon. Sjakter må sikres tilgjengelighet via luke i bunn og topp. Hulrom over nedforet himling må sikres gjennom luker, nedfellbare elementer etc.	ARK

4.15.2 Installasjoner for rednings- og slokkemannskap utenfor byggverket

Branntekniske ytelseskrav – Installasjoner for rednings- og slokkemannskap utenfor byggverket	Ansvar
Kommunen må sørge for at den kommunale vannforsyningen fram til tomtegrense i tettbygd strøk, er tilstrekkelig til å dekke brannvesenets behov for slokkevann. I boligstrøk o.l. hvor spredningsfaren er liten er det tilstrekkelig at kommunens brannvesen disponerer passende tankbil. Vannforsyningen må være min. 50 l/s fordelt på to uttak. RIVA må sjekke løsninger for ny brannkum på nord- og sørsiden av bygget. Avstandskrav for brannkum er 25-50 m fra hovedangrepsvei.	RIVA

4.15.3 Merking av installasjoner for rednings- og slokkemannskap

Branntekniske ytelseskrav – Merking av installasjoner for rednings og slokkemannskap	Ansvar
Tekniske installasjoner skal merkes slik at rednings- og slokkepersonell får informasjon så effektivt som mulig, og dermed kan utføre sine oppgaver raskt. Det forutsettes montert orienteringsplaner ved brannsentral/ brannvesenets angrepspunkt v/inngang i 1. etasje. Orienteringsplaner skal inneholde nødvendig informasjon om brannskillende bygningsdeler, rømnings- og angrepsveier, slokkeutstyr, branntekniske installasjoner (alarm- og slokkeanlegg brannvernleder og annet viktig personell samt oversikt over særskilte farer i sammenheng med brann og ulykker). <i>O-plan må også merkes med redusert brannmotstand på takkonstruksjoner.</i>	ARK

4.15.4 Sikring mot nedfall av bygningsdeler

Branntekniske ytelseskrav – Sikring mot nedfall av bygningsdeler.	Ansvar
Eventuelle vinduer, fasadeplater og utkragede bygningsdeler bør festes med ubrennbare festemidler for å hindre nedfall som kan skade rednings- og slokkepersonell.	RIB

5. FRAVIK FRA YTELSESnivÅ ANGITT I VTEK

Følgende fravik er identifisert:

- Brannmotstand på takkonstruksjonen
- Materialbruk (overflater og kledninger) i takkonstruksjonen, deler av ytterkledning
- Lengde på fluktveier
- Samlede utgangsbredden

Fravik er dokumentert i analyserapport.

VEDLEGG 8:

Brannteknisk risikoanalyse
«Hangaren Lade»

Beregnet til
Byggherre, TE, Uavhengig kontrollør

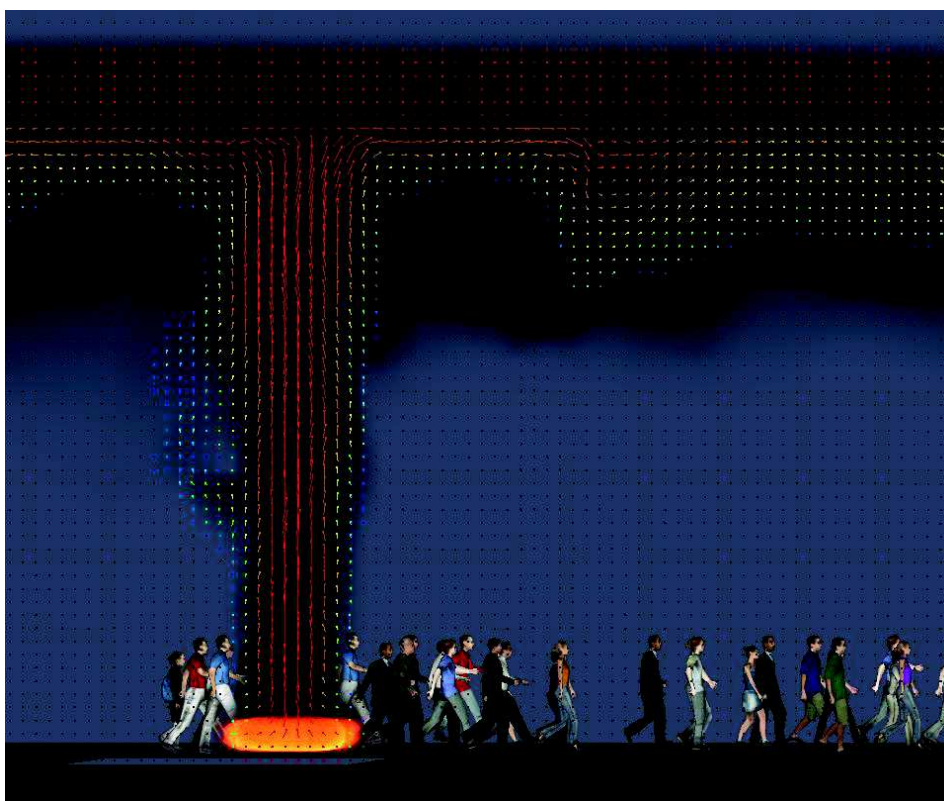
Dokument type
Analyserapport

Dato
12.02.2018

Revisjon
1

Oppdragsnummer
1350026124

HANGAREN LADE BRANNTEKNISK RISIKOANALYSE



Revisjon **1**
Dato **12.02.2018**
Utført av **Trond R. Sedeniussen, Kristian Hollevik (CFD) og
Marius B. Andersen (rømnings-simuleringer)**
Kontrollert av **Dag Denstad**
Godkjent av **Dag Denstad**
Beskrivelse **Brannkonsept**
Oppdragsnr. **1350026124**
Oppdragsgiver **HENT AS**

Ref. M:\2017-OPPDRAK\1350026124 HANGARN LADE\7-PROD\F-
BRANN_SIKKERHET\DOK\ANALYSE\1350026124 HANGARN LADE - BRANNTEKNISK ANALYSE -
REV1.DOCX

SAMMENDRAG

Rambøll Norge AS er engasjert av HENT AS for å utarbeide et brannkonsept for bruksendring av Hangaren på Lade i Trondheim. Bygget er opprinnelig fra krigens dager (1940-), da brukt som flyhangar for de tyske styrkene, mens bygget i de senere år er brukt som lagerbygg. Nå planlegges det etablering av ny etasje og hvor virksomheten i de to etasjene vil være salgsareal (risikoklasse 5) for butikkene Jula, Power, XXL og Rusta.

Bygget har fredningsbestemmelser. På grunn av dette er det valgt å plassere byggverket i brannklasse 4. Brannsikkerheten er derfor verifisert ved analyse.

I denne rapporten er det vurdert hvilke ytelseskrav i brannklasse 2 som anses som relevante og tilstrekkelige. Videre beskrives forutsetninger og resultater fra CFD-analyse og rømnings simuleringer. Risikoanalysen følger oppbygning etter *NS3901 Krav til risikovurdering av brann i byggverk*.

REVISJONER

Versjon	Dokument	Dato	Kommentar
Rev 0	Brannteknisk analyse	1/2-2018	Sendt KPR Brann
Rev 1	Brannteknisk analyse	12/2-2018	Korrigert etter KPR Brann. Utgave hvor endringer er markert er arkivert.

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Innledning	4
2.	Vurdering av relevans og tilstrekkelighet	5
3.	Risikoanalyse	8
3.1	Orientering	8
3.2	Rammebetingelser	8
3.3	Planlegging	8
3.4	Risikoanalyse	13
3.5	Risikoevaluering	23
4.	Dokumentasjon av fravik	24
4.1	Brannmotstand takkonstruksjon	24
4.2	Materialbruk	24
4.3	Lengde på fluktvei	24
4.4	Samlede utgangsbredden	24
5.	Visualisering av simuleringer	25

1. INNLEDNING

Rambøll Norge AS er engasjert av HENT AS for å utarbeide et brannkonsept for bruksendring av Hangaren på Lade i Trondheim, på vegne av Dolphin Eiendom AS som byggherre. Bygget er opprinnelig fra krigens dager (1940-), da brukt som flyhangar for de tyske styrkene, mens bygget i de senere år er brukt som lagerbygg. Nå planlegges det etablering av ny etasje og hvor virksomheten i de to etasjene vil være salgsareal (risikoklasse 5) for butikkene Jula, Power, XXL og Rusta.

Bygget er underlagt fredningsbestemmelser. På grunn av dette er det valgt å plassere byggverket i brannklasse 4. Brannsikkerheten er derfor verifisert ved analyse.

Krav til dokumentasjon

Følgende er angitt i VTEK kap. 11 Innledning; *Analytisk brannteknisk prosjektering*

...

For byggverk i brannklasse 4, det vil si byggverk hvor konsekvensen ved brann kan bli meget stor for liv og helse, miljøet eller samfunnet generelt, må brannsikkerheten alltid dokumenteres ved analyse jfr. §11-3.

Risikoanalyse og komparativ analyse som gjennomføres i samsvar med NS3901:2012 og SN-INSTA/TS 950:2014 vil tilfredsstillende forskriftens krav til analyse av sikkerhet ved brann.

Følgende er angitt under §11-3 Brannklasser :

...

De preaksepterte ytelsene som er gitt i veiledningen kan likevel benyttes for byggverk i brannklasse 4 dersom ansvarlig prosjekterende dokumenterer at de er relevante og tilstrekkelige. Ved vurdering av behovet for sikkerhetstiltak ved brann må det blant annet tas hensyn til

- a. Sannsynlige brannforløp (brannscenarioer)*
- b. Potensielle konsekvenser ved brann*
- c. Byggverkets kompleksitet*
- d. Om brannsikkerhetsstrategien er komplisert, for eksempel ved at det er mange tiltak som skal virke samtidig og som er avhengige av hverandre.*

I denne rapporten er det vurdert hvilke ytelseskrav i brannklasse 2 som anses som relevante og tilstrekkelige. Videre beskrives forutsetninger og resultater fra CFD-analyse og rømnings simuleringer. Risikoanalysen følger oppbygning etter NS3901 *Krav til risikovurdering av brann i byggverk.*

2. VURDERING AV RELEVANS OG TILSTREKKElighet

I tabellen under oppsummeres funksjonskrav i TEK, og hvor preaksepterte ytelser i BKL 2 vurderes opp mot relevans og om de er tilstrekkelige. I siste kolonne er prosjektert ytelse angitt:

TEK	Preaksepterte ytelser	Vurdering av relevans og tilstrekkelighet	Prosjektert ytelse
§11-1 Sikkerhet ved brann	Generelle krav til brannsikkerhet	Ingen spesifikke ytelseskrav	VTEK følges
§11-2 Risiko-klasser	Virksomheter skal plasseres i risikoklasser i samsvar med §11-2 tabell 1.	Salgsareal plasseres i risikoklasse 5.	VTEK følges
§11-3 Brann-klasser	Byggverk hvor konsekvensen ved brann kan bli særlig stor for liv og helse, miljøet eller samfunnet generelt skal plasseres i brannklasse 4	Bygget er fredet, og det er vurdert at en brann kan gi store konsekvenser. Fredningen setter begrensninger for hvilke tiltak som kan etableres for enkelte bygningsdeler.	Bygget plasseres i BKL 4.
§11-4 Bæreevne og stabilitet	Hoved- og sekundærbærende bygningsdeler skal ha brannmotstand R60 [B60].	Grunnet fredning er det ikke tillatt å oppgradere takkonstruksjonen fullstendig. Forskriftskrav til hovedbæresystem i BKL 4 er dimensjonering for et fullstendig brannforløp, slik dette kan modelleres.	Eksisterende takkonstruksjon er opplyst å tilfredsstille R30 [B30] med mindre forsterkning som tillates. Løsning verifiseres mht rømning og redning. For nye bærende elementer vil VTEK følges.
§11-5 Eksplosjon	Rom hvor det kan forekomme fare for eksplosjon må utgjøre egen branncelle, ha avlastningsflate og evt. annen særskilt sikring	Dersom dette er aktuelt, vil ytelser i VTEK være relevant og tilstrekkelige uavhengig av brannklasse.	VTEK følges
§11-6 Brannspredning mellom byggverk	Avstand mellom byggverk skal være 8,0 m.	Over 8 m til nabobygg. Mindre enn 25 m fra trelastlager	VTEK følges Eksisterende forhold (avstand ca 20 m) avklart med brannvesenet
§11-7 Brannseksjoner	Brannseksjoner med spesifikk brannenergi 50-400 MJ/m ² omhyllingsflate kan være opp til 10 000 m ² pr etasje når bygget utstyres med sprinkleranlegg.	Ytelsen er relevant og tilstrekkelig uavhengig av brannklasse.	VTEK følges. Areal er ca 6300 m ² pr etg. Bygget utstyres med sprinkleranlegg. Plan 2 tilrettelegges også med røykventilasjon.

TEK	Preaksepterte ytelser	Vurdering av relevans og tilstrekkelighet	Prosjekttert ytelse
§11-8 Brannceller	Rom som har forskjellig bruk/virksomhet og/eller brannenergi må normalt være egne brannceller.	I VTEK angis hvilke rom som må være egne brannceller. Når flere salgslokaler ligger med felles inngang, regnes de som ett salgsklokale. Ytelsen er relevant og tilstrekkelig uavhengig av brannklasse.	VTEK følges generelt. Salgslokaler vil inngå i en og samme branncelle. Rom med risiko for brann (for eksempel tekniske rom etc) vil skilles ut som egne brannceller uavhengig av hva de forsyner. Dette er krav utover VTEK.
§11-8 Branncelle- begrensende konstruksjoner	Branncellebegrensning i BKL 2 skal tilfredsstillende EI60 [B60]. Dører skal ha tilsvarende brannmotstand.	60 min brannmotstand er tilstrekkelig mht person- og verdisikkerhet, samt restverdirendning. Ytelsen vurderes relevant og tilstrekkelig. Rom som utføres som brannceller vil følge ytelseskrav.	VTEK følges.
§11-8 Trapperom	Byggverk i RKL 5 med < 8 etasjer skal ha minst to trapperom Tr2.	Uavhengig av brannklasseinndeling er utforming av trapperom relevant. Imidlertid vurderes det tilstrekkelig med Tr1 dersom plan 1 ikke har forbindelser til trapperom.	Grunnet åpen branncelle over to plan og planløsning, vurderes fravik fra VTEK. Intertrapp ved hovedinngang og Tr1-trapperom som sekundære rømningsveier.
§11-9 Overflater og kledninger	Overflate på ytterkledning: B-s3,d0 [Ut1] Overflater i bc < 200 m ² : D-s2,d0 [In2] Overflater i bc > 200 m ² : B-s1,d0 [In1] Overflater i rømningsvei: B-s1,d0 [In1] Kledning i bc < 200 m ² : K ₂ 10 D-s2,d0 [K2] Kledning i bc > 200 m ² : K ₂ 10 B-s1,d0 [K1] Kledning i rømningsvei: K ₂ 10 A2-s1,d0 [K1-A] Isolasjon: Generelt A2-s1,d0	Ytterkledning er fredet og vil monteres etter etterisolering av vegg. Overflater i bc vil generelt ha min. B-s1,d0. Overflate i tak hovedskip vil være eks. trekledning som er fredet. Kledninger for øvrig vil være i tråd med VTEK, da ytelser vurderes å være relevante og tilstrekkelige.	Ytterkledning fraviksbehandles. Overflate og kledning i tak fraviksbehandles. Øvrige overflater og kledninger vil følge VTEK.
§11-10 Tekniske installasjoner	Generelle ytelser for ventilasjonsanlegg og øvrige tekniske installasjoner	Ytelser vurderes å være relevante og tilstrekkelige.	VTEK følges. Utførelse av ventilasjon vil følge «steng inne»-prinsipp.
§11-11 Generelle krav om rømning og redning	Generelle ytelser for sikker rømning	Ytelser vurderes å være relevante og tilstrekkelige.	VTEK følges.

TEK	Preaksepterte ytelser	Vurdering av relevans og tilstrekkelighet	Prosjektert ytelse
§11-12 Tiltak for å påvirke rømnings- og redningstider	Sprinkleranlegg etter NS-EN12845 type OH3. Heldekkende brannalarmanlegg etter NS3960. Ledesystem etter NS3926. Ikke krav til røykventilasjon.	Ytelser vurderes dels å være relevante og tilstrekkelige.	Automatisk sløkkeanlegg som komp. for arealgrenser, åpen branncelle over flere plan og komp. for redusert brannmotstand bæring. Ekstra sprinklerbeskyttelse av undergurt. Brannalarm etableres med direkte varsling til brannvesenet. Ledesystem etableres. Det vil etableres røykventilasjon i tak over plan 2, med manuell utløsning for utlufting av brann- og røygasser. Et tiltak som er utover krav i VTEK.
§11-13 Utgang fra branncelle	Utgang til sikkert sted, eller utganger til uavhengige rømningsveier. Maks. 30 m fluktvei. 1 cm pr person ved dim. av fri bredde. Utgangsbredde min. 1,2m. Se også dører under §11-14.	Ytelser mht antall utganger er relevante. Ytelser mht utgangsbredden er ikke tilstrekkelige mht personbelastning.	Rømning dokumenteres med analyser for tilgjengelig og nødvendig rømningstid. Utgangsbredden er hhv. 2,4m og 3x1,8m; gir 1,56 cm pr pers i normal bruk, 0,6 cm pr pers under spes.bruk.
§11-14 Rømningsvei	Krav til dører til og i rømningsvei; Dørbredden, åpningskraft, tilbakerømning, nattlås, automatiske dører etc. Samtidig rømning. Rømningsbredde min. 1,2m.	For dørspesifikasjon er ytelser relevante.	Rømning dokumenteres med analyser for tilgjengelig og nødvendig rømningstid.
§11-15 Husdyr	Ikke relevant		
§11-16 Tilrettelegging for manuell sløkking	Brannslanger Håndsløkkeapparater Merking	Ytelser vurderes å være relevante og tilstrekkelige.	VTEK følges
§11-17 Tilrettelegging for rednings- og sløkke-mannskap	Adkomst, tilgjengelighet, vannforsyning, o-plan	Ytelser vurderes å være relevante og tilstrekkelige.	Viser til eget møtereferat. Brannvesen er orientert om, og har gitt aksept for, redusert bl.a. brannmotstand på tak.

3. RISIKOANALYSE

3.1 Orientering

Det er valgt å plassere byggverket i brannklasse 4 pga fredningsbestemmelser. Av den grunn foretas en risikoanalyse av de deler av byggverket hvor preaksepterte ytelser i brannklasse 2 ikke kan legges til grunn. Dette gjelder;

1. Byggets bæresystem for tak
2. Materialbruk tak og ytterkledning
3. Lengde på fluktveier
4. Samlede utgangsbredder

Fravik vedr. materialbruk er behandlet i kap. 5.

3.2 Rammebetingelser

3.2.1 Eksterne rammebetingelser

Bruksendring som i utgangspunktet må følge dagens regelverk, er ikke forenelig med kravet om å ivareta det autentiske uttrykket i bygget hva gjelder det unike bæresystemet.

Bygget er underlagt fredningsbestemmelser, og byantikvar har definert hva som har verneverdi og hva som må bevares. Det er krevd at opprinnelige bærekonstruksjoner beholdes i størst mulig grad, med blant annet dagens eksponering. Dette gjelder spesielt trykkbuer i betong, takfagverk i skurlast og fasadekledning i tre. RIB og RIBR har hatt en tett dialog i forhold til å oppgradere fagverkene til R30, samtidig med dagens krav til snø- og vindlaster. Nødvendig forsterkning skjer med tre- og stålforbindinger som må tilpasses eksisterende trekonstruksjoner på en måte slik at det opprinnelige uttrykket beholdes så langt som mulig.

Det er gjennomført egen befaring og møte med Trøndelag brann- og redningstjeneste IKS hvor kravene fra byantikvar er presentert. Krav om bevaring vil begrense brannvesenets tilgjengelig innsatstid for slokking og restverdisikring.

Analysen bevisstgjør og forener rammebetingelser fra byantikvar og brann- og redningspersonell.

3.2.2 Interne rammebetingelser

Byggherre er kjent med byggverkets antikvariske begrensninger og har ønsket å finne løsninger som tilfredsstillende kravet om å bevare det autentiske.

De preliminære CFD-analysene viste at det var et behov for å ha et størst mulig åpent røykvolum. Dette betinger at skillekonstruksjoner mellom leietakere i plan 2 ikke kan føres høyere enn til fagverkens undergurt. Leietakere er inneforstått med denne klausulen.

3.3 Planlegging

3.3.1 Mandat

Målsettingen med risikoanalysen er å verifisere at person- og verdisikkerheten er ivaretatt innenfor de eksterne og interne rammebetingelser som er angitt, slik at byggverket kan bruksendres til kjøpesenter.

3.3.2 Organisering

Analysearbeidet er utført av Rambøll ved:

- Sivilingeniør MRIF Dag Denstad, Oppdragansvarlig
- Sivilingeniør Trond R. Sedeniussen, Oppdragsleder brann, brannkonsept og analyse
- Branningeniør Kristian Hollevik, CFD-analyse
- Sivilingeniør Marius B. Andersen, rømningssimuleringer

3.3.3 Problem- og målformulering

Utfordringen har vært å finne praktiske måter å forsterke takfagverket på som samsvarer med de krav som fredningsmyndighetene har satt. Dette har krevd et nært samarbeid med ansvarlig rådgiver for konstruksjonssikkerhet og sprinklerrådgiver, i tillegg bruk av avanserte simuleringeverktøy (CFD).

3.3.4 Valg av analysemodell

Siden det ikke finnes referansebyggverk for dette bygget, er det valgt å utføre brann- og røyksimuleringer (CFD) og rømningssimuleringer for å verifisere at person- og verdisikkerheten er ivaretatt på en akseptabel måte.

CFD-analysen danner et beslutningsgrunnlag for nødvendige aktive brannverntiltak. I dette ligger vurdering av temperaturpåvirkning på takkonstruksjoner av tre og stål, samt vurdering av røykspredning i forhold til rømningssikkerhet (tilgjengelig rømningstid). Rømningssimuleringer som er utført, danner grunnlaget for å finne nødvendig rømningstid.

3.3.5 Valg av analysemetoder og beslutningskriterier

Rammebetingelsene fra kap. 4.2.1/2 definerer hvilke beslutningskriterier som her må velges, i forhold til krav til takkonstruksjon og krav til utforming.

3.3.6 Forenklinger

Standardens gjennomføringsmodell for risikoanalyse er fulgt uten fravik.

I forbindelse med CFD-analyse er modell forenklet til kun å omhandle plan 2, da dette vurderes å være konservativt med hensyn til direkte og indirekte påvirkning på takkonstruksjonen og for røykspredning.

Initierende CFD- og rømningssimuleringer ble utført før møbleringsplaner var klare. Geometrien for disse simuleringene var begrenset til et stort volum.

I de siste simuleringene er møbleringsplaner tatt inn, dog noe forenklet til mht utstillinger og skillevegger, men uten at det påvirker resultater.

3.3.7 Datagrunnlag

Eksisterende konstruksjoner er visuelt kontrollert og oppmålt, og lagt til grunn for beregninger i forbindelse med forsterkninger. Eksisterende stålforbindinger er ikke testet, men RIB har i sine beregninger tatt hensyn til en antatt lav stålkvalitet (ST37).

For personantall er det fra tiltakshaver gitt opplysninger fra registreringer på tilsvarende butikker i nærområdet (Lade Arena).

CFD-analyser utføres med programmet FDS 6.5.3. For grafisk fremstilling av resultater benyttes Smokeview 6.4.4 og Pyrom viewer.

Evakueringsforholdene er vurdert ved hjelp av programmet Pathfinder 2017 som er utviklet av Thunderhead Engineering, USA.

3.3.8 Igangsetting av analysen

Deltakere er gjennom felles oppstartsmøte gjort kjent med analysens formål.

Forutsetninger som er vurdert å være gjeldende:

- Det er medtatt utplassering av sprinkler (grid min. 2 m og maks 4 m). Utløser ved 68°C.
- Det er medtatt initielle simuleringer med røykventilasjon med avtrekk hhv. termisk 24 m² og mekanisk 240' m³/h), og tilluftsareal 42 m². Aktiveres ved 15 min., dvs etter brannvesenets ankomst og avklart angrepsmåte.
- De siste simuleringene er kjørt med automatisk idriftsettelse av røykventilasjon, men da først etter sprinklerutløsning i tak.
- Inndata CFD-analyse følger BBRAD3 («Boverkets allmänna råd om analytisk dimensjonering av byggnaders brandskydd»)

- Brannegenskaper følger anbefalinger i BIV-veileder
 - o Forbrenningsvarme – 20 MJ/kg
 - o Sotverdi – 0,1 g/g (sprinklet areal)
 - o CO-verdi – 0,1
 - o Kjemisk sammensetning av brensel – C=4.56, H=6.56, O=2.34 (kjøpesenter med sportsutstyr, verktøy etc)

- Branneffekt (t2-brann, rask brannvekst) med sprinkler 3,2 MW, uten sprinkler 25 MW. Brannutvikling følger en rask brannvekst inntil sprinkler utløses. Branneffekt holdes konstant etter sprinklerutløsning. Ved å legge til grunn BBRAD gis en konservativ effekt pr kvm, sammenlignet med HO-3/2000.

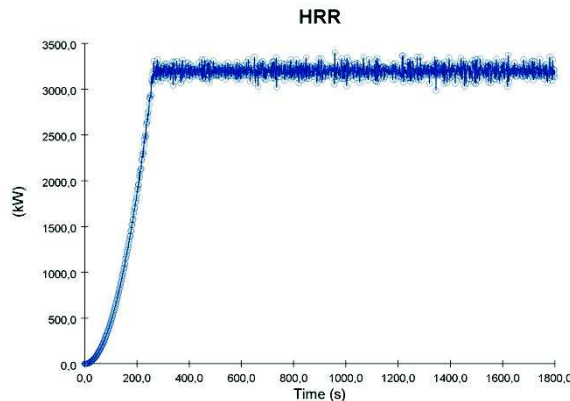
Branneffekt med sprinkler:

Brannareal lik ca 3,24 m²

HRRPUA- 988 kW/m² fra BIV (HO-melding angir 500 kW/m²)

HRR – 3,2 MW

Modellert HRR:



Aktivering av sprinkler ved oppnådd utløsningstemperatur (68°C). Beregnet med håndberegninger etter <http://www.molinelli.org/DetAct.aspx>.

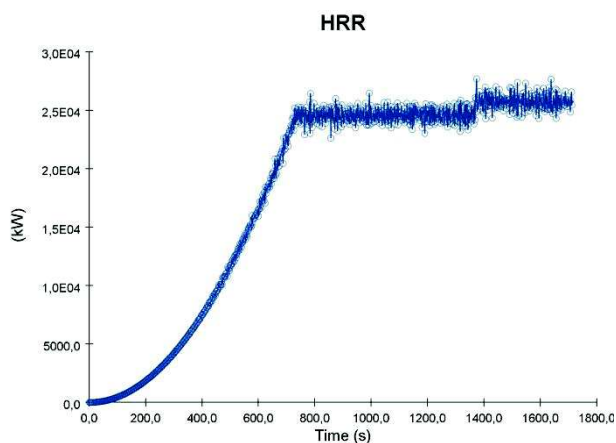
Branneffekt uten sprinkler (worst case):

Rask brannvekst opp til 25 MW. BBRAD angir 10 MW som dimensjonerende brann i forsamlingslokaler. Siden XXL er en stor butikk med en stor andel av brennbare produkter, er det valgt en konservativ branneffekt (tilsvarende en bussbrann) for å fremvise et worst case scenario ved sprinklersvikt.

Brannareal lik ca 25 m²

HRRPUA – 1000 kW/m² (Spread rate)

Modellert HRR:



- Gridstørrelser

$$D^*/dx = 4 < D^*/dx < 16$$

- 0,4mx0,4mx0,4m celler
- 0,2mx0,2mx0,2 m celler (nær brannen)
- 0,1mx0,1mx0,1 m celler (nær brannen)

- Når vi har simulert hele modellen for å se på sikt, har vi benyttet et større grid. Dette er en konservativ tilnærming da større grid vil føre til lavere røyktemperatur og dermed et lavere røyksjikt.
- Når vi har simulert temperatur på undergurt og fagverk har det vært benyttet en mindre modell, med finere grid. Dette fører til høyere temperatur i brann og røyk for å se at fagverket blir eksponert for en realistisk temperatur.

- Brannscenarier:

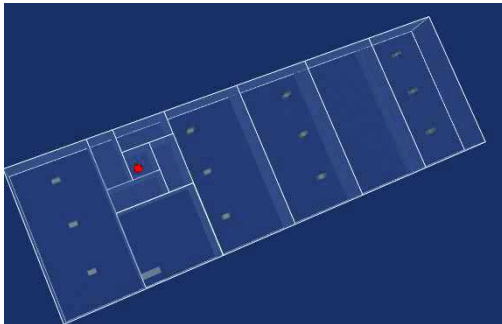
- Under et enkelt fagverk
- Midt i mellom to fagverk
- Brannen er plassert et stykke til venstre i modellen
- Brannen er plassert midt i modellen

- Simuleringstid:

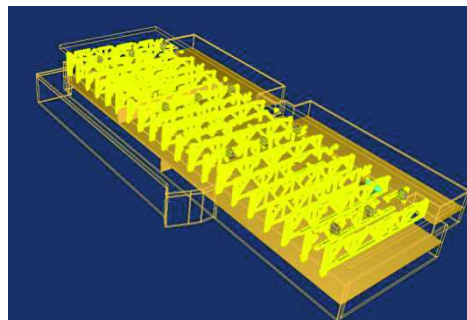
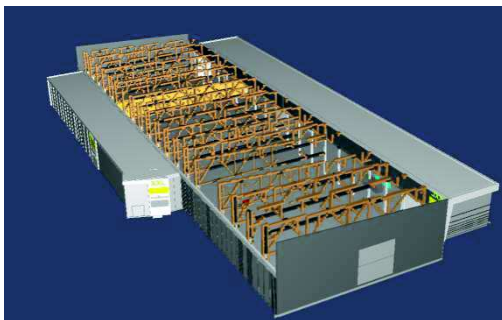
- 460s, 600s, 900s, og 1800 s avhengig av scenario som er simulert.

- Oppbygning av modell:

Modellen ble bygget med et grid som vist figuren under. Det er stort sett lagt celler i flere mindre mesh rundt brannen. Videre er modellen bygget på flere like store mesh med større celler.



Arkitektmodellen ble import fra 3d-DWG underlag, som vist på figuren under. Deler av bygget ble fjernet fra FDS-modellen, da det oppstod små glipper som fører til høye lufthastigheter i simuleringene. Dette tåler ikke FDS, da det kun egnert seg til å beregne lave hastigheter.



Fagverket ble isolert ut fra modellen, og gjort om til «blocks», og BDNF ble satt på. Videre ble BDNF fjernet fra alle andre objekter i modellen. For å sikre en tett modell ble det bygget et skall på arkitektunderlaget, se figuren under.

- Rømnings simulering:

Deteksjonstid:

Deteksjonstid er definert som tiden det tar fra brannen starter til den oppdages, sanses eller detekteres.

Brannen er definert som en rask brann (0.047 kW/s^2) og har derfor en brannvekst på 150 sekunder iht. Melding HO-3/2000. Melding HO-3/2000 tabell 7-3 sier videre at en brann ved takhøyde på 9 m og røykdetektorer har en deteksjonstid på 1,5 minutter.

Simuleringer fra FDS anslår en deteksjonstid mellom 30 - 60 sekunder.

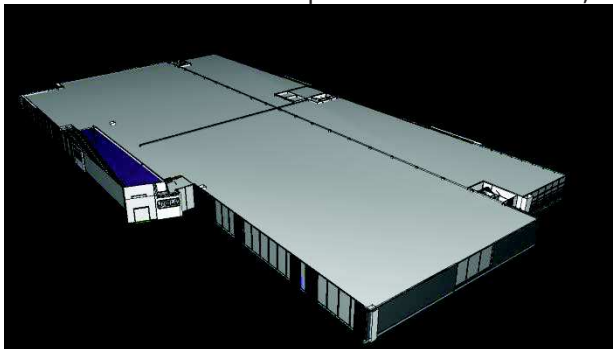
I denne analysen er det anslått en deteksjonstid, $t_{\text{deteksjon}}$, på 30 sekunder i brannrommet på grunn av personer legger merke til brannen. Det er anslått 60 sekunder for resterende personer.

Reaksjonstid:

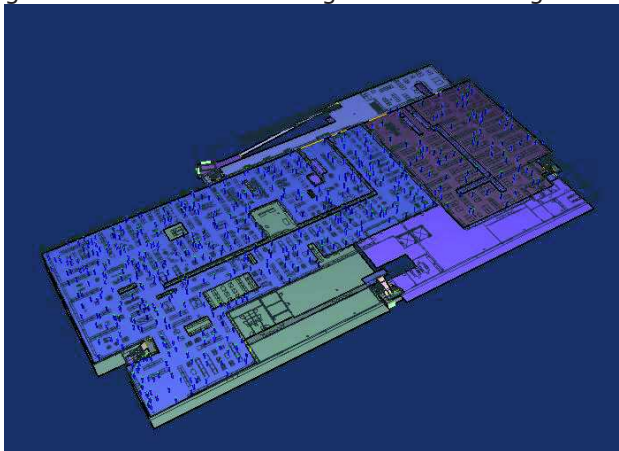
Bygget er dekket av brannalarmanlegg med enkel talevarsling. Byggforskblad 520.385 (Byggforsk, 2016) angir at reaksjonstid, t_{reaksjon} , for varehus med enkel talevarsling har reaksjonstid 2 minutter. Samme blad angir at i branncellen der personer ser brannen vil man kunne legge til grunn 1 minutt reaksjonstid.

Oppbygging av modell:

3d arkitekt modell ble importert inn i Pathfinder, se figur under.



Deretter ble underlag justert, og det ble lagt inn gulv i modellen. Oversendte møbleringsplaner fra arkitekt 19.01.2018 er benyttet som utgangspunkt i utforming av gulvet med noen forenklinger mht utformingen. Se figur under.



Følgende forutsetninger er gjort:

Trapperbredder i Øst, Vest og Sør: 180 cm

I Nord: Hovedtrapp er 120 cm (fra plantegning) og rulletrapp som ramp med bredde 120 cm (fra plantegning). Se ellers scenariobeskrivelse.

I tabellen under er det vist en oversikt over inngangsparametere som er benyttet i simuleringene:

Inngangsparameter	Verdi	Kommentar/kilde
Bevegelsesmodus	Steering mode	En standard modus i Pathfinder
Deteksjonstid	30 sekunder for de som ser brannen og 60 sekunder for resterende.	Fra CFD røyksimulering
Reaksjonstid	60 sek for de som ser brannen og 120 sek for de som ikke ser brannen	Byggforskblad 520.385
Ganghastighet	0,3 – 1,2 m/s justert etter persontetthet	Datablad 520.385 [1]
Aksellerasjonstid	1,1 s	Standardverdi I programmet.
Skulderbredde	45,6 cm	Standardverdi I programmet.
Høyde	1,8 cm	Standardverdi I programmet.
Reduksjonsfaktor	0,7	Standardverdi I programmet.
Komfort avstand	0,08 m	Standardverdi I programmet.
«Persist time»	1,0 s	Standardverdi I programmet.
Kollisjonsresponstid	1,5 s	Standardverdi I programmet.
Slow factor	0,1	Standardverdi I programmet.

3.4 Risikoanalyse

Det er utført både en kvalitativ og en kvantitativ analyse.

3.4.1 Beskrivelse av analysebyggverket
Se beskrivelse i innledning og sammendrag, samt under modelloppbygninger

3.4.2 Valg av analysemetoder
Det er foretatt brann- og røyksimuleringer (CFD) og rømningssimuleringer.

RIB har foretatt pålitelighetsanalyser av detaljer i fagverk og beregnet aktuell brannmotstand.

3.4.3 Fastsetting av risikoakseptkriterier
Overordnede risikoakseptkriterier er gitt av VTEK.

For bæresystem er risikoakseptkriterier R60 (trykkbuer i betong) og R30 (takfagverk). Temperaturkrav ift påvirkning på eksisterende trefagverk med knutepunkter og avstivning av stål. Det skilles mellom direkte påkjenning av flammer (på konstruksjonens undergurt) og indirekte gjennom temperatur i røyksjikt. Tidspunkt for antennelse av trevirke og oppstart forkulling. Opptredende temperaturer gir tidspunkt for sprinkleraktivering.

Lagringsforhold følger sprinklerstandarden mht høyder/blokker, jfr. brannkonseptet.

For rømningssikkerheten er akseptkriteriet at personer skal ha evakuert fra bygget før kritiske forhold oppstår. I dette ligger krav til sikt, temperatur, stråling og innhold av giftige gasser, se under.

Akseptkriterier for rømning (SN-INSTA 950, BBRAD3:

Sikt krav – 10 m sikt i høyde 2 m over plan 2. Faktor mellom 3 og 8. Her er det krav om ledesystem (elektrisk), derav faktor 3.

Frisiktskrav: 3 m over plan 2, alternativt 1,6 m x (H x 0,1)

CO: maks 2000 ppm (0,002)

CO₂: maks 5 % (0,05)

O₂: minst 15 %

Varmestråling: 10 kW/m² i 6 sekunder, 2,5 kW/m² kortvarig.

Innhold av giftige gasser kan betraktes å være innenfor akseptkriterier så lenge siktkrav lik 5 m er oppfylt, dog unntatt for ulmebrann.

3.4.4 Fareidentifikasjon

Butikker i bygget vil ha brannbelastning i form av utstilte og lagrede varer. Dersom varer står i eksempelvis belyste utstillingsmontere, kan disse representere et brannstartsted ved feil på produkt eller ved strålevarme. Likeledes bruk av skjøteledninger med for høy belastning.

Brann i andre rom kan også forekomme. Det er her krevd at tekniske rom skal utgjøre egne brannceller, selv om installasjoner forsyner butikkene de står plassert i. Brann i slike rom vurderes ikke å være kritisk.

I CFD-analysen er det kjørt simuleringer med ulike brannstartsteder og ulike effekter. Se kap. 4.3.8.

3.4.5 Analyse av årsaker og sannsynlighet

Årsak til brann kan eksempelvis være feil på elektriske artikler eller feil bruk av elektriske artikler. Andre årsaker kan være påtenning/hærverk (ikke en del av brannscenarier iht PBL).

Sannsynlighet avhenger dels av produkter, men også av menneskelige og organisatoriske forhold. Sannsynlighet reduserer gjennom kjennskap til produkter og anvisninger for bruk av produkter. Sannsynlighet for brann vurderes å være lav.

Sannsynlighet for påtenning eller annet skadeverk med påfølgende brann, vurderes generelt å være lav.

3.4.6 Brannscenarier

NS3901 angir 4 brannscenarier som skal behandles:

1. *Et alvorlig brannscenario med rask utvikling og høy branneffekt som representerer det verste troverdige brannscenarioet i byggverket.* Scenario er aktuelt. I analysen er ulike branneffekter vurdert (for eksempel ved sprinklersvikt). Høy personbelastning.

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.* Scenario utelates grunnet brannalarmanlegg og sprinkleranlegg.

3. *Brann som utvikler seg langsomt, og som ikke vil utløse et automatisk slokkeanlegg.* Scenario utelates som følge av ingen overnatting.

4. *Representative brannscenarier for det aktuelle byggverket som skal analyseres for å avdekke robustheten i den branntekniske utformingen.* Scenario er aktuelt. I analysen vurderes svikt av sprinkleranlegg og blokkerte nødutganger.

Scenariobeskrivelse CFD:

Scenariobeskrivelse		
Scenario	Grid [m]	Beskrivelse
01_01	0.4x0.4x0.4	Sprinklerkontrollert brann (3,2 MW), Innledende simulering med test av modell og underlag, ingen røykventilasjon
01_02	0.2x0.2x0.2 0.4x0.4x0.4	Sprinklerkontrollert brann (3,2 MW), mindre cellestørrelse, ingen røykventilasjon.
01_03	0.4x0.4x0.4	Sprinklerkontrollert brann (3,2 MW), fjernet inngangsparameter «WALL TEMPERATURE».
01_04	0.4x0.4x0.4	Sprinklerkontrollert brann (3,2 MW), Justert og tetthet 3D-underlag, da arkmodellen forårsaket små hull i modellen.
01_05	0.4x0.4x0.4	Lik simulering som 01_02, større grid.
01_06	0.2x0.2x0.2 0.4x0.4x0.4	Sprinklerkontrollert brann (3,2 MW), vegg mellom Rustad og XXL er plassert i modell som går opp til undergurt, og det er lagt inn

		naturlig røykventilasjon.
01_07	0.2x0.2x0.2 0.4x0.4x0.4	Lik simulering som 01_06, men vegg mellom Rustad og XXL går helt opp til tak.
01_08	0.2x0.2x0.2 0.4x0.4x0.4	Sprinklerkontrollert brann (3,2 MW), vegg mellom Rustad og XXL er plassert i modell som går opp til undergurt, og det er lagt inn mekanisk røykventilasjon.
01_09	0.4x0.4x0.4	Lik simulering som 01_08, men med større grid.
01_10	0.4x0.4x0.4 0.2x0.2x0.2	Røykventilasjon aktiveres like etter at første sprinklerdyse har gått.
01_11	0.4x0.4x0.4 0.2x0.2x0.2	Røykventilasjon aktiveres av brannvesen etter 10 minutter brann.
01_12	0.4x0.4x0.4 0.2x0.2x0.2	Test med mer tilluft
01_13	0.4x0.4x0.4 0.2x0.2x0.2	Test med luker istedenfor vifter, og mer tilluft
01_14	0.4x0.4x0.4 0.2x0.2x0.2	Mer tilluft for å stabilisere innluftshastighet på 1-2 m/s
01_15	0.4x0.4x0.4	Enda mer tilluft (65 m ²) for å stabilisere innluftshastighet på 1 m/s
01_16	0.4x0.4x0.4	Optimalisering av tilluftsareal (ca. 42 m ²)
01_17	0.4x0.4x0.4	Optimalisering av tilluft , og flyttet brann til midten av lokalet, for å teste robusthet.
01_18	0.4x0.4x0.4 0.2x0.2x0.2	Sensitivitetstest av 01_17, gridstørrelse rundt brannen er halvert.
02_01	0.2x0.2x0.2 0.4x0.4x0.4	Sprinklersvikt 25MW brann.
02_02	0.4x0.4x0.4	Sprinklersvikt 25 MW brann, med større grid.
0.1_0.2	0.1x0.1x0.1 0.2x0.2x0.2	Kun areal rundt brann er simulert, for å se hvilken temperatur undergurten blir eksponert for med et fint grid.
0.2	0.2x0.2x0.2	Kun areal rundt brann er simulert, for å se hvilken temperatur undergurten blir eksponert for med et mellomfint grid.
0.2_0.4	0.2x0.2x0.2 0.4x0.4x0.4	Kun areal rundt brann er simulert, for å se hvilken temperatur undergurten blir eksponert for med et mellomfint/grovt grid.
Som 01_04	0.4x0.4x0.4	Sensitivitet av 01_04, simulering med større grid.
Som 0.2	0.2x0.2x0.2	Sensitivitet av 0.2, simulering med en brann plassert høyere opp mot undergurt.

Scenariobeskrivelse rømning:

Det er utført simuleringer med og uten møbleringsplan. Simuleringene vist under er kjørt uten møbleringsplan.

Scenariobeskrivelse	
Scenario	Beskrivelse
#1	600 personer. Brann i vestre del av plan 2. Modifisert ganghastighet etter figur 65 i BKS 520.385. Trappeløp i nord, øst og vest har bredde 120 cm. Trapp i sør er ikke benyttet.
#2	600 personer. Brann i østre del av plan 2. Modifisert ganghastighet etter figur 65 i BKS 520.385. Trappeløp i nord, øst og vest har bredde 120 cm. Trapp i sør er ikke benyttet.
#3	900 personer. Brann i vestre del av plan 2. Modifisert ganghastighet etter figur 65 i BKS 520.385. Trappeløp i nord, øst og vest har bredde 120 cm. Trapp i sør er ikke benyttet.
#4	900 personer. Brann i østre del av plan 2. Modifisert ganghastighet etter figur 65 i BKS 520.385. Trappeløp i nord, øst og vest har bredde 120 cm. Trapp i sør er ikke benyttet.

#5	1300 personer. Brann i vestre del av plan 2. Trapp i sør åpnes for personer i plan 02. Alle trapper har bredde 120 cm. Modifisert ganghastighet etter figur 65 i BKS 520.385
#6	1300 personer. Brann i vestre del av plan 2. Hovedtrapp 2,4 m og resterende 2 bitrapp 1,8 m. Modifisert ganghastighet etter figur 65 i BKS 520.385. Trapp i sør er ikke benyttet.
#7	1300 personer. Brann i vestre del av plan 2. Trapp i sør åpnes. Hovedtrapp 2,4 m og resterende 3 trapper 1,8 m. Modifisert ganghastighet etter figur 65 i BKS 520.385
#8	Tilsvarende #7, men brann i hovedtrapp i plan 02. Kun bitrapp i øst, vest og sør benyttes. Sensitivitetsanalyse.
#9	Tilsvarende #6 men lavere personbelastning som skal representere en daglig personbelastning.

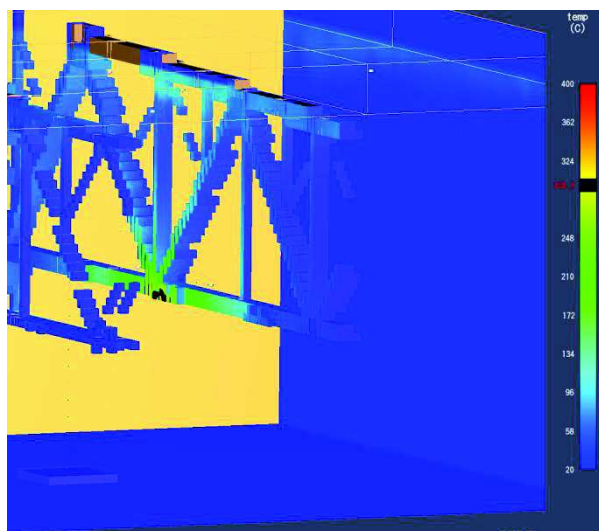
Etter oversendt møbleringsplan er kjørt simuleringer der møbleringsplanen forverrer rømnings situasjonen.

Scenariobeskrivelse	
Scenario	Beskrivelse
#10	600 personer i plan 2 (500 i XXL og 100 i Jula). Brann i XXL plan 2. Modifisert ganghastighet etter figur 65 i BKS 520.385
#11	1300 personer (900 i plan 2 og 400 i plan 1). Brann i XXL plan 2. Modifisert ganghastighet etter figur 65 i BKS 520.385
#12	600 personer i plan 2 (500 i XXL og 100 i Jula). Brann i XXL plan 2. Modifisert ganghastighet etter figur 65 i BKS 520.385. Utgang til hovedtrapp/rulletrapp blokkert.
#13	600 personer i plan 2 (500 i XXL og 100 i Jula). Brann i Rusta plan 2. Modifisert ganghastighet etter figur 65 i BKS 520.385
#14	Tilsvarende #10 men lavere personbelastning som skal representere en daglig personbelastning (200 i plan 1 og 300 i plan 2).
#15	1300 personer (900 i plan 2, 400 i plan 1). Med en tenkt brann i plan 1 som blokkerer hovedinngang/rullebånd.
#16	600 personer (400 i plan 2, 200 i plan 1). Med en tenkt brann i plan 1 som blokkerer hovedinngang/rullebånd.

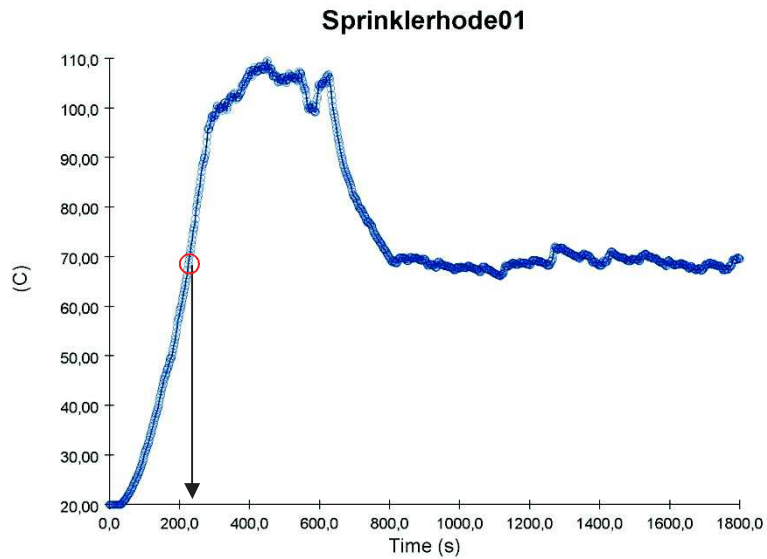
3.4.7 Resultater CFD og rømnings simuleringer

Resultater CFD:

Temperaturlogging av trekonstruksjoner. Figuren nedenfor viser at fagverket blir eksponert for maksimalt 300 grader Celsius ved en 3,2 MW brann.



Temperaturlogging sprinklerutløsning.

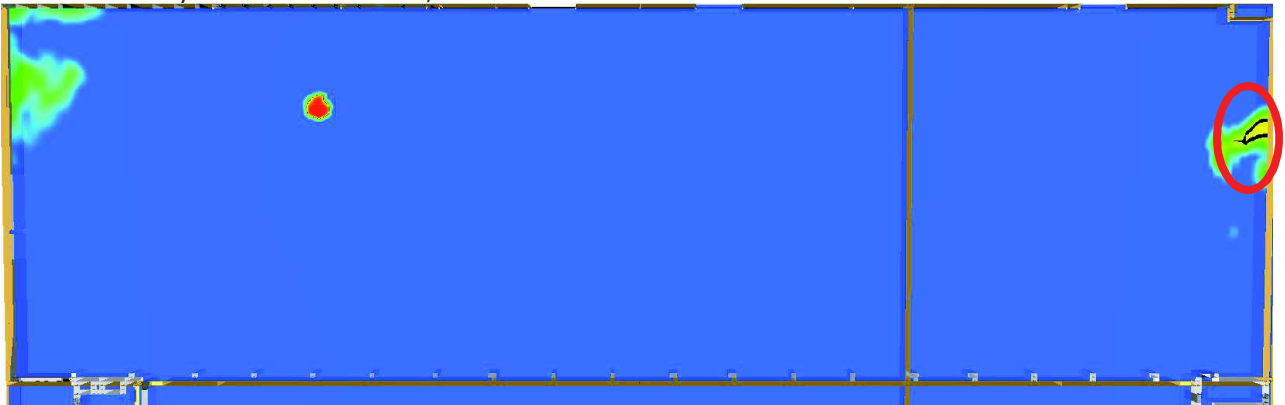


Sikt:

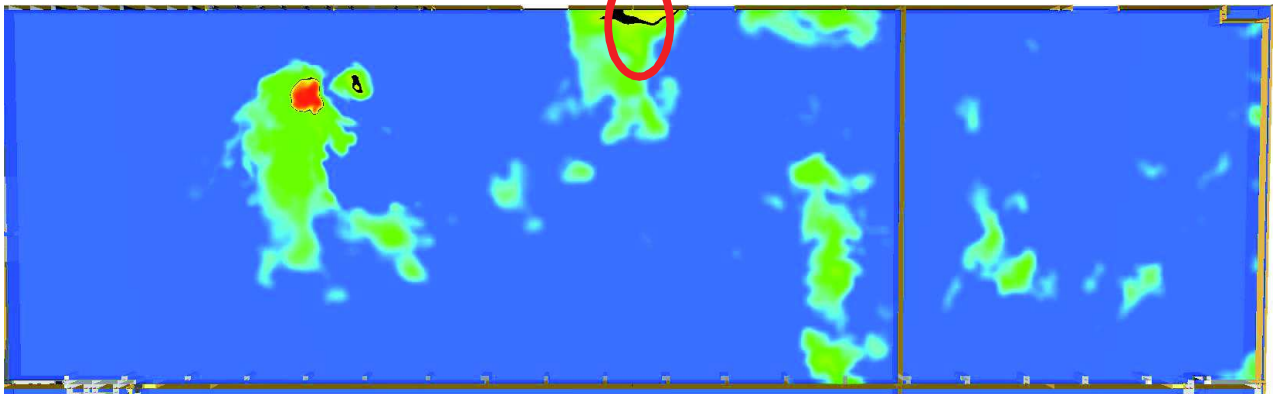
Sikt angis med en fargeskala fra blå til rød, hvor blå farge angir minimum 30 m fri sikt, og hvor rød farge angir 0 m sikt. Svart farge angir 10 m fri sikt (akseptkriterium).

Sprinklerkontrollert brann 3,2 MW. (simulering 01_18)

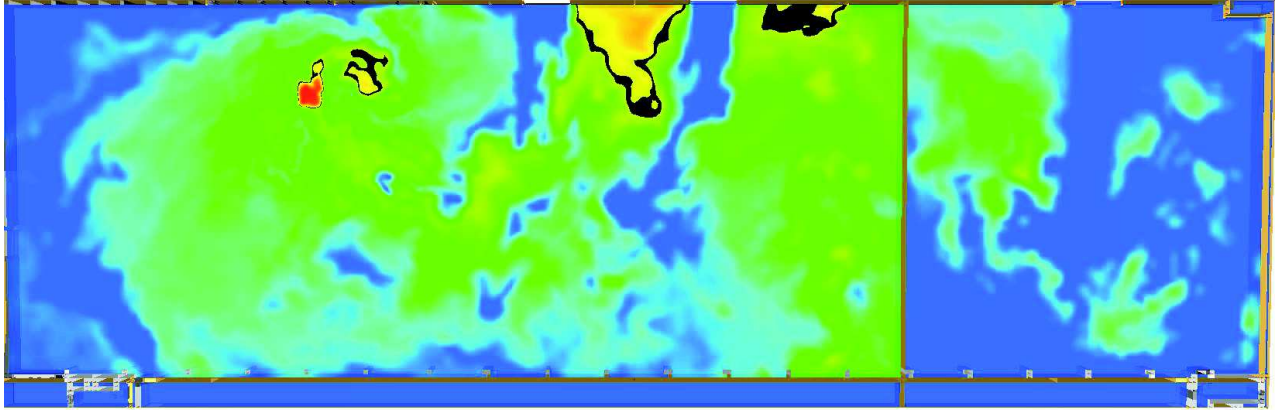
Siktkriteriet brytes først etter ca. 5,5 minutter.



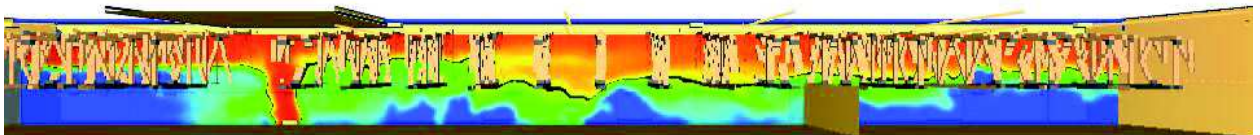
Det er vurdert at det oppstår kritiske forhold foran hovedinngang i brannrommet (xxl) etter ca. 10 minutter.



I løpet av simuleringstiden på 30 minutter oppstår det ikke kritiske forhold for hele hallen.



Etter 15 minutter brannforløp er sikten i røyksjiktet slik:



Temperaturen i røyksjiktet under taket etter ca. 10 minutter er ca. 70 grader celsius:

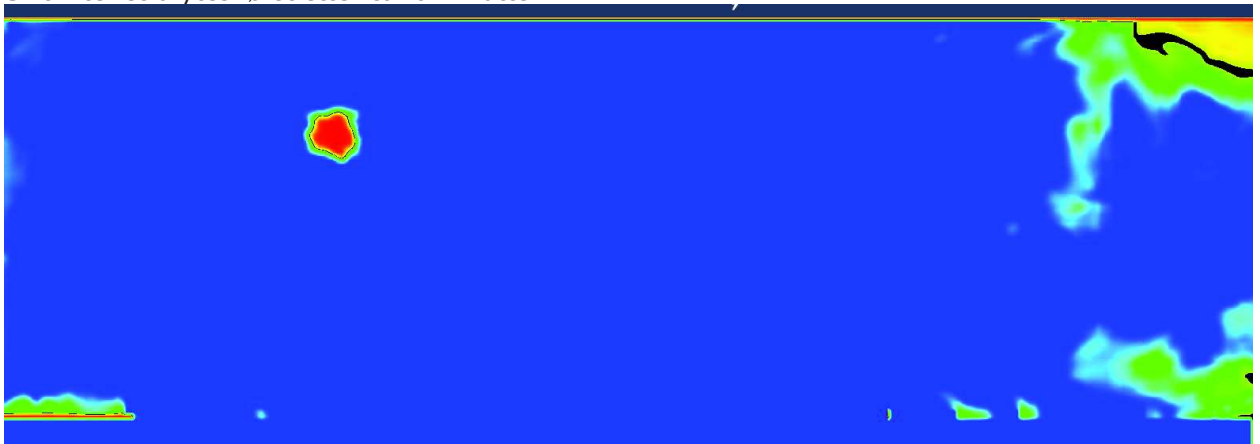


Temperaturen i røyksjiktet under taket etter ca. 30 minutter er ca. 100 grader celsius:

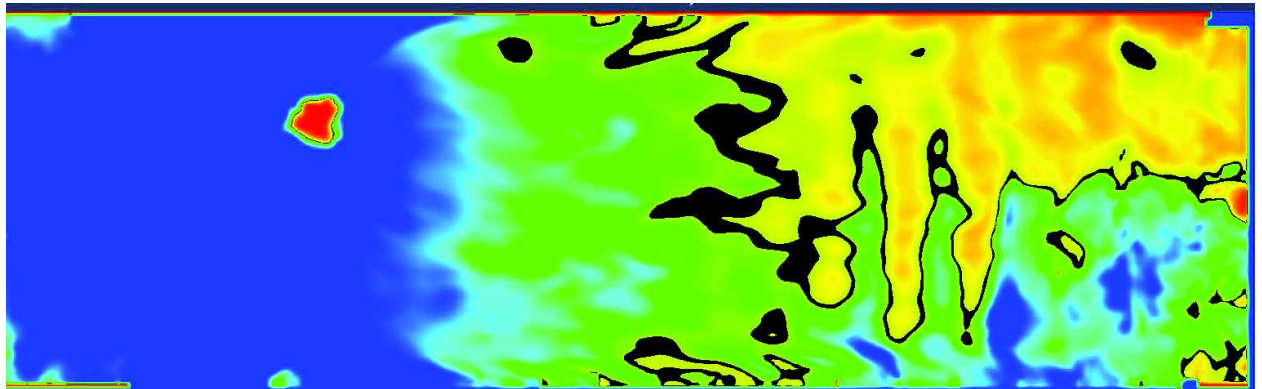


Worstcase-brann, sprinklersvikt 25 MW.

Siktkriteriet brytes først etter ca. 6 minutter.



Det er vurdert at det oppstår kritiske forhold i brannrommet (xxl) etter ca. 7,5 minutter.



Resultater rømnings-simuleringer:

Tallverdier presentert under er nødvendig rømningstid, dvs inklusive deteksjonstid, reaksjonstid og forflytningstid.

Scenario	Nødvendig rømningstid (tid i minutter)
#1	7:40
#2	9:08
#3	10:11
#4	11:01
#5	8:14
#6	7:33
#7	6:07
#8	9:31
#9	4:13
#10	4:44
#11	6:13
#12	6:21
#13	6:14
#14	4:34
#15	7:46
#16	4:51

Tolkning av resultater:

I løpet av simuleringstiden ser det ut til at undergurten og deler av fagverket kan bli eksponert for 300 grader Celsius ved en sprinklerkontrollert brann. Såfremt sprinkler fungerer, vil temperaturen på fagverket ikke overstige kritisk temperatur på tre og stål, bortsett fra i et tilfelle hvor brannen starter direkte under fagverket. Ved sprinklersvikt vil temperaturpåkjenningen på fagverket bli kritisk uavhengig av brannstart.

I de siste simuleringene (01_17/01_18) er det bestemt at røykventilasjon skal starte automatisk etter at sprinkleranlegget har løst ut. Tilluftsluker åpnes først for å skape undertrykk. Normalt har de en åpningstid på 30 – 60 sekunder. I Simuleringene åpnes lukene samtidig som viftene starter, men lukene når full effekt etter 30 sekunder, og viftene når full effekt etter 90 sekunder. Det er tatt utgangspunkt i at dører til utganger står åpne konstant.

I følge CFD-simuleringene (01_18) vil kritiske forhold oppstå foran hovedinngangen etter 10 minutter i XXL. Det er siktetieret som brytes først. Sammenlikner vi dette med rømnings-simulering #11 har vi en nødvendig rømningstid på 6 minutter og 13 sekunder. Dette gir en sikkerhetsmargin på ca. 3 minutter og 47 sekunder. Dette tilsvarer en sikkerhetsmargin på ca. 37 %. Dette er et scenario hvor det er lagt inn 1300 personer i bygget. Dette må anses som et worst case scenario mtp. persontall, og vil kunne oppstå ved særskilte anledninger.

Ved brann i plan 1 kan hovedinngang/-utgang være blokkert. Rømningssimulering #12 med 600 personer i plan 2, #15 med 1300 personer i plan 1 og 2, samt #16 med normal personbelastning (400 i plan 2 og 200 i plan 1) viser nødvendig rømningstid. Med størst personbelastning vil sikkerhetsmarginen være 2 minutter og 14 sekunder.

Det er også kjørt simuleringer med en mindre personbelastning som vil kunne representere en mer daglig situasjon. Simulering 14 representerer dette. Det er da lagt inn 300 personer i plan 2 og 200 personer i plan 1. Da blir det mindre kødannelser og bedre flyt i rømningen. Alle personene er ute av simuleringssmodellen innen 4 minutter og 34 sekunder. Sammenlikner vi dette med den tilgjengelige rømningstiden fra røyksimuleringene ser vi at vi har over 50 % sikkerhetsmargin.

3.4.8 Analyse av konsekvenser

Resultater fra CFD-analyse og rømningssimuleringer viser at personsikkerheten er ivaretatt. Resultater fra CFD-analyse viser at temperaturpåkjenningen på bærekonstruksjoner er akseptabel ved sprinklerfunksjon.

Resultater fra CFD-analyse viser at slokkearbeid kan utføres i minimum den tiden bæresystemet er forutsatt å bevare sin bæreevne og stabilitet. Ved sprinklersvikt vil forholdene raskt forverres, slik at restverdireddning kan bli utfordrende med fare for kollaps av bærende elementer.

3.4.9 Usikkerhetsanalyse

Følgende usikkerheter er vurdert:

- Personbelastning: Det er i rømningssimuleringer benyttet ulike personbelastninger for å se variasjonene i forflytningstiden.
- Rømningsveier: Det er i rømningssimuleringer kjørt simuleringer med blokkerte utganger.
- Brannstørrelse og plassering: Det er i CFD-analyse kjørt med ulike branneffekter og brannplasseringer.
- Funksjon til aktive brannverntiltak: Det er i CFD-analyse vurdert utløsningstidspunkt for sprinkler og funksjon av røykventilasjon (tilluft og avtrekk), samt sprinklersvikt.

3.4.10 Sensitivitetsanalyse

Sensitivitetsanalyse CFD:

For å vurdere hvor robuste resultatene er, må man gjøre en sensitivitets og følsomhetsanalyse. I slike analyser endrer man parameterne som er benyttet i simuleringen, og ser hvor stort utslag det gir på resultatene

Ulike sentrale elementer er kontrollert for å bestemme modellens nøyaktighet. Kontrollpunktene er i hovedsak hentet fra Kvalitetsmanual för brandtekniska analyser vid svenska kärntekniska anläggningar [8].

Element	Anbefalt Verdi	Simulering
Den dimensjonsløse effektutviklingen, Q^*	0,3 til 2,5	0,66
Brannens karakteristiske diamanter, D^*		1,8
Forholdet D^*/dx^1	4 til 16 [9]	3,8 og 7,6

¹Største side på cellene i brannområdet (m)

Det ble kontrollert at meshene var riktig koblet og at alle objektene var synlige i respektive mesh. Strømningshastigheten i modellen ble visuelt kontrollert ved å påse at den ikke overstiger 10 m/ s. Temperaturen i senter av brannen ble undersøkt ved hjelp av «slice» og termocouples (detektorer) i brannøylen.

Vurdering av mesh-størrelse (grid)

Resultatene fra en simulering er avhengig av hvor fint gridet er. Et finere grid fører til at mer av den opptredende turbulensen blir løst direkte i gridvolumet og at mindre må modelleres av sub-turbulensmodellen. For å bestemme om gridet som benyttes er fint nok, skal det sikres at resultatene er griduavhengige.

Dette gjøres ved å starte med et relativt grovt grid, og deretter forfine gridet helt til resultatene er noenlunde konstant. Kvantitative målinger på resultater vil konvergere (forskjell på resultatene mellom cellestørrelser vil gå mot null) når optimal cellestørrelse er oppnådd.

En generell måte å starte på er å se om størrelsen er innenfor akseptabelt område ved å bruke D^*/dx -forholdet [9]. Dette beskriver forholdet mellom den dimensjonerende brann diameteren D^* og størrelsen på benyttet cellestørrelse i FDS-simuleringen. For å sikre at brannen og særegne brannfenomen er tilstrekkelig ivaretatt skal dette forholdet oppfylle visse krav. Det anbefales generelt å ha et D^*/dx -forhold mellom 4 (grovt) og 16 (fint), med det forbehold om at jo finere oppløsning (høyere tall), jo bedre vil resultatet teoretisk sett bli.

Når cellestørrelsen reduseres økes beregningstiden. Det er derfor viktig å finne optimal cellestørrelse som gir realistiske resultater innenfor en rimelig simuleringstid. Ved en halvering av cellestørrelsen så økes antallet celler 8 ganger. I tillegg til den økte beregningstiden som skyldes antallet celler må også tidskrittet halveres for å oppfylle CFL-kriteriet. Dette resulterer i totalt 16 ganger lengre beregningstid når cellestørrelsen halveres.

Å finne optimal cellestørrelse kan gjøres på flere måter. I denne analysen er det fokusert på visuelle observasjoner av brannen, vurdert ved hjelp av temperaturnytt og observasjon av virveldannelser i flammen. Det er i tillegg gjort observasjoner av røykspredning og oppførsel ved ulike cellestørrelser. Det finnes mer kvantifiserbare metoder som benytter måling av hastighet (velocity), turbulens (MTR), forvrengingsnivå av signal (WEM) med flere. Felles for disse er at de krever mye bearbeiding i etterkant og er mer egnet til forskningsbruk med svært liten feilmargen (<5 %), gjerne med sammenligning mot reelle brannforløp som er målt og filmet. I simuleringer for sikring av personsikkerhet vil de største usikkerhetene være plassering og hva som brenner. Dette vil utgjøre mer enn 5 % avvik. I stedet blir det benyttet standard brannkurver, konservative verdier og forløp med mer visuell kontroll av gridkonvergens.

Dersom D^*/dx -forholdet ikke blir ivaretatt vil innblanding av frisk luft, og dermed temperatur og røykutvikling, bli dårligere og i verste fall ikke representativt for mulig brannforløp. For en 3,2 MW brann er $D^*=1,8$. Dette gir D^*/dx -forholdet til å bli henholdsvis 7,6 (mellomfin/fin) og 3,8 (grov). Følgende formel er benyttet for å finne D^* :





$$D^* = \left(\frac{Q}{\rho_{\infty} c_p T_{\infty} \sqrt{g}} \right)^{2/5}$$

Griduavhengig løsning

For å verifisere at modellen fanger opp tilstrekkelig turbulens og innblanding av luft i brannplumen og gir et gyldig resultat er det gjennomført en sensitivitetssanalyse hvor det er kjørt en simulering med høyere mesh-oppløsning (flere og mindre celler).

Generelt er det modellert med grovt grid: 40 cm celler. Ved sensitivitetssimulering med finere grid er det modellert med 20 cm celler i brannarealet.

Resultatene er øyeblikksbilder og kan ikke sammenlignes i detalj siden luftstrømmene hele tiden er i bevegelse. Men resultatene for sikt og giftige gasser over tid i simuleringssperioden gir et bilde av griduavhengighet ved løsningen. Vi har sett at simulering med fint grid i hovedsak gir noe mindre konservative verdier, se tabellen nedenfor. Vi kan derfor regne løsningen som gyldig.

Simulering 01_16 (grovt grid)	Simulering 01_18 (fint grid)
 266 s (ved start av røykventilasjon)	 266 s (ved start av røykventilasjon)
 600 s (brannmannskapet ankommer bygget)	 600 s (brannmannskapet ankommer bygget)

Sensitivitetsanalyse rømningssimulering:

For å vurdere hvor robuste resultatene er, må man gjøre en sensitivitets og følsomhetsanalyse. I slike analyser endrer man parameterne som er benyttet i simuleringen, og ser hvor stort utslag det gir på resultatene.

I denne analysen er det kun benyttet verdier gitt i anerkjent litteratur, slik at det er lite usikkerhet rundt ganghastighet, deteksjonstid og reaksjonstid.

Datablad 520.385 oppgir både formel for konstant maksimal ganghastighet og variabel ganghastighet etter persontetthet. Erfaring tilsier at ganghastighet har lite innvirkning på resultatene, men blokkering av utganger/ trapper er det som gir mest utslag på resultatene. Det er kjørt simuleringer blokkering av trappen som skal benyttes av flest personer, hovedtrappen/rulletrapp i nord. Det skilte ca. 1 minutt og 40 sekunder mellom scenario #10 og #12. Vi har fortsatt en sikkerhetsmargin på over 35%.

Ved verst tenkelig personbelastning, med 1300 personer i bygget, skiller det 1 minutt og 29 sekunder.

Det konkluderes med at blokkert hovedtrapp/rulletrapp i nord er den mest kritiske inngangsparameteren til simuleringen.

3.4.11 Beskrivelse av risiko

Siden trykkbuer og integrert oppheng for hver takstol utgjør hovedbæresystemet, er det satt krav om høyere brannmotstand for disse (R60), da konsekvensen ved svikt vil medføre kollaps av inntil syv fagverk og utgjør således en uakseptabel risiko.

Avstand mellom takfagverk gjør at en brann ikke vil kunne påvirke tre fagverk samtidig (sprinklerkontrollert, eller kontrollert av innsatspersonell). Betragtningen blir derfor å se på et enkeltfagverks reaksjon ved brann, og hvilke konsekvenser det vil medføre. En brann kan påvirke et enkeltfagverk og svikt vil kunne medføre en deformasjon i takflaten, men det vil ikke føre til kollaps av andre bygningsdeler enn påkjent fagverk, da nabofagverk vil kunne oppta lastene fra fagverket. Det er derfor akseptert en lavere brannmotstand R30 på fagverkene. Risikoen avhenger av om temperaturpåvirkningen overstiger en standard iso-brann som RIBs beregninger baseres på.

Lagring er forutsatt å skje innenfor bestemmelser i sprinklerstandard. Det er en risiko for en større brann som følge av lavere dekningsgrad på sprinkler, dersom dette ikke overholdes.

For personsikkerheten er risikoen at rømning ikke er ferdigstilt før kritiske forhold oppstår. Sannsynligheten for at flere trapper/utganger er blokkert samtidig, anses neglisjerbar i den tiden som er påkrevet for rømning.

3.5 Risikoevaluering

3.5.1 Sammenligning av risiko og risikoakseptkriterier

Hovedbæresystem med trykkbuer i betong og nytt bæresystem for ny etasje (plan 2), følger preaksepterte ytelser mht R60.

Takfagverk oppgradert til R30 er tilstrekkelig for rømning. Resultater fra CFD-analyse viser at temperaturen i røyksjiktet stabiliserer seg med røykventilasjonen og ligger under kritisk temperatur. Dette gir dermed mulighet for restverdisikring, så fremt at brannen påvirker enkeltfagverk. Hvert fagverk utstyres i tillegg med dedikert sprinkler langs undergurt, og det er forventet at sprinkler vil avkjøle konstruksjonen, slik at svikt i enkeltfagverk er lite sannsynlig.

Sprinkler for øvrig er dimensjonert for å slukke og kontrollere en forventet brannstørrelse. I dette ligger forutsetningen om at lagring skjer som tiltenkt.

Rømning er ferdigstilt før kritiske forhold oppstår, også om én av utgangene skulle være blokkert, og hvor det er høy personbelastning. Simuleringer viser en tilfredsstillende sikkerhetsmargin.

3.5.2 Identifisering av eventuelle ytterligere tiltak og deres risikoreducerende effekt

Planlagt sprinkleranlegg følger dimensjonering for denne type butikker. Men sprinkler kan om nødvendig oppgraderes dersom leietakere finner begrensninger i lagring uakseptabelt.

Antall personer kan reduseres, hvilket vil gi en kortere nødvendig rømningstid. Dette vil kreve telleverk og organisering, hvilket er utfordrende i praksis. Det planlegges heller med robuste systemer som ivaretar variasjoner.

3.5.3 Identifisering av mulige tiltak

Det velges anerkjente og utprøvde tiltak som er robuste uten for mange avhengigheter. Tiltakene skal fungere under byggets forutsatte levetid. Eksempelvis ble det i forbindelse med oppgradering av takkonstruksjonene vurdert både fysisk forsterkning samt påføring av brannbeskyttende maling på fagverkets deler. Her ble fremtidige vedlikeholdsarbeider for brannmaling vurdert å bli for omfattende, slik at takkonstruksjonene heller ble oppgradert med innfelling av nye konstruksjonselementer og heller brannmaling på knutepunkter og forbindelser av stål. Sammen med dedikerte sprinklerhoder for beskyttelse av undergurt/fagverk, er dette vurdert som det mest egnede tiltaket, også av antikvariske hensyn.

3.5.4 Vurdering av effekten av tiltak

Oppgradering av bæresystem som tiltenkt, gir et tilstrekkelig sikkerhetsnivå. Etablering av sprinkler som reduserer branneffekten og røykventilasjon som sørger for røyktransport sikrer akseptable rømningsforhold, og reduserer påvirkningen en brann har på bæresystemet.

3.5.5 Konklusjoner og dokumentasjon

Tiltakene gir et tilstrekkelig sikkerhetsnivå for personsikkerheten, verdisikkerheten og sikkerheten for rednings- og slökkemannskap, i tillegg til at antikvariske hensyn ivaretas. Tiltakene vurderes å være pålitelige og robuste og gir stor fleksibilitet for evt. fremtidige endringer.

RIBR vil samarbeide tett med RIV/RIS og RIE i forhold til alarmorganisering og aksjoner slik at løsninger fra CFD-analyse vil implementeres i deres prosjektering og beskrivelser.

Rambøll vurderer med dette at sannsynlige brannforløp og potensielle konsekvenser er belyst på en tilstrekkelig måte.

4. DOKUMENTASJON AV FRAVIK

Følgende fravik er identifisert:

- Brannmotstand på takkonstruksjonen
- Materialbruk (overflater og kledninger) i takkonstruksjonen, deler av ytterkledning
- Lengde på fluktveier
- Samlede utgangsbredder

4.1 Brannmotstand takkonstruksjon

Behandlet i kap. 4 Risikoanalyse.

4.2 Materialbruk

4.2.1 Prosjektert løsning

Himling over takfagverk er 30 mm taktro av tre, og inngår i den fredede takkonstruksjonen. Deler av ytterkledning utføres med trekledning som også er omfattet av fredningsbestemmelser.

4.2.2 Akseptkriterier

Akseptkriterier er gitt av funksjonskrav i TEK §11-9, annet ledd:

Materialer og produkter skal ha egenskaper som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Det skal legges vekt på mulighet for antennelse, hastigheten av varmeavgivelse, røykproduksjon og utvikling av brennende dråper og tid til overtenning.

4.2.3 Diskusjon

Vertikalsnitt gjennom bygget, viser at høyde fra golv i plan 2 til underkant taktro er ca 8 m. Med fungerende sprinkleranlegg vil taktro ikke bli påkjent av brann, kun temperaturøkningen i røyksjiktet. Denne vil til gjengjeld være lav, slik at fare for antennelse anses neglisjerbar. Ved sprinklersvikt, og hvor brann følger takfagverk, vil taktro kunne antennes ved lengre tids brannpåkjennning. Grunnet tykkelse vil gjennombrenning ikke kunne skje før langt ut i brannforløpet (slokkefase brannvesen). Ubehandlet treverk gir ikke fare for brennende dråper, og grunnet det store volumet, vil det ikke kunne bli overtenning i hovedskipet.

Bygget utføres i to etasjer, og byggverk kan ha brennbar fasade dersom yttervegg er utformet slik at den hindrer brannspredning, eller om bygget er i bestemte risikoklasser og inntil 4 etasjer, og hvor det er liten fare for brannspredning til og fra nabobyggverk.

Siden fasade består av til dels store glasspartier, er omfanget redusert. Med to etasjer og kjørbare adkomst på alle fire sider, er fasadene lett tilgjengelige for brannvesenet. Med sprinkling inne i bygget, er fare for spredning ut til fasade akseptabel. Risikoen er evt. påtenning eller spredning som følge av flyvebranner o.l. Førstnevnte behandles ikke av plan- og bygningsloven, og risikoen for sistnevnte er ivaretatt med avstander mellom byggverk.

4.2.4 Konklusjon

Det aksepteres bruk av ytterkledning med overflate D-s3,d0 uten videre vurderinger.

4.3 Lengde på fluktvei

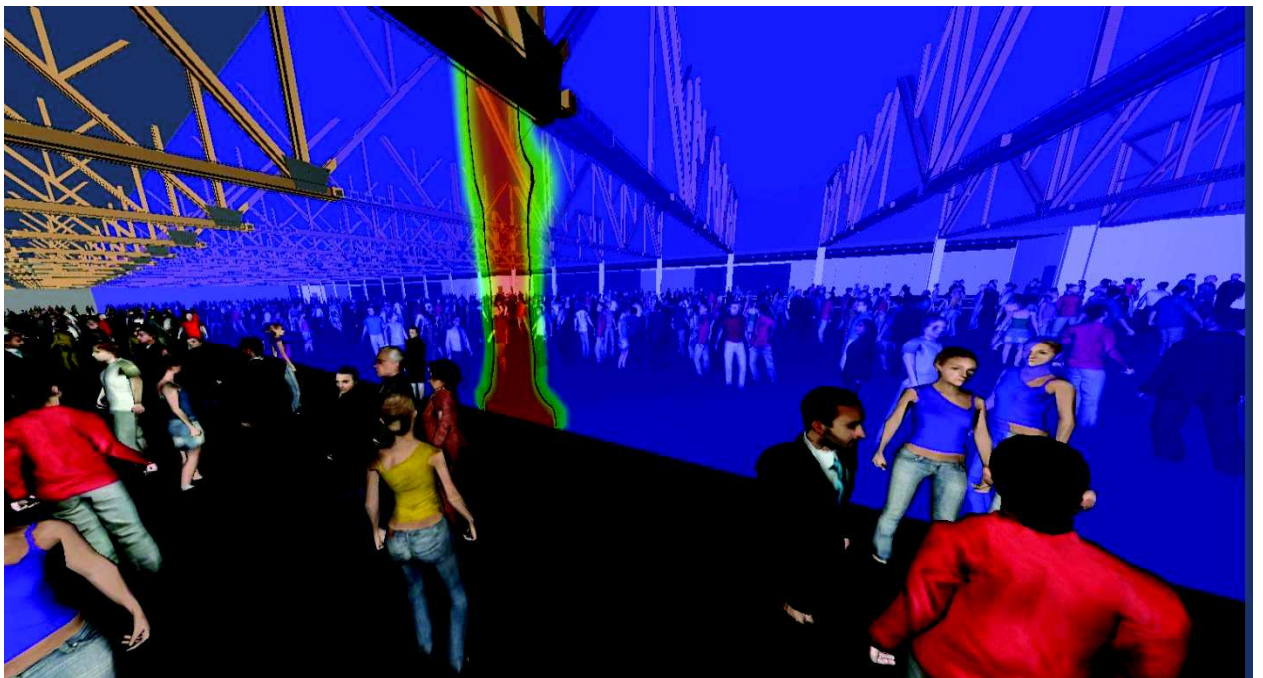
Behandlet i kap. 4 Risikoanalyse.

4.4 Samlede utgangsbredder

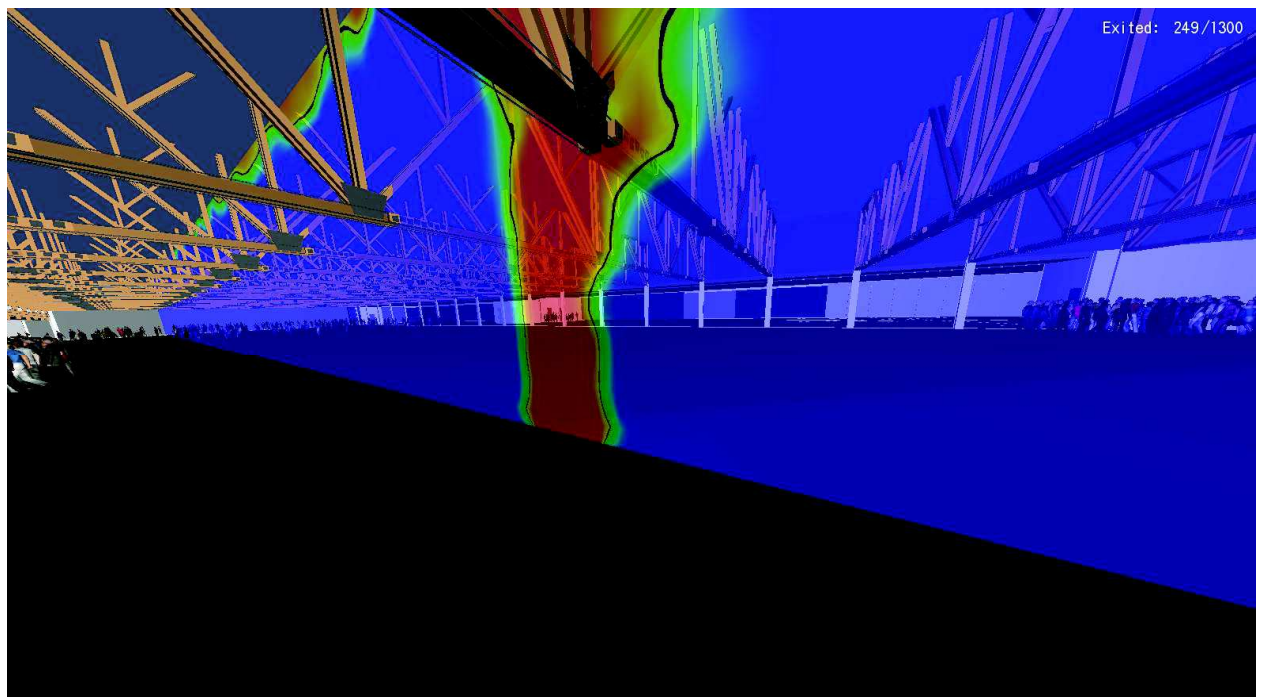
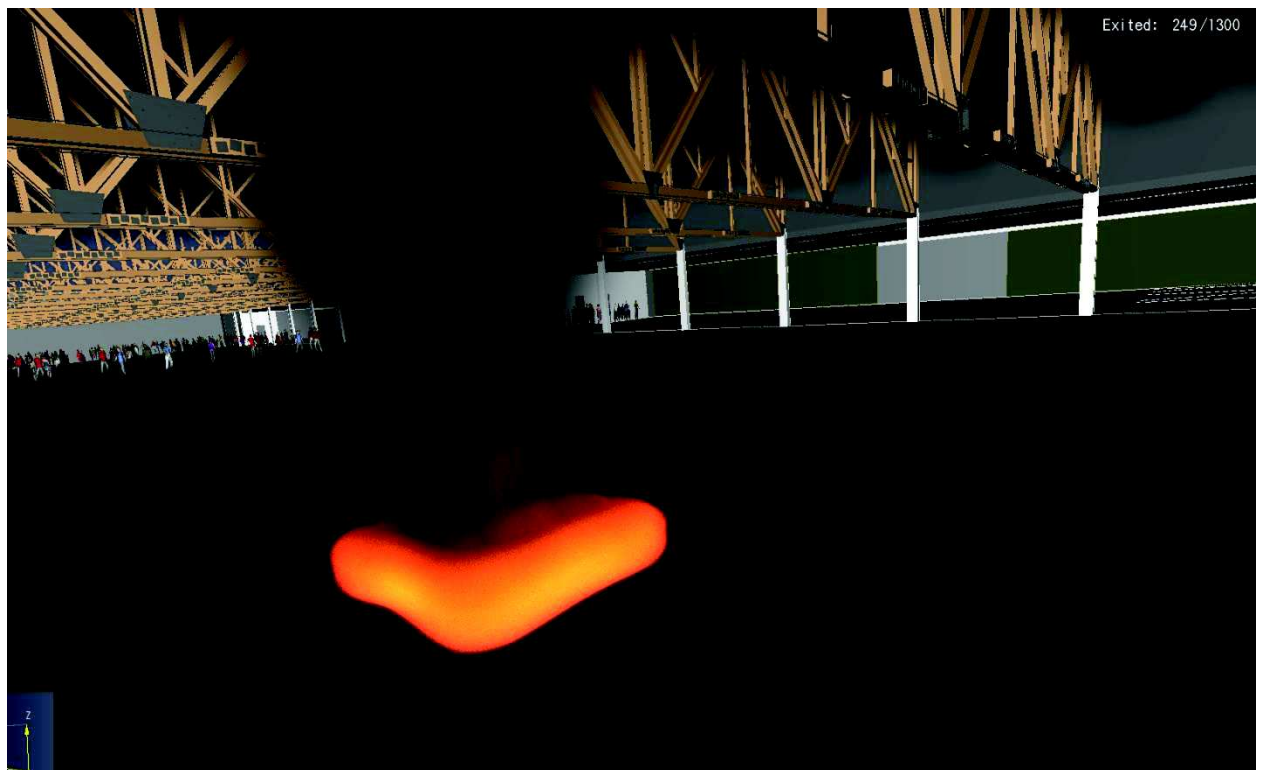
Behandlet i kap. 4 Risikoanalyse.

5. VISUALISERING AV SIMULERINGER

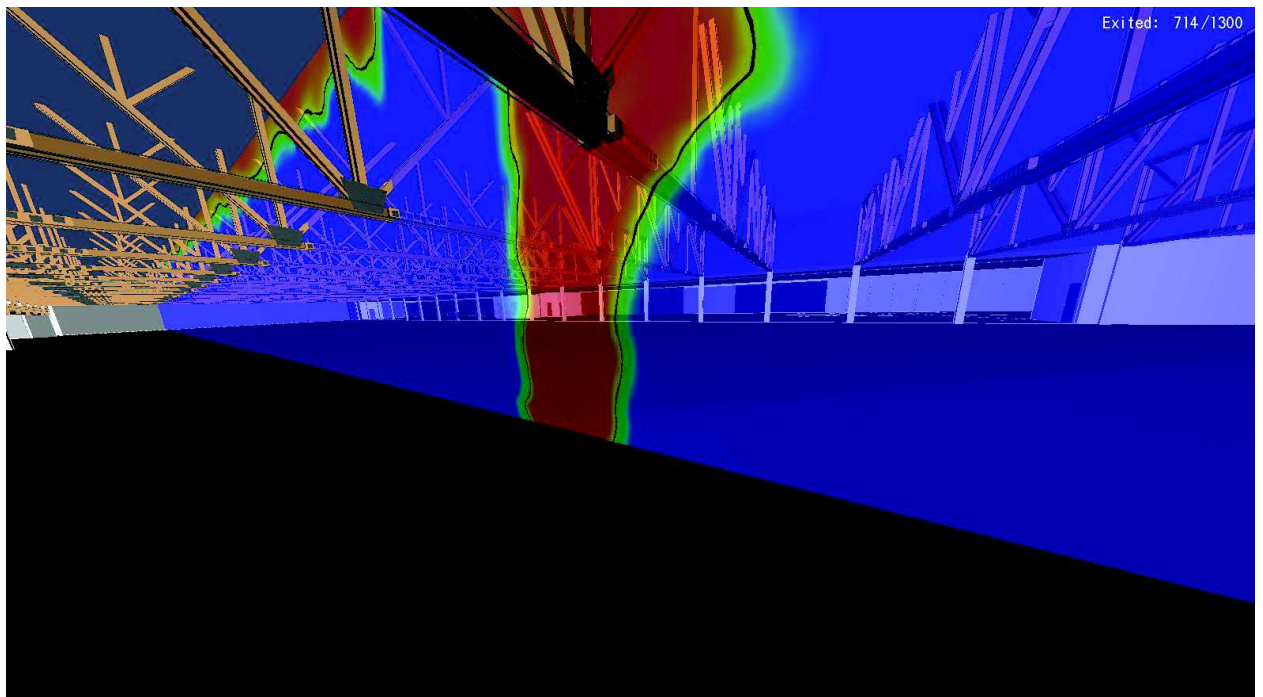
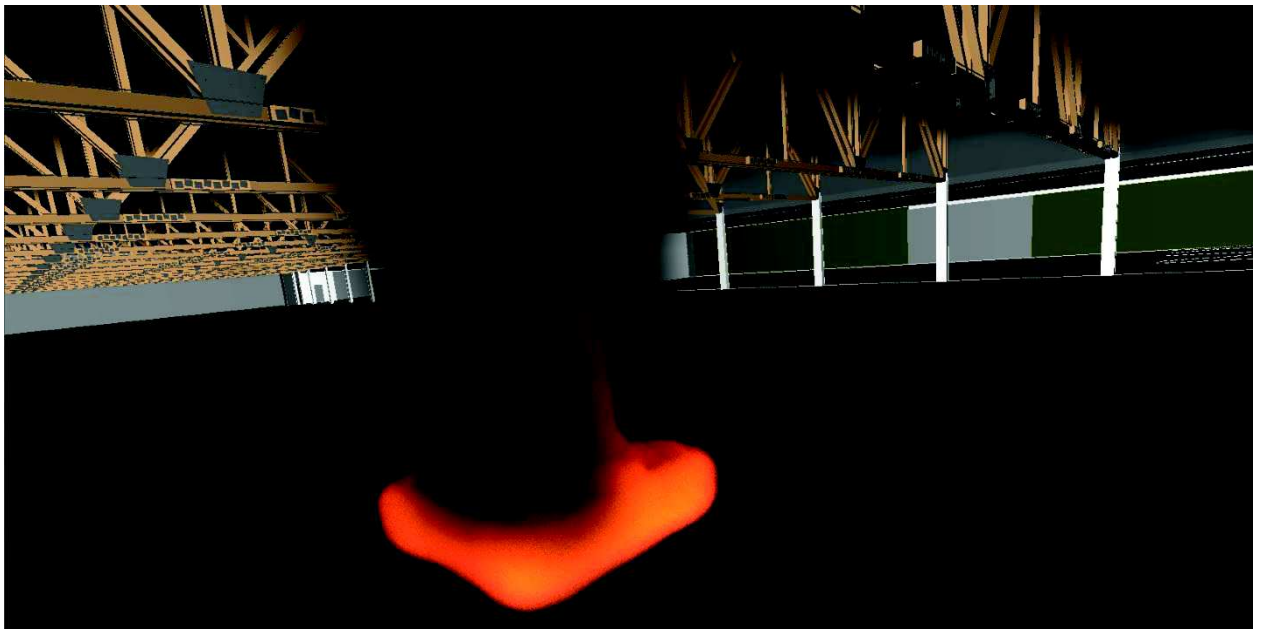
Under presenteres en visualisering av brann- og rømningsscenario. Dette er et av scenarioene hvor røykventilasjonen utløses manuelt av brannvesenet. Bildene viser opptrerende forhold etter hhv. 0, 3, 4, 6 og 10 minutter. Det vises to ulike screenshots for å visualisere brannscenario på best mulig måte. Det vises med 3D røyk, og 2D slice som viser sikten i hvert tilfelle.



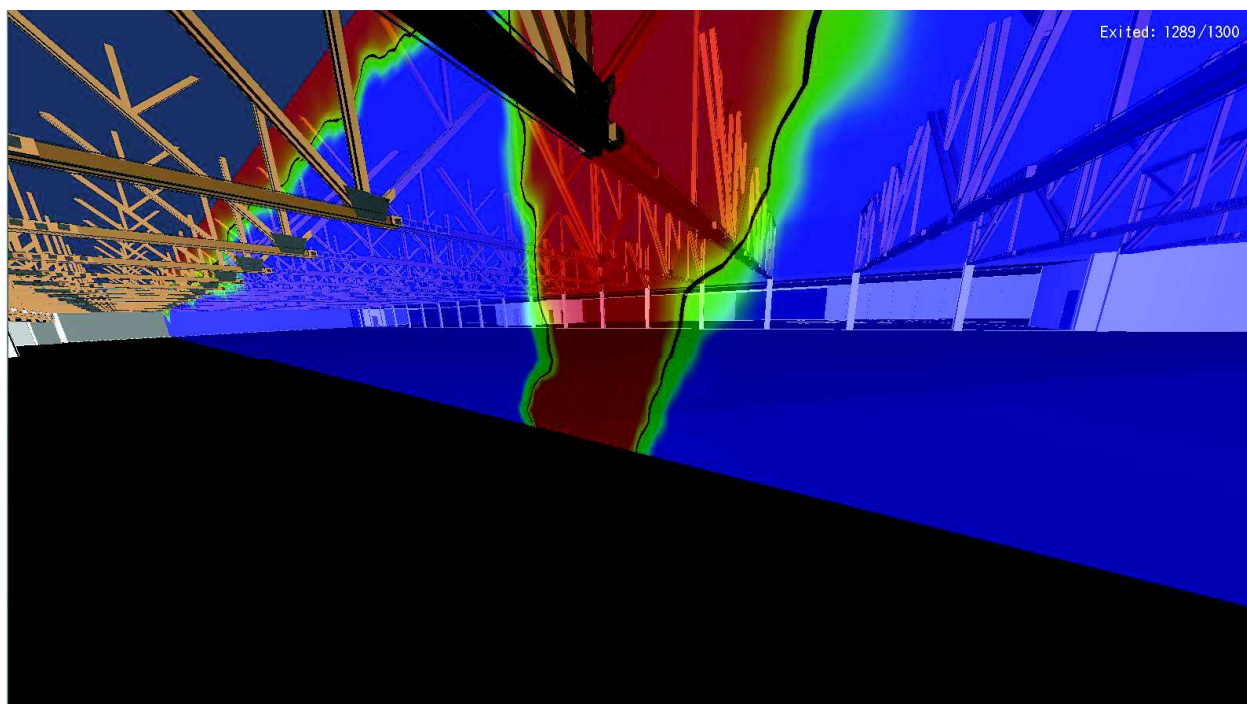
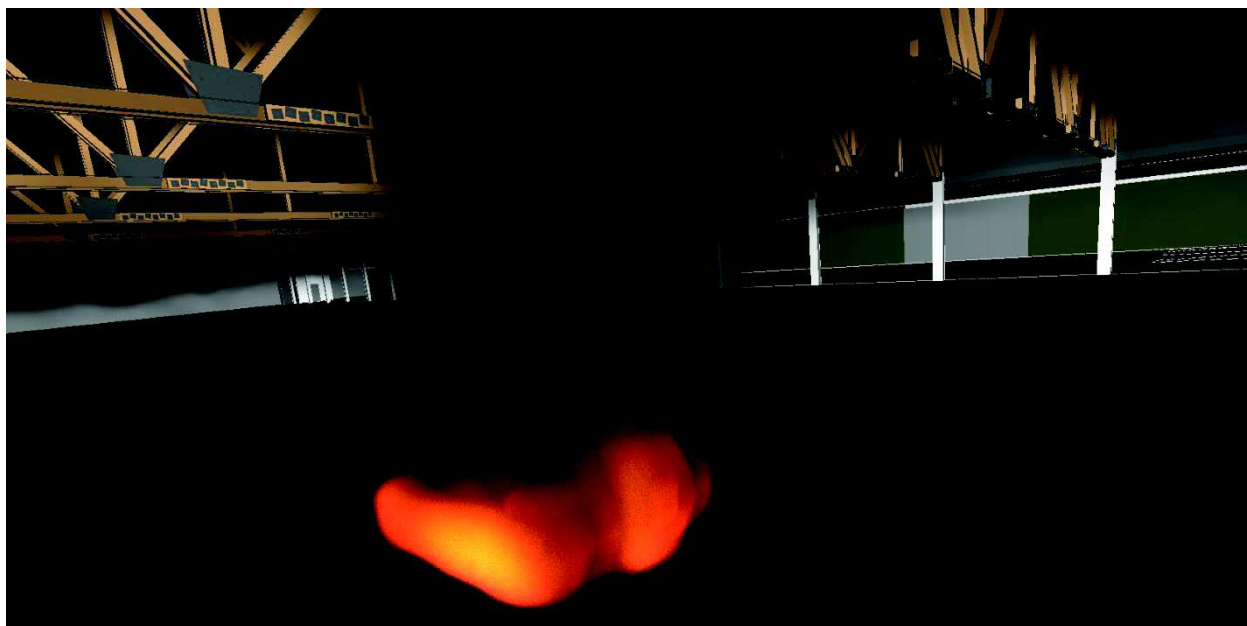
0 minutter ut i simuleringen, personer er i «deteksjons/reaksjonsfasen».



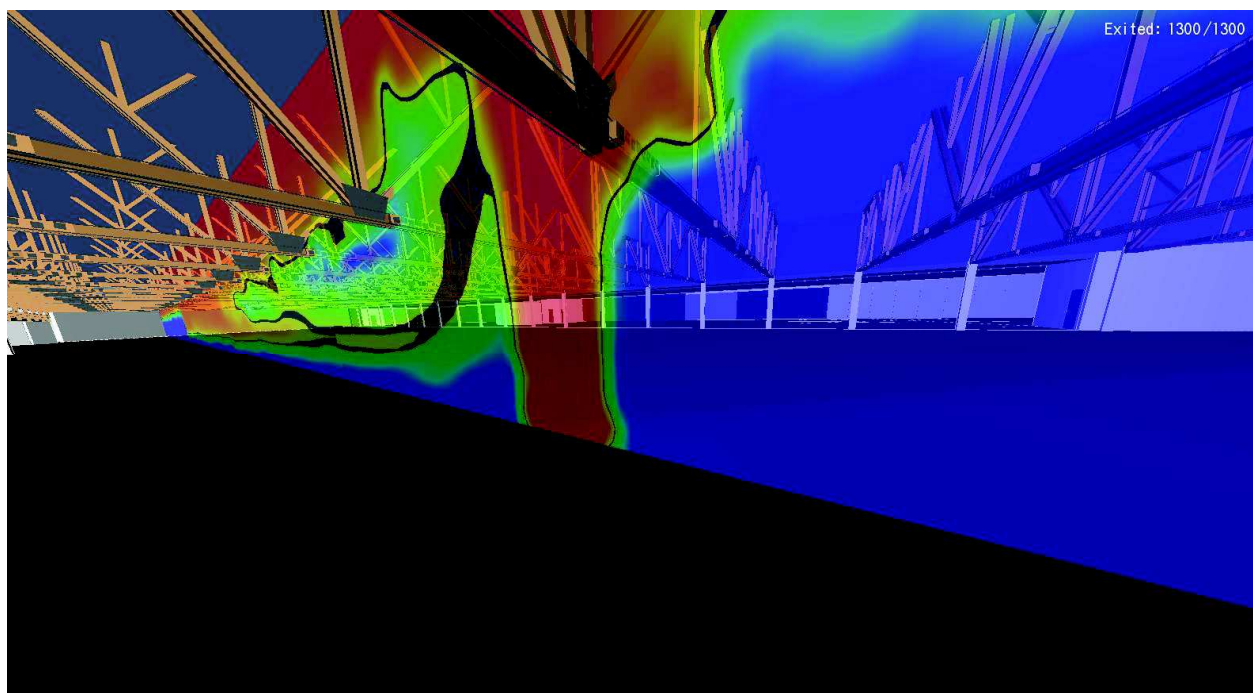
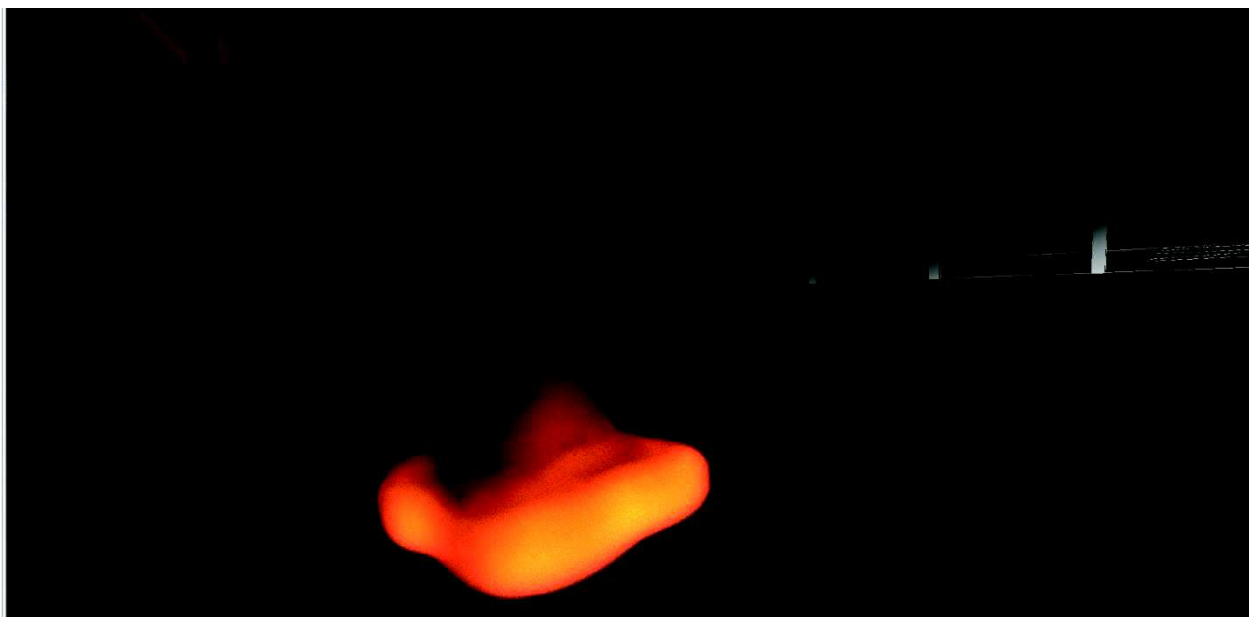
3 minutter ut i simuleringen. Personer har begynt å trekke mot utganger og rømningsveier.



4 minutter ut i simuleringen. Brannrommet er tomt for personer. Alle har ankommet utgangssystem/rømningsvei.



6 minutter ut i simuleringen. Røyken begynner å fylle rommet.



10 minutter ut i simuleringen. Røyken har fylt store deler av rommet. Røykventilasjon starter opp.

VEDLEGG 9:

Branntegninger «Hangaren Lade»

1. Plantegning 1. etasje
2. Plantegning 2. etasje
3. Plantegning takplan

SYMBOLFORKLARING:

- BRANNCELLEVEGG MINIMUM EI 60 [B60]
- BRANNCELLEVEGG MINIMUM EI 60 A2-s1,d0 [A60]
- RØMNINGSRETNING
- ↗ RØMNINGSVEI
- ↗ ADKOMST/ANGREPSVEI BRANNVESEN
- ↘ SPRINKLET
- ↘ RØMNINGSVINDU
- FLUKTVEI
- ☑ FORESLATT PLASSERING AV HÅNDSLOKKINGSAPPARAT
- ☑ FORESLATT PLASSERING AV BRANNSLANGER
- ☑ STYRINGSPANEL RØYKVENTILASJON
- ☑ BRANNMANNSPANEL
- ☑ NØKKELSAFE
- ☑ RØYKVENTILASJON AVTREKKSØVIFTER
- ☑ RØYKVENTILASJON TILLUFT TOT 42 m²

DØR- OG VINDUSKJEMA:

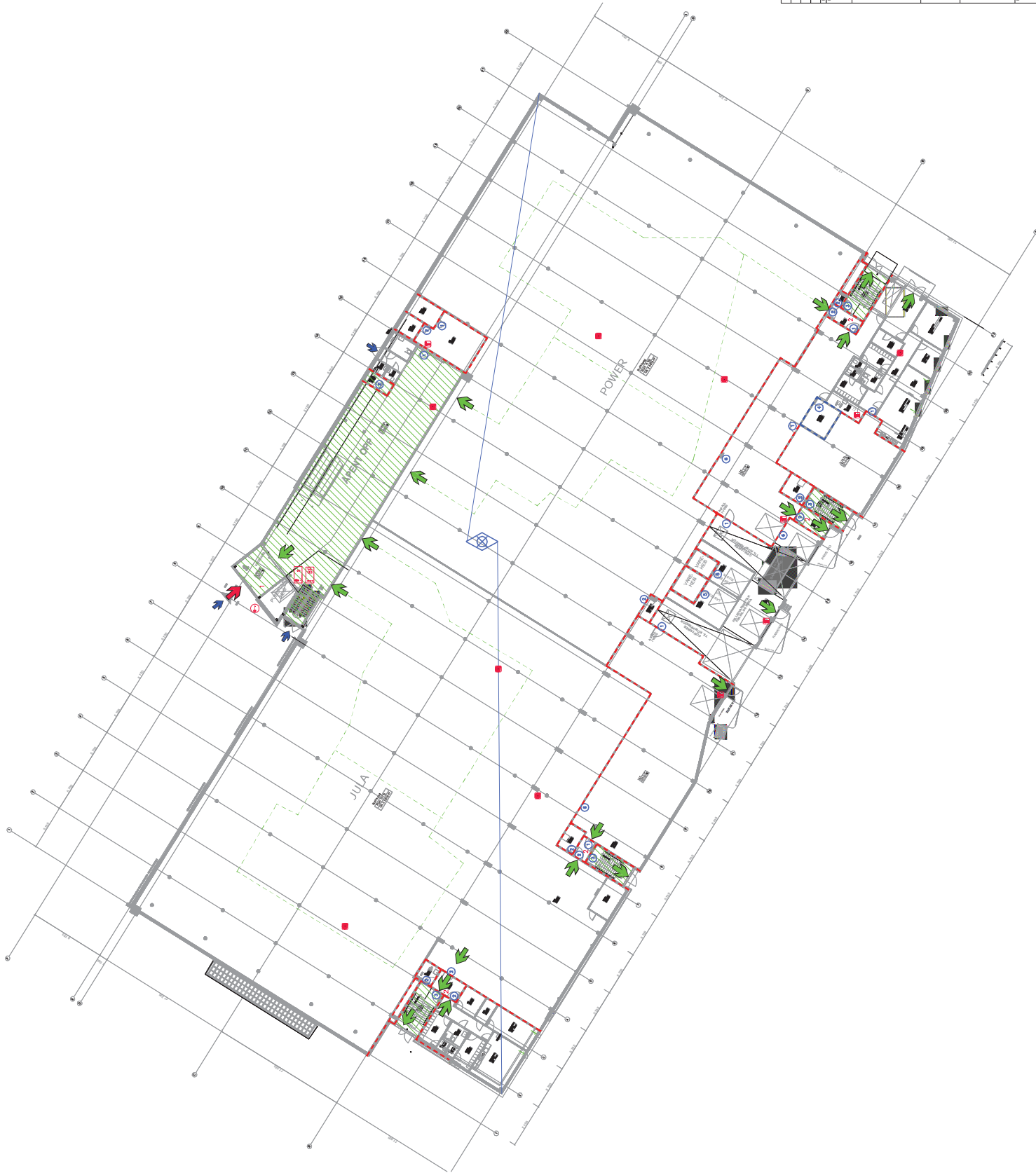
NR.:	TYPE:
1	EI 60-Sa [B60]
2	EI 30-Sa [B30]
3	EI 30-CSa [B30S]
4	EI 60-Sa A2-s1,d0 [A60]
5	E 90 [F90]
6	BRANNGARDIN EI 60-CSa

MERKEMÅDER:

- RISEKLASSE: 5
- BRANNKLASSE: 4 (SKL 2)
- BÆRESYSTEM R60 [B60]
- BÆRESYSTEM TAKKONSTRUKSJON R30 [B30]
- FOR KRAV TIL OVERFLATER OG KLEDDNINGER, SE BRANNTEKNISK KONSEPT.
- BRANNALARMANLEGG KAT. 2
- FULLSPRINKLING
- KFR ARK-TEG/SKJEMA FOR TILLUTSAREAL FOR RØYKVENTILASJON.
- KFR BE-TEG FOR PLASSERING AV DEKNINGER, MANUELE VEDEDERE, NØDLYS ETC
- KFR RV-TEG FOR PLASSERING AV MANUELT SØKKEUTSTYR ETC
- TEGNINGENE ER Å ANSE SOM KONSEPTTEGNINGER, OG SKAL LESES SAMMEN MED BRANNKONSEPTEI
- TEGNINGENE SKAL LESES I FARGER I MINIMUM STØRRELSE A3

NOTES:

1. BRANNMANNSPANEL OG STYRENET FOR RØYKVENTILASJON VED HOVEDINGANG.
2. SLUSER FORAN TRAPPEROM FOR TYPE TR2 I PLAN 1.



Rev. nr.	Revisjon	Dato	Rev. av	Rev. av	Rev. av	Rev. av
3	Revidert utdrags	2018.08.04	FRS	DDD	DD	DD
2	Revidert utdrags	2018.07.03	FRS	BIG	BR	BR
1	Revidert utdrags	2018.02.12	FRS	DDD	TR	TR
0	Brannplan til ig. Underbyg. KFR	2018.02.01	FRS	DDD	DD	DD

Detailfase



Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge
Mellemåla 79 - 7493 Trondheim - Tlf 73 84 10 00

HENT AS
Hangaren Lade

Brannplan
1. etasje

Oppdragsleder	13 500 261 24
Prosjektleder	TFS
Prosjekt	13 500 261 24 Hangar/Lade
Prosjekt	A3 - 1.50D
Oppdragsnr	1400000000
Oppdragsnavn	00001

SYMBOLFORKLARING:

- BRANNCELLEVEGG MINIMUM EI 60 [B60]
- BRANNCELLEVEGG MINIMUM EI 60 A2-s1,d0 [A60]
- RØMNINGSRETNING
- RØMNINGSVEI
- ADKOMST/ANGREPSVEI BRANNVESEN
- SPRINKLET
- RØMNINGSVINDU
- FLUKTVEI
- ☒ FORESLÅTT PLOSSERING AV HÅNDSLØKKINGSAPPARAT
- ☒ FORESLÅTT PLOSSERING AV BRANNISLANGER
- ☒ STYRINGSPANEL RØYKVENTILASJON
- ☒ BRANNMANNSPANEL
- ☒ NØKKELSAFE
- ☒ RØYKVENTILASJON ANTREKKSVMIFTER
- ☒ RØYKVENTILASJON TILLUFT TOT 42 m²

DØRSKJEMA:

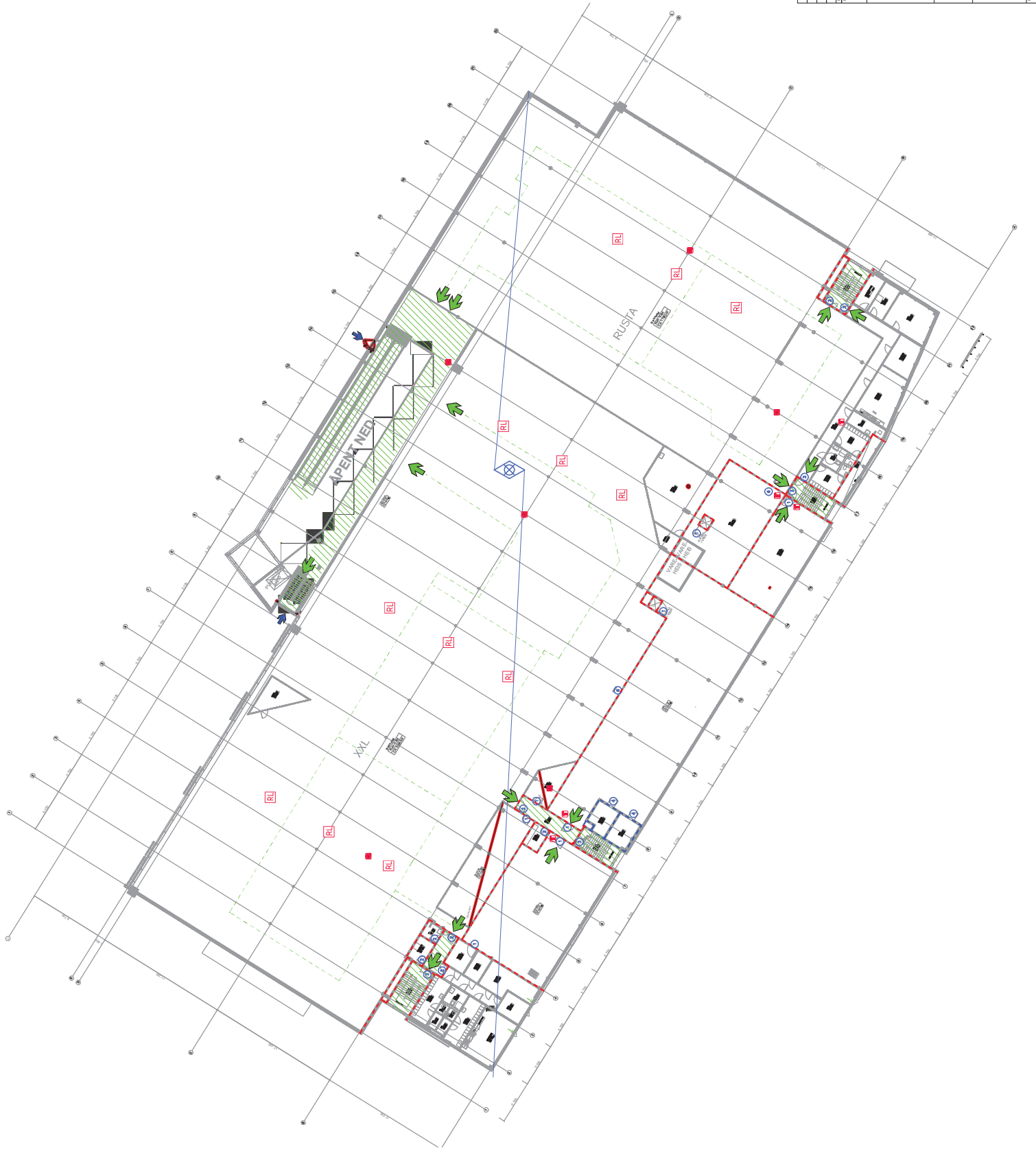
NR.:	TYPE:
1	Ei 60-Sa [B60]
2	Ei 30-Sa [B30]
3	E 30-CSa [F30S]
4	Ei 60-Sa A2-s1,d0 [A60]
5	E 90 [F90]
6	BRANNGARDIN EI 60-CSa

MERKEMÅDER:

- RISSKJELASSE: 5
- BRANNKJELASSE: 4 (SKL 2)
- BÆRESYSTEM R60 [B60]
- BÆRESYSTEM TAKKONSTRUKSJON R30 [B30]
- FOR KRAV TIL OVERFLATER OG KLEDDNINGER, SE BRANNTEKNISK KONSEPT.
- FULLSPRINKLING
- BRANNALARMANLEGG KAT. 2
- KFR ARK-TEG/SKJEMA FOR TILLUTSAREAL FOR RØYKVENTILASJON.
- KFR RIG-TEG FOR PLOSSERING AV DØRSKJER, MANUELE VEDERE, NØDLYS ETC
- KFR RIG-TEG FOR PLOSSERING AV MANUELT SIKKEDØRSSTR ETC
- TEGNINGENE ER Å ANSE SOM KONSEPTTEGNINGER, OG SKAL LESSES SAMMEN MED BRANNKONSEPTEI
- TEGNINGENE SKAL LESSES I FARGER I MINIMUM STØRRELSE A3

NOTES:

1. BRANNMANNSPANEL OG STYRENET FOR RØYKVENTILASJON VED HOVEDINGANG.
2. SLUSER FORAN TRAPPEROM FOR TYPE TR2 I PLAN 1



Rev. nr.	Rev. dato	Rev. beskrivelse	Rev. av
3	2018.09.04	Revidert utdrags	FRS
2	2018.07.03	Revidert utdrags	FRS
1	2018.02.12	Revidert utdrags	FRS
0	2018.02.01	Brannplan til i.g. Underliggende KFR	FRS

Detailfase



Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge
Mellemåla 79 - 7493 Trondheim - Tel: 73 84 10 00

HENT AS
Hangaren Lade

Brannplan
2. etasje

Rev. nr.	Rev. dato	Rev. beskrivelse	Rev. av
3	2018.09.04	Revidert utdrags	FRS
2	2018.07.03	Revidert utdrags	FRS
1	2018.02.12	Revidert utdrags	FRS
0	2018.02.01	Brannplan til i.g. Underliggende KFR	FRS

SYMBOLFORKLARING:

- BRANNSEKSJON TRAFØ REI 120-M A2-s1,d0 [A120]
- - - BRANNCELLEVEGG MINIMUM EI 60 [B60]
- - - BRANNCELLEVEGG MINIMUM EI 60 A2-s1,d0 [A60]
- RØMNINGSRETNING
- RØMNINGSVEI
- ADKOMST/ANGREPSVEI BRANNVESEN
- SPRINKLET
- RØMNINGSVINDU
- SIKKERHETSSONE TRAFØ
- FLUKTVEI
- ☑ FORESLÅTT PLOSSERING AV HÅNDSLØKKINGSAPPARAT
- ☑ FORESLÅTT PLOSSERING AV BRANNSLANGER
- ☑ STYRINGSPANEL RØYKVENTILASJON
- ☑ BRANNMANNSPANEL
- ☑ NØKKELSAFE
- ☑ RØYKVENTILASJON AVTREKKSVIFFER
- ☑ RØYKVENTILASJON TILLUFT

DØRSKJEMA:

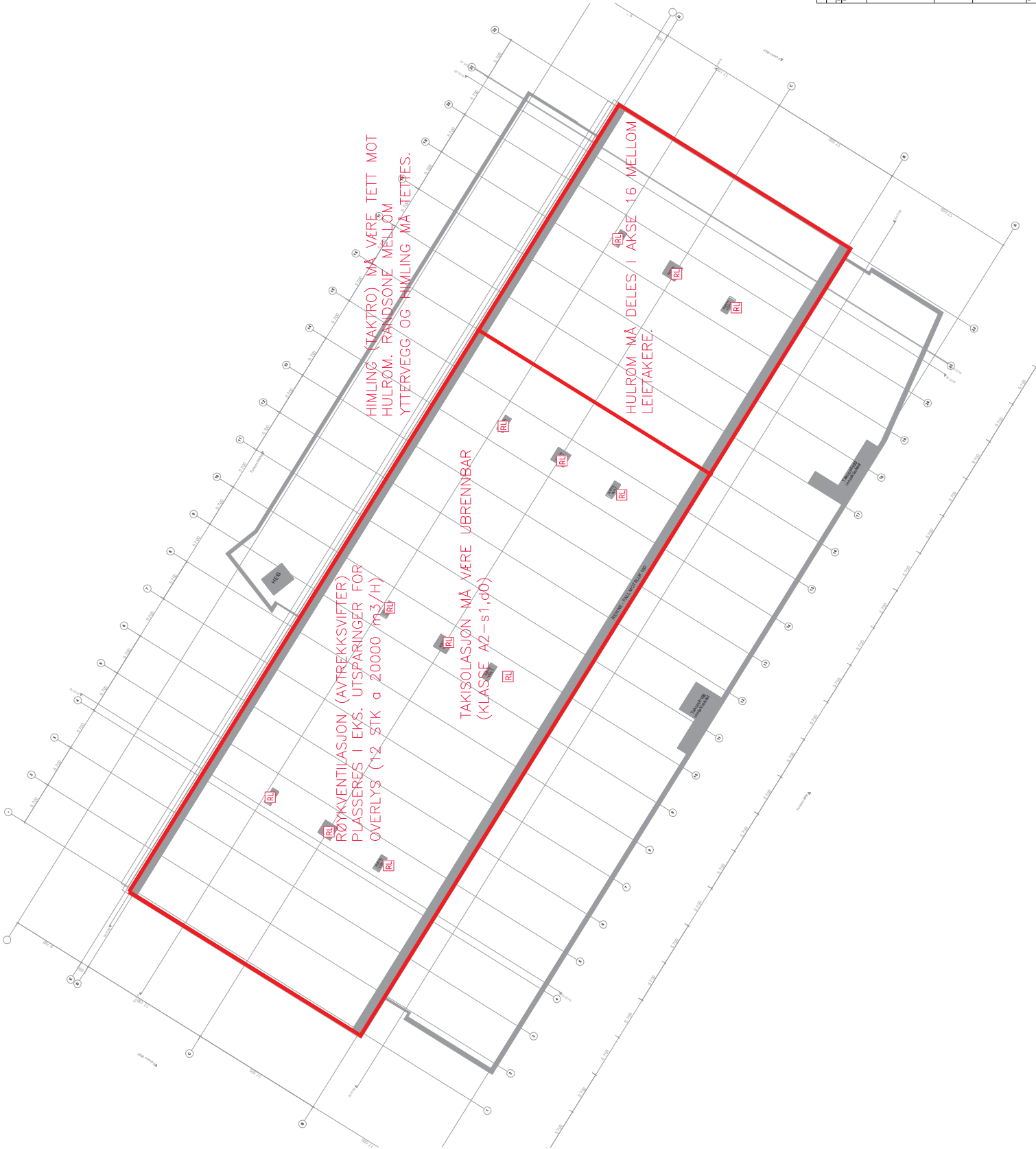
NR.:	TYPE:
1	EI 60-Sa [B60]
2	EI 30-Sa [B30]
3	E 30-CSa [F30S]
4	EI 60-Sa A2-s1,d0 [A60]
A	EW 30

MERKADIER:

- RISEKLASSE: 5
- BRANNKLASSE: 4 (BKL 2)
- BARESYSTEM R60 [B60]
- BARESYSTEM TAKKONSTRUKSJON R30 [B30]
- FOR KRAV TIL OVERFLATER OG KLEDDNINGER, SE BRANNTEKNISK KONSEPT.
- FULLSPRINKLING
- BRANNALARMANLEGG KAT. 2
- KFR RE-TEG FOR PLOSSERING AV DETEKTORER, MANUELLE MELDERE, NØDLYS ETC
- KFR RV-TEG FOR PLOSSERING AV MANUELT SLOKKEUTSTR ETC
- TEGNINGENE ER Å ANSE SOM KONSEPTTEGNINGER, OG SKAL LESES SAMMEN MED BRANNBEREDETTE!
- TEGNINGENE SKAL LESES I FARGER I MINIMUM STØRRELSE A3

NOTES:

1. BRANNMANNSPANEL OG STYRENET FOR RØYKVENTILASJON VED HOVEDINGANG.
2. SLUSER FORAN TRAPPEROM FOR TYPE TR2 I PLAN 1



0	Brannplan RULG	20180212	FRS	DDD	DD
Søknad om igangsetting					
HENT AS Hangaren Lade Brannplan Takplan					
Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge Mellomlia 79 - 7493 Trondheim - Tlf 73 84 10 00					
RIBBR Oppdragsnummer: 13 500 26124 TFS: 000000000 Prosjekt: 20180212_HangarT.Lad Tegningstype: A3 - 1:500 Opprisset dato: 20180212					
Skapet dato	Byggetype	Fase	Bladnummer	Blad	Totalt bl. 0
				Tak F	20_001