

Brannsikkerhet i tett trehusbebyggelse

- Bryggene i Kjøpmannsgata i Trondheim

Nora Belling Mangen

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: juni 2014

Hovedveileder: Harald Landrø, BAT

Medveileder: Jon Ivar Belghaug Knarud, BAT

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bygg, anlegg og transport



Oppgavens tittel: Brannsikkerhet i tett trehusbebyggelse - Bryggene i Kjøpmannsgata i Trondheim.	Dato: 10.06.2014		
	Antall sider (inkl. bilag): 149		
	Masteroppgave	x	Prosjektoppgave
Navn: Nora Belling Mangen			
Faglærer/veileder: Harald Landrø			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere:			

Ekstrakt:

Bryggene på hver side av Nidelva er viktige for Trondheims identitet, samtidig som disse kulturminnene trues av forfall og brann. Hensikten med oppgaven har vært å kartlegge overordnet brannsikkerhet i bryggerekken i Kjøpmannsgata, spesielt med tanke på spredning fra en brygge til neste.

Fullstendig risikoanalyse for området, samt nyttekostnadsanalyser er nødvendig før tiltak innføres, men er ikke del av denne oppgaven. Det er ikke sett på muligheter for omregulering av området til også å omfatte boliger.

For å forstå hvilke forhold som kan øke sjansene for at en brann sprer seg mellom bygninger, har det vært nødvendig å gjennomføre et litteraturstudie og oppsøke flere fagpersoner. De omfattende brannene i Lærdal og Flatanger januar 2014 har gjort det aktuelt å bruke nyhetsartikler som kildemateriale. Deltakelse på møter, kurs og seminarer har vært nyttig for å forstå forholdet mellom bevaringshensyn og brannsikkerhet.

Brannvesenet er klar over den store spredningsfaren i bryggerekken og jobber aktivt med forebyggende arbeid. Ved alarm derfra, vil de rykke ut med alt tilgjengelig mannskap og utstyr inkludert sjøsprøyta. Flere av de gamle tre- bryggene står så tett at å bygge en brannseksjoneringsvegg mellom dem ikke er mulig uten å endre de opprinnelige konstruksjonene. Dersom det ikke er ønskelig, må annen passiv og/ eller aktiv brannsikring til. Fasadesprinkling er et alternativ, men det må jobbes med å utarbeide standarder og retningslinjer for hvordan disse skal utformes. Ved istandsetting og etterisolering, bør det installeres brannstopp slik at en brann ikke kan spre seg i skjulte hulrom i fasader. Brann i vertikale hulrom kan spre seg med en hastighet på mellom 2 og 8 m/min. Tak og takfot må sikres slik at brann ikke spres til loft. Gjennomtrekking av tak er kritisk for produksjon av gnistregn. Flyvebrann har ikke vært et utbredt problem i Norge, men enkle og rimelige tiltak kan likevel innføres for økt sikkerhet mot fenomenet. Ryddighet og fjerning av brennbart materiale og avfall fra trefasader gir bedre brannhygiene og hindrer ildspåsettelse.

Stikkord:

1. Brannspredning
2. Konflagrasjon
3. Trehus
4. Kulturminner

Nora Belling Mangen

(sign.)

Forord

Bryggerekkene på hver side av Nidelven er typiske postkortmotiv fra Trondheim, og det er ikke uvanlig å måtte sykle sikksakk mellom turister og hobbyfotografer over Gamle Bybro ved sommerstid. Forsidebildet tok jeg allerede 1. februar 2009, et halvt år etter at jeg hadde flyttet til Trondheim og lenge før jeg visste at jeg skulle drive med brannsikkerhet. Baksiden av disse bryggene er det dessverre få som legger merke til. Brann og forfall er de to største truslene mot disse kulturminnene. I denne oppgaven har jeg søkt å kartlegge de overordnede problemene med tanke på brann og sett på mulige løsninger. I forbindelse med storbrannene i vinter, spesielt Lærdal og Flatanger, har det vært relevant å trekke inn hvordan vær fenomener påvirker brannspredningen.

Denne oppgaven markerer avslutningen på fem års studier på NTNU og danner vurderingsgrunlaget i faget TBA4905 - Bygnings- og materialteknikk, masteroppgave. Arbeidet vektet 30 studiepoeng og er begrenset til 20 uker. Høsten 2013 skrev jeg prosjektoppgave om tett verneverdig trehusbebyggelse generelt og en del av dette arbeidet er brukt som bakgrunn for masteroppgaven, blant annet i litteratursøket.

Det har vært helt nødvendig å gå på befaringer og snakke med ulike fagpersoner for å forstå utfordringene, grensesnittene og mulige løsninger. Å delta på møter, seminarer og kurs samt oppsøke personer som kan hjelpe meg med informasjon eller praktiske ting har vært tidkrevende, men også lærerikt og spennende.

Først og fremst vil jeg takke Harald Landrø for veiledning underveis og for oppmuntringer når ting har gått trått. Gjennom arbeidet har jeg kommet i kontakt med mange personer innen fagområdet brann i tillegg til ansatte i kommune og antikvariske myndigheter og arkitekter. Jeg har generelt blitt veldig godt mottatt og ønsker å takke følgende personer:

Anders Harald Arnhus (NTNU/PiD Solutions) for god diskusjon og bistand ved befaring; Jon Ivar Knarud (NTNU) for veiledning; Susanne Saue (Trondheim kommune) for hjelp til innhenting av informasjon og for å sette meg i kontakt med relevante personer; Silje Taftø Pedersen (praktikant hos Byantikvaren i Trondheim) og Gunnar Houen (Byantikvaren i Trondheim) for imøtekommende og god dialog; Anna Karin Hermansen, Morten Knudsen, Einar Nyberg og Ole Anders Holmvaag (TBRT) for at de satte av tid til å svare på mine spørsmål; Geir Brendeland (Brendeland og Kristoffersen arkitekter) for lån av nøkler til Kjøpmannsgata nummer 11; Jan Ivar Rønningen (Teknoconsult) for innspill; Geir Jensen (Cowi) for en god, faglig diskusjon om brannsikring av gamle trebygninger; Frank Engdal (Rema eiendom Nord) for tilgang til brannpermen i Kjøpmannsgata 37.

Sist, men ikke minst, vil jeg takke Camilla Maartmann som sa ja til å lese korrektur og min samboer Ruben Moritz som har holdt ut og støttet meg gjennom hele prosessen.

Trondheim, 10. juni 2014


Nora Belling Mangen

Sammendrag

Bryggene på hver side av Nidelva er viktige for Trondheims identitet, samtidig som disse kulturminnene trues av forfall og brann. Hensikten med oppgaven har vært å kartlegge overordnet brannsikkerhet i bryggerekkene i Kjøpmannsgata, spesielt med tanke på spredning fra en brygge til neste.

Fullstendig risikoanalyse for området, samt nyttekostnadsanalyser er nødvendig før tiltak innføres, men er ikke del av denne oppgaven. Det er ikke sett på muligheter for omregulering av området til også å omfatte boliger.

For å forstå hvilke forhold som kan øke sjansene for at en brann sprer seg mellom bygninger, har det vært nødvendig å gjennomføre et litteraturstudie og oppsøke flere fagpersoner. De omfattende brannene i Lærdal og Flatanger januar 2014 har gjort det aktuelt å bruke nyhetsartikler som kildemateriale. Deltakelse på møter, kurs og seminarer har vært nyttig for å forstå forholdet mellom bevaringshensyn og brannsikkerhet.

Brannvesenet er klar over den store spredningsfaren i bryggerekkene og jobber aktivt med forebyggende arbeid. Ved alarm derfra, vil de rykke ut med alt tilgjengelig mannskap og utstyr inkludert sjøsprøyta. Flere av de gamle trebryggene står så tett at å bygge en brannseksjoneringsvegg mellom dem ikke er mulig uten å endre de opprinnelige konstruksjonene. Dersom det ikke er ønskelig, må annen passiv og/ eller aktiv brannsikring til. Fasadestinkling er et alternativ, men det må jobbes med å utarbeide standarder og retningslinjer for hvordan disse skal utformes. Ved istandsetting og etterisolering, bør det installeres brannstopp slik at en brann ikke kan spre seg i skjulte hulrom i fasader. Brann i vertikale hulrom kan spre seg med en hastighet på mellom 2 og 8 m/min. Tak og takfot må sikres slik at brann ikke spres til loft. Gjennombrenning av tak er kritisk for produksjon av gnistregn. Flygebrann er ikke et utbredt problem i Norge, men enkle og rimelige tiltak kan likevel innføres for økt sikkerhet mot fenomenet. Ryddighet og fjerning av brennbart materiale og avfall fra trefasader gir bedre brannhygiene og hindrer ildspåsettelse.

Summary

The old wooden warehouses on either side of Nidelva is important to the identity of Trondheim, but these heritage buildings are threatened by decay and fire. The purpose of this report was to identify the general fire safety in the rows of the former warehouses in Kjøpmannsgata, especially considering fire spread from one building to the next.

Full risk assessment for the area, as well as cost-benefit analyses are needed before measures can be introduced, but is not included in this work. The possibility of rezoning to include housing, is not considered.

To understand which factors may increase the risk of fire spread between buildings, a literature review and consulting professionals has been necessary. The extensive fires in Lærdal and Flatanger January 2014 has made it relevant to use news articles as source material. Attending meetings, courses and seminars have been useful to understand the relationship between fire safety and conservation concerns.

The fire department is aware of the conflagration risk in these wooden structures and work actively with prevention. If a fire alarm goes off in this area, they will respond with all available manpower and equipment, including the fire-boat. Several of the old, wooden warehouses are so densely built, that making a fire sectioning wall between them is impossible without changing the original constructions. Where this is not desired, alternative measures are necessary, preferably a combination of active and passive measures. Sprinkling of facades is an option, but standards and guidelines for how they should be designed need to be developed. Upon restoration and retrofit insulation, fire stops should be installed to prevent fire spread in the hidden cavities of the facades. Fire in vertical cavities may spread at a rate of between 2 and 8 m/min. Roof and eave

must be secured so that the fire does not spread to the attic. Roof collapsing due to fire is critical for the production of firebrands. Firebrand showers are not a widespread problem in Norway, but simple and inexpensive measures can still be made for increased security against the phenomenon. Tidiness and removing of combustible materials and waste from facades provide better fire hygiene and prevents arson.

Innhold

Forord	I
Sammendrag	V
Summary	VII
Figurliste	XV
Tabelliste	XIX
1 Innledning	3
1.1 Bakgrunn	3
1.2 Problemstilling	4
1.3 Begrensninger	4
1.4 Leserveiledning	4
2 Metode	7
2.1 Litteraturstudie	7
2.2 Møter, kurs og seminarer	7
2.3 Befaringer og intervjuer	8
3 Teori	11
3.1 Kulturminner, fredede og verneverdige bygninger	11
3.1.1 Fredet bebyggelse	12
3.1.2 Verneverdig bebyggelse	13
3.1.3 Særskilte brannobjekter	13
3.2 Årsaker til brann	14

3.3	Brannspredningsmekanismer	17
3.3.1	Varmestråling	17
3.3.2	Flammespredning	20
3.3.3	Vind- og værforhold	24
3.3.4	Flyvebrann og konflagrasjon	27
3.3.5	Ettertenning	30
3.3.6	Hulrom	30
3.4	Materialers branntekniske egenskaper og klassifisering	31
3.5	Pyrolyse av tre	34
3.6	Brannteknisk dimensjonering av bærende og skillende konstruksjoner	36
3.7	Tiltak for å øke brannsikkerheten	37
3.7.1	Forebyggende tiltak	37
3.7.2	Deteksjon og varsling	39
3.7.3	Skadebegrensende tiltak	41
3.8	Om risikobegreper og risikoanalyse	45
4	Rammeverk	49
4.1	Plan- og bygningsloven, pbl	49
4.2	Teknisk forskrift til Plan- og bygningsloven, TEK	50
4.3	Brann- og eksplosjonsvernloven	51
4.4	Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn, FOBTOT	51
4.5	Byggeforskriften av 1985	51
4.6	Kulturminneloven	52
4.7	Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen	52
4.8	Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr	52
4.9	Standarder og veiledninger	53
4.10	Stortingsmelding nr 41 (2000-2001)	53
5	Bryggene	55
5.1	Historie og bevaring	55
5.2	Konstruksjon	60
5.3	Eksisterende brannsikkerhetsnivå	61
5.3.1	Virksomhet og bruk	66
5.3.2	Eiere og brukere	67
5.3.3	Vindforhold	69
5.3.4	Bryggenes verdi	71
5.4	Beskrivelse av noen utvalgte brygger	72

5.4.1	Kjøpmannsgata 37	72
5.4.2	Kjøpmannsgata 11	73
5.4.3	Kjøpmannsgata 27	73
5.5	Brannvesenets rolle	75
6	Diskusjon	79
6.1	Sammenlikning med annen tett verneverdig trehusbebyggelse . .	79
6.2	Sikkerhetstiltak	80
6.2.1	Tekniske tiltak	80
6.2.2	Organisatoriske tiltak	81
6.3	Kulturhistorisk verdi og kostnader	83
6.4	Risiko	84
6.5	Påvirkning av vær og klima	85
7	Konklusjon og videre arbeid	87
	Bibliografi	91
A	Vedlegg: Befaringer	99
A.1	Befaring 12. februar 2014	99
A.2	Befaring 5. mars 2014	100
A.3	Befaring 6. mars 2014	103
A.4	Befaring 7. april 2014	103
B	Vedlegg: Møter, kurs og seminar	105
B.1	Møte hos Trondheim kommune	105
B.2	Møte 12. februar 2014	106
B.3	Møte 13. februar 2014	106
B.4	Møte 20. mars 2014	107
B.5	Seminar 3. og 4. april 2014	113
B.6	DIVE-kurs 7. og 8. april 2014	118
B.7	Intervju med Ole Anders Holmvaag, 2. mai 2014	120
B.8	Møte med Geir Jensen, 20. mai 2014	122
B.9	Møte med Frank Engdal, 3. juni 2014	122
C	Vedlegg: Lister og kart	123
C.1	Oversikt over bryggenes byggeår	123
C.2	Kart over SEFRAK-bygninger	125
C.3	Kart over brannsmitteområder	127

Figurer

3.1	Nominelle tid-temperaturkurver for de første 2 minuttene.	19
3.2	Nominelle tid-temperaturkurver for de første 30 minuttene.	19
3.3	Flammespredning over en skrå flate.	21
3.4	Sammenlikning av resultater fra forsøk som viser sammenhengen mellom flammespredningshastighet og prøvestykkets vinkel utført av ulike forskere.	23
3.5	Skjematisk fremstilling av mekanismene som inngår i brannspredning i tettbygde områder.	28
3.6	Sannsynlighetsfordeling av gnistspredning fra en brennende bygning.	29
3.7	Eksempel på FIGRA-kurve.	32
3.8	Eksempel på SMOGRA-kurve.	33
3.9	Store deler av bjelkens tverrsnitt er fortsatt friskt treverk med lastbærende egenskaper.	35
3.11	Prinsippskisse av bow-tie-modellen.	46
3.10	Skjematisk fremstilling som viser gangen i en risikovurdering.	47
5.1	Bryggerekken i Kjøpmannsgata sett fra Gamle Bybro.	56
5.2	Bryggerekken i Kjøpmannsgata vist i aktsomhetskart for kulturminner.	58
5.3	Alternativ bæring der trebjelker er kappet for å oppnå tilfredsstillende takhøyde.	61
5.4	For trangt til å sette opp brannvegg.	63
5.5	En konteiner merket “Brennbart avfall” står utenfor porten til en av veitene.	64
5.6	Stort askebeger i inngangen til et av smugene.	65
5.7	En bensinstasjon er nærmeste nabo til en brygge fra 1853.	67

5.8	Åpen port mot smug med sammenbrettet papp og annet skrot plassert i åpningen. En liten gnist her kan gjøre svært stor skade.	68
5.9	Vindrose for Voll målestasjon i Trondheim i perioden 1983-2013.	70
5.10	Vindrose for Voll målestasjon i Trondheim for året 2013.	70
5.11	Det er ingen tetting i overgangen mellom tak og vegg på loftet i Kjøpmannsgata 27.	74
5.12	Skader i konstruksjonen svekker brannmotstanden. Her fra taket i nr. 27.	74
A.1	Lighter funnet henslengt ved porten til en av de aller mest sårbare bryggene	100
A.2	Enkel tilgang til kjeller.	101
A.3	Sikringen gir inntrykk av å være svært provisorisk.	102

Tabeller

1.1	Forkortelser	5
3.1	Branner etter næringshovedområde 1986-2009. [DSB, 2011b, s. 18]	16
3.2	Faktorer som påvirker flammespredningshastigheten i fast materiale	22
3.3	Tid (min:s) til flammefronten når gitte høyder i mellomskalatest. [Hakkarainen and Oksanen, 2002]. - betyr ingen flamme ved merket etter 30 minutter	25
3.4	Lignin- og celluloseinnhold, vektprosent. [Tomassetti et al., 1990]	34
5.1	Bryggebranner i Trondheim etter 1900.	59

Kapittel 1

Innledning

1.1 Bakgrunn

De siste årene har det vært et økt fokus på brannsikring av de mange tettbygde, verneverdige trehusmiljøene i Norge. Totalt finnes det et sted mellom 180 og 200 slike områder som er svært utsatt for omfattende ødeleggelser dersom en brann oppstår og blir spredningsdyktig. Mange av disse områdene består av hus som opprinnelig var, og fortsatt er, typisk sentrumsbebyggelse med boliger og forretningslokaler. I havnebyer med stor handelsvirksomhet ble det også bygget sjøboder, eller brygger, som tjente som lagerlokaler i møtet mellom byen og elv eller sjø. Bryggerekkene på Bakklandet, i Fjordgata, Kjøpmannsgata og Sandgata i Trondheim er eksempler på slike lagerbygninger som en gang yrte av liv. I Fjordgata, hvor bryggene er noe yngre enn i Kjøpmannsgata, er en del av bryggene i dag tatt i bruk til boliger med næringsvirksomhet i de nederste etasjene. I Kjøpmannsgata har det i utgangspunktet ikke vært ønskelig å åpne opp for omregulering til boligformål, men slik gata fremstår i dag er det ikke ansett som attraktivt å drive næring i disse lokalene. Dette har ført til at om lag ni tusen kvadratmeter i dag står tomt i et av Trondheims mest brukte postkortmotiv. Bryggene, og spesielt de på hver side av Nidelven mellom Gamle Bybro og Bakke bro, er en stor del av Trondheims identitet og har kulturhistorisk verdi utover lokal interesse. Den beste måten å ta vare på gamle bygninger på er å bruke dem, og Trondheim kommune har derfor iverksatt arbeid med å vitalisere

bryggene her, men det er mange utfordringer. Brannsikkerheten er uten tvil en av dem. De siste 50 årene har Trondheim mistet hele 12 sjøboder i brann, ni av dem i Kjøpmannsgata.

1.2 Problemstilling

Studien søker å finne ut hvilke svakheter bryggene i Kjøpmannsgata har som kan gjøre dem sårbare for brannspredning ved utvendig brannstart eller brann i nabobygninger samt andre potensielle brannhendelser. Et av målene har vært å finne frem til brannsikkerhetstiltak som kan være aktuelle å innføre for å minske faren for at en brann utvikler seg til en storbrann. I lys av de omfattende branene i Lærdal og Flatanger vinteren 2014 har værphenomener blitt en viktig del av brannsikkerhetsdebatten og det ses derfor på hvordan vind og tørke påvirker spredningen mellom hus eller fra lyng til bebyggelse.

1.3 Begrensninger

Å utarbeide full risikovurdering og nyttekostnadsanalyser for områdesikring av bryggerekken er nødvendig før tiltak innføres, men er for omfattende til å inkluderes i denne oppgaven. Den delen av Kjøpmannsgata som ligger ned mot Nidelven er regulert utelukkende til næringsvirksomhet og det er ikke vurdert noe scenario der det blir åpnet for omregulering til boliger selv om kommunen nå vurderer dette. Her ligger det muligheter for videre studier og forskning.

1.4 Leserveiledning

Oppgavens målgruppe er personer med ansvar, eller interesse, for brannsikring av tett trehusbebyggelse, spesielt gamle sjø- og landpakkhus. Det kan være kommune, eiere, antikvariske myndigheter og fagpersoner innenfor brannmiljøet.

Bryggene i Kjøpmannsgata, som denne oppgaven fokuserer på, består hovedsakelig av tre både i bærekonstruksjon, kledning og andre bygningsdeler. Teorien som blir presentert i kapittel 3 er derfor i stor grad rettet mot trekonstruksjoner og verneverdige bygninger samt bruksområder som regnes som relevante for

bryggene. Kjært barn har mange navn og gamle bryggerekker blir gjerne også omtalt som sjøboder, sjøpakkhus eller bare pakkhus. I Trondheim kalles trange gater og smug for veiter. Bryggene i Kjøpmannsgata blir nærmere presentert i kapittel 5.

Innledningen tar for seg bakgrunn for oppgaven, problemstilling og hvilke begrensninger som er gjort. Metodekapittelet beskriver hvordan arbeidet er utført og hvordan innhenting av informasjon er utført. I kapittel 3 presenteres relevant teori fra litteraturen som en bakgrunn for arbeidet. Lover, forskrifter og annet rammeverk som berører endringer i sjøbodene blir kort introdusert i kapittel 4. Kapittel 5 skildrer forhold i og rundt bryggerekkene slik som bruk, eiere, konstruksjon, lokale vindforhold og brannvesenets arbeid. Diskusjonskapittelet drøfter utfordringer og mulige løsninger for å bedre brannsikkerheten i det valgte området. Til slutt blir konklusjoner og forslag til videre arbeid presentert.

Alle fotografier uten kildehenvisninger er tatt av Nora Belling Mangen.

Tabell 1.1: Forkortelser

ALARP	As Low As Reasonably Practicable
BFO	Brannfaglig fellesorganisasjon
CEN	European Committee for Standardization
DIVE	Describe, Interpret, Valuate, Enable
DSB	Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
FIGRA	Fire Growth Rate Index
FOBTOT	Forskrift om forebyggende tiltak og tilsyn
IR	Infrarød
NFPA	National Fire Protection Association
ROS-analyse	Risiko- og sårbarhetsanalyse
RF	Relativ luftfuktighet
SEFRAK	SEkretariatet For Registrering Av faste Kulturminne i Norge
SMOGRA	Smoke Growth Rate Index
TBRT	Trøndelag brann- og redningstjeneste
UII	Urban Urban Interface
WUI	Wildfire Urban Interface

Kapittel 2

Metode

2.1 Litteraturstudie

Søkemotorene science direct, scopus og google scholar ble brukt til å søke opp relevante, vitenskapelige artikler. SINTEF-rapporter er hentet fra deres egne nettsider. Det har også vært nødvendig å søke opp nyhetsartikler fra kilder som NRK og diverse tidsskrift. Værstatistikk og -data ble hentet fra yr.no og eklime.met.no. For å få tilgang til mindre tilgjengelig informasjon, som brannsikkerhetsplaner for spesielle bygg eller områder, oppmålingstegninger og deler av brannvesenets ROS-analyse var det nødvendig å aktivt oppsøke personer med tilgang til disse dokumentene. Til teoridelen var det også nyttig å bruke pensumbøker fra tidligere kurs i studiet. Biblioteksbøker har vært en viktig kilde til informasjon om blant annet branner i Trondheim opp gjennom historien.

Det er søkt, så langt det har vært praktisk mulig, å gå tilbake til primærkilder i litteraturstudiet.

2.2 Møter, kurs og seminarer

For å få en bedre forståelse av temaet har det vært nyttig å delta i fora der bygningsvern og brannvern har blitt presentert og diskutert av fagpersoner innenfor ulike yrker. Arbeidet med denne oppgaven ble sparket i gang med et møte hos Trondheim kommune der Byplankontoret, Trøndelag brann- og redningstjeneste, Byantikvaren, TrebyenTrondheim og NTNU var representert. Målet var

å få et overblikk over hvilke utfordringer og muligheter som er spesielle for Kjøpmannsgata med tanke på forholdet mellom brannsikkerhet og vern, samt knytte kontakter. Etter dette ble det avtalt flere mindre møter ved behov, også med andre personer enn de som deltok på oppstartsmøtet.

Deltakelsen på Brannfaglig Organisasjon, BFO, på Gardermoen om utvendig brannspredning i tett trehusbebyggelse belyste flere sider av temaet og ga faglig input, blant annet om betydningen av værphenomener. Foredragsholdere var fagpersoner fra forskjellige miljøer: brannvesen fra ulike kommuner, blant annet fra Lærdal; DSB; Stavanger og Fredrikstad kommuner; Høgskolen Stord/Haugesund; brannrådgivere; Riksantikvaren. Forhold rundt brannene i Lærdal og Flatanger, mer generelle problemstillinger knyttet til brann i gammel trehusbebyggelse, og erfaringer fra Stavanger og Fredrikstad ble presentert. Det var motiverende for det videre arbeidet å diskutere med fagpersoner i pauser i løpet av seminaret.

I regi av Riksantikvaren, Trondheim kommune og Sør-Trøndelag fylkeskommune ble det arrangert et kurs i DIVE-analyse spesielt rettet mot bryggerekken i Kjøpmannsgata. Her var det mulighet til å prate med eiere og andre interessenter, hvilket bidro til å øke forståelsen for kompleksiteten og få frem flere synsvinkler. Målet med en DIVE-analyse er blant annet å finne handlingsrommet i kulturminner eller kulturmiljøer.

2.3 Befaringer og intervjuer

For å forstå hva som er spesielt med bryggene og hvilke utfordringer som finnes med brannsikring av dem har det vært helt nødvendig å gå befaringer. Det har vært gjennomført to planlagte befaringer. Én sammen med Anders Arnhus, der de generelle utvendige forholdene ble undersøkt, og én invendig i brygge 11 og 27. Sistnevnte ble gått sammen med Silje Pedersen, praktikant hos byantikvaren. I tillegg ble det gått en kort runde sammen med Morten Knudsen fra brannvesenet i etterkant av et møte. I forbindelse med det ovennevnte kurset i DIVE-analyse fikk deltakerene en omvisning i brygge 37 og 29.

Som et ledd i informasjonsinnhentingene ble det gjennomført to intervjuer med fagpersoner, ett med Ole Anders Holmvaag fra beredskapsavdelingen i TBRT og ett med Geir Jensen fra rådgivingselskapet Cowi.

Kapittel 3

Teori

3.1 Kulturminner, fredede og verneverdige bygninger

Kulturminner er definert som alle spor etter menneskelig virksomhet i vårt fysiske miljø. Definisjonen dekker også lokaliteter som er knyttet til historiske hendelser, tradisjon eller tro. Flere kulturminner som naturlig hører sammen og danner en større helhet utgjør et kulturmiljø. [Lov om kulturminner, 1979] Tettbygde, gamle trehusområder er typiske kulturmiljøer.

Kulturminner er et vidt begrep og omfatter både herregårder, gamle, forlatte landbruksbygninger og pakkhus, tett trehusbebyggelse og kirkebygninger. Disse bygningstypene har eller har hatt svært ulik utforming og bruk og er gjerne påbygget eller ombygget flere ganger opp gjennom historien etterhvert som nye behov har meldt seg. Når en skal gå i gang med å beskytte kulturminner mot brann er det viktig å forstå hvor forskjellig hvert objekt kan være. Kirker vil for eksempel være mer utsatt for lynnedslag på grunn av høye spir, mens bolighus og næringsbygg er mer utsatt for andre typer antennelse. Kapittel 3.2 tar for seg årsaker til brann. Hvilke bygningsmaterialer som er brukt i det historiske bygget er svært avgjørende for hvordan en kan sikre bygget mot brann og hvordan en skal gå frem for å slukke en brann. Stein, betong eller keramiske byggematerialer er ikke brennbare, men kan likevel bli skadet i brann på grunn

av høye temperaturer eller rask temperaturendring. Skadene kan enten være strukturelle og gi styrkeendringer i materialet, oppsprekking eller avskalling, eller rent visuelle skader på grunn av røyk, aske eller temperaturendringer. Lokal, rask avkjøling på grunn av påføring av kaldt slukkevann kan være like kritisk for ikke-brennbare materialer som selve brannen. [Huang et al., 2009]

Det er et ønske at kulturminner skal bevares gjennom bruk, noe som gir store fordeler knyttet til blant annet vedlikehold og det å beholde levende miljøer [Trondheim kommune, 2013a, s. 68]. Men det byr også på utfordringer ved at de gamle bygningene ikke er tilpasset det moderne livet vi lever i dag. Spørsmålet om hvor mye en kan tilpasse byggene etter dagens forventninger til standard og hva som absolutt ikke må endres av hensyn til bevaring, må vurderes hele tiden og fra sak til sak. Uoverensstemmelser mellom eiernes og myndighetenes forventninger om forholdet mellom modernisering og bevaring er en av grunnene til at flere av bryggene i Kjøpennsgata står ubrukt og er i fare for å råtne på rot. Balansegangen mellom å ta vare på den kunnskapen og historien som ligger bevart i disse bygningene og det å drive lønnsom bedrift der kan være utfordrende. En grunn til dette kan være at det å ta vare på slike kulturminner kan kreve mer ressurser sammenliknet med standardløsninger. Dette er vanskelige problemstillinger som er høyaktuelle for videre bruk og utvikling av bryggerekken i Kjøpennsgata i Trondheim. Gamle bygg som tas i bruk på en ny måte kan også føre til nye og spennende muligheter, slik museet Rockheim er et eksempel på. [Trondheim kommune, 2013a, s. 68]

Stortingsmelding 41 (2000-2001) satte som mål at uerstattelige kulturskatter ikke skal forsvinne i brann [Justis- og politidepartementet, 2009, s. 46]. Riksantikvaren disponerer midler til brannsikring av kulturminner og i 2009 var det budsjettert 12 millioner kroner til dette formålet. I tillegg ble det i regjeringens tiltakspakke i forbindelse med finanskrisen bevilget 77 millioner ekstra til dette formålet. [Justis- og politidepartementet, 2009, s. 46-49]

3.1.1 Fredet bebyggelse

Et kulturminne kan bli fredet automatisk eller gjennom vedtak fra Riksantikvaren. Alle kulturminner fra før 1537 blir automatisk fredet. Det samme gjelder stående byggverk fra perioden 1537-1649, skipsfunn og samiske kulturminner som er eldre enn 100 år. Enkelte statseide kulturminner er ikke fredet ved lov, men forutsettes behandlet som om de var fredet. Disse kalles administrativt fredete kulturminner og er og angitt i lister fra 1933 og 1934. Fylkeskommunen

og Riksantikvaren har lister over hvilke bygninger som er fredet. [Steen-Hansen et al., 2004a, s. 3] At et kulturminne er fredet betyr at det er ulovlig å skade, ødelegge eller skjemme det uten særskilt tillatelse fra myndighetene. Eier av en fredet bygning har en viss plikt til vedlikehold og må få tillatelse dersom det skal gjennomføres spesielle tiltak i bygget. Miljøverndepartementet kan gi tilskudd til vedlikehold av slike bygg. [Solberg and Tschudi-Madsen, 2009]

3.1.2 Verneverdig bebyggelse

At en bygning eller et område sies å være verneverdig betyr at noen mener at det er verdt å verne, uten at “noen” er definert som en bestemt person eller instans. Byantikvaren er eksempel på en kvalifisert instans som kan benevne et kulturminne verneverdig eller fredningsverdig og som kan jobbe videre med å vedta et vern. [Steen-Hansen et al., 2004a, s. 4] Grupper av sivile kan også jobbe for vern av bygninger og områder. Dette skjedde blant annet i Trondheim på 1970-tallet da det var planlagt motorvei over Bakklandet. [Styret for Bakklandet og Lillegårdsbakken Velforening, 2013] I Tønsberg tok en nyinnflyttet beboer initiativ til å danne en gruppe som tok kontakt med brannvesenet for å få hjelp til å bedre brannsikkerheten i den tette, verneverdige trehusbebyggelsen der. Det er mer uvanlig at privatpersoner tar slike initiativ, men ildsjeler kan ha lettere for å nå frem med et budskap når den som mottar budskapet føler at de to er på likefot [Steen-Hansen et al., 2004a].

Det er ikke nødvendigvis alt ved et bygg eller område som er verneverdig. Noen ganger ønsker en å beholde et områdes karakter, mens det kan gjennomføres relativt store endringer i enkeltbygg. Det kan også være at fasaden er verneverdig, mens en kan gjøre mye med de delene som ikke synes fra gata. Kjøpesenteret Trondheim Torg er et godt eksempel på det. Der er de toetasjes trehusene langs veien innlemmet i kjøpesenteret bak, mens fasaden fortsatt gir inntrykk av småhus. Byggesakskontoret i de ulike kommunene kan avslå byggesøknader som kommer i konflikt med vernehensyn.

3.1.3 Særskilte brannobjekter

En bygning kan angis som et særskilt brannobjekt dersom det er spesiell grunn til at brannvesenet jevnlig bør kontrollere forholdene i bygget. Det finnes tre ulike klasser særskilte brannobjekter. Bygninger med fare for tap av enge men-

neskeliv, slik som skoler, forsamlingslokaler, hoteller, fengsel og liknende, er særskilte brannobjekter i klasse A. Klasse B gjelder for byggverk som enten har virksomhet eller utforming som gir spesielt økt fare for brann eller fare for stor brann, eller byggverk der en brann kan få store samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på særskilte brannobjekter i klasse B er tunneller, store arbeidsplasser og knutepunkter som er viktige for samfunnet (kommunikasjonssentraler, flyplasser osv). For bryggene i Trondheim er det klasse C som gjelder: viktige kulturhistoriske bygninger og anlegg slik som fredet og vernet bebyggelse, objekter med stor symbolsk eller kunstnerisk verdi og verneverdig tett trehusbebyggelse. [DSB, 2011a] FOBTOT stiller krav til hyppigheten av tilsyn i de ulike klassene. Særskilte objekter av type A og B er pålagt tilsyn minst én gang i året, mens for type C skal det gjennomføres tilsyn minst hvert fjerde år.

3.2 Årsaker til brann

Brannvernforeningen har laget en oversikt over de vanligste brannårsakene i boliger basert på DSBs brannstatistikk. Rundt 30 % av alle boligbranner skjer på grunn av bruk av åpen ild som stearinlys, feil håndtering av aske, fyrverkeri, røyking eller lek med fyrstikker. Elektriske anlegg og apparater står for 50 % av alle boligbranner, men bare halvparten av denne type branner skyldes feil i selve apparatet eller anlegget, den andre halvparten skyldes feil bruk. Jordfeil, serielysbue, kryptstrøm og termostatsvikt er eksempler på hvordan teknisk svikt i apparater og anlegg kan føre til brann. De menneskelige årsakene kommer av uforsiktig bruk som for eksempel tørrkoking og tildekking av panelovner. Rundt 10 % av alle boligbranner er påsatt av diverse grunner. De resterende 10 % av brannene kommer av forskjellige andre årsaker som for eksempel lynnedslag eller selvantennelse.[Norsk brannvernforening, 2010]

Noen grupper beboere er mer utsatt for brann enn andre. I følge Brann- og redningsetaten i Oslo kommune er hjemmeboende eldre, personer med nedsatt fysisk eller psykisk funksjonsevne, personer i psykisk ubalanse, berusede eller rusavhengige samt personer med annet språk eller annen sikkerhetskultur de personene som utgjør de største risikogruppene. [Brann- og redningsetaten, 2014] Med høyt inntak av alkohol, havner også studenter blant disse. I arbeidet med å forebygge brann er det svært viktig å nå frem til disse gruppene med nødvendig informasjon.

Mye av den lett tilgjengelige og tolkede brannstatistikken handler om bolig-

branner, men i 2011 kom DSB med en rapport om kjennetegn og utviklings-
trekk ved næringsbranner fra perioden 1986 til 2009. I perioden 1992 til 2009
utgjorde næringsbranner ca 31 % av alle bygningsbranner. Tabell 3.1 viser for-
deling av disse brannene etter type næring. Studien har valgt å fokusere på en-
kelte næringer basert på høyt antall branner, frekvens, erstatningsutbetalinger
og politisk relevans. Flere næringer som er aktuelle i bryggerekkene blir derfor
ikke omtalt. Blant næringene rapporten fokuserer på, og som kan være relevan-
te for bryggerekkene, er serveringsvirksomhet, undervisning og helsetjenester.
Både serveringsvirksomhet og helsetjenester finnes allerede i Kjøpennsgata, og
i forbindelse med vitalisering av bryggene har det kommet forslag fra arkitekt-
studenter om å etablere studieplasser og undervisningslokaler. [Nilsen et al.,
2013]

I den undersøkte perioden var det totalt 734 branner i kategorien serveringsvir-
ksomhet hvorav 473 ble etterforsket. Statistikken viser at 56 % av brannene som
ble etterforsket hadde antatt arnested på kjøkkenet, mens 12 % startet utven-
dig og 8,2 % startet i kjelleren. Øvrige arnesteder fordelte seg på lager, våtrom,
produksjonslokale, loft, ukjent/ ikke oppgitt, soverom, fyrrom og stue. Elektrisk
feil er den hyppigst rapporterte brannårsaken og stod for 27 % av brannene på
serveringssteder etterfulgt av feil bruk med 20 %. Over 16 % av brannene var
påtent, mens omtrent 12 % skyldtes åpen ild, deriblant levende lys, aske, slagg
og varmt avfall, og røyking. Hovedvekten av brannene i denne typen næring
skjer på nattestid.

Kategorien undervisning hadde 1617 branner mellom 1986 og 2009, og inkluderer
alt fra førskole til undervisning i høyere utdanning i tillegg til tjenester tilknyt-
tet undervisning. Dersom det etableres undervisningslokaler i bryggerekkene, vil
det først og fremst dreie seg om undervisning i høyere utdanning. Etersom det
er svært stor forskjell på oppførselen til seksåringer, sekstenåringer og studenter
på høyere utdanning, er det vanskelig å nyttegjøre seg den samlede brannstati-
stikken for gruppen undervisning dersom det kun er snakk om høyere utdanning.
Blant annet er kategoriene påsatt og åpen ild (med fyrstikk/lighter som største
underkategori) angitt å være årsak til henholdsvis 38 % og 15 % av brannene.
For undervisning i høyere utdanning er det rimlig å anta at brannstatistikken
vil ligge nærmere det som gjelder for kontorlokaler, kanskje i kombinasjon med
laboratorievirksomhet, enn det som gjelder på en grunnskole.

Helsetjenestene som allerede er etablert i Kjøpennsgata er lokalisert i brygger
med betongkonstruksjon. En brann her utgjør derfor ikke en like stor trussel
for spredning. Næringsgruppene sykehus tjenester, lege- og tannlegetjenester, og

Tabell 3.1: Branner etter nærings hovedområde 1986-2009. [DSB, 2011b, s. 18]

Nærings hovedområde	Antall branner		Antall branner per 1000 bedrift (1986-2009)
	1986- 2009	bedrifter 2009	
Jordbruk, skogbruk og fiske	2 836	67 972	41,7
Bergverksdrift og utvinning	144	1 217	113,3
Industri	4 811	20 296	237,0
Elektrisitets-, gass-, damp- og varmtvannsføring	380	1 441	263,7
Vannforsyning, avløps- og renovasjonsvirksomhet	220	1 645	133,7
Bygge- og anleggsvirksomhet	346	52 669	6,6
Varehandel og reparasjon av motorvogner	2 845	67 973	41,9
Transport og lagring	561	24 575	22,8
Overnattings- og serveringsvirksomhet	1 958	12 222	160,2
Informasjon og kommunikasjon	164	16 734	9,8
Finansierings- og forsikringsvirksomhet	173	4 517	38,3
Omsetning og drift av fast eiendom	167	43 888	3,8
Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting	114	42 071	2,7
Forretningsmessig tjenesteyting	632	19 367	32,6
Offentlig administrasjon og forsvær, og trygdeordninger	627	5 776	108,6
underlagt offentlig forvaltning			
Undervisning	1 618	12 420	130,3
Helse- og sosialtjenester	3 371	41 000	82,2
Kulturell virksomhet, underholdning og fritidsaktiviteter	510	15 231	33,5
Annen tjenesteyting	484	15 773	30,7
Lønnet arbeid i private husholdninger	3	69	43,5
Internasjonale organisasjoner og organer	4	11	363,6
Sum alle næringer	21 968	466 921	47,0

andre helsetjenester har i perioden 1986 til 2009 hatt 1704 branner og bare 26 % av disse ble etterforsket. Av de etterforskede brannene var hele 48 % påsatt, det kan i midlertid se ut til at de brannene som etterforskes er de tilfellene der det allerede foreligger mistanke om ildpåsetting. Dette fører til skjevhet i det statistiske utvalget.

[DSB, 2011b]

3.3 Brannspredningsmekanismer

Brannspredning over fast stoff skjer ved at brennbart materiale blir varmet opp til en kritisk høy temperatur som gjør at forbrenning kan finne sted. Denne oppvarmingen av stadig nye deler av materialet foregår etter de samme tre fysiske prinsippene som all varmetransport: stråling, konduksjon og konveksjon. Ved temperaturer på rundt 150 - 200 °C er varmetapet fra et legeme dominert av konveksjon, mens for temperaturer over 400 °C overtar stråling som hovedprinsipp for varmetransport. [Drysdale, 2011, s. 59]

Brannspredning mellom bygninger kan foregå på ulike måter avhengig av en rekke faktorer, blant annet type bygningsmaterialer, avstand til nabobygninger, vind- og værforhold, geometri, total brannenergi i bygget, plassering av vinduer og dører, osv. Dersom bygget har hulrom i konstruksjonen, kan en brann spre seg i det skjulte i disse hulrommene, noe som gjør det vanskelig for brannvesenet å drive effektivt slukkningsarbeid [Östman et al., 2010, s. 125]. Hvis en brann ikke blir slukket før takkonstruksjonen kollapser, vil faren for spredning til andre bygninger øke betraktelig og det vil kreve store ressurser å få kontroll over situasjonen [Arnhus, 2014] [Holmvaag, 2014].

3.3.1 Varmestråling

Termisk stråling, eller varmestråling, er transport av varmeenergi med elektromagnetiske bølger. Store deler av denne varmetransporten har bølgelengder som sammenfaller med synlig lys og for et svart legeme med høyere temperatur enn ca 550 °C er det mulig å se en matt rød glød. Videre oppvarming gir fargeendringer og fargen kan derfor gi en indikasjon på temperaturen. Et ideelt svart legeme er en perfekt absorbent og har en emmisivitet lik en. Selv om noen materialer kan ha en emmisivitet som ligger nær den for et svart legeme, må de

fleste materialer behandles som grå legemer. Stephan-Boltzenns lov, gitt i likning 3.1, kan brukes til å regne ut strålingsenergien fra et grått legeme med en gitt temperatur. [Drysdale, 2011, s. 59-79]

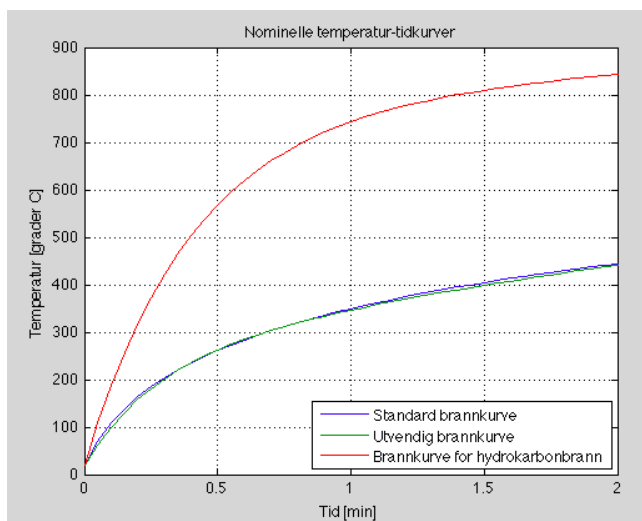
$$E = \varepsilon\sigma T^4 \quad [W/m^2] \quad (3.1)$$

Dersom brennbart materiale blir utsatt for strålingsfluks høyere enn kritisk verdi for det gitte materialet, kan det selvantenne [Stensaas, 1997]. For vanlig treverk regner en med en kritisk strålingsfluks på $12,5 \text{ kW/m}^2$ ved pilotantennelse. Det finnes likevel svært begrenset forskning om hvor lav strålingsfluks som er nødvendig dersom en flamme eller gnist blir holdt helt inntil overflaten. [Brauskas, 2002] Dette vil være veldig relevant i forbindelse med flyvebrann der stråling fra varm røyk og flyvende gnister opptrer samtidig.

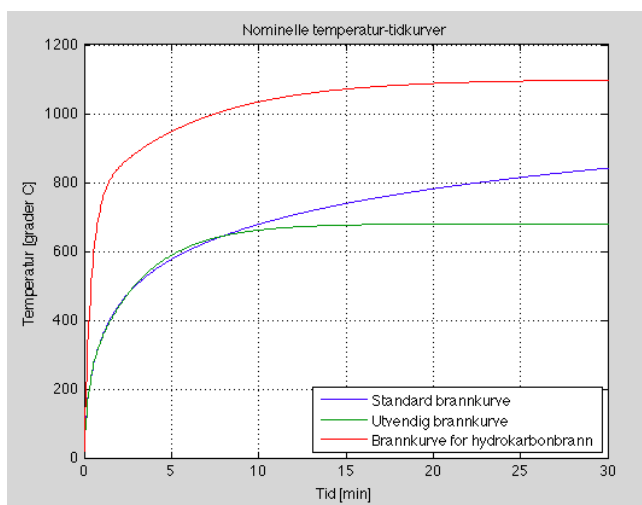
Påført strålingsfluks på et punkt i en gitt avstand til et strålende legeme er avhengig av temperaturen til stråleren og dens emmisivitet i tillegg til en formfaktor, slik det er angitt i likning 3.2. Formfaktoren tar hensyn til strålerens overflateareal, avstand og vinkel mellom stråleren og mottakeren. Verdier for ulike formfaktorer kan finnes i litteraturen.

$$\dot{q}'' = \phi\varepsilon\sigma T^4 \quad [kW/m^2] \quad (3.2)$$

Når et bål brenner i friluft uten vind til stede stiger den varme røyken rett opp på grunn av oppdriftskreftene, og bålet kan dra inn oksygenrik luft nedenfra. Når noe brenner i et lukket rom derimot, bygger det seg opp et varmt røyklag oppunder himlingen. Både den varme røyken og de omsluttende flatene i rommet stråler varme tilbake til brannen. På grunn av dette vil en innendørs brann spre seg raskere enn en brann i friluft. [Drysdale, 2011, s. 79] Vanligvis tar en kun hensyn til dette fenomenet innendørs ved prosjektering av nybygg, men når en ser hvor tett bryggene i Trondheim står, vil det være relevant å se på oppbygging av røyk og tilbakestråling fra ytterveggene til en brann i smuget mellom bryggene.



Figur 3.1: Nominelle tid-temperaturkurver for de første 2 minuttene.



Figur 3.2: Nominelle tid-temperaturkurver for de første 30 minuttene.

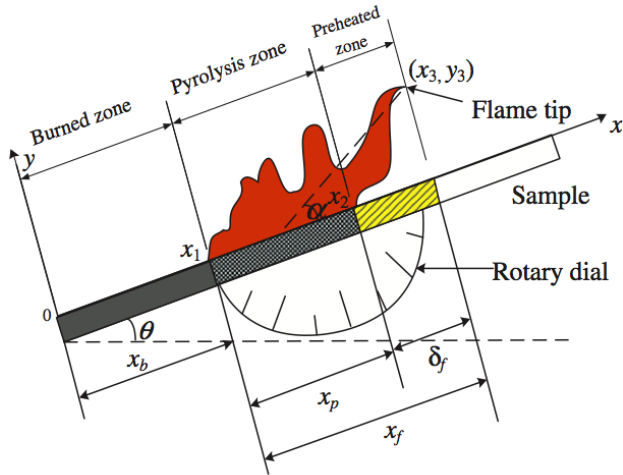
En regner vanligvis ikke med at brennbar kledning kan bidra til tilstrekkelig høy varmestråling til å antenne nabobygg fordi flammene her ikke vil være såkalt optisk tykke. [Stensaas, 1997, s. 9] For at en flamme skal regnes som optisk tykk, må den ha en midlere lysstrålelengde, L , større enn 1 meter [Drysdale, 2011, s. 79]. Optisk tykke flammer fra en hydrokarbonbrann kan regnes å ha en emmisivitet lik 1. Det samme ble ikke funnet for flammer i utendørs stablede bål, “wooden cribs”, med midlere lyslengde på 2 meter. Emmisiviteten til disse flammene varierer med bølgelengde på grunn av innholdet av H_2O og CO_2 og kan derfor ikke bestemmes like enkelt. [Drysdale, 2011, s. 78]

En serie eksperimenter i USA i 1965 viste blant annet at innvendig kledning hadde mye større betydning for maksimal varmestrålingsverdi enn utvendig kledning. En annen konklusjon fra disse forsøkene var at vinden påvirket varmestrålingsnivåene og at en brann på lesiden av bygget forårsaket mye høyere varmestråling enn en brann på losiden. [Stensaas, 1997, s. 9]

I forbindelse med en evaluering av brannspredningen ved templer i tre i Tokyo ble det funnet at den minste avstanden for å unngå brannspredning på grunn av stråling var 5 meter for bygninger med brannmotstand, 15 meter for brannsikrede trebygninger og mer enn 34 meter for trebygninger uten brannsikring. [Huang et al., 2009]

3.3.2 Flammespredning

For at flammer skal kunne spre seg over et fast stoff må den delen av materialet som allerede brenner produsere flammer med høy nok temperatur til å varme opp det ubrente materialet over et kritisk nivå. Flammespredning over et fast stoff skjer gjennom pilotantennelse ved flammefronten. Definisjonen på flammefront er området mellom de to ytterpunktene brennende og uforbrent materiale. [Drysdale, 2011, s. 278]. Alternativt kan en definere en pyrolysesone og en forvarmet sone slik som Zhang et al. [2012], se figur 3.3. Hastigheten på flammespredning over et fast materiale er avhengig av en rekke faktorer, både egenskaper ved selve materialet og i omgivelsene. Drysdale [2011, s. 278] angir disse faktorene som vist i tabell 3.2.



Figur 3.3: Flammespredning over en skrå flate. [Zhang et al., 2012]

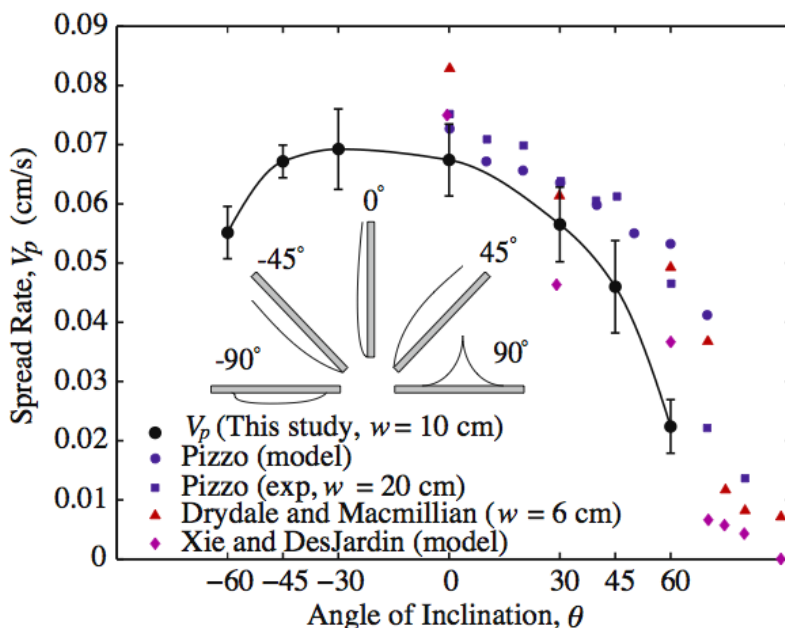
Ettersom flammefronten varmer opp ubrent materiale, har materialets overflateorientering og retningen på flammespredningen mye å si for hvor raskt spredningen skjer. Forbrenning trenger oksygen for å opprettholdes og luft trekkes derfor inn til forbrenningssonen. Om denne oksygenholdige luften trekkes inn slik at en får en kald luftstrøm i eller mot den retningen flammene beveger seg, har stor betydning for hastigheten av spredningen. Flammespredning bortover en horisontal flate vil være langsommere enn flammespredning oppover en vertikal orientert flate fordi den kalde luften må trenge inn til forbrenningssonen fra den retningen flammene sprer seg, mens oppover en vertikal flate samarbeider luftstrømmen og oppdriftskreftene om å spre flammene videre langs materialet. Det har vært gjort flere tester på ved hvilken vinkel flammespredningen skifter fra mot-strøms til med-strøms [Zhang et al., 2012] [Gollner et al., 2013] [Drysdale and Macmillan, 1992]. Figur 3.4 viser en sammenlikning av resultater fra ulike eksperimenter.

De aller fleste undersøkelsene av sammenhengen mellom flammespredning og vinkel har vært gjort med PMMA som brensel, men Zhang et al. [2012] har utført eksperimenter med flammespredning over treverk med ulik overflateorientering og ulikt lufttrykk som følge av ulik høyde over havnivå. De opererer med forvarmet sone og pyrolysesone (se avsnitt 3.5) fremfor flammefront og

Tabell 3.2: Faktorer som påvirker flammespredningshastigheten i fast materiale [Drysdale, 2011, s. 278]

Materialfaktorer		Omgivelsesfaktorer	
Kjemiske	Fysiske		
Sammensetning av brensel	Starttemperatur	Atmosfærens sammensetning	
Eventuelle flammehemmere	Overflateorientering	Atmosfæretrykket	
	Spredningsretning	Temperatur	
	Tykkelse	Påført varmestralingsfluks	
	Varmekapasitet	Luftshastighet	
	Termisk konduktivitet		
	Massetetthet		
	Geometri		
	Kontinuitet		

brennende materiale, og har i tillegg undersøkt sammenhengen mellom vinkelen på flammetuppen og vinkelen på prøvestykket.



Figur 3.4: Sammenlikning av resultater fra forsøk som viser sammenhengen mellom flammespredningshastighet og prøvestykkets vinkel utført av ulike forskere. [Gollner et al., 2013]

Hakkarainen and Oksanen [2002] har sett på hvordan flammespredning skjer i fasader med ulike typer trekledning. To scenarier ble testet: utvendig brannstart (mellomskalatest), og overtenning av et usprinklet rom (fullskalatest). Det ble utført totalt 29 mellomskalatester, de fleste bestod i testing av grankledning og furukledning montert enten horisontalt eller vertikalt med ulike brannsikkerhetstiltak. Isolerte vegger med trekledning krever god lufting bak kledningen for å unngå fuktproblemer, og slike vegger bygges derfor med en luftespalte på 18 til 23 mm mellom vindspærre og kledning [Edvardsen et al., 2006]. I den finske

studien var luftespalten 22 mm dyp i alle forsøkene bortsett fra ett, der effekten av hvor fort flammene sprer seg uten luftespalte ble testet. Tabell 3.3 viser resultatene til Hakkarainen og Oksanen med granpanel montert på tre ulike måter. Forsøkene ble avsluttet etter maks 30 minutter. [Hakkarainen and Oksanen, 2002]. Disse resultatene viser at dersom veggen har en mer massiv utforming med lufttilførsel kun fra én side av treverket vil flammespredningen foregå mye tregere enn med luftespalte bak. Etter 30 minutter hadde flammene ennå ikke nådd tometersmerket uten luftespalte, mens med luftespalte tok det under 11 minutter å nå toppen av veggen på 2,40 m. Massive tømmerkonstruksjoner uten kledning vil derfor ha en mye større brannmotstand enn lette trekonstruksjoner og innkledte tømmerkonstruksjoner dersom de ikke er beskyttet.

I forsøkene til Hakkarainen og Oksanen er en gipsplate montert som vindsperre og derfor er det kun trekledningen på utsiden av luftespalten i tillegg til sløyfene de er festet med som kan bidra til brannspredningen. I de innkledte tømmerveggene i bryggene i Kjøpenngata har en derimot treverk på hver side av luftespalten. Det er ikke funnet noen dokumentasjon på hvilken forskjell dette kan gjøre for brannspredningen. Det er heller ikke funnet noe dokumentasjon som viser hvor mye tykkelsen på luftespalten har å si for hvor raskt en brann sprer seg i et slikt hulrom.

3.3.3 Vind- og værforhold

I Norge har det ikke vært vanlig å ta hensyn til vindens innvirkning på brannspredning ved brannprosjektering, selv om den kan spille en svært sentral rolle. Vind vil føre til at brannen får bedre tilgang på oksygenholdig luft og dermed øke både intensiteten og hastigheten på brannutviklingen. I tillegg krever slukningsarbeid i sterk vind spesielle teknikker og strategier. [Stensaas, 1997, s. 21]

Under brannene som oppsto på Vestlandet og Midt-Norge på nyåret 2014 hadde vindforholdene kombinert med en lang tørkeperiode svært mye å si for hvilket omfang disse brannene fikk. Brannen i Lærdalsøyri, som startet den 18. januar 2014, krevde totalt 40 bygninger. 17 av disse var bolighus og 70 personer ble husløse. De fleste av disse bygningene stod ikke spesielt tett med tanke på at kravene i dagens regelverk er 8 meters avstand mellom bygninger uten brannskillevegg. Sterk vind førte likevel til at selv langsiden av en åpne idrettsplass, ikke holdt stand som branngate. [Johnsgård, 2014] Etterforskningen er nå avsluttet, men det har ikke vært mulig å finne årsaken til brannen [Lillesvangstu and Løset, 2014].

Tabell 3.3: Tid (min:s) til flammefronten når gitte høyder i mellomskalatest. [Hakkarainen and Oksanen, 2002]. - betyr ingen flamme ved merket etter 30 minutter

Kledning	50 cm	100 cm	150 cm	200 cm	240 cm
Vertikalt montert malt granpanel med luftespalte	1:30	1:55	2:55	9:15	10:30
Horisontalt montert malt granpanel med luftespalte	4:20	5:50	7:30	8:30	8:50
Malt granpanel uten luftespalte	1:45	3:10	22:30	-	-

Brannen i Flatanger 28. januar kom bare noen dager etter katastrofen i Lærdal. I utgangspunktet var dette ikke noe annet enn en lynnbrann, men i kombinasjon med tørke og stiv kuling, spredte den seg svært raskt. Etter kort tid truet lynnbrannen bebyggelsene i Hasvåg og Småværet, og på grunn av de vanskelige slukkeforholdene endte det med at totalt 66 bygninger gikk tapt. 24 av disse var fritidshus eller boliger. [Egge, 2014] I motsetning til Lærdalsbrannen var årsaken til brannen enkel å finne ettersom flere øyenvitner hadde observert ledningskabler slå gnister som satte seg i gresset. [Hofstad, 2014]

Felles for brannene som oppstod i denne perioden var en svært spesiell vær-situasjon for årstiden. Snøbar bakke og lange perioder uten regn førte til knusktørr vegetasjon som var svært sårbar for gnister. Det samme gjaldt hus med trekledning. En viktig egenskap ved tørke som oppstår i de kalde vintermånedene fremfor i sommermånedene, er at i fyringssesongen er den relative luftfuktigheten inne mye lavere enn ute. Grunnen til dette er at varm luft har et høyere metningstrykk, som betyr at den kan holde på en høyere andel vanndamp (kg vanndamp/ kg tørr luft) enn kald luft. Dersom en varmer opp luft med en relativ luftfuktighet på 80 % fra 5 °C til 20 °C vil den relative fuktigheten synke til 30 % uten at vanndampinnholdet er endret. [Geving and Thue, 2002] Dette har betydning for brannsikkerheten i trehus fordi tre er et hygroskopisk materiale som tar opp og avgir fuktighet til omgivelsene. Når den omkringliggende lufta er tørr, tørker også treverket ut. [Log, 2014] [Bohne and Aalberg, 2011, s. 289-298]

I Lærdalsøyri ble temperatur og relativ luftfuktighet 19. januar kl 13 målt til henholdsvis 0,1 °C og 33 % [Lærdalsøyri målestasjon, 2014]. Ved avlesning av Mollier-diagram ga dette en innendørs relativ fuktighet på rundt 7 - 8 % gitt 21 °C [Geving and Thue, 2002, s. 295]. Ved å studere sorpsjonskurver for gran kan en se at 33 % RF ute gir et fuktinnhold i treverket på rundt 8 vekt-% og ca 3 vekt-% for RF på rundt 8 %. [Geving and Thue, 2002, s. 406] Vanligvis regnes konstruksjonsvirke som tørt ved et fuktinnhold på rundt 12 vekt-%. [Geving and Thue, 2002, s. 35]

Fenomenet flyvebrann blir beskrevet nedenfor.

3.3.4 Flyvebrann og konflagrasjon

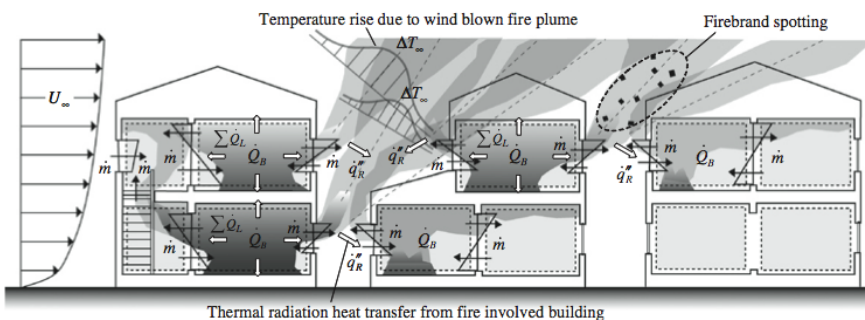
Konflagrasjon er en ødeleggende storbrann som kan oppstå i tettbygde strøk der faren for brannspredning er spesielt stor. [Store norske leksikon, 2009] Ved brann i bygninger, eller skogbrann, kan det oppstå glødende partikler som er lette nok til å stige til værs med røyk og varme gasser på grunn av oppdriftskreftene i brannsøylen. Vind kan frakte disse partiklene over betydelige avstander og dersom glørne lander på brennbart materiale, kan det oppstå en ny brann langt unna den opprinnelige brannen. [SINTEF Byggforsk, 2007] Det er når en brann bryter gjennom taket på et hus at produksjonen av gnistregn blir høy nok til å sette andre bygninger i fare. [Tønseth, 2014]

Brannen i Lærdal og brannene flere steder i Trøndelag under tørkeperioden i januar 2014, var eksempler på hvordan sterk vind kan bidra til å spre en brann svært raskt og gjøre slukkearbeidet krevende. I 1983 brant tre av bryggene i Kjøpennsgata og på grunn av vindforholdene oppsto det flyvebrann som spredte seg på tvers av Nidelva og antente en trebygning på andre siden av elva. Dette bygget brant ned til grunnen. [Kirkhusmo and Christiansen, 2013, s. 433] Det er derfor et mulig scenario at trebryggene er utsatt for branner i andre bygninger enn tilliggende brygge, og motsatt at bryggene i full fyr kan være en trussel for annen bebyggelse. For å hindre antenning ved flyvebrann er det viktig at glør ikke får mulighet til å samle seg på et sted med lett antennelig materiale. Karmer og utspring i fasade og tak kan bidra til å samle opp gnister som kommer flyvende. Ved lav vannstand i elva er bryggene, som står på trepåler, svært sårbare dersom det skulle oppstå brann under selve bygningen. Undersiden av bryggene er et vanskelig tilgjengelig sted og en antennelse her kan kun oppstå ved påtenning eller en kombinasjon av lav vannføring i elva og oppsamling av gnister fra flyvebrann.

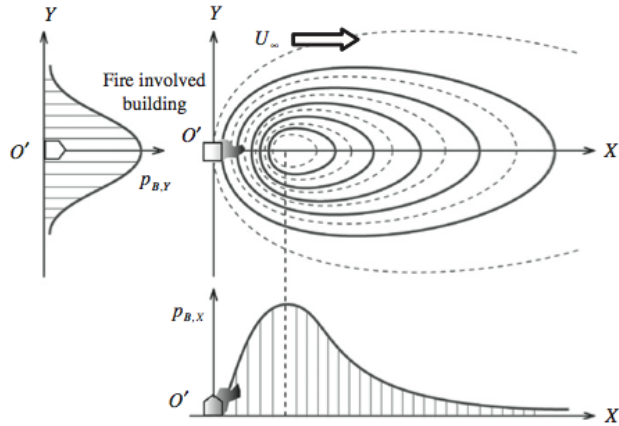
I USA og Australia der skogbrann er relativt vanlig, har en egne byggeregler som ivaretar beskyttelse mot skog- og lyngbrann. På amerikansk kalles fenomenet der skog- og lyngbrann truer bebyggelse wildfire urban interface med forkortelsen WUI. Ved å bygge tette og kompakte ytterskall på hus kan en hindre at gnister får tak i konstruksjonen. Slike skog- og lyngbranner har en velkjent utvikling og passerer som regel et hus i løpet av 2 til 4 minutter, maks 10 min. [Jensen, 2014b] I USA og Australia testes derfor ytre bygningsdeler som tak, takfot, ventiler, dører, terrasser, vinduer og liknende for 10 minutters motstand mot skogbrann før de tillates brukt i utsatte områder. [Jensen, 2014a]

I Japan blir følgene av jordskjelv ofte ansett som en større brannrisiko enn skogbrann og derfor har forskere i større grad vært opptatt av hvordan de kan beskytte seg mot bybranner som kan oppstå i kjølvannet av et jordskjelv [Himoto and Tanaka, 2008] [Matsumiya and Oikawa, 2013]. Denne urbane spredningsproblematikken blir omtalt som urban to urban interface (UUI) og skiller seg hovedsaklig fra WUI ved at påkjenningen fra en bygning i full overtenning på et annet bygg er mer langvarig. [Jensen, 2014a] Det gjelder først og fremst varigheten på strålingsintensitet, men også gnistregnet. Det vil altså kreves mye mer av bygningskomponenter som skal stå imot en UUI-brann i forhold til en WUI-brann.

Det er utviklet flere modeller for å kunne forutsi retning og hastighet av spredningen ved en bybrann. De ulike modellene tar hensyn til forskjellige ting som vindhastighet, brannvesenets innsats, andel trebygninger osv. To modeller som begge tar hensyn til vindpåkjenninger, men ellers fremstår som svært ulike, er utviklet av Gao et al. [2008] og Himoto and Tanaka [2008]. Førstnevnte søker å forutsi utviklingen av en storbrann i gamle byer eller bydeler basert på celleautomasjon. Himoto and Tanaka [2008] har utviklet en fysikkbasert spredningsmodell der vindens retning og styrke er viet en sentral rolle. Figur 3.5 og 3.6 viser henholdsvis skjematisk hvilke parametre som inngår i en slik urban konflagrasjonsmodell og hvordan gnistregn fra en bygning kan fordele seg over en avstand fra bygningen. Begge figurene er hentet fra Himoto and Tanaka [2008]. Slike modeller kan si noe om faren for konflagrasjon i et område og hvilken fare ulike bygninger utgjør for hverandre.



Figur 3.5: Skjematisk fremstilling av mekanismene som inngår i brannspredning i tettbygde områder. [Himoto and Tanaka, 2008]



Figur 3.6: Sannsynlighetsfordeling av gnistspredning fra en brennende bygning. [Himoto and Tanaka, 2008]

For å forstå bedre hvordan flyvebrann virker på ulike konstruksjoner og materialer, har forskere fra USA og Japan de siste årene samarbeidet om å lage en testmetode for mellom- og fullskala testing av fenomenet. Et apparat som produserer gnistregn tilsvarende det som oppstår ved skogbrann blir plassert i en vindtunnel som tåler høye temperaturer. Testing av takkonstruksjoner med keramisk takteking viste at det er stor forskjell på hvor lett et nylagt tak og et gammelt tak antennes når det utsettes for gnistregn med vindhastighet på 7 m/s. Det “gamle” taket ble konstruert med forskyvninger og skjevheter i de keramiske taksteinene basert på observasjoner fra faktiske takkonstruksjoner. Med disse svakhetene ble antenning observert i OSB-platene i undertaket både i tilfeller med og uten tjæreapp, og med eller uten fuglestopper. Visne blader og barnåler som samler seg i takrenner eller under tekkingen over tid er også med på å øke sårbarheten. [Manzello et al., 2012]

3.3.5 Ettertenning

Ettertenning skjer når varme, brennbare gasser fra en ventilasjonskontrollert brann enten lekker ut av brannrommet eller fraktes avgårde sammen med varm røyk, og selvantenner i det nok oksygen er tilgjengelig [SINTEF Byggforsk, 2007]. Fenomenet kalles også flammeball [Aarset, 2014]. Ettersom gassene som kan føre til ettertenning følger den samme, varme røyksøylen som gnistene i en flyvebrann, er ikke dette spesielt skilt ut som egen brannspredningsmekanisme videre i denne oppgaven. Det er likevel viktig å være klar over at fenomenet eksisterer og at en røyksky plutselig endrer seg til en flammeball. Teknisk forklaring på hvordan ettertenning kan oppstå finnes i lærebøker og litteraturen, eksempelvis Drysdale [2011, kapittel 3].

3.3.6 Hulrom

Hulrom utgjør en stor trussel i de fleste branner fordi en brann i et hulrom er svært uforutsigbare og kan spre brannen på en slik måte at den bryter ut på uventede steder. Hulromsbranner kan enten arte seg som en ulmebrann med sen utvikling eller fullt utviklet brann. Fullt utviklede branner i hulrom kan ha raskere utvikling enn en standardbrann, og det har blitt registrert spredningshastigheter på to til åtte meter per minutt. [Östman et al., 2012, s. 125]. Brannveksthastigheten samsvarer med den for hydrokarbonbrann [Jensen, 2014b]. Figur 3.1 viser utviklingen av en standardbrann, en hydrokarbonbrann og en utvendig brann de to første minuttene. For brannvesenet er hulromsbranner en stor utfordring fordi de både foregår i det skjulte og kan ha en så rask utvikling. I Trondheim har alle røykdykkere håndholdte IR-kameraer som gjør dem bedre i stand til å oppdage slike branner. [Holmvaag, 2014] I et hulrom får en konstant tilbakestråling mellom sidene som avgrenser hulrommet. Slik stråling gjør at en brann i et hulrom vokser raskere enn i mer åpne rom. [Jensen, 2014a] I vertikale hulrom bidrar også oppdriftskrefter til å spre en brann videre oppover. Varme gasser og røyk som utvikles i brannen stiger opp sammen med oppvarmet luft. Dette skaper et undertrykk som gjør at kald luft trekkes inn gjennom åpninger i nedre del av hulrommet og det dannes en luftstrøm som sørger for at brannen får tilgang på oksygenrik luft nedenfra og at materialet i overkant av brannen blir varmet opp raskere enn om det hadde brent i friluft. [Drysdale, 2011, s.459] Det skilles mellom begrepene skorsteinseffekt og oppdriftskrefter på grunn av selve brannen fordi skorsteinseffekt gjerne brukes om trykkforskjeller over høyden i et høyt bygg på grunn av temperaturforskjell mellom inne og uteluft i en normal-

tilstand. Skorteinseffekten finnes altså i et bygg med en viss høyde til en hver tid så lenge temperaturen inne og ute er forskjellig. Dette kan påvirke bevegelsene til en røyksøyle som har beveget seg bort fra brannrommet og dermed ikke lenger er like påvirket av oppdriftskreftene fra brannen. Hulrom har vanligvis ikke betydelig temperaturforskjeller fra omgivelsene i normaltilstand, et unntak kan være ventilasjonskanaler.

For å unngå at en brann får lov til å spre seg til og i hulrom er det utviklet ulike typer brannstopp og brannventiler. Tette brannstopp er egnet i spalter som ikke krever luftgjennomstrømning for å unngå fuktskader i en normalsituasjon. Ventilerte brannstopp er åpne i en normalsituasjon, men stenger luftstrømmen ved brann. Et eksempel på en slik brannstopp består av en kombinasjon av finmasket stålnetting og svellende intumescent stoff som lukker hulrommet ved oppvarming. Ventilerte brannstopp brukes gjerne bak luftet kledning for å hindre rask spredning mellom etasjer, og i takfot i luftede tak for å hindre spredning på tvers av brannceller i for eksempel rekkehus. [Östman et al., 2012, s. 130]

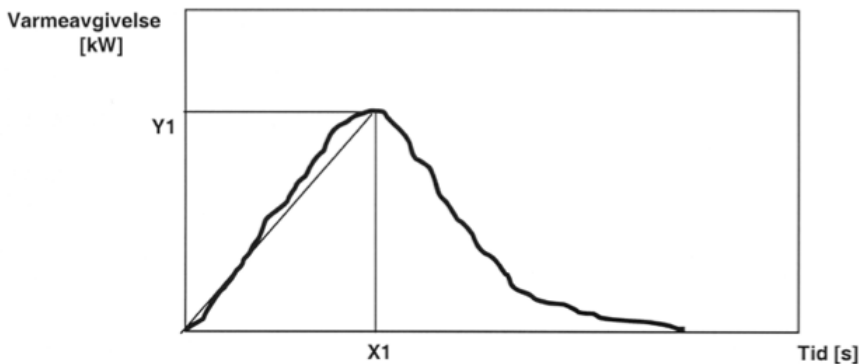
Brannstopp skal eller har blitt montert i flere historiske bygg, som deler av Erkebispegården og stavkirken på Grip. [Jensen, 2014a] Sistnevnte ligger på en øy uten fastboende et godt stykke utenfor Kristiansund og trenger robust passiv brannsikring mot utvendig brannpåkjenning [Aarset, 2014].

Når en bygger en vegg som skal tilfredstille gitte krav til brannmotstand, er det viktig å huske at motstanden i veggen ikke er bedre enn den komponenten som har lavest brannmotstand. Det har for eksempel lite for seg å montere brannstopp dersom andre komponenter har svakere brannmotstand og brannen likevel kan spre seg forbi brannstoppen.

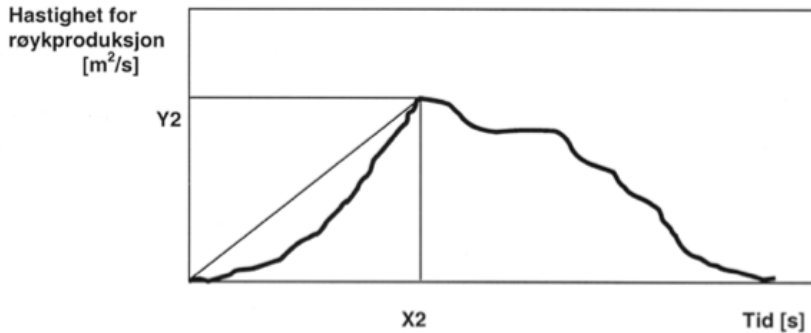
3.4 Materialers branntekniske egenskaper og klassifisering

På begynnelsen av 1900-tallet begynte flere land å utvikle branntekniske prøvingsmetoder og regler for hvordan en skulle klassifisere bygningsmaterialer, bygningsdeler, konstruksjoner og andre produkter. Opprinnelig hadde hvert land egne testmetoder for klassifisering av de branntekniske egenskapene til et materiale, noe som førte til svært ulik rangering av et materiale i forskjellige land. I dag brukes internasjonalt utviklede testmetoder for klassifisering av branntekniske egenskaper. [Hovde, 2012]

Brennbarhet, røykproduksjon og dannelse av brennende dråper er de egenskapene som testes ved standard europeisk klassifisering av et overflatemateriale. Brennbarhet angis ved hjelp av FIGRA (Fire Growth Rate Index) som er et mål på hvor raskt et materiale går til overtenning i en RC-test (Room Corner Test) og angis i W/s. De første 10 minuttene av testen brukes en antenneskilde på 100 kW, deretter økes intensiteten til 300 kW. Testens varighet er satt til maks 20 minutter. Se eksempel i figur 3.7. SMOGRA (Smoke Growth Rate Index) er en tilsvarende bestemmelsesmetode som gjelder røykproduksjon og angis i m^2/s^2 . Se eksempel i figur 3.8. Brennbarheten til et produkt oppgis som A1, A2, B, C, D eller E der A1 betyr intet bidrag til brannen og E betyr overtenning før 2 minutter med standard testing. Røykproduksjonen oppgis som s1, s2 eller s3 der s1 betyr minimal røykproduksjon og s3 betyr kraftig røykproduksjon. Røykproduksjonen sier kun noe om mengde og dermed sikt, men ingenting om giftigheten av røykgassene. Dannelsen av brennbare dråper oppgis som d0, d1 eller d2 der d0 er ingen brennende dråper og d2 er betydelig mengde brennende dråper. Tilsvarende tester finnes også for gulvbelegg, taktekking, kledning og varmeisolasjonsprodukter for rør med egne klassifiseringer. [Hovde, 2012]



Figur 3.7: Eksempel på FIGRA-kurve. [Hovde, 2012]



Figur 3.8: Eksempel på SMOGRA-kurve. [Hovde, 2012]

Tre er absolutt et brennbart materiale og uten brannimpregnering havner tre, limtre og trebaserte produkter generelt i Euroklasse D-s2,d0 [Glasø and Landrø, 2012, s. 4]. Det vil si at en ved standard testing får overtenning i et rom etter 2 til 10 minutter med en brenner på 100 kW [Hovde, 2012, s. 27], røykproduksjonen er middels og det dannes ingen brennbare dråper. [Glasø and Landrø, 2012, s. 4] Ved å bruke brannimpregnering kan en senke brennbarheten og røykproduksjonen slik at en i stedet oppnår brannklasse B-s1,d0. [Glasø and Landrø, 2012, s. 4] Det betyr at en ved standard testing ikke får overtenning etter 20 minutter, hvor det de 10 siste minuttene blir brukt en brenner på 300 kW [Hovde, 2012, s. 27], og at røykproduksjonen begrenses nok til å oppnå den laveste røykklassen. [Glasø and Landrø, 2012, s. 4]

Det er gjort få undersøkelser på om treverk endrer branntekniske egenskaper over lengre tid. Treverk består hovedsaklig av de tre komponentene hemicellulose, lignin og cellulose. Hemicellulose har den laveste antennelsestemperaturen av disse, lignin har noe høyere og cellulose har høyest antennelsestemperatur. Bartrær har en lavere andel lignin og høyere andel hemicellulose enn løvtrær og har derfor en generelt høyere antennelsestemperatur. [Babrauskas, 2002] I Norge bruker en nesten utelukkende bartresortene gran og furu i trekonstruksjoner [Edvardsen et al., 2006]. Yang et al. [2007] fant i sine studier at hemicellulose pyrolyserer i temperaturområdet rundt 220 - 315 °C og cellulose rundt 315 - 400 °C, mens lignin pyrolyserer over et mye bredere temperaturspenn, 150 - 900 °C. En italiensk studie av sammensetningen av gammelt treverk fra kirkeporter

Tabell 3.4: Lignin- og celluloseinnhold, vektprosent. [Tomassetti et al., 1990]

Prøve	Lignininnhold	Celluloseinnhold
Frisk lerk	29,4	64,7
Lerk fra 1700-tallet	29,7	60,1
Lerk fra 1200-tallet	31,2	59,7
Fersk gran	28,4	60,9
Gran fra 1600-tallet	30,1	57,2
Gran fra 1400-tallet	31,5	56,8
Fersk edelgran	32,1	57,8
Edelgran fra 1600-tallet	33,6	57,1

sammenliknet med ferskt treverk, viser at vektandelen av lignin øker, mens andelen cellulose synker med alderen, se tabell 3.4 [Tomassetti et al., 1990] Om denne endringen i sammensetningen av treverket har noen praktisk betydning for brannegenskapene er det ikke funnet litteratur på. Fuktinnholdet i treverket kan være viktigere for hvor lett det er å antenne det enn en liten endring i sammensetningen av cellulose, hemicellulose og lignin. Vannet forsinker antenningen ved å kreve energi fra brannen til fordamping. Overflatebehandlingen kan påvirke hvor lettantennelig treverket er avhengig av type. Standard overflatebehandling er ikke vist å ha noen betydelig effekt på brennbarheten av trekledning i branntester [Östman et al., 2010, s. 46]. Brannimpregnering eller brannhemmende maling vil derimot senke antennbarheten [Hakkarainen and Oksanen, 2002].

3.5 Pyrolyse av tre

Forbrenning av treverk er en noe mer kompleks prosess enn forbrenning av for eksempel rene gasser og væsker. Treverk gjennomgår en termisk nedbrytning, pyrolyse, når det blir utsatt for høye temperaturer. Det betyr at treverket brytes ned til kull, tjære og flyktige gasser som deretter forbrennes ved å reagere med oksygen. De flyktige gassene og tjæren brenner med synlige flammer mens kullet gjennomgår en ulmebrann. Kullet har lavere varmekonduktivitet enn

friskt treverk, som betyr at det fungerer som et varmeisolerende beskyttelseslag utenpå det friske treverket. Ubeskyttet treverk som har rukket å danne noen millimeter tykt kullag på utsiden brenner med en tilnærmet konstant forkullingshastighet på mellom 0,6 og 0,8 mm/min, avhengig av blant annet treslag. Overgangen mellom forkullet og friskt trevirke er relativt markant og har en temperatur på ca 300 °C. Temperaturen i den ytterste delen av kullet ligger på omtrent 500 °C mens temperaturen i flammene på utsiden av kullet kan ha en temperatur opp mot 1100 °C. [Friquin, 2011]. Figur 3.9 viser tverrsnittet av en trebjelke som er blitt saget over etter en brann.



Figur 3.9: Store deler av bjelkens tverrsnitt er fortsatt friskt treverk med lastbærende egenskaper. Bildet er tatt inne i Kjøpennsgata 11 og viser skadene fra en brann her i 1950. Brannen ble slukket før den fikk mulighet til spre seg ut av bryggen og den opprinnelige tømmerkassen bærer fortsatt last i dag, med varierende grad av brannskader.

3.6 Brannteknisk dimensjonering av bærende og skillende konstruksjoner

Ved bruk av tre i konstruksjoner må en, i tillegg til å ta hensyn til materialegenskapene, sørge for tilstrekkelig bæreevne (R), varmeisolasjonsegenskaper (I) og integritet (E) for den tiden konstruksjonen skal motstå brann.

Dersom en bærende trekonstruksjonen er tilstrekkelig dimensjonert for brannpåkjenning er det ingen grunn til å tro at et bygningsskjelett i tre er statisk dårligere enn stål, betong eller mur. Selv om tre er et brennbart materiale brenner det forutsigbart og det er derfor mulig å beregne nødvendige tverrsnittsdimensjoner for ulike krav til brannmotstand. [Glasø and Landrø, 2012, s. 2] For å øke brannmotstanden i en bærende konstruksjon av tre uten å øke tverrsnittsarealet, kan en beskytte treverket ved å kle det inn bak panel eller gipsplater. Da tar det lengre tid før varmen når inn til treverket og det begynner å forkulle. Standarden for brannteknisk dimensjonering av trekonstruksjoner angir hvor lenge en kan regne med at ulike kledninger forsinker begynnelsen av pyrolysen i det bakenforliggende treverket. Generelt kan en anta en forkullingshastighet for bartrær på 0,65 mm/min uten å ta hensyn til avrunding av hjørner (endimensjonalt) og 0,8 mm/min dersom en tar hensyn til avrunding (todimensjonalt). [NS-EN 1995-1-2, 2010] Treverket som ligger beskyttet av kullaget antas å opprettholde full bæreevne med unntak av et tynt oppvarmet sjikt rett bak kullaget som forutsettes å være konstant 7 mm tykt og, som i likhet med kullaget, antas å ha mistet hele sin bæreevne. [NS-EN 1995-1-2, 2010] Når en kjenner forkullingshastigheten, kan en regne ut om det gjenværende lastbærende tverrsnittet har tilstrekkelig kapasitet etter en gitt tid.

Limtre har veldig like branntekniske egenskaper som tømmer og kan forutsettes å oppføre seg likt som annet treverk under brann, med enkelte unntak som er beskrevet i standarden for brannteknisk dimensjonering av trekonstruksjoner. [Friquin, 2011]

I brannskillende konstruksjoner må en sørge for at brannen ikke kan spre seg videre til naborom. Integriteten forteller hvor lenge en skillekonstruksjon kan hindre varme gasser, røyk og flammer fra å trenge igjennom utettheter eller sprekker i konstruksjonen. Isolasjonsparameteren angir hvor lenge konstruksjonen kan hindre en uakseptabel temperaturøkning på overflaten på den ueksponerte siden av konstruksjonen. [NS-EN 1991-1-2, 2008]

De branntekniske egenskapene til en bærende skillekonstruksjon angis med REI

og et tall i minutter, som betyr at både bæreevnen, isolasjonsevnen og integriteten til en konstruksjon er opprettholdt i minst det oppgitte antall minutter påkjent dimensjonerende branntilfelle.

3.7 Tiltak for å øke brannsikkerheten

3.7.1 Forebyggende tiltak

I dag finnes det en del tekniske løsninger som kan bidra til å forebygge brann, spesielt i forbindelse med elektrisk utstyr. I eldre bebyggelse er ofte det elektriske anlegget av eldre karakter og kan være underdimensjonert til dagens bruk. Et godt forebyggende tiltak er derfor å oppgradere det elektriske anlegget slik at det står i forhold til bruken. Eksempler på andre installasjoner som kan forhindre en brann i elektriske anlegg og apparater er jordfeilbrytere, overspenningsvern og komfyrvakter. Lynavledere og utstyr som kan varsle gasslekkasje er eksempler på tekniske installasjoner som kan forebygge brann med annen årsak. Fysisk avsperring av områder og økt grad av belysning kan hindre tilfeldig påtenning der hærverk motivasjonen. Alle tekniske løsninger krever vedlikehold og kontroll og det er derfor viktig å ha gode rutiner for dette.

Nedgravde søppelkonteinere er en stadig mer populær løsning for avfallshåndtering. Disse hindrer branner grunnet påtenning eller selvtenning av avfallet ved at det fjernes fra brennbare fasader. Slike containere kan ha nivåmåling som varsler renovatøren når containeren er full slik at en unngår at avfall settes utenfor [DSB and Riksantikvaren, 2007, s. 18]. Et annet alternativ er å ha innvendige, avlåste søppelrom som renovatøren har tilgang til.

Organisatoriske tiltak som holdnings- og informasjonsarbeid er svært viktig for å forebygge brann. For at et bygg eller et område skal opprettholde et tilfredsstillende brannsikkerhetsnivå i det daglige, må brukerne vite hvordan deres oppførsel kan påvirke brannsikkerheten. Opplæring av brukere og brannøvelser er eksempler på organisatorisk brannforebygging.

Sameier, borettslag og velforeninger kan lage lokale regler og forholde seg til brannvesenet som en gruppe i stedet for en rekke enkeltindivider eller husstander. Slike foreninger og organisasjoner vil kunne få gjennomført tiltak som blir billigere om en gjør det i en hel boligblokk eller et gatestrekk enn om hver husstand skulle gjort det hver for seg. Det at flere går sammen vil også kunne bidra

til et felles engasjement og bidra til økt bevissthet rundt problemet. Dette vil være spesielt viktig der bygningene står tett og en brann kan spre seg svært raskt.

I forbindelse med brannsikringsprosjektet på Røros ble det lagt stor vekt på å involvere beboere i det brannforebyggende arbeidet. [Steen-Hansen et al., 2004b, s. 67] Dette har også vært fokus i andre byer med tett trehusbebyggelse, men måten en går frem på for å skape engasjement i befolkningen kan være svært ulik fra sted til sted. Erfaringer viser at det er forskjell på hvor vellykket dette har vært. Risør var den første av de norske byene som laget en brannsikringsplan for sin tette trehusbebyggelse i begynnelsen av 1990-tallet, men responsen fra innbyggerne var lav, og etterhvert mistet også kommunen interessen på tross av mye utført forarbeid. [Steen-Hansen et al., 2004a] I 2010 ble det gjennomført en ny kartlegging av brannsikkerheten i trehusmiljøet i Risør og en brannsikringsplan ble utarbeidet, men denne er det heller ikke tatt tak i ennå [Rødven, 2013] I Tønsberg tok en nyinnflyttet privatperson initiativ til å danne en gruppe av beboere som selv kontaktet brannvesenet og de lokale myndighetene. Dette er en mer uvanlig start på et slikt brannsikringsarbeid, men ved at privatpersoner og -grupper har regien, kan det bli lettere å formidle budskapet videre på en slik måte at folk ønsker å gjøre noe med saken fremfor følelsen av pålegg. I flere byer har det vært arrangert brannsikkerhetsdager og i Fredrikstad var spesielt de praktiske demonstrasjonene og opplæring i bruk av slukkeutstyr populært. Både på Røros og i Skudeneshavn er det installert utvendige brannslanger til slukking av småbranner og fukting av fasader for å hindre spredning, men disse kan også brukes til rengjøring av gater og bilvask. På den måten blir feil eller behov for vedlikehold raskt oppdaget. [Steen-Hansen et al., 2004a] Selv om enge av de nevnte tiltakene kan være nyttige for å begrense skader ved brann, er de også et viktig ledd i det forebyggende arbeidet gjennom å skape bevissthet, holdninger og engasjement som bidrar til økt brannsikkerhet. Dessverre har Røros nå kuttet ut disse slangepostene fordi de ikke ble brukt [Engan, 2014]. Dette viser at involvering av brukere kan være vanskelig. Det krever en kontinuerlig innsats og bevisstgjøring å sørge for at brannsikkerhet ikke glemmes i det daglige. Kommunikasjonsmetoden er viktig, det kan være en fin balanse mellom å oppleves som masete og det å skape holdninger og engasjement som fører til endret adferd.

En undersøkelse fra Malaysia har vist hvordan de tre ulike gruppene brannvesen, konsulent og entreprenør, og vedlikeholdsansvarlig har ulikt syn på hva som er viktig for å ivareta et tilfredsstillende brannsikkerhetsnivå i historiske bygninger. Brannvesenet angir håndtering av brann som det viktigste punktet, mens

aktive og passive tiltak kommer lengst ned på lista. Vedlikeholdsansvarlig oppgir både brannhåndtering, aktive og passive brannsikkerhetssystemer som like viktige mens entreprenør angir aktive brannsikkerhetssystemer som det viktigste tiltaket. Bygningens utforming blir ikke listet høyest av noen av gruppene, men er viktigere for brannvesenet enn de to andre. [Ibrahim et al., 2011] Det er god grunn til å tro at denne fordelingen vil være annerledes i Norge. TBRT har en sterk forebyggende avdeling som blant annet har vært en stor pådriver for automatiske slukkeanlegg i bryggerekkene. Innsatsstyrken er også opptatt av å få med plassering og klassifisering av brannskiller i sine innsatsplaner [Holmvaag, 2014].

3.7.2 Deteksjon og varsling

Hensikten med brannvarslingsanlegg er først og fremst å varsle personer i bygget om at de må rømme. Dette må skje på et så tidlig tidspunkt at personene i bygget rekker å oppfatte at de må forlate bygget for så å bevege seg hele veien ut i sikkerhet. Brannalarmer kan enten aktiveres enuelt ved å knuse glasset på et varslingspunkt eller ved at en detektor er koblet til varslingsanlegget. Varsling fra brannalarmer er som oftest en hørbar ringing eller en innspilt muntlig beskjed over høyttalere, men dersom det er forventet høyt støynivå eller en vet at brukere kan ha nedsatt hørsel, kan varslingen i tillegg komme som blinkende blitzlys. [Östman et al., 2010, s. 176]

Det finnes flere typer automatiske deteksjonssystemer som reagerer på ulike paramere: røykpartikler, varme, flammer, eller forbrenningsgasser. I noen bygg, gjerne bygg som er klassifisert som særskilte brannobjekter, kan det automatiske varslingsanlegget være koblet direkte til brannvesenet.

Røykdetektorer er den mest sensitive og den vanligste formen for branndetektor. Det er flere undergrupper av røykdetektorer som reagerer på ulike typer partikler som finnes i røyk. Ioniserende røykvarsler var tidligere den mest vanlige i hus og hjem, men har fått en konkurrent i den optiske røykvarsleren, som lettere oppdager ulmebrann. [Garathun, 2013], [Östman et al., 2010, s. 177] Hva slags type røykpartikler som produseres kommer an på om brannen er en ulmebrann eller flammebrann, og hvor raskt den utvikler seg. Problemet med røykdetektorer er at de sjelden reagerer på mer enn én type partikler, slik at dersom det oppstår en annen type brann enn det røykdetektoren er laget for, kan det være at brannen ikke blir oppdaget i tide. Et annet problem kan være

falsk alarm på grunn av at partiklene detektoren reagerer på svever i luften uten at de er del av en brann- og røykutvikling. [Östman et al., 2010, s. 176]

Aspirasjonsdetektor kan enten benytte seg av vanlig optisk punktrøykdetektor eller tidligrøykdetektor, avhengig av ønsket følsomhet. Den fungerer over mye større avstander enn de vanlige punktdetektorene fordi den drar inn luft fra de beskyttede områdene gjennom ett eller flere lange rør og inn til en sentral deteksjonsenhet som analyserer luften for røykpartikler. Rørlengden i vanlige aspirasjonsdetektorer er 50 -80 meter, mens dersom detektoren er en tidligrøykdetektor kan rørlengden økes til 200 meter, eller til og med 300 meter for bybrannsikring. [Steen-Hansen et al., 2004a, s. 40] Slike detektorer reagerer svært raskt på ulmebrann som typisk kan oppstå ved feil på det elektriske anlegget. [Opstad and Stensaas, 1998] Aspirasjonsdetektorer tåler temperaturendringer, vind, sollys og regn bedre enn andre røykdetektorer og kan derfor også brukes utendørs. [Steen-Hansen et al., 2004a, s. 41]

Varmedetektorer kan enten reagere på temperaturstigning eller på en absolutt temperatur. I rom som kjøkken og fyrrom vil en varmedetektor være mye bedre egnet enn en røykdetektor. Disse kan enten se ut som punktrøykdetektorer eller tynne linjedetektorer. [Östman et al., 2010, s. 176] Linjedetektorer, eller varmedetekterende linjer, plasseres gjerne slik at de i forbindelse med bybrannsikring reagerer på flammer. Ettersom flammemetemperaturen gjerne ligger mellom 500 °C og 900 °C er det ikke viktig at detektoren slår ut på temperaturer som er betydelig lavere enn det. Det er derimot viktig at ledningen eller røret er tynt slik at det tar kort tid å varme den opp slik at alarmen utløses. Smeltetråddetektorer er en norsk oppfinnelse som er installert både på Røros og i Gamlebyen i Fredrikstad. [Steen-Hansen et al., 2004a, s. 41]

Flammedetektorer reagerer på ultrafiolett- eller infrarød stråling, eller begge. Slike detektorer kan oppdage flammer svært raskt dersom de har direkte siktlinje til flammene. Andre kilder til slik stråling, som for eksempel oppvarming på grunn av solstråling, kan føre til falsk alarm. [Östman et al., 2010, s. 176] Det er mest hensiktsmessig å bruke flammedetektorer i store åpne områder og de kan gjerne brukes utendørs.

På Røros overvåkes byen til en hver tid av termokamera i kombinasjon med et vanlig kamera for å kunne oppdage en brann selv om den starter utendørs. Når termokameraet varsler brann, mottar samtidig brannvakten et bilde, slik at det er lettere å oppdage falsk alarm før utrykning. [Steen-Hansen et al., 2004a, s. 42] I Trondheim er det plassert ut fire slike IR-kameraer som har vært i drift i omtrent fire år med stor suksess. I startfasen har det vært ressurskrevende

å eliminere feilkilder slik at alarmen ikke går når noen griller i parken eller liknende. [Holmvaag, 2014]

Forbrenningsgassdetektorer brukes ofte i kombinasjon med røyk- eller varmedetektorer for å bedre påliteligheten til systemet. Denne typen detektorer reagerer hovedsakelig på karbonmonoksid, men kan også reagere på andre forbrenningsgasser. [Östman et al., 2010, s. 176]

Mennesker har utmerkede forutsetninger for å detektere brann med både luktesans, syn, temperaturfølsomhet og hørsel og kan oppdage brann før automatiske systemer. Når brannvesenet mottar brannvarsel fra personer kan de derfor innhente mer informasjon om forholdene enn at en alarm er utløst. [Holmvaag, 2014] Brannen i Fjordgata i Trondheim i 2007 er et eksempel på at brannvesenet ble varslet på telefon før det automatiske anlegget slo inn [Brannmannen.no, 2007].

3.7.3 Skadebegrensende tiltak

Aktiv skadebegrensning

Aktive skadebegrensende tiltak er tekniske løsninger som finnes i et bygg hele tiden, men som blir aktive først når systemet registrerer en brannsituasjon. Det finnes hovedsaklig tre kategorier av aktive skadebegrensende løsninger.

- Vannbaserte slukkesystemer
- Gassbaserte slukkesystemer
- Røykventilering

Vannbaserte slukkesystemer som sprinkler og vanntåke kan enten utløses automatisk eller være tørr-rørsystemer. Automatiske anlegg er avhengige av tilstrekkelig trykk og vanntilførsel fra ledningsnettet, mens tørr-rørsystemer har et tilkoblingspunkt på bygget mot gata slik at brannvesenet kan koble seg til. [DSB and Riksantikvaren, 2007, s. 21 og 22], [Steen-Hansen et al., 2004a, s. 55] Det er enge fordeler med å bruke vann til slukking: det har høy varmekapasitet ($4,18 \text{ J}/(\text{gK})$), høy fordampningsvarme ($2,23 \text{ kJ/g}$) [Haraldsen and Uggerud, 2009] og ekspanderer nesten 1700 ganger ved overgang fra vann til damp [Wolfram|Alpha, 2014] og fortrenger dermed store mengder oksygen slik at brannen kveles. I tillegg er vann et ikke-skadelig stoff som er lett tilgjengelig. Bruk av vann til slukking kan likevel føre til store skader på bygninger. Etter slukking av en brann, jobber brannvesenet med å minske vann- og røykskader.

Bruk av begrepet “automatisk slukkesystem” kan være misvisende fordi slike systemer ikke nødvendigvis er dimensjonert for å slukke en brann, men skal begrense spredningen frem til brannvesenet ankommer. Tørr-rørsystemer fungerer ikke før brannvesenet kobler seg på, men fordelene er at en slipper faren for at stående vann i rørene kan fryse og føre til vannlekkasje. Det er spesielt relevant på steder med ekstrem vinterkulde som på Røros, eller i bygninger som tidvis er uoppvarmede som for eksempel stavkirker. Automatiske sprinkler- og vanntåkeanlegg utløses som regel ved at en liten tapp i sprinklerhodet smelter ved en gitt temperatur, typisk 68 °C [Östman et al., 2010, 178]. De kan også kobles slik at de løses ut ved brannalarm, selv om det er mer vanlig at brannalarmen løses ut som følge av at det begynner å strømme vann gjennom rørene til sprinklene.

I kalde loft i gamle trehus kan tørr-rørs vanntåkeanlegg fungere som en utstrakt hånd for brannvesenet ettersom slike loft utgjør stor spredningsfare, og ofte er svært vanskelige å komme til. Tørr-rørs slukkeanlegg eliminerer faren for vannskader i en normalsituasjon og er billigere enn automatiske slukkeanlegg. [Øverby and Jensen, 2010, s. 21] Ulempen med tørr-rørs anlegg med tilkobling for brannvesenet er at de oppholder en brannbil over lengre tid, mens det kunne vært jobbet parallelt med et automatisk slukkeanlegg.

Sprinkelanlegg har vært i bruk i mer enn et århundre og er den mest vanlige formen for automatisk slukkesystem i bygninger. Slike anlegg vil hemme brannspredningen og dermed sørge for lengre tilgjengelig rømmingstid for personer som oppholder seg i bygget, samt øke tiden brannvesenet har til slukkeinnsats. [Östman et al., 2010, s. 178] Når et sprinkelhode løses ut spruter det ut vann nesten som en dusj, og vannet når lett inn til selve brannen på grunn av tyndgen på de store dråpene. Sprinkelanlegg egner seg derfor godt til å kontrollere en brann i startfasen. [Jensen, 2014a]

Vanntåkeanlegg fungerer på samme måte som vanlig sprinkelanlegg, men bruker mye mindre vann per tidsenhet fordi dysehodet sprer vannet ut som en fin tåke med betydelig mindre størrelse på vandråpene. Den største fordelene med dette er at større del av varmen fra brannen går til å fordampe vannet i tåken, noe som også bidrar til å redusere temperaturen i rommet og sinke brannveksten. De lette dråpene som svever i luften fortrenger også oksygen i luften som dras inn i brannen. [Östman et al., 2010, s. 180] I startfasen av en brann der rommet er stort i forhold til brannen, vil den lette tåken falle tregt mot brannen og dråpene vil fordampe før de når inn til selve brannen. Derfor er vanntåke bedre egnet til å raskt senke temperaturen og hindre videre spredning i et overtent rom.

[Jensen, 2014a] Vanntåkeanlegg kan bli noe mindre synlig enn vanlige sprinkler fordi rørdiameteren kan reduseres. [Øverby and Jensen, 2010, s. 21]

Fasadesprinklere kan monteres for å hindre brannspredning mellom bygg, og kan typisk monteres over vindu med kort avstand til nabobygg eller i underkant av takutstikk. Det er ikke gjort fullskalaforsøk med fasadesprinkling ved noe anerkjent laboratorium som kan gi noen pekepinn på hvordan slikt utstyr bør monteres. Det finnes heller ingen standard eller retningslinjer for dette i Norge. [Øverby and Jensen, 2010, s. 22] Ved konflagrasjon vil vannforsyningen mest sannsynlig svikte etter aktivisering av fasadesprinklere på bare to vegger. [Jensen, 2014b]

Systemer med inertgass eller temperaturreduserende gasser er ikke like vanlig som sprinkelanlegg, men kan brukes der vann vil være like ødeleggende som en brann for inventar eller utstyr. Eksempler på slike rom er rom med data-servere, arkiver eller uerstattelige kunstverk. Slike gasser har vært lite vurdert i gamle trebygninger blant annet fordi en har antatt at slike bygg ikke vil være lufttette nok til å holde gassen inne i rommet og at den dermed ikke har noen effekt. På Fossesholm herregård har en testet denne påstanden i et fullskala forsøk med inertgass. Fossesholm herregård har veggmalier som vil bli like ødelagt av vann fra sprinkleranlegg som av en brann. Ellen Pauline Steen, daglig leder ved Fossesholm, sørget derfor for at det ble gjennomført et fullskala forsøk med inert-gass i ett av de aktuelle rommene. Den brukte gassen heter INERGEN og har nesten samme tetthet som luft for at den ikke skal flyte eller synke, men blande seg mest mulig. Mens forsøket pågikk var det 24 personer i det 80 m³ store rommet. Forsøket ble gjennomført ved at to oljelamper ble tent, og tre oksygenmålere logget oksygenivået mens inert-gassen ble sluppet ut i rommet. Etter fem minutter hadde oksygenivået sunket fra 21 % til 12 %, og det holdt seg på dette nivået i ca 20 minutter til tross for at bygget var relativt utett og at dørene ble åpnet underveis i forsøket. Etter 60 sekunder med gass i rommet var flammen i oljelampene sterkt redusert og etter 120 sekunder var den helt slukket. [Haram, 2011] I motsetning til sprinkelanlegg, kan slike gasssystemer ikke brukes ute og er derfor kun hensiktsmessig for å beskytte inventar mot en brann som starter i det aktuelle rommet.

Brannhemmende gasser forstyrrer den kjemiske oksideringsprosessen i en brann på molekylnivå og hindrer dermed videre utvikling. Inertgass fungerer ved at gassen som slippes ut i rommet reagerer med oksygenet i luften slik at oksygenivået reduseres til under 15%, som er for lite til at brannen kan utvikle seg og i beste fall slukker den helt. Temperaturreduserende gasser gjennomgår reak-

sjoner som binder opp varme fra brannen og på andre kjemiske måter hindrer brannen i å utvikle seg. [Östman et al., 2010, s. 180]

Røykventilasjonssystemer drar røyken ut av bygget gjennom ventilasjonskanaler eller luker slik at tilgjengelig rømningstid øker. Når den varme røykmengden ikke får bygget seg opp og gi tilbakestråling til brannen, vil brannutviklingen gå saktere og en utsetter eller unngår overtenning. Røykventilering vil øke sikkerheten til slukkeenskaper og gjøre det lettere å lokalisere brannen. [SINTEF Byggforsk, 2006a] Slike systemer er mest aktuelt i bygninger med flere etasjer og åpne planløsninger, og mindre egnet i lav trehusbebyggelse.

Passiv skadebegrensning

Passive brannsikringstiltak er i mindre grad avhengig av kontroll og vedlikehold enn aktive brannsikringstiltak. Det kan samtidig være lettere å oppdage feil og engler ved passive tiltak fordi en ofte ikke trenger å sette i gang noen form for brannsimulering for å teste tiltaket funksjon. Selvlukkende dører i en boligblokk er et godt eksempel fordi beboerne får testet dørlukkerens funksjon hver dag, og en merker med en gang om den er frakoblet eller på annen måte ute av funksjon. I dette kapittelet presenteres ulike typer passive brannsikringstiltak. For å få brannsikkerheten i eksisterende bygninger opp på et akseptabelt nivå, bør flere av disse tiltakene gjennomføres og helst i kombinasjon med aktive tiltak.

Et av de viktigste passive tiltakene mot brannspredning i tettbygde områder er å sørge for god brannseksjonering. En brannvegg skal være ubrennbar, uten vinduer, trekkes minst en halv meter over tak, og må kunne opprettholde sin funksjon og stabilitet under hele brannforløpet, selv om huset på den ene siden brenner ned. De viktigste funksjonene til en slik vegg er å hindre gjennomtrengning av flammer og varme gasser og hindre uakseptabelt høye temperaturer på den siden av veggen hvor det ikke brenner. Byggforskblad 520.305 beskriver utforming og dimensjoneringsmetoder for brannvegger. [SINTEF Byggforsk, 2005]

Organisasjonen Bygg og bevar har i samarbeid med COWI laget en rapport om bevaring av gamle verneverdige dører. enge har en oppfattning av at når de gamle, flotte tredørene, gjerne også med trådglassvinduer, ikke har tilfredsstillende brannmotstand, må de kastes. Det er i stedet fullt mulig å oppgradere dørene uten å ødelegge det estetiske og historiske preget som disse dørene gir i

en oppgang eller i et bymiljø. [Korsaksel, 2011] Det er ikke sikkert at oppgrade-
ringen gjør at dørene oppfyller dagens krav til nybygg, men i FOBTOT er det
gitt at bygninger fra før 1985 skal tilfredsstillere kravet gitt av byggeforskriften
fra 1985 så langt det er praktisk og økonomisk forsvarlig. [SINTEF Byggforsk,
2013]

Det er også mulig å bytte ut gamle vinduer til brannsikre vinduer som ikke
knuser like raskt under en brann og dermed kan forhindre at brannen sprer seg
til fasaden. Tidligere ble trådglass brukt for å øke brannmotstanden til vindu-
er. Dette er en billigere, om enn noe dårligere, løsning enn dagens brannsikre
vinduer. [SINTEF Byggforsk, 2006b], [Øverby and Jensen, 2010, s. 23]

I bygninger med trekledning ønsker en å ha totrinns tetting mot regn for å unngå
fukt og råteproblemer. Derfor lektes trekledninger ut fra resten av veggen slik
at luft kan strømme inn bak kledningen og tørke ut fukt mellom kledningen
og veggen. [Thue, 2013] Slike hulrom fører til fare for brannspredning i fasaden
slik en så i Fjordgata i Trondheim i 2007. Der det er fuktteknisk forsvarlig,
kan hulrom i vegger med fordel etterisoleres både med tanke på økt sikkerhet
mot brannspredning og redusert energiforbruk. En annen løsning er å montere
brannstopp med jevne mellomrom i hulrommene. Brannstopp er ulike typer fy-
siske sperrer som skal sørge for at lufting av kledningen fortsatt er mulig i en
normalsituasjon, men hvis det oppstår en brann, vil brannstoppen hindre bran-
nen i å spre seg i hulrommet. De kan være utformet som lister som gir et brudd
i fasaden, skjulte, brannsvellende lister eller metallister med små perforeringer.
[Östman et al., 2012, s. 129]

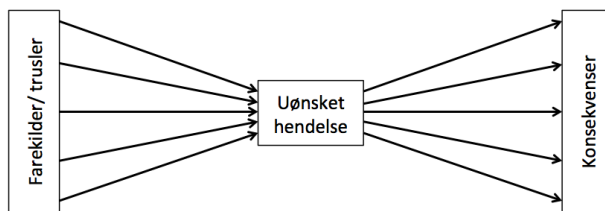
3.8 Om risikobegreper og risikoanalyse

Risiko blir i de fleste tilfeller definert som produktet av sannsynlighet for at en
uønsket hendelse skal inntreffe og konsekvensen av denne hendelsen. Antennelse
av et bygg kan ha flere årsaker og flere utfall, og den totale risikoen kan derfor
uttrykkes som en sum som vist i likning 3.3. Denne fremstillingen gir kun mening
dersom en kan uttrykke alle konsekvensene med samme enhet, for eksempel
pengeverdi. [Rausand and Utne, 2009, s. 25]

$$Risiko = \sum_{i=1}^n C_i \cdot p_i \quad (3.3)$$

For alle byggverk er det krav om risikovurdering av brann etter NS 3901. En risikovurdering omfatter både risikoanalyse og risikoevaluering. Analysen kan enten være en risikoanalyse, der en kartlegger uønskede hendelser og konsekvenser, eller være en komparativ analyse, der analysebyggverket sammenliknes med et byggverk med et sett preaksepterte løsninger. Figur 3.10 viser hvordan en risikovurdering utføres steg for steg.

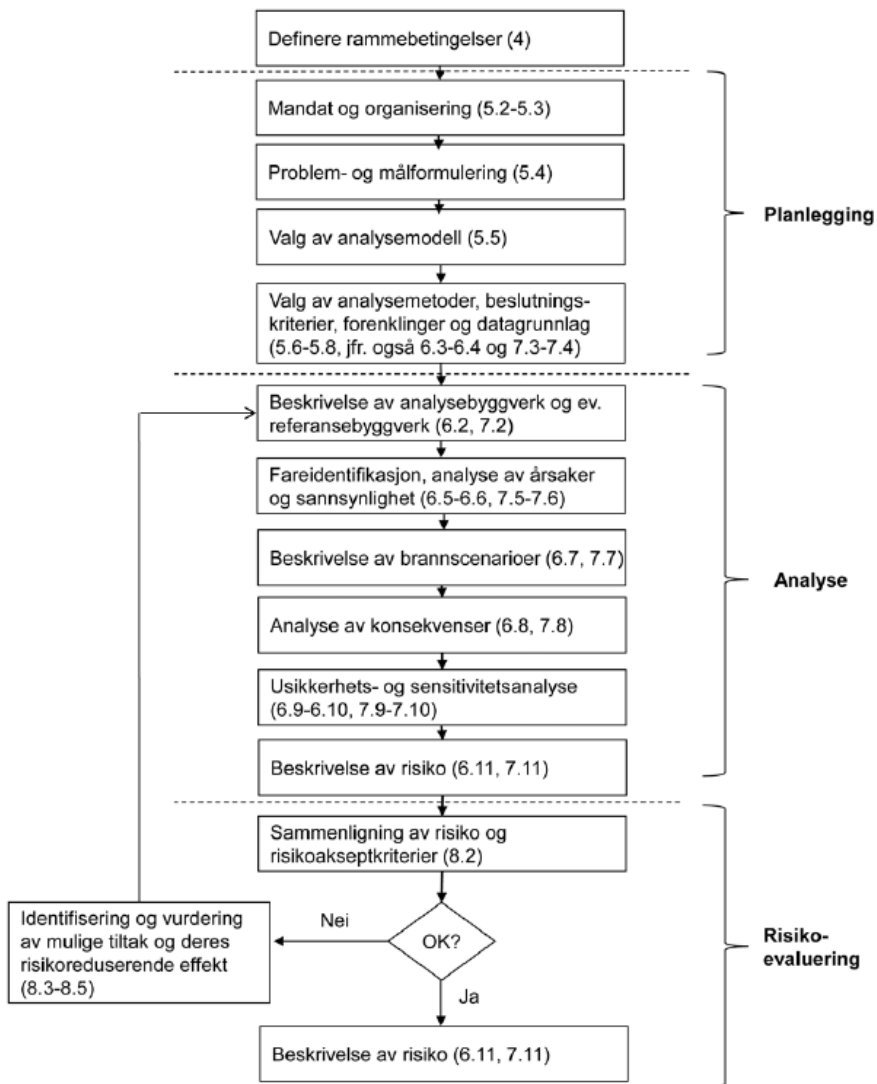
Bow-tie er en modell for å visualisere og beskrive risiko der en plasserer faremomenter som kan utløse en uønsket hendelse på venstre side, selve hendelsen i midten og mulige utfall og konsekvenser på høyre side. Ved å utføre en slik øvelse får en oversikt over hvilke faktorer som inngår i risikobildet. Figur 3.11 viser en prinsippsskisse av modellen. Når farer og konsekvenser er kartlagt, må en finne relevante barrierer som kan minimere sannsynligheten for at den uønskede hendelsen oppstår (proaktive barrierer) og minimerer konsekvensomfanget (reaktive barrierer).



Figur 3.11: Prinsippsskisse av bow-tie-modellen.

Hvordan folk opplever risiko er ikke nødvendigvis sammenfallende med det faktiske risikonivået. Dersom en har selv har valgt å eksponere seg for en farekilde vel vitende om hvilken risiko det innebærer, tolererer en et høyere risikonivå enn om eksponeringen ikke skjer frivillig. I hvilken grad farekilden lar seg kontrollere og hvor alvorlig konsekvensene kan bli, er også med på å bestemme hvilket risikonivå som aksepteres. [Rausand and Utne, 2009, s. 25]

ALARP er en engelsk forkortelse og står for As Low As Reasonably Practicable. Dette er et verktøy som brukes for å bestemme hva som er akseptabelt risikonivå, og beskriver forholdet mellom kostnader av å innføre risikoreducerende tiltak og kostnadene ved tap av menneskeliv eller verdier. Kostnadene kan enten dreie seg om direkte pengeverdi eller andre verdier som blir verdsatt i kroner og øre gjennom et samfunnsøkonomisk perspektiv. [Rausand and Utne, 2009, s. 70]



Figur 3.10: Sjematisk fremstilling som viser gangen i en risikovurdering. Figuren er hentet fra NS 3901 [NS 3901, 2012].

Kapittel 4

Rammeverk

Ved oppgradering og/ eller vurdering av brannsikkerheten i eksisterende bebyggelse er det flere lover og forskrifter som må følges. I tillegg finnes det en rekke standarder og veiledninger som kan brukes for å dokumentere at sikkerheten er ivaretatt. I dette kapitlet presenteres kort relevante lover og noen organisasjoner som utgir relevante standarder og veiledninger.

Stortingsmelding 41 (2000-2001) bidro til å sette fokus på brannsikring av verneverdige kulturmiljøer og er kort beskrevet til slutt i dette kapitlet.

4.1 Plan- og bygningsloven, pbl

Plan- og bygningsloven forvaltes av Miljøverndepartementet og gjelder for alle tiltak for bygg og anlegg på land. Tiltak er oppføring, riving og endringer i bygg og anlegg, der endringer omfatter fasadeendringer, bruksendringer, terrenginngrep og endring av eiendommer.

Det er flere deler av loven som er relevant for temaet i denne oppgaven, noen av dem nevnes i det følgende. Kapittel 11, § 11-8 beskriver hva som kan fastsettes som hensynssoner i kommunenes arealplaner, deriblant bevaring av kulturmiljøer. Kapittel 20 beskriver hvilke tiltak som er søknadspliktige og hvilke som ikke er det. Kapittel 29 setter en rekke krav til utforming av byggverk, både med tanke på universell utforming, tekniske krav, visuelle krav med fler.

Kapittel 31 setter krav til eksisterende byggverk og i § 31-1 heter det at “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.” § 31-8 gir kommunene anledning til å vedta utbedring av bebyggelse i tettbygd strøk. Et slikt utbedringsprogram kan blant annet omfatte bygningstekniske og brannmessige forhold.

4.2 Teknisk forskrift til Plan- og bygningsloven, TEK

Teknisk forskrift er underlagt Kommunal- og regionaldepartementet med hjemmel i Plan- og bygningsloven og skal sikre at et tiltak tilfredsstiller en rekke tekniske krav til sikkerhet, helse, miljø og energibruk. Forskriften er funksjonsbasert slik at flere enn preaksepterte løsninger tillates dersom det dokumenteres at de alternative løsningene minst oppfyller kravene som ligger til grunn for de preaksepterte løsningene slik det er beskrevet i kapittel 2. Kapittel 3 setter krav til materialer og hvordan de brukes. Det er ingen spesifikke begrensninger på hvilke materialer som kan brukes, men de skal brukes på en slik måte at de bidrar til at et byggverk oppfyller en rekke minimumskrav, blant annet krav til brannsikring. Kapittel 11 omhandler sikkerhet ved brann og hva det skal tas hensyn til ved brannteknisk prosjektering. Forskriften angir risikoklasser og brannklasser som sier noe om hvilke krav som settes til brannsikkerhet i bygg med ulik bruk og konsekvens ved brann. § 11-1, første og andre punkt, setter krav til sikring av personer, materielle verdier, miljø- og samfunnsmessige forhold, tilrettelegging for å redde mennesker og husdyr samt effektiv slukkeinnsats. Det tredje punktet sier at bygninger skal plasseres og utformes slik at sannsynligheten for brannspredning til andre byggverk blir liten. Med dagens forskrift hadde altså de verneverdige, tette trehusene som det er snakk om i denne oppgaven aldri kunnet blitt bygget.

Veiledning til teknisk forskrift, VTEK, angir preaksepterte ytelser som oppfyller kravene i forskriften.

4.3 Brann- og eksplosjonsvernloven

Etter at et bygg er tatt i bruk er det lov om brann- og eksplosjonsvern som er den overordnede loven som gjelder for brannsikkerheten i bygget. Det er Justis- og beredskapsdepartementet som forvalter loven. Formålet med loven er å verne liv, helse, miljø og materielle verdier mot brann og eksplosjon, samt ulykker med farlig stoff og farlig gods, og andre akutte ulykker og uønskede tilsiktede hendelser slik det er beskrevet i lovens § 1. Den enkelte har en plikt til å forebygge og begrense skader ved brann, eksplosjon og annen ulykke i følge § 5. Kapittel 7 beskriver kommunens og sentrale myndighets muligheter og plikter til tilsyn.

4.4 Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn, FOBTOT

Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn er underlagt Brann- og eksplosjonsvernloven og skal sørge for at et bygg har tilfredsstillende brannsikkerhetsnivå i bruksfasen. Forskriften omtaler generelle krav til eier og bruker, tilsyn, feiing, kommunens brannforebyggende oppgaver, og andre brannforebyggende plikter, for eksempel i forbindelse med utendørs bruk av ild. Kapittel 3 og 4 angir krav til henholdsvis organisatoriske og tekniske tiltak i særskilte brannobjekter, som er av spesiell interesse for denne oppgaven. FOBTOT setter også krav til at brannsikkerheten i eksisterende bygninger bygget før 1985 skal oppfylle kravene til byggeforskriftene av 1985.

4.5 Byggeforskriften av 1985

For eksisterende bygninger fra før 1985 uten søknadspliktige endringer er det byggeforskriften av 1985 som angir krav til gjeldende brannsikkerhetsnivå. Etter som funksjonsbaserte forskrifter først ble innført i 1997, er forskriften av 1985 en ytelsesbasert forskrift. Brannvern omtales i forskriftens kapittel 3, der bygningenes bruksområde bestemmer hvilke krav som skal følges. På grunn av at ombygging til boliger i bryggene i Kjøpmannsgata vil være søknadspliktig, vil ikke boligkapittelet i denne forskriften være relevant for denne oppgaven. Hovedsakelig vil kapittel 33: Forsamlingslokaler; 34: Industri, håndverk og lager, kontor, og garasjer; og 35: Salgslokaler være dekkende for bryggerekkene.

4.6 Kulturminneloven

Kulturminneloven forvaltes av Miljøverndepartementet og formålet er å verne kulturminner og kulturmiljøer som en del av vår kulturarv og identitet, men også som en del av en miljø- og ressursforvaltning. En annen viktig grunn til å ta vare på kulturminner er at de er vitenskapelig kildemateriale og at de skal sikre opplevelse, trivsel, selvforståelse og virksomhet for nålevende og fremtidige generasjoner. Kulturminner og kulturmiljøer er definert slik: “Med kulturminner menes alle spor etter menneskelig virksomhet i vårt fysiske miljø, herunder lokaliteter det knytter seg historiske hendelser, tro eller tradisjon til. Med kulturmiljøer menes områder hvor kulturminner inngår som del av en større helhet eller sammenheng.” Loven gir grunnlag for vern av kulturminner og -miljøer med spesiell arkitektonisk eller kulturhistorisk verdi. Når det gjøres vedtak etter andre lover som påvirker kulturminner skal formålet med kulturminneloven legges til grunn. De ulike kapitlene tar for seg ulike typer vern som automatisk fredning, løse kulturminner, skipsfunn og fredning ved enkeltvedtak.

4.7 Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen

Forskriften skal sikre at kommunene har et brannvesen som er organisert, bemannet og utrustet ut fra risikonivået i kommunen. Brannvesenet skal være organisert og dimensjonert slik at det er i stand til å ta seg av de oppgavene som er pålagt i lov og forskrifter på en tilfredsstillende måte.

4.8 Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr

Hensikten med lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr er å sikre at elektriske anlegg og - utstyr ikke utgjør en fare for liv, helse eller materielle verdier ved utførelse, bruk og vedlikehold. Loven sier blant annet at tilsynsmyndigheter skal ha uhindret adgang til anlegg og virksomhet.

4.9 Standarder og veiledninger

Organisasjonen Standard Norge utgir en rekke norske, europeiske og internasjonale standarder for dimensjonering, montering og vedlikehold av ulike konstruksjoner og systemer. For brannfaget finnes det blant annet standarder for dimensjonering av konstruksjoner ved brannpåkjenning, sprinkelanlegg, brannventilasjonssystemer, krav til risikovurdering av brann i byggverk, brannheiser og så videre. I tillegg blir det utarbeidet flere blader fra SINTEF Byggforsk med konkrete forslag til løsninger som tilfredsstiller kravene gitt i TEK, ofte supplert med eksempler på detaljtegninger. Riksantikvaren har erfaring med forvaltning av kulturminner og kan være en god støttespiller. I 2007 gav de ut en veileder om bybrannsikring i tette trehusmiljøer i samarbeid med DSB.

Standarder fra den amerikanske organisasjonen National Fire Protection Association, NFPA, utgir standarder som skal ivareta sikkerhet mot brann og liknende farer. Dersom det er områder som mangler en gjeldende norsk standard, kan en støtte seg på standarder fra NFPA i brannprosjekteringen. Når det gjelder kulturminner kan for eksempel *Code for Fire Protection in Historic Structures* [NFPA 914:, 2010] og *Code for the Protection of Cultural Resource Properties – Museums, Libraries, and Places of Worship* [NFPA 909:, 2013] brukes.

4.10 Stortingsmelding nr 41 (2000-2001)

I tillegg til det som er gitt ved lov, ble det i Stortingsmelding 41 (2000-2001) satt flere nye mål for brann- og eksplosjonsvernområdet for perioden 2001 til 2005. Ett av disse målene, som er omtalt i meldingens kapittel 5, lyder “Det er et mål at branner med tap av uerstattelige nasjonale kulturverdier ikke skal forekomme.” [Arbeids- og administrasjonsdepartementet, 2001, kapittel 5.2]

Kapittel 5

Bryggene

5.1 Historie og bevaring

Historisk sett har Trondheim vært utsatt for flere bybranner. I andre halvdel av 1600-tallet led Trondheim under to voldsomme bybranner, og etter den andre av disse brannene ble generalen Cicignon hyret inn til å lage en ny byplan som skulle hindre at hele byen kunne gå tapt ved storbrann. Løsningen ble å dele selve byen i fire deler ved at Kongensgate og Munkegata ble laget så brede at sjansen for et en brann kunne spre seg på tvers av disse gatene ble minimal. Den samme taktikken ble brukt i Fjordgata og Kjøpmannsgata, slik at bryggerekkene ble skilt fra resten av bykjernen. Denne gatestrukturen er fortsatt godt synlig i dag. Bryggene i Kjøpmannsgata har i tillegg et mye lavere bakkeplan enn bygningene på vestsiden av gaten på grunn av forsvarsvollen som også var en del av Cicignons byplan. Til tross for denne oppdelingen led byen igjen under to bybranner i 1841 og 1842 der rundt en tredel av byen brant ned i hver av brannene. I Fjordgata gikk 40 brygger tapt mens Kjøpmannsgata holdt stand som branngate og det lyktes å hindre spredning til bryggene på østsiden av gata. At noen av branngatene opprettholdt sin funksjon gjennom bybrannene mens andre feilet skyldes kombinasjonen av vindforhold og innsats som ble lagt ned for å hindre spredning. [Kirkhusmo and Christiansen, 2013, s. 67 - 73].



Figur 5.1: Bryggerekken i Kjøpmannsgata sett fra Gamle Bybro.

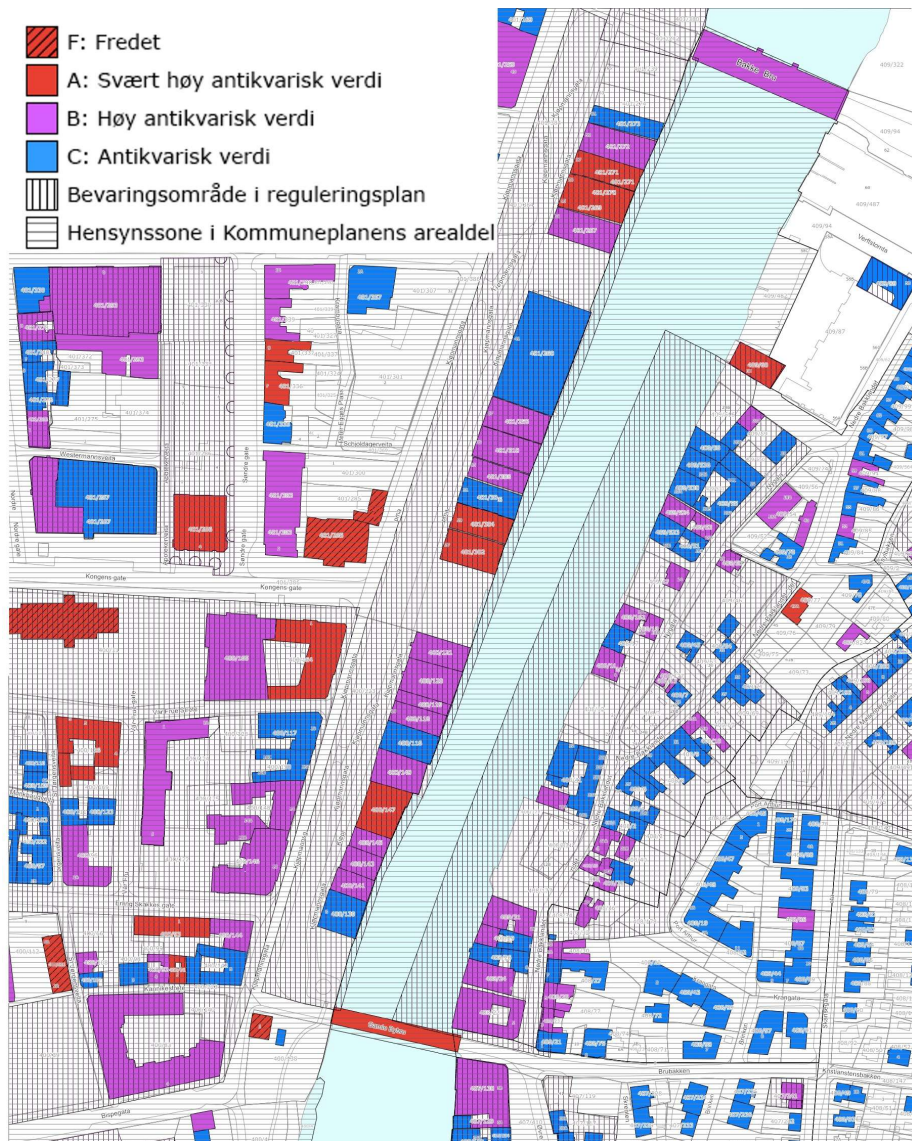
Bryggene i Trondheim er med på å gi byen et særpreg og er blant byens mest fotograferte motiv [Nilsen et al., 2013]. Figur 5.1 viser bryggene i Kjøpmannsgata mot nordvest fra Gamle Bybro. De eldste bryggene langs Nidelva stammer helt tilbake til 1700-tallet. [Pedersen, 2014b] Byantikvaren har angitt den antikvariske verdien til byens bygninger og kulturmiljøer i et eget aktsomhetskart med en fargekode som viser graden av verneverdi. Figur 5.2 viser et utsnitt av dette aktsomhetskartet for området på begge sider av Nidelva mellom Gamle Bybro og Bakke bro. Kjøpmannsgata ligger langs elvas vestre bredd og inkluderer både bryggerekken på nedsiden av Cicignons forsvarsvoll og bebyggelsen på oversiden, som hovedsakelig består av murgårder. Bryggene på nedsiden av vollen teller i dag 27 forskjellige gateadresser, selv om det opprinnelig var flere bygninger. Huitfeldtbrygga som i dag har husnummer 13, var opprinnelig tre brygger som senere fikk felles takkonstruksjon og fremstår i fasaden som ett bygg. Ola Bruun-brygga i nåværende Kjøpmannsgata 41 var også flere separate bygg frem til nummer 43 brant i 1942 og minst én nabobrygge ble brannskadet. Kjøpmannsgata 43 ble ikke bygget opp igjen og det vites ikke om de andre adressene 41-49 brant eller ble revet for å gi plass til et nytt bygg, men på slutten av 1950-tallet ble de i alle fall erstattet med ett sammenhengende betongbygg.

I et forsøk på å bevare noe av bryggepreget har Ola Bruun-brygga saltak med flere møner. [Pedersen, 2014b], [Kirkhusmo and Christiansen, 2013, s. 255].

SEFRAK kartla rundt en halv million kulturminner i Norge i perioden 1975-1995. Bygningene i dette registeret er fra før 1900 og på kart fra nettsiden Miljostatus.no er det angitt om riving eller ombygging er meldepliktig. Kartet viser også ruiner og fjernede bygninger. Se vedlegg C.2. Miljostatus.no har også kart som viser områder med tette trehus og brannsmitteområder. Se vedlegg C.3.

Selv om det er lenge siden siste bybrann, har bryggerekkene i Trondheim vært utsatt for flere storbranner i senere tid. Den siste fant sted i Fjordgata 17. mai 2007 der tre verneverdige brygger gikk tapt til tross for at to av disse var rehabilitert og fullsprinklete. [Brannmannen.no, 2007] Tidligere har det brent i bryggerekkene flere ganger. De siste 50 årene (fra og med 1963) har 12 brygger i Trondheim gått tapt i tre ulike storbranner [Rosvold, 2014]. Tabell 5.1 viser en oversikt over bryggebrannene som har funnet sted i Trondheim fra 1900 og frem til i dag.

I denne oppgaven er det sett på hvilke konkrete måter brann kan spre seg mellom noen utvalgte brygger, hvordan en kan forebygge at spredningsdyktig brann oppstår og hvilke tiltak det er relevant å innføre for å begrense skadene dersom ulykken er ute. Hensikten er å hidre at en eventuell brann kan spre seg fra brygge til brygge og ødelegge det spesielle kulturmiljøet som finnes her. Alle bryggene i Kjøpmannsgata er foreløpig regulert til næringsvirksomhet, selv om muligheten for å regulere noe av disse arealene til boligformål er under utredning [Møte 6. februar 2014, se tillegg B.1]. De nederste etasjene i en del av bryggene er tatt i bruk til blant annet kontorer, serveringssteder og butikklokaler, mens mye areal står tomt oppover i etasjene. Før arbeidet med vitalisering av Kjøpmannsgata startet, antok en at rundt 20.000 m² av bryggenes totalt 55.550 m² sto tomt, men tallet er justert ned til 9.200 m² [Møte 6. februar 2014, se tillegg B.1], [Pedersen, 2014c]. Mye av grunnen til at store arealer står ubrukt, er at de fleste bryggene har svært lav takhøyde og begrenset tilgang på dagslys. De befinner seg langt unna dagens preaksepterte løsninger for blant annet energibruk, lysforhold, brannsikkerhet og universell utforming. Det er en svært utfordrende oppgave å bedre disse forholdene slik at bryggene kan få et utvidet bruksområde uten å endre eller ødelegge bryggenes preg og antikvariske verdi.



Figur 5.2: Bryggereken i Kjøpmannsgata vist i aktsomhetskart for kulturminner med tilhørende tegnforklaring. Kartet er limt sammen av ulike kartutsnitt hentet fra Trondheim kommunes kartverktøy på nett.

Tabell 5.1: Bryggebranner i Trondheim etter 1900. Det tas forbehold om at listen ikke komplett. [Kirkhusmo and Christiansen, 2013]

Brannår	Brygge	Kommentar
1903	Sandgata 6	
1905	Øvre Bakklandet 54	
1908	Øvre Bakklandet 15	
1910	Bakklandets Nygade 6	
1910	Fjordgata 20	
1910	Kjøpmannsgata 9	
1912	Kjøpmannsgata 59	
1914	Nedre Ilen 30 - 48	
1915	Fjordgata 18	
1917	Kjøpmannsgata 51	
1919	Fjordgata 10	
1926	Kjøpmannsgata 43	Sterk vind fra nordøst
1927	Sandgata 2	Også nabobrygga gikk med. Vanskelige slukkeforhold med sterk storm
1930	Nygata 8	
1932	Sandgata 30 A og B	
1933	Nedre Bakklandet 4	[Fotograf Schrøder, 1933]
1936	Fjordgata 12	
1938	Fjordgata 28	
1939	Kjøpmannsgata 5	
1942	Kjøpmannsgata 43	
1950	Kjøpmannsgata 11	Står fortsatt, med godt synlige spor etter brannen i tømmerkonstruksjonen.
1950	Nygata 30	
1955	Nedre Bakklandet, ukjent nr.	Mowinkel & Brækstad brygge
1960	Kjøpmannsgata 5	
1961	Nedre Bakklandet, ukjent nr.	ESP vaskeri
1967	Kjøpmannsgata 75 - 83	Seks 250 år gamle brygger gikk tapt.
1976	Kjøpmannsgata 65	
1983	Kjøpmannsgata 63 - 67	Flygebrann fra bryggene antente bygg på andre siden av elva.
2007	Fjordgata 76 - 78	Tre brygger gikk tapt. To av disse var rehabilitert og fullsprinklede.

5.2 Konstruksjon

De bærende veggene i de gamle bryggene er hovedsakelig laftede tømmervegger. Laftemetodene varierer med ulike lafteknuter og både rundtømmer og skantet tømmer, det vil si tømmer som er kantet med øks, er brukt [Nilsen et al., 2013]. Ingen av bryggene har en tømmerkasse som er eksponert i fasaden. Laftet tømmer tåler ikke stående vann eller store regnpåkjenninger og på steder med kystklima har det derfor vært vanlig å beskytte konstruksjonen ved å legge panel på utsiden [Edvardsen et al., 2006, s. 8]. Innvendig bæring er ofte massive trestolper, eller laftede vegger som utgjorde skillevegger mellom lagerbodene innvendig. Gulvet består av brede plankebord som ligger på et bjelkelag av tømmer slik at det som synes som himling i den ene etasjen er de samme bordene som gulvet i etasjen over. Hvis en går inn i noen av bryggene som er restaurert og tatt i bruk, kan en flere steder se strekkstag som er satt inn for å avstive konstruksjonen. Der det har vært nødvendig å kappe tømmerbjelkene for å få tilstrekkelig takhøyde, er det satt inn andre typer bæring som for eksempel stålkassetter, se figur 5.3. I de restaurerte bryggene kan også gulvkonstruksjonen og veggene være endret. I for eksempel kontorlokaler kan veggene være kledd med gips for å dele opp arealene i brannceller.

Grunnflatearealet varierer mye fra brygge til brygge. Nede ved Bakke bro er tomtene mye dypere enn oppe ved gamle Bybro. Bredden på hver tomt er også varierende. For eksempel er grunnarealet på den sammenbygde brygga nummer 13 omtrent 500 m^2 , mens nummer 11 har en grunnflate på omtrent 170 m^2 . [Aamlid et al., 2012] [Brendeland og Kristoffersen arkitekter, 2013]

Den ytre trekledningen i gamle trekonstruksjoner kan være festet direkte på tømmerkassen, eller bygget noe ut for å avrette den med sløyfer og kiler. I det siste tilfellet er hulrommet bak kledningen gjerne et lukket hulrom og ikke luftet slik kledninger i dagens bygg er. Dette har fungert så lenge bygningen har vært uisolert, uoppvarmet og godt ventilert. Der bryggene er tatt i bruk og isolert er kledningen utlektet med tilsiktet lufting for å unngå mugg og råteskader. [Jensen, 2014a]



Figur 5.3: Alternativ bæring der trebjelker er kappet for å oppnå tilfredsstillende takhøyde. Bildet er tatt i Kjøpmannsgata 37, der de øverste etasjene er tatt i bruk til kontorer.

5.3 Eksisterende brannsikkerhetsnivå

Den største grunnen til at en brann i en brygge utgjør en fare for å utvikle seg til storbrann er at de står så tett. I dagens forskrifter er det krav til 8 meters avstand mellom bygg uten brannskillevegg. I Kjøpmannsgata er det overveiende mindre enn én meter mellom bryggene og smugene kan være så trange som 40 cm uten noen form for brannskillevegg. I så trange veiter er det nærmest umulig å lage noen form for brannskillevegg som går opp over tak, se figur 5.4. I de trangeste veitene ligger takfoten på den ene brygga nærmest oppi takrenna til den andre. Noen steder er nedbrente brygger erstattet med betongbygg som i seg selv danner en brannvegg mellom sine nabobrygger. Kjøpmannsgata 31 er den eneste brygga som ble revet og erstattet med en betongbrygge i den hensikt å danne et brannskille [Kirkhusmo and Christiansen, 2013, s. 222]. Det er også forsøkt å bedre brannmotstanden i noen av langveggene ved å legge metallplater utenpå den originale trekledningen. Langvegger som vender mot

en veit har ingen vinduer.

Det har tidligere vært pekt på at gjennombrenning og kollaps av takkonstruksjoner er kritisk for spredning til andre bygninger. Takkonstruksjonene og tekke-metodene er like forskjellige som bryggene for øvrig, og tekkingen kan variere på hver side av et møne på én og samme brygge. Et eksempel er Kjøpmannsgata 27 som har skifertekking mot allmenningen og bølgeblikk mot nabobrygga.

En opprinnelig tett og fin tømmerkasse og andre bygningsdeler kan være svekket i årenes løp på grunn av setningsskader eller råteskader. Utettheter kan føre til at en brann sprer seg raskere ut i ytterkonstruksjonen og mellom etasjer ved at varme gasser transporteres ut og kan antenne andre deler av konstruksjonen.

At de aller fleste bryggene i praksis kun er tilgjengelig fra kortveggen ut mot gata, gir få angrepsveier for brannvesenet og gir begrensninger med hensyn til rømningsveier. Sjøsprøyta er derfor helt essensiell ved slukking av en brann i bryggerekkene.

Bygg med svært høy eller høy antikvarisk verdi og den fredede forsvarsvollen etter Cicignon gjør det vanskelig å innføre tekniske tiltak som ikke forringer det de skal beskytte. Det er for eksempel ikke ønskelig fra byantikvarens side å endre noen av langveggene ved å erstatte deler av den opprinnelige konstruksjonen, slik at de får tilfredsstillende brannmotstand. Det hadde vært fordelaktig om serveringssteder som bruker gass til matlaging, kunne ha oppbevart gasstankene sine i vollen i stedet for inne selve bryggen. Nedgravde avfallskonteinere er et godt forebyggende tiltak, og for å få avfall bort fra de brennbare fasadene kunne slike avfallsdunker plasseres i eller ved vollen.

I følge brannvesenets tillegg til ROS-analysen har de fleste bryggene automatisk sprinkelanlegg, mens et par har påkoblingsprinklere. Kun én trebrygge er registrert uten automatisk slukkesystem, men av hensyn til at ROS-analysens tillegg er unntatt offentligheten, blir ikke nummeret på denne brygga avslørt her.



Figur 5.4: Flere steder står bryggene så tett at det vil være umulig å bygge en brannvegg til over tak mellom dem uten å endre den eksisterende konstruksjonen.



Figur 5.5: En konteiner merket “Brennbart avfall” står utenfor porten til en av veitene. Nedgravde konteinere er et mer brannsikkert alternativ.



Figur 5.6: I noen av de tomme bryggene kan en finne gamle oppslag om all bruk av ild forbudt. Her er et stort askebeger i inngangen til et av smugene.

5.3.1 Virksomhet og bruk

Endret bruk og brannsikkerhet i bryggene er ingen ny diskusjon. Allerede i 1928 ble behovet for ny bruk av bryggerekkene for første gang omtalt i pressen da en så at de hadde utspilt sin rolle som pakkhus samtidig som behovet for kontorlokaler i byen økte. På den tiden var en lite opptatt av kulturverdien, og en av hovedgrunnene til at bryggene ikke hovedsakelig inneholder kontorer i dag var blant annet brannsikkerheten og faren for en storbrann. Bryggene var ikke bygget for noe annet enn sporadisk opphold og krevde derfor ingen varmekilder. Om en skulle ta i bruk bryggene til kontorer og serveringslokaler måtte en ha varmekilder som ville føre til økt brannfare. Det ble lagt frem to forslag til løsning på dette. Det første var å sørge for ubrennbare fasader og det andre var å rive alt for å bygge mer brannsikre konstruksjoner i betong. De utette takkonstruksjonene med brennbart undertak i tre og tekking med bølget teglstein ble vurdert å være den største svakheten i sikringen mot en storbrann. Det ble konkludert med at å endre fasadene ville påføre eierne for store kostnader til at det var økonomisk forsvarlig. Saneringsplanene ble også lagt på vent. [Kirkhusmo and Christiansen, 2013, s. 234] Som følge av at ingen overordnet og helhetlig beslutning ble tatt for området og fortsatt ikke er tatt i dag, har enkelte av bryggene fått forfalle og et par av dem står og ruver som ferdig stablede bål med fasade.

Diskusjonen om bryggenes fremtid har dukket opp med jevne mellomrom og er igjen aktuell i dag. Gjennom det såvidt påbegynte arbeidet med å vitalisere bryggerekka i Kjøpmannsgata har kommunen og byantikvaren blitt positivt overrasket over hvor mye av bryggene som faktisk er i bruk. Før kartleggingen startet antok en at ca 20.000 m² av totalt 55.550 m² stod tomt, mens sannheten er nærmere 9.200 ubrukte kvadratmeter. Det betyr at rundt 83 % av arealene er i bruk og de rommer både kontorer, restauranter, bar, atelier, butikklokaler, treningssenter, lager, legekontor, undervisningslokaler osv. En moské og en jeansfabrikk er kanskje mer uventede virksomheter å finne i disse gamle sjøbodene. Ola Bruun-brygga skiller seg markant fra resten i både uttrykk og innhold. Den er hovedsaklig et parkeringshus med en bilforretning bygget i betong. Rådstueallmenningen mellom Ola Bruun-brygga (nr. 41) og brygge nr. 51 består av en bensinstasjon og parkeringsplasser, se figur 5.7. Selv om Ola Bruun-brygga er en betongbygning, er det naturlig å stille seg spørsmålet om det er ønskelig å ha en bensinstasjon så nærme en trebrygge fra 1853 som byantikvaren har angitt til å ha høy antikvarisk verdi [Pedersen, 2014b].



Figur 5.7: En bensinstasjon er nærmeste nabo til en brygge fra 1853.

5.3.2 Eiere og brukere

Eierne av bryggene er en svært sammensatt gruppe, fra større eiendomsselskaper til mindre, lokale bedrifter. Noen av bryggene, slik som Kjøpmanngata 37, har flere eiere og drives som sameier. Engasjementet om bryggenes fremtid er svært varierende fra eier til eier. I forbindelse med undersøkelsene til denne oppgaven har det kommet frem at ikke alle bryggeeierne har vært klar over hvilke krav byantikvar og brannvesen kan stille, før de har gått til anskaffelse av bygget. Dermed har de ikke tatt hensyn til hva det vil koste å innføre pålagte tiltak, og de har ikke råd til å betale dem når kravet kommer. Andre eiere igjen, har tatt med disse kostnadene i beregningen før et kjøp, og er forberedt på hva som kreves for å sette i stand et slikt kulturminne. På grunn av den store spredningsfaren i disse tette trebyggene er alle avhengige av at naboene har minst like god brannsikkerhet i sin brygge som det en selv har, for å unngå at en brann her kan få utvikle seg til en storbrann. Det aller viktigste for å forebygge brann og hindre forfall er at bryggene tas i bruk, men så lenge bryggene er regulert til næringsvirksomhet, er en avhengig av at det er lønnsomt å drive næring her.



Figur 5.8: Åpen port mot smug med sammenbrettet papp og annet skrot plassert i åpningen. En liten gnist her kan gjøre svært stor skade.

Tomme bygninger kan tiltrekke seg pøbler eller husløse, noe som øker risikoen for brann betraktelig. Foreløpige tiltak for å holde disse gruppene på avstand er avlåsning og vakthold. Mange av de svært trange smugene mellom bryggene

er fysisk sperret med en høy port eller igjensnekrede åpninger opp til en viss høyde. På den måten blir det vanskelig å snike seg inn eller kaste ting som avfall eller sigarettstumper inn mellom bryggene.

Likevel stemmer virkeligheten sjelden med planene og under en kort befaring i området sammen med en representant for brannvesenet 12. februar ble det oppdaget at porten mellom brygge 13 og 15 stod åpen og det var plassert blant annet sammenbrettet papp i åpningen, se figur 5.8. Brannvesenet tok kontakt med eier som fikk stengt av porten. Kun noen uker senere var porten brutt opp igjen. Også andre brygger har opplevd innbrudd. I nummer 27 har rusavhengige blitt funnet sittende på kjøkkenet under et besøk [Pedersen, 2014a]. Rusavhengige, vanskeligstilte og personer med annen risikokultur er blant dem som brannvesenet betegner som risikogrupper [Brann- og redningsetaten, 2014].

5.3.3 Vindforhold

Vindens styrke og retning har mye å si for hvor en kan forvente at en brann sprer seg og med hvilken hastighet. På e-klima.no og yr.no finnes det statistikk over vindretninger og -styrker ved en rekke målestasjoner i landet. Målestasjonen i Trondheim ligger på Voll, på østsiden av byen. Vindrosen er en grafisk fremstilling av denne statistikken som viser hvor mange prosent av tiden vinden kommer fra de ulike retningene og med hvilken styrke. Figur 5.9 og 5.10 viser data hentet fra målestasjonen på Voll for henholdsvis de siste 30 år (1983-2013) og det siste hele året (2013). Ved å koble denne statistikken sammen med erfaringer fra tidligere branner kan en i større grad få et innblikk i hvilken påvirkning vinden har for skadeomfanget ved en brann. Dermed kan en få et mer helhetlig bilde av risikoen en står overfor. Da tre brygger i Kjøpmannsgata brant natt til 3. november 1983, spredte brannen seg over elva, og lagerbygninger på den andre siden sto etterhvert også i brann. [Kirkhusmo and Christiansen, 2013, s. 433] Nærmeste målestasjon med statistikk fra den dagen er Værnes målestasjon som viser at vindforholdene den dagen var skiftende både i styrke og retning. Rundt midnatt blåste det 5,1 m/s fra sørvest, utover natta løyet det noe før vindretningen snudde og styrken tiltok igjen. Etter hvert begynte det å regne, hvilket dempet spredningsfaren noe. [Værnes målestasjon, 1983]

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- >20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

1

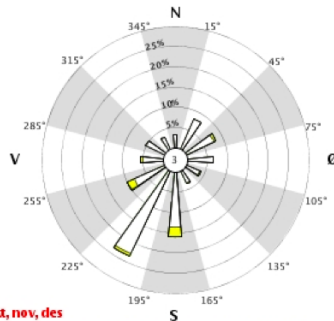


År: 1983 - 2013

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

68860 TRONDHEIM - VOLL



Figur 5.9: Vindrose for Voll målestasjon i Trondheim i perioden 1983-2013. Vindrosen er generert ved å bruke eklima.met.no [Meteorologisk institutt, 2014]

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- >20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

0

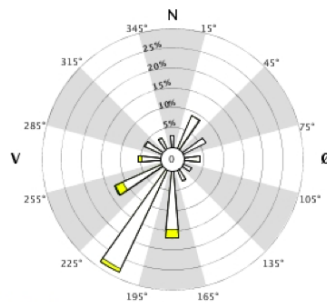


År: 2013 - 2013

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

68860 TRONDHEIM - VOLL



Figur 5.10: Vindrose for Voll målestasjon i Trondheim for året 2013. Vindrosen er generert ved å bruke eklima.met.no [Meteorologisk institutt, 2014]

5.3.4 Bryggenes verdi

Rent økonomisk har bryggene tilnærmet ingen verdi, tomtene de står på derimot er sentrumsnære med direkte tilgang til elven og har derfor langt større økonomisk verdi. Som nevnt tidligere er bryggene langs Nidelva et av Trondheims mest fotograferte motiver, og det er ingen tvil om at de har stor identitetsskapende verdi for byen og i høyeste grad forteller mye om Trondheims historie som kystby, stumme som de er. Fra gateplan blir de derimot lagt lite merke til, og nettopp fordi disse bygningene har en stor kulturell verdi er kommunen nå i gang med å få mer liv i bryggene og hindre forfall. For at bryggene skal være til glede også for fremtidige generasjoner, må de i tillegg sikres mot brann. For de fleste verneverdige bygninger er det åpnet opp for en del innvendige endringer så lenge fasaden og uttrykket til bygningen eller miljøet er bevart. Når det gjelder bryggene har byantikvaren uttrykket et ønske om at også det innvendige preget i stor grad bevares fordi det også er viktig for historiefortellingen. I noen av bryggene er for eksempel det gamle heisehjulet bevart med tilhørende hull til tauverk gjennom etasjeskillerne.

I løpet av de siste 50 årene har Trondheim mistet tolv brygger i tre ulike branner. Ni av de tapte bryggene lå i Kjøpmannsgata: seks på nordsiden av Bakke bro (brant 1967), tre på sørsiden (brant 1983), mens de tre siste lå i Fjordgata (brant 2007) [Rosvold, 2014], [Kirkhusmo and Christiansen, 2013]. Siden krigen har minst 20 brygger gått tapt i brann i Trondheim, fordelt på Fjordgata, Sandgata, bryggene på Bakklandet og Kjøpmannsgata [Kirkhusmo and Christiansen, 2013, s. 434]. Til sammenlikning regnes antall brygger i Kjøpmannsgata å være ca 24, inkludert betongbryggene.

Å sette i stand og brannsikre disse bygningene til tilfredsstillende nivå kan både være kostnadskrevende og gå utover enkelte antikvariske verdier. Det er altså viktig å finne en balansegang der en tar vare på de historiske og kulturelle verdiene innenfor en fornuftig økonomisk ramme. Hvor viktig det er å ta vare på et kulturminne, er avhengig av holdninger og normer i samfunnet på tidspunktet verdien blir fastsatt, hvem en spør og hvilken rolle vedkommende har og hvor sjeldent kulturminnet oppfattes å være, enten i lokalt eller nasjonalt perspektiv.

Riksantikvaren har utviklet en metode for å nettopp bestemme den historiske og kulturelle verdien til et kulturminne eller -miljø. Metoden heter DIVE-analyse og går ut på å kartlegge de historiske lagene både i tid og rom og sette dette opp i en matrise. Ved å invitere til et samarbeid mellom flere ulike aktører

som berøres av endringene (kommune, eier, brukere, antikvarisk myndighet, brannvesen, håndverkere og andre interessenter) kan en skape en større forståelse for hverandres perspektiver og sammen finne løsninger alle kan akseptere.

5.4 Beskrivelse av noen utvalgte brygger

I det følgende blir et utvalg av bryggene presentert nærmere. Kjøpmannsgata 37 er et kontorbygg og det ble gitt tilgang til brannpermen til brannvernlederen for bygget. Nummer 11 og 27 står foreløpig tomme og her har det vært gjennomført befaringer, men det har ikke lyktes å få tak i noen brannteknisk dokumentasjon for disse byggene.

5.4.1 Kjøpmannsgata 37

I 2005 ble toppetasjene i Kjøpmannsgata 37 transformert og gjort om til kontorlokaler. Bergersen arkitekter stod for utformingen og Cowi hadde det branntekniske ansvaret. Målet var å ta vare på så mye som mulig av det kulturhistoriske preget og likevel oppnå tilfredsstillende lysforhold, takhøyde, energibruk og brannsikkerhet. Prosjektet fikk hedrende omtale ved utdelingen av Trondheim kommunes byggeskikkpris i 2013 med begrunnelse i blant annet at “bygningen har blitt noe langt utover seg selv og et foregangseksempel på hvordan bryggene - og Trondheims sjel - kan tas vare på” og at “innvendig merker en umiddelbart et spenningsfylt møte mellom gammelt og nytt” mens transformasjonen er lite synlig på utsiden. [Trondheim kommune, 2013b]

Bygget består av et galleri i første etasje og for øvrig kontorlokaler som er delt inn i flere eierseksjoner og drives som et sameie. De opprinnelige bærekonstruksjonene med søyler og bjelker i tre er i stor grad beholdt, men modifisert og supplert av svarte, moderne stålkonstruksjoner der det har vært nødvendig. For å få utnyttet lyset fra de små vinduene mest mulig er det brukt mye glass innvendig og problemer med takhøyden er løst ved å lage flere halvetasjer. På grunn av hensynet til blant annet lysinnslipp og arealutnyttelse, er branncellene store. Første og andre etasje er utført som én branncelle og tredje etasje med halvetasjene over er én. Det er svært få innvendige vegger med brannmotstand og utover spesielle rom som rømningsvei, teknisk rom og lager, er kun galleriet skilt ut som egen branncelle i horisontalplanet.

5.4.2 Kjøpmannsgata 11

Brygge nummer 11 er en av de mindre bryggene med en grunnflate på under 200 m². Denne brygga er for tiden tom, men det arbeides med å utvikle løsninger for å kunne ta den i bruk og det er opprettet et samarbeid med Framtidens bygg for å gjøre transformasjonen her til et pilotprosjekt. Nummer 11 fikk omfattende skader under en brann i 1950 [Kirkhusmo and Christiansen, 2013, s. 322]. Disse skadene er fullt synlige i tømmerkonstruksjonen i dag. Mellom brannens herjinger og dagens situasjon har denne brygga vært brukt til kontorer. Hvordan interiøret da så ut vites ikke da alt annet enn bærende konstruksjonelementer og trapper er revet ut. I dag er en rekke nyere støttekonstruksjoner i treverk satt opp i midtdelen av brygga for å sikre stabiliteten der. Før dette bygget tas i bruk igjen, må vertikale lastbærere som søyler eller vegger forsterkes. Det samme gjelder etasjeskillere, da det ved utlån av nøkkel for å gå befarings ble advart om områder i konstruksjonen der det ikke er trygt å bevege seg grunnet brannskadene fra 1950.

5.4.3 Kjøpmannsgata 27

Nummer 27 er godt bevart med de opprinnelige tømmerkonstruksjonene. Unntaket er deler av tredje etasje der takhøyden er økt en del ved å ta av gulvarealet i fjerde. Dette oppleves som en kasse eller en form for scene i fjerde etasje. Hele bygget er sprinklet innvendig og har fasadesprinklere på nordveggen mot nummer 29. Langveggen mot syd ligger mot en av de to åpne plassene, allmenningene, som deler bryggerekken mellom Bakke bro og Gamle Bybro i området. Denne brygga er derfor tilgjengelig fra to sider i tillegg til elvesiden.



Figur 5.11: Det er ingen tetting i overgangen mellom tak og vegg på loftet i Kjøpmannsgata 27. I veita er påkoblingssprinklere montert i underkant av takfoten.



Figur 5.12: Skader i konstruksjonen svekker brannmotstanden. Her fra taket i nr. 27.

5.5 Brannvesenets rolle

Trøndelag brann- og redningstjeneste (TBRT) er et interkommunalt brannvesen som dekker kommunene Trondheim, Klæbu, Malvik, Leksvik, Rissa, Rennebu og Oppdal [Trøndelag brann- og redningstjeneste, 2014c]. Brann- og redningstjenesten har hovedsakelig to oppgaver knyttet til brann: å forebygge brann og håndtere en brann når den først har oppstått. Det forebyggende arbeidet skjer gjennom tilsyn i bygninger, opplæring og informasjonsformidling og samarbeid med kommunen i byggesaker [Trøndelag brann- og redningstjeneste, 2014b]. Å håndtere en brann betyr først og fremst å redde liv i tillegg til å drive slukkingsarbeid og hindre spredning. Etter at brannen er slukket begynner brannvesenet restverdiredning for å hindre at det som slapp unna brannen blir ødelagt av vann og røyk i stedet. [Trøndelag brann- og redningstjeneste, 2014a]

Beredskapsstyrken må ha kompetanse, utstyr og slagkraft nok til å håndtere de situasjonene som kan oppstå og den dimensjoneres etter dokumentert risikobilde i kommunen, med kravene i dimensjoneringsforskriften som et minimum. I Trondheim er det krav om at det aldri er færre enn 22 personer på vakt til en hver tid. Disse utgjør en brigade og er fordelt slik: fire vaktlag med fire mannskap per lag, to mannskaper med høyderedskaper, tre personer på sjøsprøyta Anne Katrine (skipper og matros er stasjonert på egen stasjon ved Royal Garden der sjøsprøyta ligger fortøyd, mens tredjemann kan være blant mannskapet på hovedstasjonen, godkjent for å være maskinist), og én brigadefører på vakt. I tillegg til brigaden skal det til en hver tid være en vakthavende brannsjef på jobb.

Dersom brannvesenet får en telefon eller alarm om brann i bryggerekkene med ukjent omfang, rykker de ut med hele brigaden. Hvis det er kjent at det er et svært begrenset omfang i det brannvesenet får melding, sendes kanskje bare én til to biler, men det blir heller sendt for mange enn for få. Ved falsk alarm én gang i løpet av en periode på tre måneder, ser brannvesenet på det som en øvelse, men falsk alarm to ganger på tre måneder fører til at eier må betale for begge utrykningene. Dette gjør at eier skjærper seg og plasserer detektorer mer hensiktsmessig slik at en unngår vandamp eller matos i detektorene.

Både bilene og sjøsprøyta Anne Katrine er forventet å ha en innsatstid på under 10 minutter. Sjøsprøyta har to vannkanoner på mellom 4000 og 6000 liter per kanon. For at vannet skal nå inn i de smale veitene mellom bryggene, er kanonene på sjøsprøyta plassert med én i baugen og én i akter. Med en viss avstand til bryggerekka kan båten sprøyte vann inn på begge sider av en brygge samtidig og

på den måten begrense spredningsmulighetene til nabobygget. Siden sjøsprøyta ligger på elva har den ubegrenset tilgang på vann og en kapasitet på 10 m³ vann per min. Alle utrykningsbilene er nesten likt utstyrt med vann- og skumtanker, skjærslukker, skjærspyd av ulike dimensjoner og typer, strømaggregat, vinsj og så videre. Alle røykdykkere har håndholdte varmedetekterende kameraer slik at de kan lokalisere brann i skjulte hulrom og kanaler i konstruksjonen.

TBRT har laget innsatsplaner for omtrent 60 % av bryggene i Trondheim. Det er ressurskrevende å lage innsatsplaner, men det gjør at en slipper å bruke tid på å kartlegge viktig informasjon ved bygget før en kan begynne rednings- og slukkearbeidet. Brannvesenet håper å snart ha en komplett samling innsatsplaner for alle bryggene. En slik plan inneholder blant annet angrepsveier, nøkkelbokser, plassering av tekniske brannteknikere, hvor det er oppstillingsplasser til utrykningskjøretøy og annen viktig brannteknisk informasjon som for eksempel om det finnes automatiske slukkesystemer. I bilene er det installert datamaskiner slik at mannskapet kan få opp kart og innsatsplaner på en skjerm inne i bilen underveis til brannstedet. For tette trehusmiljøer og andre steder der en ikke kan behandle en bygning isolert ved et branntilfelle, vil det være svært gunstig å føre områdetilsyn og lage innsatsplaner for et område som helhet.

På nedsiden av den fredede forsvarsvollen i Kjøpmannsgata er det gateparkering for biler, og selv om dette ikke er optimalt med tanke på fremkommeligheten til utrykningskjøretøy ved brann, har det vært mye viktigere å få bukt med feilparkering i gata. Ofte er det biler med leveranser som setter på nødblink og lar bilen stå midt i gata. Om det brenner spiller det liten rolle om eieren bare skulle inn i 10 minutter, det er viktig at brannvesenet slipper å bruke tid på å fjerne biler som står i veien. Politiet og brannvesenet har derfor et godt etablert samarbeid om å fjerne feilparkerte biler flere steder i sentrum.

[Holmvaag, 2014]

Kapittel 6

Diskusjon

6.1 Sammenlikning med annen tett verneverdig trehusbebyggelse

De siste årene har det vært et økt fokus på brannsikring av tette, verneverdige trehusmiljøer. Bryggerekkene i Kjøpmannsgata (og ellers i Trondheim) har enkelte likhetstrekk med disse trehusmiljøene når det gjelder alder, materialer og tildels byggemåte med panelt tømmerkasse og møter de fleste kriteriene for verneverdig trehusbebyggelse i listen under [DSB and Riksantikvaren, 2007, s. 5]. Likevel er forskjellene mange. Bryggene ble bygget til et helt annet formål enn den lave, karakteristiske sentrumsbebyggelsen som også stammer fra før 1900. Typiske tette trehusmiljøer består som regel av relativt små bolighus i to til tre etasjer eller en kombinasjon av næringsvirksomhet i første, eller de nederste etasjene, og boliger øverst. Bryggene er store konstruksjoner med typisk grunnflate på mellom 200 og 500 m² i fire til fem etasjer. Disse bygningene er bygget som lager, gjerne med lav takhøyde, og ikke tiltenkt annet enn sporadisk opphold. Det er derfor ikke tilrettelagt for varmekilder og god trekk i bygningene gjør dem stort sett ubrukelige til annet formål enn lager uten endringer. En annen viktig forskjell er at i typiske trehusmiljøer står gjerne husene i klynger med naboer på alle kanter, mens bryggene i Kjøpmannsgata og Fjordgata står plassert som perler på en snor.

Kriterier for tett verneverdig trehusbebyggelse:

[DSB and Riksantikvaren, 2007, s. 5]

- Det er gjennomgående trehus i området.
- Bebyggelsen er ansett som verneverdig.
- Bebyggelsen skal hovedsakelig være bygget før 1900-tallet, men kan også være nyere trebebyggelse med spesielle kulturhistoriske verdier.
- Et område har normalt ikke færre enn 20 bygninger.
- Avstanden mellom bygningene er overveiende mindre enn 8 meter.

6.2 Sikkerhetstiltak

6.2.1 Tekniske tiltak

Så lenge en ønsker å ta vare på kulturverdien i bryggene, vil det ikke være mulig å bruke dagens preaksepterte løsninger til brannsikring. Dersom det ikke er utført søknadspålagt endringer, er bygninger fra perioden før 1985 kun pålagt et brannsikkerhetsnivå som tilsvarer kravene i byggeforskriften av 1985. Det vil være noe lettere å overholde, men vanskeligere å dokumentere ettersom løsningene ikke trenger å være de samme som de preaksepterte i byggeforskriften, men gi tilsvarende sikkerhetsnivå eller bedre. Et viktig punkt som har fulgt med i byggeforskriftene fra 1985 og til i dag er at bygninger med mindre enn 8 meters avstand, må være skilt med brannvegg som føres opp over tak. I tillegg til at brannvegger vil bidra til å endre karakteren til kulturmiljøet, vil det enkelte steder være umulig å sette opp en slik vegg uten å gripe inn i selve konstruksjonen, se figur 5.4. Betongbryggene nummer 17 og 31 er plassert mellom trebryggene i hver sin rekke og fungerer som et brannskille som deler hver av rekkene i to. Dette vil ha en positiv effekt ved brann uten at det ødelegger gatas helhetlige preg.

For å øke motstanden i ytterkonstruksjonen har byantikvaren tillatt å legge et ubrennbart sjikt utenpå den opprinnelige trekledningen og flere steder er det brukt bølgeblekk. Med tanke på hvor fort en brann kan spre seg i hulrom samt den høye varmeledningsevnen til stål, spør det om dette egentlig øker eller svekker brannmotstanden i konstruksjonen, spesielt om det skulle oppstå en utvendig brann. Slike løsninger bør testes før de tas i bruk, det er ingen automatikk i at det å legge et ubrennbart lag utenpå et brennbart lag vil gjøre

konstruksjonen mer brannsikker. Stål er et ubrennbart materiale, men når det varmes opp, mister det mye av styrken sin samtidig som det har høy varmeutvildelseskoeffisient, noe som gjør det vanskelig å forutsi oppførselen til materialet i et branntilfelle. Massivt treverk derimot, har en svært forutsigbar oppførsel i brann, der svakheten ligger i sammenføyninger og hulrom. Det å legge lag på lag utenpå hverandre kan i verste fall gjøre mer skade enn nytte.

For å hindre spredning av brann i hulrom i fasaden, bør det vurderes å sette inn brannstopp der det er nødvendig slik som beskrevet av Östman et al. [2012, kapittel 6]. Spredning til - og gjennombrenning av tak er et av de mest kritiske hendelsene i et brannforløp med tanke på spredning til andre bygninger, og det er derfor viktig å sikre både den generelle brannmotstanden i taket samt takfoten. Figur 5.11 og 5.12 viser store branntekniske svakheter ved takfot og takkonstruksjon i nummer 27.

Sprinklere er et effektivt og velutprøvd tiltak for å hindre at en brann går til overtenning, men dersom en brann starter utvendig eller i et usprinklet nabobygg vil ikke innendørs sprinklere ha noen effekt. Dette ble bevist i bryggebrannen i Fjordgata i 2007. Fasadesprinklere er et mulig sikringstiltak mot utvendig brann, men det er usikkert hvor godt det vil fungere ved konflagrasjon. Slike storbranner krever svært mye slukkevann og i TEK tas det ikke høyde for samtidig uttak av slukkevann til brannvesen og forsyning til sprinklere. Det finnes foreløpig ingen gjeldende veiledning eller standard for fasadesprinklere. I så høye bygninger som bryggene er det viktig å tenke på hvordan fasadesprinklene skal utløses. Sprinklere kan utløses på vanlig måte med stående vann i rørene og smeltetapper i hodene eller for eksempel ved brannalarm. De utvendige anleggene som finnes på bryggene i dag er påkoblingssprinklere for brannvesenet. På denne måten unngår en frostproblemer. Brannvesenet kan også pumpe opp vann fra elva via bilene, slik at påkoblingssprinklene ikke trenger å bidra til problemer med vannforsyningen. Påkoblingssprinklere mellom bryggene opptar bilkapasitet, men hodene skal være plassert slik at de best mulig kan dempe en brann i veitene. Dermed kan utvendige påkoblingssprinklere være mer treffsikre enn sjøsprøyta som er nødt til å sikte på veitene fra elva.

6.2.2 Organisatoriske tiltak

Å oppnå tilfredsstillende brannsikkerhet i et bygg er avhengig av en kombinasjon av tekniske og organisatoriske tiltak. Krav om tekniske tiltak kan ikke erstattes av organisatoriske tiltak i henhold til TEK10.

I boligområder med tett verneverdig trehusbebyggelse er det viktig å involvere beboerne i brannsikringsplanene og øke bevisstheten om brannfaren ved slik bebyggelse. Bryggene i Kjøpmannsgata er kun regulert for næringsvirksomhet og de aller fleste er registrert som særskilte brannobjekter. Det innebærer blant annet at det, i henhold til FOBTOT, skal være en brannvernleder som ivaretar brannvernet i bygget og er kontaktperson for tilsynsmyndighetene. At bedrifter med én brannvernleder per bygg holder til i bryggene kan bidra til at brannvernet blir mer strukturert fordi brannvernlederrollen blir mer profesjonell enn en privatperson med ansvar for brannsikkerhet i eget hjem. Tilsynsmyndighetene får samtidig færre personer å forholde seg til enn om en bygger om til boliger.

En gate med utelukkende næringsbygg kan bli tom og øde utenom arbeidstid, avhengig av type virksomhet. Det gjør byggene sårbare for uønsket aktivitet som innbrudd, påtenning eller andre uønskede hendelser. For å unngå tilfeldig ildpåksetelse er det viktig å holde området fritt for brennbart materiale.

Et av de viktigste organisatoriske tiltakene i Kjøpmannsgata er å ta alle bryggene i bruk. Tilstedeværelse av personer som kan oppdage feil eller bekymringsverdige forhold gjør et område sikrere. Bygninger som er i bruk blir også vedlikeholdt og bedre avstengt når det ikke er folk til stede, noe som i seg selv er med på å bedre brannsikkerheten. Et velholdt bygg er mindre spennende dersom man ønsker å gjøre ugagn enn en rønne.

I områder der hvert bygg er avhengig av at naboene også tar brannsikkerheten på alvor, bør det utarbeides planer som gjelder alle i området. For eksempel ligger det mye kvist og kvast i en del takrenner, hvilket både setter dem ut av funksjon og øker sårbarheten med tanke på brannspredning. En områdeplan kan for eksempel omfatte felles vedlikeholdsavtaler og renovasjonsavtaler. I forbindelse med vitalisering av gatestrekket bør kommunen ta initiativ til å få laget en brannsikringsplan for området slik at eierne kan innføre helhetlige tiltak.

Nedgravde avfallskonteinere er et godt tiltak mot tilfeldig påtenning og selvan-tennelse i brennbart avfall. I boligstrøk er slike konteinere en god løsning blant annet fordi renovatøren får færre hentepunkter og det er en mer estetisk løsning som også hindrer lukt samtidig som brennbart avfall fjernes fra trefasadene. I Kjøpmannsgata har det vært observert en plastkonteiner merket brennbart avfall utenfor en av bryggene, se figur 5.5 og noen dunker plassert i allmenningen mellom nummer 41 og 51. I brygge 37 lagres avfallet inne i brygga og eierne har egne henteavtaler. Om dette er gjennomgående for området vites ikke, men å ha et eget avfallsrom inne i bygget utført som egen branncelle og med direkte utgang til gata er en god løsning for å holde området ryddig uten å måtte sette av

plass til utvendige hentepunkter. Ettersom det finnes en del servicevirksomhet i gata, må det i tillegg finnes søppelbøtter som publikum kan bruke. Plasseringen av disse må gjøre dem synlige, men med god avstand til trefasadene.

6.3 Kulturhistorisk verdi og kostnader

De eldste, bevarte sjøpakkhusene i Trondheim ligger i Kjøpmannsgata, men ikke hele bryggerekka er av like høy antikvarisk verdi. Før det gjøres endringer, må en bestemme hva som er verd å ta vare på for ettertiden og hva som kan forsakes for å få et bygg som kan brukes på en fornuftig måte i en moderne tid. Riksantikvarens DIVE-analyse kan brukes til å bestemme handlingsrommet i kulturhistoriske bygg og områder. Ved at eiere, brukere, kommune, antikvariske myndigheter og brannvesen med fler gjør en slik øvelse i fellesskap, vil en få et mer helhetlig bilde av vernehensynet og hvilke tekniske utfordringer som følger med bevaringen av kulturminner. Kanskje kommer en frem til at enkelte brygger krever ekstra sikring på grunn av høyere kulturhistorisk verdi, mens andre er mindre unike og dermed ikke like verdifulle.

Eier har ansvar for at brannsikkerheten i en bygning er i henhold til plan- og bygningsloven og må betale for de tiltakene som må innføres for å oppnå tilfredsstillende sikkerhetsnivå. I verneverdige og tettbygde områder er en nødt for å tenke brannsikkerhet utover det en er vant til fordi, hvert bygg er avhengig av sikkerheten i nabobygget. Hvem som skal betale de ekstra kostnadene som kreves for å sikre området som helhet finnes det ingen bestemmelser på. I flere byer har kommunen tatt initiativ til å lage en brannsikkerhetsplan for sine sårbare områder, men det har variert noe hvem som må betale for tiltakene. Kommunen kan velge å gi økonomisk støtte til enkelte brannsikkerhetstiltak. Riksantikvaren disponerer også midler til dette formålet og en kan søke om støtte derfra. I det siste har det dessverre knepet mer og Riksantikvaren har vært nødt til å prioritere midler til brannsikring av stavkirker. I etterkant av brannene i Lærdal og Flatanger har regjeringen satt av 10 millioner kroner til brannsikring av tett trehusbebyggelse som kommunene kan søke om [Ashraf, 2014].

6.4 Risiko

I denne studien er det ikke utført noen systematisk risikoanalyse, men bryggenes brannhistorie forteller likevel noe om risikoen for tap. I 1928 kom den første store diskusjonen om bryggenes fremtid etter at en forstod at de hadde utspilt sin rolle som pakkehus. Siden den tid har det vært minst åtte store bryggebranner i Kjøpmannsgata alene, inkludert storbrannene i 1967 og 1983 som krevde henholdsvis seks og tre brygger hver.

Mye av den tilgjengelige brannstatistikken er rettet mot boliger fordi konsekvensen av en boligbrann kan være fatal. Sannsynligheten for at en brann skal oppstå i en bolig er mindre enn for en del næringsbygg. Samtidig spenner bruksområdene til næringsbygg bredere enn boliger og kan være vanskeligere å sammenlikne. DSBs rapport om kjennetegn og utviklingstrekk ved næringsbranner 1986-2009 har kartlagt antall branner per næring i det studerte tidsrommet. For virksomheter som befinner seg i bryggene viser statistikken følgende antall branner per 1000 bedrift: Overnattings- og servicevirksomhet: 160,2; transport og lagring: 22,8; helse- og sosialtjenester: 82,2; kulturell virksomhet, underholdning og fritidsaktiviteter: 33,5. Typisk kontorvirksomhet som informasjon og kommunikasjon, omsetning og drift av fast eiendom, og faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting har alle hatt under 10 branner per 1000 bedrift i perioden. Se tabell 3.1

Det er viktig å ta hensyn til at andelen branner i overnattings- og serveringsvirksomhet er mye høyere for en del andre virksomheter i bryggene. For å finne ut hvilke risikoreducerende tiltak en må innføre bør en bruke ALARP-prinsippet. Når 56 prosent av brannene på serveringssteder har antatt arnested på kjøkkenet og 47 prosent av brannene skyldes feil i elektriske apparater eller feil bruk av dem, må førsteprioritet være tiltak rettet mot disse årsakene. Ettersom 12 prosent skyldtes åpen ild, kan det være et godt og gratis tiltak å ikke bruke levende lys på bordene. Røyking går inn under kategorien åpen ild, men etter at røykeloven ble innført, kan faren for brann på grunn av røyking innendørs antas å være neglisjerbar. Utvendig kan dette fortsatt være et problem. Sigarett eller noen form for fyrverkeri antas å ha vært årsaken til bryggebrannen i Fjordgata i 2007.

Når DSBs rapport om utviklingen av næringsbranner viser at 12 prosent av alle branner på serveringssteder starter utvendig, må faren for utvendig brannstart

tas på alvor. Det er allerede flere serveringssteder i Kjøpmannsgata, og dersom området blir gjort mer attraktivt og det åpnes for uteservering er det viktig å sikre fasadene mot utvendig brannstart.

Øverst mot Gamle bybro står tre slitne og tomme brygger ved siden av hverandre, uten noen form for branncelleinndeling. Skulle det begynne å brenne i en av disse er det en overhengende fare for storbrann.

Det er ikke funnet teori som sier at gammelt treverk er lettere antennelig enn friskt treverk med samme fuktinnhold, men dette trengs det mer forskning på for å bekrefte eller avkrefte.

6.5 Påvirkning av vær og klima

Vær og klima har stor betydning for hvordan en brann kan spre seg. Vinteren 2014 viste at brann i kombinasjon med tørke og vind kan være en vanskelig situasjon for brannvesenet å håndtere. I brannene i Lærdal og Flatanger forsvant henholdsvis 40 og 66 bygninger og mer enn 70 personer ble husløse. Hverken i Lærdal eller i Flatanger stod de nedbrente bygningene spesielt tett, og på grunn av endringer i vindforholdene og iherdig slukkeinnsats lyktes det å redde den tette trehusbebyggelsen i gamle Lærdalsøyri. På BFOs vårseminar 3. og 4. april presenterte Torgrim Log et forslag om å begynne å varsle brannfare ved måling av lav relativ fuktighet i utelufta, også om vinteren. Relativ luftfuktighet må ses i sammenheng med temperaturdifferansen inne og ute og treverkets hygroskopiske egenskaper.

I Norge finnes det ikke noe regelverk som stiller krav om beskyttelse mot utvendig brannstart. Kravet om at bygg med mindre enn 8 meters avstand skal skilles med brannvegg er det eneste kravet som skal hindre brannspredning mellom bygg. Dette er utelukkende basert på at brannen spres ved stråling og tar ikke hensyn til flyvebrann eller andre spredningsmekanismer. Land som stadig opplever skogbrann, slik som USA og Australia, har strenge krav for bygninger i et risikoområde. Bygningsdeler må kunne motstå gnistregn fra en skogbrann i 10 minutter. Det er ikke realistisk at de samme kravene skal gjelde i Norge da det er sjelden at skogbrann eller lynnbrann truer bebyggelse i så stor grad som i deler av USA og Australia. Det finnes likevel en rekke enkle tiltak som ikke trenger å koste så mye, men som bedrer motstanden betraktelig. Et eksempel er å ha god brannhygiene og fjerne alt rusk og rask rundt bygningen, dette gjelder også større planter.

Kapittel 7

Konklusjon og videre arbeid

Diskusjonen om bryggenes framtid har vært tatt opp med ujevne mellomrom siden 1928 og er igjen aktuell. Trondheim kommune ønsker å vitalisere Kjøpmannsgata og øke oppmerksomheten mot bryggene også fra gatesiden. Foreløpig har det ikke vært ønskelig å åpne for omregulering til boligformål. Boliger vil føre til privatisering av felles kulturarv, men kan også bidra til å hindre det forfallet som i dag truer flere av sjøbodene. Alternativet er å gjøre området attraktivt for næringslivet.

Etter at Stortingsmelding nr 41 (2000-2001) satte som mål at uerstattelige nasjonale kulturverdier ikke skal gå tapt i brann og DSB gjennomførte en kartlegging av tette trehusmiljøer i 2005, har det vært økt fokus på å sikre slik bebyggelse mot konflagrasjon. For å hindre at en brann i et bygg kan utvikle seg til en storbrann som rammer flere bygninger, er man nødt til å tenke brannsikring utover det som kreves for hvert enkelt bygg for seg. I flere byer med tett verneverdig trehusbebyggelse er det utarbeidet brannsikkerhetsplaner for hele slike områder. Foreløpig finnes det ingen slik plan for bryggene i Trondheim, men hvis disse kulturminnene skal bevares for ettertiden, må det utvikles en felles plan for sikring av området. Når bygningene står så tett er alle avhengige av at naboen tar brannsikkerhet like alvorlig som en selv. Det er viktig å ta i bruk bygningene og vedlikeholde dem. I dag fremstår flere store brygger som tørre rønner og er stadig gjenstand for innbrudd. Historien viser at faren for brannspredning ikke er overdrevet. Det er heller ingen forsikring at brygga er rehabilitert og innvendig sprinklet dersom det brenner hos naboen eller i veita mellom byggene. Brannen i Fjordgata 2007 er det siste, smertelige beviset på dette.

Kommunen kan være initiativtaker til å utarbeide en helhetlig brannsikkerhetsplan for området, men det er viktig at eiere og brukere også viser engasjement for at gjennomføringen av en slik plan skal få ønsket effekt. Det er lurt å utveksle erfaringer med andre byer med liknede problemstillinger. Selv om sjøpakkhusene på mange områder skiller seg fra typisk tett verneverdig trehusbebyggelse, har mye av brannsikringsarbeidet som er gjort, og planlagt gjort i disse områdene, overføringsverdi til Kjøpmannsgata og de andre bryggerekkene i Trondheim og andre steder i landet.

For å oppnå tilfredsstillende brannsikkerhet må man ha flere bein å stå på. Først og fremst må man søke å unngå at en brann oppstår. Forebyggende arbeid skjer gjennom opplæring, øvelser, tilsyn og regelverk. Dersom det likevel bryter ut brann er det viktig at de skadebegrensende tiltakene virker. Skadebegrensning omfatter både aktive og passive tekniske tiltak samt organisatoriske tiltak. Det er viktig å huske at alle tekniske systemer trenger vedlikehold og at enkle systemer ofte er mer robuste enn kompliserte. Tidlig deteksjon og varsling er det aller viktigste for å hindre omfattende ødeleggelser. Trøndelag brann- og redningstjeneste er klar over hvilket omfang en bryggebrann kan få og vil rykke ut med alt tilgjengelig mannskap og utstyr, deriblant sjøsprøyta, dersom de får en melding om brann i disse områdene.

Effektive, passive tiltak som brannseksjoneringsvegger er umulig å bygge flere steder i Kjøpmannsgata uten å ødelegge gatas preg og endre på de gamle konstruksjonene. Brygger som ble bygget opp igjen fra 1950-tallet og utover er bygget i betong og fungerer som brannseksjoneringsvegger mellom trebryggene. Dersom en brann starter innvendig, tømmerveggene er tette og man unngår spredning til hulrom, vil tømmerkassen ha god og forutsigbar brannmotstand. Utettheter kan føre til at varm røyk og gasser siver inn i hulrom og brannen slår ut på uventede steder. Branner i hulrom med tilstrekkelig tilgang på oksygen har gjerne en mye raskere brannutvikling enn en brann i et større rom. Dette gjelder spesielt i vertikale spalter, typisk bak trefasader.

Ved gjennombrenning av tak blir en brann straks mye mer spredningsdyktig. Strålingen blir mer intens og faren for gnistregn og flygebrann øker betraktelig. I Norge har vi ingen tradisjon for å beskytte hus mot flygebrann. I Lærdal og Flatanger førte tørke og vind til at totalt 106 bygninger brant ned vinteren 2014. I USA og Australia hvor skogbrann som truer bebyggelse opptrer ofte stilles det krav om at bygninger i utsatte områder kan motstå gnistregn i 10 minutter. I Norge er ikke dette et vanlig problem og man kan ikke beskytte seg mot alle mulige scenarier. Risiko regnes som produktet av sannsynlighet og konsekvens,

og hvis sannsynligheten er svært lav, må det vurderes om konsekvensen er høy nok til at tiltak likevel bør innføres. Enkelte tiltak er såpass rimelige og enkle å innføre at de bør innføres selv om risikoen er moderat. Ryddighet og fjerning av brennbart materiale og avfall fra fasader fører ikke bare til bedre brannhygiene, men kan også heve opplevelsen av området. Andre, mer kostbare endringer bør vurderes ut fra ALARP-prinsippet.

Ved kombinasjon av tørke og sterk vind øker risikoen for spredning betydelig. Noe av det mest overraskende med de tidligere nevnte brannene vinteren 2014 var nettopp det at man fikk slik spredning vinterstid. Flere målestasjoner måler og logger RF-nivå i lufta og siden dette er en parameter som i stor grad påvirker risikoen for spredning både i vegetasjon og bygninger, bør slike ekstreme tilstander varsles bedre. Om vinteren er RF i oppvarmet inneluft mye lavere enn i den kalde utelufta og man får mer ekstreme verdier inne om vinteren enn om sommeren. Dette påvirker antennbarheten til hygroskopiske materialer som treverk.

Treverk endrer i liten grad forholdet mellom lignin, cellulose og hemicellulose ved aldring. Det er ikke funnet forskning som viser at antennbarheten til gammelt treverk er annerledes enn for nytt ved samme fuktinnhold og overflatebehandling, men her trengs det mer forskning for å konkludere.

Brannsikring mot konflagrasjon virker til tider å være i sin spede barndom. Fasesprinklere blir for eksempel innført flere steder uten at det finnes standarder eller retningslinjer utarbeidet ved noen anerkjent institusjon for hvordan dette skal gjøres. Dette bør det jobbes mer med i fremtiden.

Effekten av å legge ubrennbare sjikt uten varmeisolerende egenskaper utenpå trefasader bør også testes for ulike brannscenarier, spesielt dersom en utvendig brann kan spre seg til spalten mellom de to sjiktene og utvikle seg i hulrommet.

Bibliografi

- S. B. Aamlid, A. Burgat, S. Fonn, M. S. Haugen, L. Henriksen, M. Lowzow, S. Løkken, H. L. Ohrena, and A. B. E. Svestad. Studentprosjekt: “kjøpmannsgata 13”. *Fagkode AAR4825 ved NTNU*, Høst 2012.
- H. Aarset. Grip stavkirke – mulighetsstudie av passive brannsikringstiltak. jan. 2014.
- Arbeids- og administrasjonsdepartementet. Brann- og eksplosjonsvern, hentet 19. des. 2013. *Stortingsmelding nr. 41 (2000-2001)*, 2001. URL <http://www.regjeringen.no/nb/dep/fad/dok/regpubl/stmeld/20002001/stmeld-nr-41-2000-2001-.html?id=134200>.
- A. Arnhus. Personlig kommunikasjon i forbindelse med befarings. 5. mars 2014.
- A. F. Ashraf. Sikrer trehus for 10 millioner. *aftenposten.no*, 13. mai 2014. URL <http://www.aftenposten.no/kultur/Sikrer-trehus-for-10-millioner-7564645.html#.U5c30ha2uAA>.
- V. Babrauskas. Ignition of wood: A review of the state of the art. *Journal of Fire Protection Engineering*, 12(3), 2002.
- R. A. Bohne and A. Aalberg. Bygningsmaterialer: kompendium i tba4122. 2011.
- Brann- og redningsetaten. Brannsikkerhet for utsatte grupper, hentet 26. mai 2014. *brann-og-redningsetaten.oslo.kommune.no*, 2014. URL http://www.brann-og-redningsetaten.oslo.kommune.no/brannvern_i_hjemmet/brannsikkerhet_for_utsatte_grupper/.
- Brannmannen.no. Bryggebrannen i trondheim 17. mai, hentet 22.10.2013. *Brannmannen*, nr. 3, 2007. URL

<http://www.brannmannen.no/arkiv/2007.aspx?PID=44&M=NewsV2&Action=1&NewsId=437>.

- Brendeland og Kristoffersen arkitekter. Arkitekttegninger i målestokk, skisseprosjekt kjøpmannsgata nummer 11. 22. okt. 2013.
- D. Drysdale. *An introduction to fire dynamics*. Wiley, Chichester, 3 edition, 2011. ISBN 978-0-470-31903-1.
- D. Drysdale and A. Macmillan. Flame spread on inclined surfaces. *Fire Safety Journal*, 18(3), 1992.
- DSB. Tilsyn med brannobjekter, hentet 26. mai 2014. *dsb.no*, feb. 2011a. URL <http://dsb.no/no/Ansvarsomrader/Brannvern/Tilsyn/>.
- DSB. Kjennetegn og utviklingstrekk ved næringsbranner 1986-2009. 2011b.
- DSB and Riksantikvaren. Bybrannsikring. mars 2007. URL <http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2007/Tema/BybrannsikringWEB.pdf>.
- K. I. Edvardsen, T. Haug, and T. Ø. Ramstad. Trehus. Håndbok 53(9. utg.), 2006.
- J. H. Egge. Se skadeomfanget i flatanger. *NRK*, 31. jan. 2014. URL <http://www.nrk.no/trondelag/disse-husene-ble-skadd-i-brannen-1.11510283>.
- A. Engan. Innsats og ressurser hos brannvesenet i distriktsnorge. *BFO vårseminar og årsmøte*, 3. og 4. april 2014.
- Fotograf Schröder. Fotografi: "Bryggebrannen på Baklandet -25/9-33". *Sverresborg Trøndelag Folkemuseum*, sept. 1933. URL http://www.primusweb.no/things/bryggebrann-p-bakklandet/TFM-SVB/FTTF.SCH.ALF.B.04.23-24?query=brann+1933&search_context=1&count=13&pos=1.
- K. Friquin. Material properties and external factors influencing the charring rate of solid wood and glue-laminated timber. *Fire and Materials*, 35(5), 2011.
- N. Gao, W. Weng, W. Ma, S. Ni, Q. Huang, and H. Yuan. Fire spread model for old towns based on cellular automaton. *Tsinghua Science & Technology*, 13(5), 2008.

- M. G. Garathun. Dette er røykvarsleren alle ekspertene anbefaler, hentet 19. des 2013. *Teknisk Ukeblad*, 2013. URL <http://www.tu.no/bygg/2013/12/05/dette-er-roykvarsleren-alle-ekspertene-anbefaler>.
- S. Geving and J. V. Thue. *Fukt i bygninger*, volume Håndbok 50. Norges byggforskningsinstitutt, Oslo, 2002. ISBN 82-536-0747-4.
- G. Glasø and H. Landrø. Tre og brann. *Fokus på tre*, nr 37, 2012.
- M. Gollner, X. Huang, J. Cobian, A. Rangwala, and F. Williams. Experimental study of upward flame spread of an inclined fuel surface. *Proceedings of the Combustion Institute*, 34(2), 2013.
- T. Hakkarainen and T. Oksanen. Fire safety assessment of wooden facades. *Fire and Materials*, 26(1), 2002.
- H. Haraldsen and E. Uggerud. Vann, hentet 6. juni 2014. *Store norske leksikon*, 15. feb. 2009. URL <http://snl.no/vann>.
- S. Haram. Uerstattelig inventar på fossesholm herregård vil ikke tåle feilutløste sprinklere: deltok på fullskala inergen-forsøk. *Brann og Sikkerhet*, nr. 6, 2011.
- K. Himoto and T. Tanaka. Development and validation of a physics-based urban fire spread model. *Fire Safety Journal*, 43(7), 2008.
- S. Hofstad. Politiet: Her startet katastrofebrannen, hentet 31. mai 2014. *NRK*, 30. jan. 2014. URL <http://www.nrk.no/trondelag/brannarsaken-i-flatanger-funnet-1.11508010>.
- O. A. Holmvaag. Personlig kommunikasjon. *Hovedbrannstasjonen Trondheim*, 2. mai 2014.
- P. J. Hovde. Produkter til byggverk – prøving og klassifisering av egenskaper ved brannpåvirkning. fra nasjonale til europeiske metoder. *TBA4175 Brann-teknikk*, feb. 2012.
- D. Huang, L. Li, H. Zhang, L. Shi, C. Xu, Y. Li, and H. Yang. Recent progresses in research of fire protection on historic buildings. *Journal of Applied Fire Science*, 19(1), 2009.
- M. Ibrahim, M. Ibrahim, A. Mohd-Din, K. Abdul-Hamid, R. Yunus, and M. Yahya. Fire risk assessment of heritage building – perspectives of re-

- gulatory authority, restorer and building stakeholder. *Procedia Engineering*, 20(0), 2011.
- G. Jensen. Personlig kommunikasjon. *COWIs lokaler i Trondheim*, 20. mai 2014a.
- G. Jensen. Tiltak mot brannspredning ute. *BFO vårseminar og årsmøte*, 3. og 4. april 2014b.
- G. Johnsgård. Brannen i lærdal 18.01.2014. *BFO vårseminar og årsmøte*, 3. og 4. april 2014.
- Justis- og politidepartementet. Brannsikkerhet: forebygging og brannvesenets redningsoppgaver. *Stortingsmelding*, nr 35 (2008-2009), 2009.
- A. Kirkhusmo and P. R. Christiansen. Trondheim brenner: branner og brannvern i byen gjennom 1000 år. *Pirforlaget*, 2013.
- A. Korsaksel. Brannsikring - må dørene skiftes ut? hentet 12. des. 2013. *byggogbevar.no*, 2011. URL <http://www.byggogbevar.no/pusse-opp-gammelt-hus/skade/brannsikring-maa-doerene-skiftes-ut.aspx>.
- Lærdalsøyri målestasjon. Datoenk Lærdalsøyri, lærdal (sogn og fjordane), hentet 6. mai 2014. *yr.no*, 19. jan. 2014. URL http://www.yr.no/sted/Norge/Sogn_og_Fjordane/Lærdal/Lærdalsøyri/almanakk.html?dato=2014-01-19.
- T. M. Lillesvangstu and O. Løset. Umogeleg å finne brannårsaka til storbrannen i lærdal. *NRK*, 29. apr. 2014. URL <http://www.nrk.no/sognogfjordane/klarar-ikkje-finne-brannarsaka-1.11689488>.
- T. Log. Brannsikring av eldre bebyggelse. fenomener involvert og mulige tiltak. *BFO vårseminar og årsmøte*, 3. og 4. april 2014.
- Lov om kulturminner. § 2, hentet 7. juni 2014. *lovdata.no*, 1979. URL <http://lovdata.no/dokument/NL/lov/1978-06-09-50?q=kulturminneloven>.
- S. L. Manzello, S. Suzuki, and Y. Hayashi. Enabling the study of structure vulnerabilities to ignition from wind driven firebrand showers: A summary of experimental results. *Fire Safety Journal*, 54, 2012.
- K. Matsumiya and K. Oikawa. Quantitative analysis of fire spreading potential

- for surrounding areas of cultural properties in kyoto city. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 12(2), 2013.
- Meteorologisk institutt. Vindrose, frekvensfordeling av vind, generert 23. apr. 2014. *eklima.met.no*, 2014.
- NFPA 909:. Code for the protection of cultural resource properties - museums, libraries, and places of worship. *National Fire Protection Association*, 2013.
- NFPA 914:. Code for fire protection of historic structures. *National Fire Protection Association*, 2010.
- D. Nilsen, E. Grytli, and H. L. Ohren. Bryggene i trondheim: nye muligheter for bruk av bryggene ved nidelva. *NTNU, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet*, 2013.
- Norsk brannvernforening. Brannårsaker i boliger, hentet 28. nov 2013. *brannvernforeningen.no*, juli 2010. URL <http://www.brannvernforeningen.no/Brannstatistikk/Brannarsaker-i-boliger>.
- NS 3901. Krav til risikovurdering av brann i byggverk. *Standard Norge*, 2012.
- NS-EN 1991-1-2. Eurokode 1: Laster påkonstruksjoner. del 1-2: Almenne laster. laster på konstruksjoner ved brann. *Standard Norge*, 2008.
- NS-EN 1995-1-2. Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner, del 1-2, brann-teknisk dimensjonering. *Standard Norge*, 2010.
- K. Opstad and J. P. Stensaas. Kapittel 8. deteksjon, hentet 12. des 2013. *Norges branntekniske laboratorium. Håndbok i Branntekniske Analyser og -Beregninger*, apr 1998. URL <http://nbl.sintef.no/handbook/>.
- B. Östman, J. König, J. Schmid, E. Mikkola, T. Hakkarainen, R. Stein, N. Werther, S. Winter, M. Krolak, A. Bouchair, D. Dhima, H. Landrø, J. Bregulla, M. Teibinger, H. Hartl, K. Hofstetter, A. Frangi, and A. Just. *Fire safety in timber buildings: technical guideline for Europe*, volume 2010:19. SP Technical Research Institute of Sweden, Borås, 2010. ISBN 978-91-86319-60-1.
- B. Östman, J. König, J. Schmid, B. L. Johansen, A. B. Vestergaard, M. Ristop, A. Just, E. V. P. Nurro, E. Mikkola, B. Karlsson, I. Krumina, E. Buksans, V. Stenstad, G. Jensen, P. J. Hovde, H. Landrø, and M. Zackrisson. *Brandsäkra trähus*. SP Technical Research Institute of Sweden, 3 edition, 2012.

- T. Øverby and G. Jensen. Brannsikringsplan for risør sentrum, hentet 07. nov. 2013. *COWI AS*, mars 2010. URL <http://www.risor.kommune.no/Filnedlasting.aspx?Mid1=32&FilId=133>.
- S. T. Pedersen. Personlig kommunikasjon i forbindelse med befarng. 6. mars 2014a.
- S. T. Pedersen. Oversikt bryggene. *E-post på forespørsel*, 27. mars 2014b.
- S. T. Pedersen. Presentasjon av bryggene i kjøpmannsgata. *Kurs i bruk av kulturhistorisk stedsanalyse "DIVE" som verktøy i by- og stedsutvikling*, 7. og 8. april 2014c.
- M. Rausand and I. B. Utne. Risikoanalyse: teori og metoder. *Tapir akademisk forl.*, 2009.
- H. Rødven. Sv: Prosjektoppgave om bybrannsikring på ntnu. *E-postkorrespondanse*, 4. des. 2013.
- K. A. Rosvold. Bybranner i trondheim, hentet 23. mai 2014. *Store norske leksikon*, mai 2014. URL http://snl.no/Bybranner_i_Trondheim.
- SINTEF Byggforsk. Brannvegger i trehusbebyggelse, 520.305. *Byggforskserien*, 2005.
- SINTEF Byggforsk. Røykkontroll i bygninger, 520.380. *Byggforskserien*, 2006a.
- SINTEF Byggforsk. Vinduer og glassvegger med brannmotstand, 571.957. *Byggforskserien*, 2006b.
- SINTEF Byggforsk. Brannsikring av eldre, tett trehusbebyggelse, 700.620. *Byggforskserien*, 2007.
- SINTEF Byggforsk. Dokumentasjon av brannsikkerhet for bygninger i bruk, 626.102. *Byggforskserien*, 2013.
- B. Solberg and S. Tschudi-Madsen. kulturminner, hentet 11. des. 2013. *Store norske leksikon*, feb. 2009. URL <http://snl.no/kulturminner>.
- A. Steen-Hansen, T. Steiro, G. Jensen, and K. S. Pedersen. Fire safety in densely-built wooden towns – the importance of community involvement. *SINTEF*, 2004a.
- A. E. Steen-Hansen, P. A. Hansen, R. Wighus, G. Jensen, T. Steiro, and K. E. Larsen. Byen brenner! hvordan forhindre storbranner i tett vernever-

- dig trehusbebyggelse med røros som eksempel. *SINTEF NBL*, 2004b. URL http://nbl.sintef.no/publication/lists/docs/NBL_A03197.pdf.
- J. P. Stensaas. Klassifisering av risikoen for brannspredning mellom hus i tettbygde områder. *SINTEF*, 1997. URL http://nbl.sintef.no/publication/lists/docs/STF84_A97632.pdf.
- Store norske leksikon. Konflagrasjon, hentet 5. jun. 2014. *Store norske leksikon*, 25. nov. 2009. URL <http://snl.no/konflagrasjon>.
- Styret for Bakklandet og Lillegårdsbakken Velforening. Bakklandet og lillegårdsbakken velforening, hentet 28. nov. 2013. april 2013. URL <http://www.bl-v.com/index.html>.
- J. V. Thue. Hus, hentet 20. des. 2013. *Store norske leksikon*, 2013. URL <http://snl.no/hus>.
- M. Tomassetti, L. Campanella, and R. Tomellini. Thermogravimetric analysis of ancient and fresh woods. *Thermochimica Acta*, 170, 1990.
- S. Tønseth. Vanntåke hindrer gnistregn, hentet 3. feb. 2014. *Gemini*, 20. jan. 2014. URL <http://gemini.no/2014/01/vanntake-hindrer-gnistregn/>.
- Trøndelag brann- og redningstjeneste. Restverdirendning (rvr), hentet 26. mai 2014. *tbrt.no*, jan. 2014a. URL <http://tbrt.no/om-tbrt/restverdirendning-rvr>.
- Trøndelag brann- og redningstjeneste. Forebyggende, hentet 26. mai 2014. *tbrt.no*, jan. 2014b. URL <http://tbrt.no/om-tbrt/forebyggende>.
- Trøndelag brann- og redningstjeneste. Forside, hentet 26. mai 2014. *tbrt.no*, jan. 2014c. URL <http://tbrt.no>.
- Trondheim kommune. Kommunedelplan for kulturminner og kulturmiljøer 2013-2025, hentet 19. des. 2013. apr. 2013a. URL <http://www.trondheim.kommune.no/attachment.ap?id=52799>.
- Trondheim kommune. Trondheims byggeskikkpris, hedrende omtale 2013, hentet 26. mai 2014. *trondheim.kommune.no*, jun. 2013b. URL <https://www.trondheim.kommune.no/content/1117736301/Hedrende-omtale-%202013>.
- Værnes målestasjon. Datasøk trondheim (sør-trøndelag), hentet 9. mai 2014. *yr.no*, 3. nov. 1983. URL

<http://www.yr.no/sted/Norge/Sør-Trøndelag/Trondheim/Trondheim/almanakk.html?dato=1983-11-03>.

Wolfram|Alpha. Water to vapour expansion, hentet 19. mai 2014. *Wolfram Alpha LLC*, 2014. URL <https://www.wolframalpha.com/input/?i=water+to+vapour+expansion>.

H. Yang, R. Yan, H. Chen, D. H. Lee, and C. Zheng. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. *Fuel*, 86(12–13), 2007.

Y. Zhang, J. Ji, Q. Wang, X. Huang, Q. Wang, and J. Sun. Prediction of the critical condition for flame acceleration over wood surface with different sample orientations. *Combustion and Flame*, 159(9), 2012.

Tillegg A

Vedlegg: Befaringer

A.1 Befaring 12. februar 2014

Med: Morten Knudsen, TBRT, Forebyggende avdeling.

Sted: Kjøpmannsgata nr. 9

Befaringen ble gjennomført i etterkant av møtet beskrevet i vedlegg B.2. Det ble gått en kort runde fra brannstasjonen ned til Kjøpmannsgata 9 der kontaktpersonen for bygget ga tillatelse til å gå en runde og se på diverse branntekniske tiltak. Bygget brukes til kontorlokaler og det er brukt gips på veggene og i taket for å dele bygget opp i brannceller. I taket i trapperommet er det manuell røykventilering. Bygget er fullsprinklet og sprinkelsentralen er plassert i kjelleren.

På vei tilbake til brannstasjonen ble det kastet et generelt blikk på området mellom nummer 9 og nedover mot allmenningen.

A.2 Befaring 5. mars 2014

Med: Anders Arnhus, NTNU/ PiD Solutions

Sted: Uteområdene i Kjøpmannsgata, spesielt rundt nr. 11, 13, 15 og 27.

Før befaringsen ble det foretatt en gjennomgang av formålet med oppgaven og hva det skulle sees etter spesielt. Under befaringsen ble det avdekket flere uheldige forhold. Fotoene som følger viser noen av dem. Det lyktes ikke å få nøkler til noen av bryggene denne dagen og det ble derfor gått en ny befaringsen innendørs neste dag, denne gangen uten Anders.



Figur A.1: Lighter funnet henslengt ved porten til en av de aller mest sårbare bryggene



Figur A.2: Enkel tilgang til kjeller.



Figur A.3: Sikringen gir inntrykk av å være svært provisorisk. Det er nok enklere å skru av beslaget enn å dirke opp låsen.¹⁰²

A.3 Befaring 6. mars 2014

Med: Silje Taftø Pedersen, praktikant hos Byantikvaren

Sted: Kjøpmannsgata nr. 27 og 11

Kjøpmannsgata 27 står for øyeblikket helt tom, men det jobbes med å ta bygget i bruk. Silje var med rundt i Kjøpmannsgata 27 og fortalte litt om bygget, tidligere bruk og erfaringer med for eksempel innbrudd.

A.4 Befaring 7. april 2014

Omvisere: Gunnar Houen og Eileen Garmann Johnsen

Sted: Kjøpmannsgata nr. 29 og 37

Dette var en felles befaring i forbindelse med DIVE-kurset 7. og 8. april. Kartlegging av kulturhistorisk verdi og bevaring og stod i fokus.

Tillegg B

Vedlegg: Møter, kurs og seminar

B.1 Møte hos Trondheim kommune

Sted: Bytorget, Trondheim

Deltakere:

- Susanne Saue, Byplankontoret Trondheim Kommune
- Gunnar Houen, Byantikvaren i Trondheim
- Silje Taftø Pedersen, Byantikvaren i Trondheim
- Harald Landrø, Professor NTNU
- Anna Karin Hermansen, Forebyggende avdeling TBRT
- Morten Knudsen, Forebyggende avdeling TBRT
- Jon Ivar Knarud, Phd-stipendiat NTNU
- Pål Guthorm Kavli, Trebyen Trondheim
- Nora Belling Mangen, student NTNU

Møtet samlet deltakere fra kommunen, brannvesenet, byantikvaren og Trebyen Trondheim som et oppstartsmøte for denne oppgaven. Her ble bryggerekka i Kjøpmannsgata presentert og utfordringer diskutert.

B.2 Møte 12. februar 2014

Sted: Hovedbrannstasjonen, Trondheim.

Deltakere:

- Morten Knudsen, TBRT, forebyggende avdeling
- Einar Nyberg, TBRT, forebyggende avdeling
- Nora Belling Mangen, student NTNU

Morten Knudsen og Einar Nyberg jobber i forebyggende avdeling i Trøndelag brann- og redningstjeneste. Tema for møtet var tilsyn og branntekniske utfordringer i bryggerekka samt tips til masteroppgaven.

B.3 Møte 13. februar 2014

Sted: Bytorget, Trondheim, 13. februar 2014)

Deltakere:

- Gunnar Houen, byantikvar
- Mette Bye, byantikvar
- Silje Taftø Pedersen, praktikant hos byantikvaren
- Nora Belling Mangen, student NTNU

Målet med møtet var å finne ut hvilket perspektiv byantikvaren hadde på brannsikkerheten i det studerte området og synet på forhold mellom tiltak og vernehensyn.

B.4 Møte 20. mars 2014

Sted: Bytorget, Trondheim, 20. mars 2014)

Møtet ble holdt i regi av Framtidens Bygg om et pilotprosjekt i nummer 11.
Program og deltakerliste følger nedenfor.



Referanseprosjekt

KJØPMANNSGATA 11.

PILOTPROSJEKT FRAMTIDENS BYGG

Workshop

Dato og tid: Torsdag 20.mars, 09.00 – 12.00

Fredag 21.mars, 14.00 – 16.00

Sted: Erling Skakkes gate 14. Oppmøte på ”Bytorget”

KJØPMANNSGATA 11

Program workshop

Dato og tid: Torsdag 20.mars, 09.00 – 12.00
 Fredag 21.mars, 14.00 – 16.00
Sted: Erling Skakkes gate 14. Oppmøte på "Bytorget"

Program, Torsdag 20.mars

Hovedtema:

Kjøpmannsgata 11, antikvariske og kommunale interesser og problemstillinger

09.00 – 09.10 Velkommen. v/FB
09.10 – 09.20 Gjennomgang av tilbakemeldinger på søknaden som pilotprosjekt v/FB
09.20 – 09.35 Prosjektpresentasjon. v/ARK
09.35 – 09.45 Status planer for bryggene. v/Byantikvaren
09.45 – 10.30 Tema til diskusjon, se under

10.30 – 10.45 Pause med forfriskninger

10.45 – 11.40 Tema til diskusjon, se under
11.40 – 12.00 Veien videre og oppsummering. v/FB

Tema til diskusjon:

Antikvariske målsetninger, forutsetninger og samarbeid.
Kommunale målsetninger, forutsetninger og samarbeid.
Regulering, bolig eller næring, blandet program. Næring nede, bolig oppe.
Endringer i bygningskroppen, lave etasjehøyder, dagslys, dyp bygningskropp.
Uteområder, fellesløsninger eller private.
Politisk bestilling og behandling.
Sykkelparkering, sykkelvei, kollektiv transport, gangveier, bilparkering.
UU. Heis.
Bygningsfysiske problemstillinger og krav, særlig brann.
Overføringsverdi, spesielle tiltak for dette prosjektet, og generelle tiltak som har allmenn interesse. Mulig relevans for TEK 15.
Energisparing og energiforsyning (varme og kjøling).
Punkter fra FB kvalitetsoppfølgingsplan.
Prosjektkostnad og økonomiske bidrag.
Økonomiske bidrag til delprosjekter, f.eks. RIBr analyse, BIM ...
(mulige bidragsytere, Kommune, STFK, RA, FB, RiBR prosjekter, Trebyen Trondheim, Tre og By, Husbanken, Sintef, EU prosjekt)
Mulige utførende for analyser, mange eller få, Teknokonsult.
Kontaktpersoner for prosjektet
Ansvarsfordeling
Veien videre, hva skjer når, hvem gjør hva og i hvilken rekkefølge. (oppgave, ansvar, frist)

Deltagerliste, Torsdag 20.mars:**Framtidens Bygg:**

Anders Moe, Hovedkontakt Trondheim, Framtidens Bygg, asm@arkitektur.no (REFERENT)
Øystein Bull-Hansen, Prosjektleder, Framtidens Bygg, obh@arkitektur.no

Nidarholm Invest:

Tor Blaasmo, Byggherre, tor@nhinvest.no
Berit Andersen, Byggherre, berit@nhinvest.no

Brendeland & Kristoffersen:

Geir Brendeland, prosjektleder arkitekt, firma@bkark.no
Jon Sanden, arkitekt, sanden@bkark.no

Teknoconsult:

Jan Ivar Rønningen, miljørådgiver og RIBr, jan@teknoconsult-as.no

Trondheim kommune:

Seemi Lindtorp, hovedkontakt FB, miljøenheten, Seemi.Lintorp@trondheim.kommune.no
Susanne Saue, byplankontoret, Trebyen Trondheim, susanne.saue@trondheim.kommune.no
Gunnar Houen, Byantikvar, gunnar.houen@trondheim.kommune.no
Mette Bye, Byantikvar, mette.bye@trondheim.kommune.no
Silje Taftø Petersen, Byantikvar, silje-tafto.petersen@trondheim.kommune.no

STKF:

Roy Håpnes, Fylkesantikvar, roy.hapnes@stfk.no
Hauke Haptops, Fylkesantikvar, hauke.haupts@stkf.no

Kopi mail:

Marte Boro, Riksantikvar, referansegruppen FB, marte.boro@ra.no

Program, Torsdag 20.mars

Hovedtema:

Kjøpmannsgata 11, bygningstekniske problemstillinger

14.00 – 14.15 Oppsummering dag 1. Konklusjoner. v/ARK

14.15 – 16.00 Div. tema.

Tema til diskusjon:

Oppsummering, problemstillinger fra dag 1.

Særlig viktige problemstillinger for dag 2.

Viktigste detaljer.

Brann og lyd.

Hva som må unngås og kan gå galt.

Råte i forbindelse med elva.

Vindlast og avstivning i forbindelse med større vinduer mm.

Fare for flom og springflo, havnivåstigning inkludert i vurdering. (særlig relevant mange andre steder i landet)

Ny treteknologi, prefabrikasjon.

Forhold ny og eksisterende konstruksjon.

Energisparing og energiforsyning (varme og kjøling).

Lufting av trekonstruksjon f.eks. i forbindelse med isolasjon.

Installasjoner, VVS

Punkter fra FB kvalitetsoppfølgingsplan.

Mulige utførende for analyser, mange eller få, Teknokonsult.

Kontaktpersoner for prosjektet.

Er all nødvendig kompetanse dekket?

Ansvarsfordeling.

Veien videre, hva skjer når, hvem gjør hva og i hvilken rekkefølge. (oppgave, ansvar, frist)

Deltagerliste, Torsdag 20.mars:**Tre og By, Framtidens Bygg**

Thomas Orskaug, Norsk Treteknisk Institutt, thomas.orskaug@treteknisk.no

Brendeland & Kristoffersen:

Geir Brendeland, prosjektleder arkitekt, firma@bkark.no

Jon Sanden, arkitekt, sanden@bkark.no

Teknoconsult:

Jan Ivar Rønningen, miljørådgiver og RIBr, jan@tekniconsult-as.no

Trondheim kommune:

Susanne Saue, byplankontoret, Trebyen Trondheim,
susanne.sau@trondheim.kommune.no (REFERENT)

Kopi mail:

Alle dag 1.

B.5 Seminar 3. og 4. april 2014

Sted: Quality Airport Hotel, Gardermoen

Seminaret ble holdt i regi av Brannfaglig Fellesorganisasjon. Tema var Brannspredning – utvendige branner og spredning mellom hus. Program og deltakerliste følger nedenfor.

Brannfaglig Fellesorganisasjon inviterer til

Brannspredning

- utvendige branner og spredning mellom hus

Vårseminar og årsmøte 3. - 4. april 2014, Gardermoen

*Møt våren, møt bransjekolleger og bli oppdatert med fagseminar.
Oppstart torsdag 3. april kl 13.00. Årsmøte BFO Brann kl 17.45, og middag kl 19.00.
Avslutning 4.april kl 13.00.*



Sentrale temaer:

- ✓ Hva kan vi lære av Lærdal?
- ✓ Brannvern i verneverdige trehusområder
- ✓ Brannstudien –brannvesenets organisering og ressursbruk
- ✓ Brannsikringsplaner for trehusmiljø
- ✓ Gjennomføring og finansiering i kommunene

Torsdag 3. april 2014:

- 11.30 Registrering, oppmøte og Lunsj
- 12.30 Velkommen til BFO Branns vårseminar!

Utfordringer

12.35 Hva kan vi lære av Lærdal?

- Fra antenning og spredning til slokking og restverdiredning
 - Konsekvenser for enkeltpersoner og lokalsamfunnet
- Gaute Johnsgård, brannsjef i Årdal og Lærdal kommuner*



13.15 Innsats og ressurser hos brannvesenene i Distriktsnorge

- Kan vi slokke alle branner?
 - Hvor store ressurser må til?
 - Hvordan bruke ressursene vi har?
- Atle Engan, Røros brann- og redningstjeneste*



13.45 Kaffepause

14.10 Brannstudien – brann- og redningsvesenets organisering og ressursbruk

- Dimensjonering av brannvesenet.
 - Fremtidens brannvesen.
 - Vil ny organisering gjøre oss bedre i stand til å håndtere branner i trehusområder?
- Anna-Karin Hermansen, Trøndelag Brann- og redningstjeneste IKS*

14.40 Brannvern i verneverdige områder, fredede bygninger og vanlig trehusbebyggelse.

- Hva er brannvesenets rolle?
 - Kulturverdi i brann- og eksplosjonsvernloven.
 - Hva har myndighetene gjort?
- Anders L. Blakseth, DSB*



15.20 Kaffepause

15.50 200 verneverdige og mange andre verdifulle trehusområder. Hvor verdifulle er disse?

- Hvilke er de viktigste?
 - Prioritering av midler som fordeles.
 - Hvor kommer pengene fra?
- Harald Ibenholt, Riksantikvaren*



16.30 Fenomener involvert og mulige tiltak

- Eldre trehusbebyggelse
 - Organisatoriske tiltak over landet.
 - Hvordan varsle og forebygge?
- Torgrim Log, Høgskolen Stord/Haugesund*

17.15 Slutt dag 1

17.45 Årsmøte BFO Brann

19.00 Middag

Fredag 4. april 2014

08.30 Velkommen / Innledning

Tiltak og løsninger

08.35 **Fra problem til løsning**

- erfaring med brannsikringsplaner for trehusmiljø.

- Tiltak som er i bruk -vil de fungere?
- Tiltak inne og ute. Infrastrukturtiltak.
- Nye løsninger. Lærdom fra utlandet.

Geir Jensen, COWI



09.20 **Passiv brannbeskyttelse av Grip stavkirke – en mulighetsstudie.**

- Verneverdier i den fredede bygningen.
- Tiltak for å øke brannmotstand

Helge Aarset, sivilarkitekt



09.50 **Kaffepause**

10.20 **Gjennomføringsevne, -vilje og –muligheter i kommunene.**

- Brannsikring av trehusmiljø
- Penger, politikk og prioriteringer

Håkon Winterseth, COWI

11.00 **Hvordan kan en kommune gjennomføre og finansiere en plan? Slik har vi gjort det.**

- Case: Stavanger
Georg Kalland, Stavanger kommune
- Case: Fredrikstad
Sverre Støle, Fredrikstad kommune



12.00 **Lunsj**

13.00 **Hjemreise**

Forbehold om justeringer i programmet

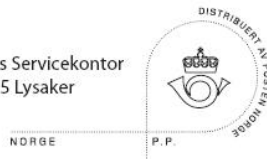
Programkomite:

- Geir Jensen, COWI
- Ove Brant, FNO
- Egil Larsen, Oslo kommune Brann- og redningsetaten
- Torgrim Log, Høgskolen Stord/Haugesund
- Jan Hantho, Fireeater

X

X

Returadresse:
Tekniske Foreningers Servicekontor
Postboks 73, No-1325 Lysaker



Praktisk informasjon:

Kurs nr. 1460100

Brannspredning,

BFO Branns vårseminar og årsmøte

Tid: 3. - 4. april 2014

Sted: Quality Airport Hotel Gardermoen

Pris: Kr 4.550,- (eks mva) for medlemmer av BFO
Brann og kr 5.350,- (eks mva) for andre.

Avgiften er inkl. kursmateriell, men eks. hotell.

For ikkeboende deltakere kommer det i tillegg en
dagpakke for lunsj og bevertning på kr 530,- (eks
mva) per dag. Det samme for dag 2 for de som bor
på hotellet.

Seminarmiddag 3. april kr. 545,- (eks mva). Denne
er inkludert for de som bor på hotellet.

Påmelding:

Tekniske Foreningers Servicekontor AS

Postboks 73, 1325 LYSAKER

Faks nr. 67 52 60 11 eller elektronisk på www.bfobrann.no, epost: servicekontoret@tfsk.no

Overnatting:

Quality Airport Hotel Gardermoen.

Pris kr 1.795,- (inkl mva) for helpensjon (inkludert
seminarmiddag).

Dette gjøres opp med hotellet direkte ved avreise.

Administrasjon:

Eivind Moen, eivind@bfobrann.no Tlf 92245444

Påmeldingsfrist: 17. mars 2014

Arrangør:

Brannfaglig Fellesorganisasjon (www.bfobrann.no)
i samarbeid med

Tekniske Foreningers Servicekontor AS

Vennligst bruk blokkbokstaver

Seminar nr. 1460100 Brannspredning / BFO Branns årsmøte 2014

Deltaker(e)

Firma:

Firmaadresse:

Postnr./sted:

Evt. PO Nummer:

Telefon: Mobilnr:

E-mail:.....

Jeg ønsker å være med på BFO Branns seminarmiddag 3. april kl 19.00. Kr 530,- (ekskl. mva) for
ikkeboende. Inkludert for de som bor på hotellet.

Jeg ønsker overnatting(dato ankomst) (dato avreise)

Dato: Underskrift:

B.6 DIVE-kurs 7. og 8. april 2014

Sted: Trondheim folkebibliotek, Trondheim

Kurset ble holdt i regi av Riksantikvaren, Trondheim Kommune og Sør-Trøndelag Fylkeskommune. Målet med kurset var å gi en innføring i bruk av kulturhistorisk stedsanalyse “DIVE” som verktøy i by-og stedsutvikling. Kurset ble spesielt rettet mot bryggene i Kjøpmannsgata i forbindelse med vitaliseringsprosjektet.

Program følger nedenfor.

Kurs i bruk av kulturhistorisk stedsanalyse "DIVE" som verktøy i by- og stedsutvikling

Møteleder begge dager: Tron Stranden, Riksantikvaren

Program mandag 7.april:

- Sted: Trondheim folkebibliotek, kursrom 4.etasje, adresse Peter Egges plass 1, inngang fra Kongens gate eller Peter Egges plass. Ta heis fra 1.etg i biblioteket til 4.etg. Skiltet i 4.etg
- 09.30 – 10.30 For de som er tidlig ute er det mulig å se en utstilling av arkitektstudentenes forslag til bruk av ulike brygger i Kjøpmannsgata 27
- 10.00 Kurslokalet er åpent for morgenkaffe og registrering
- 11.00 Velkommen til Trondheim v/ Gunnar Houen, byantikvar i Trondheim
Trondheim kommunes satsing på vitalisering av Kjøpmannsgatebryggene v/Ottar Michelsen, Byutviklingskomiteen
Overordnede planutfordringer v/ Hilde Bøkestad, byplansjef i Trondheim
- 11.20 Introduksjon om kursopplegget
DIVE - Kulturhistorisk stedsanalyse som plan- og prosessverktøy
Prosess, prinsipper og teknikker, v/Dag Arne Reinart, Riksantikvaren
- 13.00 Lunsj.
Kubbe med fettaost fra lokalt økologisk spiseri "Persilleriet "
- 13.40 Sandviksbodene , v/Johanne Gillow, byantikvar i Bergen
- 14.10 Presentasjon av eksempelområdet, bryggene i Kjøpmannsgata v/ Silje Taftø Petersen
- 14.40 Fremtidens utfordringer for bryggene sett fra eiersynspunkt v/bryggeeier
- 15.00 Befaring i eksempelområdet, ledet av byantikvar Gunnar Houen
Vi spaserer langs bryggerekken og går inn i Kjøpmannsgata 37 og 29
- 15.45 Kaffe og kanelbolle
- 16.00 DIVE-verksted.
Øvelse i bruk av DIVE-analysens prinsipper og teknikker v/Dag Arne Reinart, Riksantikvaren
- 18.00 Kursavslutning dag 1
- 19.00 Middag i Kjøpmannsgata 57
Særskilt påmelding til middag. Middag er inkludert i kurset men drikke må betales av den enkelte.
Oppgi om du ønsker delta på middagen.

Program tirsdag 8.april:

- Sted: Trondheim folkebibliotek, kursrom 4.etasje.
- 09.00 DIVE-verksted fortsetter v/ Dag Arne Reinart og Mikael Lye, begge Riksantikvaren
- 12.00 Lunsj.
Fiskeburger fra Ågot Lian, et lokalt norsk sjømatkjøkken
- 12.45 Oppsummering av verkstedene og utdeling av kursbevis v/Riksantikvaren og Trondheim kommune
- 14.30 Kursavslutning dag 2



TRONDHEIM
KOMMUNE



SØR-TRØNDELAG
FYLKESKOMMUNE

B.7 Intervju med Ole Anders Holmvaag, 2. mai 2014

Sted: Hovedbrannstasjonen, Trondheim

Ole Anders Holmvaag jobber i beredskapsavdelingen i TBRT. Intervjuet handlet i hovedsak om hvordan brannvesenet vil håndtere en brann i bryggerekkene. Det ble også gått en runde i hallen for å se på utstyret i utrykningskjøretøyene og hvordan innsatsplanene kan leses av i bilen på vei til åsstedet.

Intervjuspørsmålene følger nedenfor.

Spørsmål til brannvesenet

- Hvordan vil dere håndtere en innsats ved brann i bryggerekkene?
 - Mannskap
 - Evakuering
 - Slukking
 - Skadebegrensning/ tiltak mot spredning til naboer
- Hvilket utstyr har dere for å slukke en brann i bryggerekkene og hva har dere tilgjengelig for å hindre spredning?
 - Skjærslukker, høydemateriell, branngelé/ skum osv
 - Noe dere føler dere mangler?
- Hva er innsatstiden til sjøsprøyta og hvor raskt vil denne bli innkalt ved melding om brann i bryggene?
- Hva vet dere om situasjonen inne i bryggene? Rominndeling og lignende.
 - Ville dere sendt folk inn i f.eks. nummer 11 eller nummer 13 dersom dere fikk alarm derfra nå?
- Hvordan vurderer dere oppstillingsplassen dere har?
 - Vil dere stille dere på oversiden eller nedsiden av vollen?
 - Ønsker dere å fjerne muligheten for gateparkering foran bryggene?
- Er det lenge siden eier/ dere testet noen av brannvarslingsanleggene med direktekobling til dere?
- Hvordan ser alarmsignalet ut når det kommer inn til dere? (Har alle bryggene tavle som viser hvor i bygget alarmen er utløst?)
- Hva ser dere etter når dere går tilsyn i de tomme bryggene?
- Hva ser dere etter når dere går tilsyn i bryggene som er i bruk?
- Har dere en god dialog med eierne?
- Har dere noen rutiner for områdebefaring? (Hvordan er søppelhåndteringen?)
- Hvordan vurderer dere brannsikkerheten i bryggene dersom det åpnes for bolig i stedet for/ tillegg til næring?

- Har dere noen rapporter fra tidligere branner (eks. Kjøpmannsgata 9. oktober 1983, Fjordgata 17. mai 2007, Kjøpmannsgata 19.oktober 1967)
- Jeg har lest at det finnes fem varmekameraer og to "vanlige" kameraer montert på Rosenborg med direktekobling til dere. Finnes det flere slike kameraer andre steder i Trondheim? Hvilke erfaringer har dere med slikt utstyr?

- Andre kommentarer?

B.8 Møte med Geir Jensen, 20. mai 2014

Sted: Cowis lokaler, Trondheim

Geir Jensen er erfaren brannrådgiver i Cowi og har vært med på å utarbeide brannsikringsplaner for flere verneverdige trehusmiljøer i Norge. Møtet handlet om brannspredning i hulrom, men generell bruk av treverk og slukkesystemer ble også diskutert.

B.9 Møte med Frank Engdal, 3. juni 2014

Sted: Kjøpmannsgata 37, Trondheim

Frank Engdal er brannvernleder for sameiet i Kjøpmannsgata 37 og ga meg tilgang til brannpermen som inneholder rutiner for øvelser, vedlikeholdsavtaler og tegninger over branncelleskiller.

Tillegg C

Vedlegg: Lister og kart

C.1 Oversikt over bryggenes byggeår

Listen på neste side er skrevet av Silje Pedersen, praktikant hos byantikvaren, på forespørsel.

Oversikt bryggene

Kj. 5: To nederste etasjene er fra 1815, mens de øvrige er av nyere dato.

Kj. 7: Antar 1872 (Hentet fra Kjell Andresens diplom)

Kj. 9: Muligens deler av kjerne fra 1700-tallet, men mye er revet ut/fornyet.

Kj. 11: 1781, men brannskadet rundt 1950.

Kj. 13: Sidefløyene er fra 1840-årene. Midtpartiet: 1740-tallet.

Kj. 15: Her er det gjort store ombygginger i form av at man har bygd opp en betongkonstruksjon midt inne i brygga. Originalkonstruksjon i vegger og deler av bærekonstruksjonen. (1857)

Kj. 17: Betongbrygge fra 1952.

Kj. 19: 1857 (Hentet fra Kjell Andresen diplom)

Kj. 21: 1828 (Hentet fra Kjell Andresen diplom)

Kj. 23: 1858 (Hentet fra Kjell Andresen diplom)

Kj. 25: 1796, men omfattende ombygd på tidlig 1970-tall.

Kj. 27: 1867.

Kj. 29: ca. 1800

Kj. 31: Rundt 1960.

Kj. 33: 1700-tallet (Hentet fra Kjell Andresen diplom)

Kj. 35: 1904 (Hentet fra Kjell Andresen diplom)

Kj. 37: 1800-tallet ?

Kj. 41: Slutten av 1950-tallet.

Kj. 51: 1853 (Hentet fra Kjell Andresen diplom)

Kj. 53/55: 1767/1839

Kj. 57: 1750-årene

Kj. 59: ?

Kj. 61: 1960

Kj. 63,65,67: (63 og 65 på kartet i dag): 1980-tallet. (gjenoppbygging etter brann i 1983)

C.2 Kart over SEFRAK-bygninger

Kartet er hentet fra kartsiden til miljostatus.no 21. april 2014 og viser SEFRAK-registrerte bygninger i nærheten av det studerte området

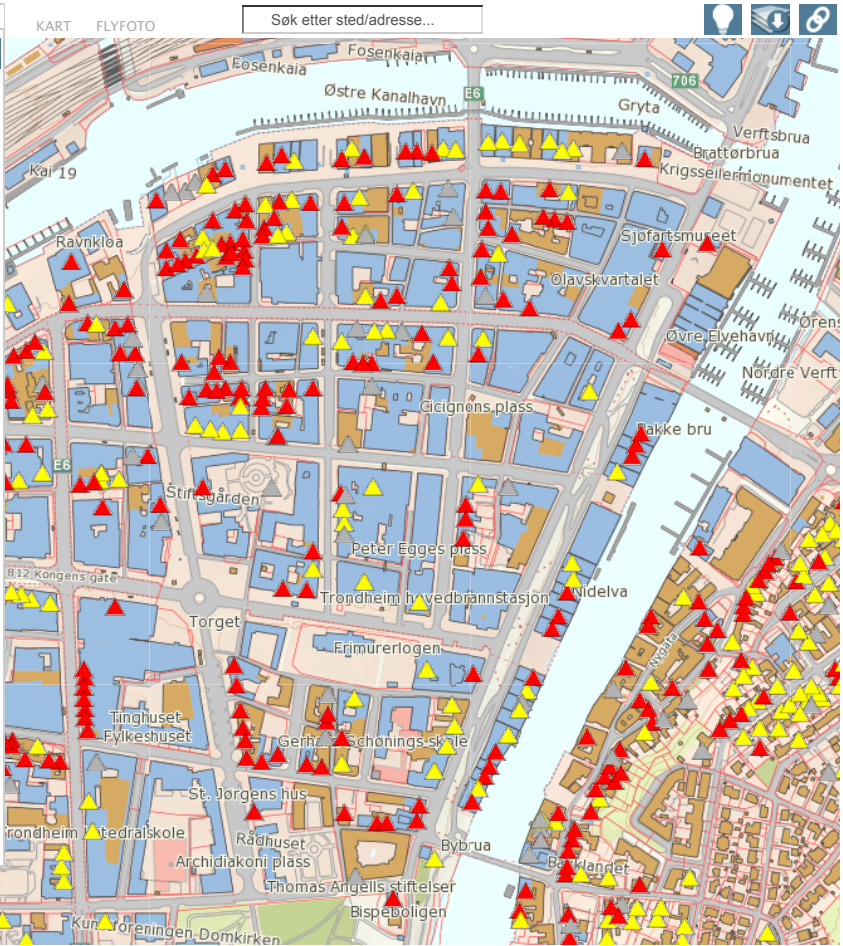
Velg tema | Søk sted | Vis forklaring | Avansert | x

Søk etter tema

- Avfall
- Berggrunn og jord
- Dyr og planter
- Energi
- Ferskvann
- Friluftsliv
- Hav og kyst ! N
- Klima
- Kulturminner**
 - Arkeologiske kulturminner
 - Bygninger fra før 1900 (SEFRAX)
 - Bygninger og kulturmiljøer i Oslo (gul liste)
 - Fredete bygninger
 - Fredete fyrstasjoner
 - Fredete kulturmiljøer
 - Nasjonale interesser i by
 - Stavkirker
 - Verdensarvområder
 - Verneverdig tett trehusbebyggelse med brannsmitt
- Naturområder og arealbruk ! N
- Polarområdene ! N
- Samfunn
- Støy
- Utslipp og forurensning ! N
- Europa

Sett gjennomsiktighet på valgte tema

Sett gjennomsiktighet på bakgrunnskart



C.3 Kart over brannsmitteområder

Kartet er hentet fra kartsiden til miljostatus.no 8. juni 2014 og viser brannsmitteområder i Trondheim sentrum.

Velg tema | Søk sted | Vis forklaring | Avansert | x

**Verneverdige tett trehusbebyggelse med
brannmitteområde**

- Brannmitteområde
- Tette trehusmiljøer

[Les mer om gamle byminner](#)
[Les mer om dataene](#)

NB! Ikke alle kartlag vises ved liten målestokk. Dersom kartlagene du ønsker å se ikke vises i kartet, prøv å zoome inn eller velg fylke/kommune.

