



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Passiv brannsikring av gjennomføringer, tetting av kabler, kanaler, og rør. Årsak til og betydning av avvik feil og mangler.



Hovedprosjekt utført ved

Høgskolen Stord/Haugesund – Studie for ingeniørfag

Sikkerhet, Brannteknikk

Av: Jørgen Johansen Mørkve, kand.nr: 17

Studentnr: 131592

HOVEDPROSJEKT

Studenten(e)s navn: Jørgen Johansen Mørkve

Linje & studieretning Brann, sikkerhetsingeniør

Oppgavens tittel: *Passiv brannsikring av gjennomføringer, tetting av kabler, kanaler og rør. Årsak til og betydning av avvik, feil og mangler*

Oppgavetekst:

Ved oppføring av nye bygg og ved oppgradering og rehabilitering av eksisterende bygg skal det dokumenteres at utførelsen av branntekniske tiltak er tilfredsstillende. Dette gjøres ved at det fremlegges datablader, monteringsanvisninger og annen produktdokumentasjon for de respektive tiltakene i byggesaken som underlag for kontroll. Uavhengig kontroll av den branntekniske utførelse skal sjekke at det er samsvar mellom den fysiske utførelsen av tiltak og den fremlagte dokumentasjonen. Denne hovedoppgaven begrenser seg til å undersøke typiske avvik, feil og mangler ved utførelsen til gjennomføringer i brannklassifiserte skillekonstruksjoner. Målet med oppgaven er å kartlegge mulige årsaker til og betydning av typiske avvik, feil og mangler.

Det finnes i dag et utall av produkttyper knyttet til tettemasser og et stort antall kabeltyper, rørtyper og kanaler. Oppgaven tar utgangspunkt i eksempler hentet fra en til to konkrete byggesaker. Disse eksemplene er benyttet som underlag for de vurderinger og konklusjoner som fremkommer i oppgaven. Dette gir en begrensning i utvalg av kabler, kanaler, rør og type tetteprodukter. I tillegg til dette vil det bli hentet ut eksempler på testdokumentasjon fra prøvning gjennomført ved SINTEF NBL.

Tilfredsstillende brannmotstand i brannklassifiserte skillekonstruksjoner er den viktigste barrieresikringen som skal hindre at en lokal brann skal utvikle seg til en storulykke. Erfaringer fra uavhengig kontroll på byggeplassen (KUT) viser at det hefter usikkerhet ved hvordan gjennomføringer skal brannsikres. Dette avspeiles ved at montasjeanvisninger ikke følges og det er derfor grunn til å undersøke hva som er årsaken til dette og hvilke konsekvenser dette kan medføre.

Endelig oppgave gitt: Onsdag 6. mars 2013

Innleveringsfrist: Fredag 10. mai 2013 kl. 12.00

Intern veileder Bjarne Paulsen Husted

Ekstern veileder Geir Drangsholt

Godkjent av studieansvarlig: Brit Julbø



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

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

Oppgavens tittel		Rapportnummer
Passiv brannsikring av gjennomføringer, tetting av kabler, kanaler og rør. Årsak til og betydning av avvik, feil og mangler		(Fylles ikke ut)
Utført av Jørgen Johansen Mørkve		
Linje Sikkerhet, Brannteknikk		Studieretning Brann
Gradering Åpen	Innlevert dato Fredag 10.mai 2013	Veiledere Bjarne Paulsen Husted

Ekstrakt

Tilfredsstillende brannmotstand i brannklassifiserte skillekonstruksjoner er den viktigste barrieresikringen som skal hindre at en lokal brann utvikler seg til en storulykke. Ved oppføring av nye bygg og ved oppgradering og rehabilitering av eksisterende bygg, skal det dokumenteres at branntekniske tiltak er utført på en tilfredsstillende måte. Dette gjøres ved at det fremlegges datablader, monteringsanvisninger og annen produktokumentasjon for de respektive tiltakene i byggesaken som underlag for kontroll.

Erfaringer fra uavhengig kontroll på byggeplassen (KUT) viser at det hefter usikkerhet ved hvordan gjennomføringer skal brannsikres. Det finnes i dag et utall produkttyper knyttet til tettemasser samt et stort antall kabeltyper, rørtyper og kanaler som kan benyttes.

I hovedoppgaven er det foretatt undersøkelser av typiske avvik, feil og mangler ved utførelsen av gjennomføringer i brannklassifiserte skillekonstruksjoner. Hovedmålet med oppgaven har vært å kartlegge mulige avvik, feil og mangler for deretter se på årsaker til, og betydning av disse.

I byggeprosjektene ble det funnet en rekke avvik på utføring av gjennomføringer. Basert på resultater fra kontroll kan det i utgangspunktet se ut som om det er feil ved utsparing og mangelfull utførelse av selve branntettingen og brannfugingen av gjennomføringene som er hovedutfordringen. Årsaken til at såpass mange avvik er avdekket, kan imidlertid være flere. En har ikke grunnlag for å si at dette utelukkende skyldes slurv fra de utførende. Gjennom arbeidet med hovedoppgaven er det avdekket at det kan være flere årsaker til ovennevnte avvik.

I utgangspunktet så vil en gjennomføring som er mangelfullt tettet representere en kilde til røykspredning og brannspredning mellom brannceller og brannseksjoner. I sin ytterste konsekvens vil dette kunne resultere i en spredning av brann med økte tap av verdier og mulig tap av liv.

Forord

Arbeidet med hovedoppgaven har vært utført våren 2013 og utgjør det avsluttende arbeidet ved studiet for Brannsikkerhet ved Høgskolen Stord/Haugesund (HSH).

Oppgaven er definert i samarbeid med og skrevet for Firesafe AS. I hovedoppgaven er det gjennomført undersøkelser av typiske avvik, feil og mangler ved utførelsen av gjennomføringer i brannklassifiserte skillekonstruksjoner. Hovedmålet med oppgaven har vært å kartlegge mulige avvik, feil og mangler for deretter se på årsaker til og betydninger av disse.

Arbeidet har vært en kombinasjon av gjennomgang av lover, forskrifter og montasjeanvisninger og produktgodkjenninger knyttet til temaet, samt deltagelse på tester av gjennomføringer ved Sintef NBL samt uavhengig kontroll av to pågående byggeprosjekter.

Jeg vil takke min veileder Bjarne Paulsen Husted ved HSH for nyttige innspill under arbeidet med oppgaven. Jeg vil også takke min eksterne veileder Geir Drangsholt for meget verdifulle innspill under arbeidet med oppgaven. Spesielt vil jeg takke for at jeg sammen med Geir Drangsholt fikk anledning til å være med på kontroll av to byggeprosjekter. Dette ga meg svært verdifull input i arbeidet med å avdekke typiske avvik som kan oppstå ved utføring av gjennomføringer i brannklassifiserte skillekonstruksjoner.

Sted, dato

Jørgen Johansen Mørkve

Innholdsfortegnelse

Forord.....	i
Innholdsfortegnelse.....	ii
Figurliste	iv
Tabelliste	v
Sammendrag	vi
1 Innledning – hovedoppgavens omfang og innhold.....	1
2 Hva innebærer brannsikring av bygg?	2
2.1 Innledning	2
2.2 Lover og forskrifter.....	4
2.2.1 Byggteknisk forskrift	4
2.2.2 Plan- og bygningsloven.....	5
2.2.3 Brann- og eksplosjonsvernloven.....	5
2.3 Passive brannsikrings tiltak.....	5
2.3.1 Brannvegg.....	6
2.3.2 Brannseksjonerende vegg.....	6
2.3.3 Branncellebegrensende vegger og dekker	6
2.4 Eksempel på samvirke mellom de prosjekterende og de utførende enhetene	7
2.4.1 Bygging av seksjonsvegger i betong.....	7
2.4.2 Bygging av gipsvegg.....	7
2.5 Eksempler fra befaring på byggeplass	8
3 Brannteknisk klassifisering av materialer og bygningsdeler.....	10
3.1 Krav i byggeforskriften.....	10
3.2 Godkjenning av gjennomføringstettinger i skillekonstruksjoner	10
3.3 Materialers egenskaper ved brannpåvirkning	17
4 Planlegging av brannteknisk sikring og prosjektering for bruk på byggeplassen	20
4.1 Planlegging av utsparing til, og installasjon av, gjennomføring	20
4.2 Brannsikkerhetsstrategi (konsept)	21
4.3 Detaljprosjektering	23
5 Gjennomføringer og overganger	24
5.1 Planlegging og prosjektering av utsparinger	24
5.2 Utføring og kontroll av utsparinger og gjennomføring	26

5.3	Korrekt utførelse.....	27
5.3.1	Bruk av brannhemmende-, varmeekspanderende en- komponent fugemasse basert på silikon.....	28
5.3.2	Bruk av brannhemmende, varmeekspanderende grafittfugemasse	29
5.3.3	Bruk av brannhemmende akryl fugemasse:	30
5.3.4	Bruk av GPG, gipsbasert tettemasse.....	30
5.3.5	Bakdytt.....	31
5.3.6	Dokumentasjon på utført tetting	31
6	Avvik, feil og mangler dokumentert på byggeplassen	33
6.1	Bygg 1: Ny videregående skole.....	33
6.1.1	Utsparinger for gjennomføring av ventilasjonskanal	33
6.1.2	Feil bruk av tettemasse.....	34
6.1.3	Eksentrisk plassering av kanaler i utsparing	35
6.1.4	Rør som føres skrått inn i vegg	35
6.1.5	Utilgjengelige utsparinger.....	36
6.1.6	For store utsparinger til rør og kabler	36
6.1.7	Kombinert horisontal og vertikal gjennomføring i brannskillevegg	36
6.1.8	For liten klaring mellom kanalvegger og vegglivet.....	37
6.1.9	Bygging av skillekonstruksjoner etter ventilasjonskanaler er lagt	38
6.1.10	Diverse uregelmessigheter ved gjennomføring av kabler.....	39
6.2	Bygg 2: Et rehabiliteringsprosjekt hvor gammel trebrygge blir omgjort til boligformål.....	40
6.2.1	Utilgjengelige gjennomføringer	40
6.2.2	Gjennomføring av isolerte vannrør.....	41
6.2.3	Elektrikerrør og gjennomføringer bak avløpsrør.....	41
6.2.4	Trange gjennomføringer	41
6.2.5	Bæresøyle gjennom himling	42
6.2.6	Bruk av brannskum.....	42
7	Konklusjon	44
	Referanser.....	46
	VEDLEGG 1 – Godkjent oppgavetekst.....	47

Figurliste

Figur 1:	Dissekering av gjennomføring	8
Figur 2:	Eksempel på standard oppsett for prøving av gjennomføringstettinger	12
Figur 3:	Eksempel på prøvestykker med gjennomføringer klar til test	12
Figur 4:	Kabler montert i en skillekonstruksjon som skal testes horisontalt	13
Figur 5:	Eksempel på type rør og kabler brukt i gjennomføringer	14
Figur 6:	Eksempel på standard tid/temperatur-kurve ved testing av gjennomføringstetting	14
Figur 7:	Oppsett av vertikal prøvingsovn.....	15
Figur 8:	Oppsett av horisontal prøvingsovn	15
Figur 9:	Gjennomføringstesting ved Sintef NBL, eksponert side på vertikal skillekonstruksjon	16
Figur 10:	Gjennomføringstesting ved Sintef NBL. ueksponert side på vertikal skillekonstruksjon	16
Figur 11:	Gjennomføringstesting ved Sintef NBL, eksponert side på horisontal skillekonstruksjon	17
Figur 12:	Tid/temperatur – kurved ved testing av bygningsdelers brannmotstand	18
Figur 13:	Ulike faser fra prosjektering til ferdig bygg.....	21
Figur 14:	Områder som inngår i kontroll av brannteknisk utførelse	22
Figur 15:	Fagområder som påvirkes av brannteknisk prosjektering	22
Figur 16:	Eksempel på utførelse fra det ene eksempelbygget hvor utsparing ikke gir rom for å kunne utføre branntetting på tilfredsstillende måte.....	23
Figur 17:	Eksempel på to store ventilasjonskanaler som er ført gjennom samme utsparing som i tillegg er trang og har en ugunstig utforming.	25
Figur 18:	Eksempel fra eksempelbyggene hvor det er ført installasjoner horisontalt og vertikalt gjennom utsparinger hvor hverken vegg eller tettemasse er testet for dette.....	27
Figur 19:	Riktig bruk av brannhemmende fugemasse basert på silikon	28
Figur 20:	Riktig bruk av brannhemmende og ekspanderende grafittfugemasse	29
Figur 21:	Eksempel fra test av brannhemmende, varmeekspanderende grafittfugemasse	29
Figur 22:	Riktig bruk av brannhemmende akryl fugemasse med bakdytt	30
Figur 23:	Eksempel fra test av akryl fugemasse.....	30
Figur 24:	Riktig branntetting av sterkstrømskabel med GPG, gipsbasert tettemasse....	31
Figur 25:	Test av branntetting av kabelgjennomføring med GPG, gipsbasert tettemasse	31
Figur 26:	Riktig utførelse av bakdytt.....	31
Figur 27:	Eksempel på utført utsparing for gjennomføring av ventilasjonskanal	34
Figur 28:	Eksempel på for tynt lag med tettemasse.....	34
Figur 29:	Eksempel på eksentrisk plassering av kanaler i utsparing	35
Figur 30:	Eksempel på rør som føres skrått inn i vegg	35
Figur 31:	Eksempel på utilgjengelige utsparinger i teknisk rom.....	36
Figur 32:	Eksempel på for store utsparinger til rør og kanaler	36

Figur 33:	Eksempel på kombinerte horisontale og vertikale gjennomføringer	37
Figur 34:	Eksempel på for liten klaring mellom kanalvegger og vegglivet	38
Figur 35:	Eksempler på bygging av skillekonstruksjon etter at ventilasjonskanaler er oppført	39
Figur 36:	Eksempler på uregelmessigheter ved gjennomføring av kabler	40
Figur 37:	Eksempel på utilgjengelige gjennomføringer	40
Figur 38:	Eksempel på gjennomføring av isolerte vannrør	41
Figur 39:	Eksempel på elektrikerrør og gjennomføringer bak avløpsrør	41
Figur 40:	Eksempel på for trange gjennomføringer	42
Figur 41:	Bæresøyle gjennom himling	42
Figur 42:	Eksempel på bruk av brannskum	43

Tabelliste

Tabell 1:	Eksempel på viktige områder med hensyn til brann med utgangspunkt i byggverks tabell fra 321.028	3
Tabell 2:	Ulike brannklasser	4
Tabell 3:	Eksempel på kabel som gjennomføringstettingen skal testes opp mot	13
Tabell 4:	Eksempel på kabel og rør som gjennomføringstettingene blir testet opp mot	14

Sammen drag

Tilfredsstillende brannmotstand i brannklassifiserte skillekonstruksjoner er den viktigste barrieresikringen som skal hindre at en lokal brann utvikler seg til en storulykke. Ved oppføring av nye bygg og ved oppgradering og rehabilitering av eksisterende bygg, skal det dokumenteres at branntekniske tiltak er utført på en tilfredsstillende måte. Dette gjøres ved at det fremlegges datablader, monteringsanvisninger og annen produktdokumentasjon for de respektive tiltakene i byggesaken som underlag for kontroll.

Erfaringer fra uavhengig kontroll på byggeplassen (KUT) viser at det hefter usikkerhet ved hvordan gjennomføringer skal brannsikres. Det finnes i dag et utall produkttyper knyttet til tettemasser samt et stort antall kabeltyper, rørtyper og kanaler som kan benyttes. For disse produktene er det utarbeidet datablader, monteringsanvisninger og annen produktdokumentasjon.

I hovedoppgaven er det foretatt undersøkelser av typiske avvik, feil og mangler ved utførelsen av gjennomføringer i brannklassifiserte skillekonstruksjoner. Hovedmålet med oppgaven har vært å kartlegge mulige avvik, feil og mangler for deretter se på årsaker til, og betydning av disse.

Arbeidet har vært en kombinasjon av gjennomgang av lover, forskrifter og montasjeanvisninger og produktgodkjenninger knyttet til temaet, samt deltagelse på tester av gjennomføringer ved Sintef NBL. I tillegg har det vært utført uavhengig kontroll av to pågående byggeprosjekter. I byggeprosjektene ble det sjekket at det er samsvar mellom den fysiske utførelsen av tiltak og den fremlagte dokumentasjonen.

Bygg 1 omfatter ca. 17.000 m² hvorav ca. 15.000 m² er nybygg. Her ble det utført to kontroller hvor den første ble utført 2013.02.01 og den andre ble utført 2013.02.28. Gjennom de to kontrollene kunne det dokumenteres fra et tidlig stadium hvordan arbeidet med utsparingene ble utført for deretter å observere hvordan utsparingene ble branntettet senere i byggeprosessen.

Bygg 2 var et rehabiliteringsprosjekt. Prosjektet var en totalrehabilitering av en brygge med parkeringsgarasje, kontorlokaler og leiligheter. Som for Bygg 1 ble det gjennomført to kontroller. Den første kontrollen ble utført 2013.02.01 og den andre kontrollen ble utført 2013.04.12.

I tillegg til dette ble det tilbrakt en dag ved SINTEF NBL for å være med på prøving av gjennomføringstetninger.

I byggeprosjektene ble det funnet en rekke avvik, feil og mangler på utføring av gjennomføringer. Basert på resultater fra kontroll kan det i utgangspunktet se ut som om det er feil ved utsparing og mangelfull utførelse av selve branntettingen og brannfugingen av gjennomføringene som er hovedutfordringen. Avvik som er avdekket relaterer seg til en lang rekke forhold:

- For liten utsparinger for gjennomføring av ventilasjonskanal
- Feil bruk av tettemasse
- Eksentrisk plassering av kanaler i utsparing

- Rør som føres skrått inn i vegg
- Utilgjengelige utsparinger
- For store utsparinger til rør og kabler
- Kombinert horisontal og vertikal gjennomføring i brannskillevegg
- For liten klaring mellom kanalvegger og vegglivet
- Bygging av skillekonstruksjoner etter ventilasjonskanaler er lagt
- Diverse uregelmessigheter ved gjennomføring av kabler
- Utilgjengelige gjennomføringer
- Gjennomføring av isolerte vannrør
- Elektrikerrør og gjennomføringer bak avløpsrør
- Trange gjennomføringer
- Bæresøyle gjennom himling
- Bruk av brannskum

Årsaken til at såpass mange avvik er avdekket med hensyn til utførelse av utsparing og gjennomføring av branntetting og fuging, kan imidlertid være flere. En har ikke grunnlag for å si at dette utelukkende skyldes slurv fra de utførende. Gjennom arbeidet med hovedoppgaven er det avdekket at det kan være flere årsaker til ovennevnte avvik. Andre forhold som vil ha betydning for kvaliteten til de brannskillende konstruksjonene med gjennomføringer er:

- Beskrivelse av funksjonskrav og ytelser/ytelsesnivå definert i brannsikkerhetsstrategien som utarbeides for det aktuelle bygget
- Utførelse av detaljprosjektering av gjennomføringer med angivelse av størrelser, dimensjoner og løsninger. Dette krever innspill fra, og samhandling mellom, de enkelte aktørene i byggebransjen
- Valg av løsninger knyttet til bruk av brannhemmende produkter
- Ansvarfordeling med hensyn utførelsen på stedet

Hvilke konsekvenser feil utførte utsparinger og branntettinger av gjennomføringer har i praksis, har vist seg vanskelig å fremskaffe tilstrekkelig data på. I utgangspunktet så vil en gjennomføring som er mangelfullt tett representere en kilde til røykspredning og brannspredning mellom brannceller og brannseksjoner. I sin ytterste konsekvens vil dette kunne resultere i en spredning av brann med økte tap av verdier og mulig tap av liv. I de tilfeller at gjennomføringer ikke klarer de krav som stilles til produktene i form av test i laboratoriet, så viser svikten i gjennomføringstettingene hvor mye brannrøyk og stikkflammer som spres til ueksponert side. Det har ikke vært mulig å fremskaffe dokumentasjon fra virkelige branner, men det er nærliggende å tro at den svikt i integritet som synliggjøres under branntester der produkter ikke klarer godkjenningsskravene viser hva som er konsekvensen av en ikke tilfredsstillende utførelse av gjennomføringene.

1 Innledning – hovedoppgavens omfang og innhold

Tilfredsstillende brannmotstand i brannklassifiserte skillekonstruksjoner er den viktigste barrieresikringen som skal hindre at en lokal brann utvikler seg til en storulykke. Ved oppføring av nye bygg og ved oppgradering og rehabilitering av eksisterende bygg, skal det dokumenteres at branntekniske tiltak er utført på en tilfredsstillende måte. Dette gjøres ved at det fremlegges datablader, monteringsanvisninger og annen produktdokumentasjon for de respektive tiltakene i byggesaken som underlag for kontroll.

Erfaringer fra uavhengig kontroll på byggeplassen (KUT) viser at det hefter usikkerhet ved hvordan gjennomføringer skal brannsikres. Det finnes i dag et utall produkttyper knyttet til tettemasser samt et stort antall kabeltyper, rørtyper og kanaler som kan benyttes. For disse produktene er det utarbeidet datablader, monteringsanvisninger og annen produktdokumentasjon.

I hovedoppgaven er det foretatt undersøkelser av typiske avvik, feil og mangler ved utførelsen av gjennomføringer i brannklassifiserte skillekonstruksjoner. Hovedmålet med oppgaven har vært å kartlegge mulige avvik, feil og mangler for deretter se på årsaker til, og betydning av disse.

Arbeidet har vært en kombinasjon av gjennomgang av lover, forskrifter og montasjeanvisninger og produktgodkjenninger knyttet til temaet, samt deltagelse på tester av gjennomføringer ved Sintef NBL. I tillegg har det vært utført uavhengig kontroll av to pågående byggeprosjekter. I byggeprosjektene ble det sjekket at det er samsvar mellom den fysiske utførelsen av tiltak og den fremlagte dokumentasjonen.

Bygg 1 omfatter ca. 17.000 m² hvorav ca. 15.000 m² er nybygg. Her ble det utført to kontroller hvor den første ble utført 2013.02.01 og den andre ble utført 2013.02.28. Gjennom de to kontrollene kunne det dokumenteres fra et tidlig stadium hvordan arbeidet med utsparingene ble utført for deretter å observere hvordan utsparingene ble branntettet senere i byggeprosessen.

Bygg 2 var et rehabiliteringsprosjekt. Prosjektet var en totalrehabilitering av en brygge med parkeringsgarasje, kontorlokaler og leiligheter. Som for Bygg 1 ble det gjennomført to kontroller. Den første kontrollen ble utført 2013.02.01 og den andre kontrollen ble utført 2013.04.12.

I tillegg til dette ble det tilbrakt en dag ved SINTEF NBL for å være med på prøving av gjennomføringstetninger.

2 Hva innebærer brannsikring av bygg?

2.1 Innledning

Brannsikring av bygg deles primært inn i aktive og passive tiltak.

Aktive brannsikringstiltak består blant annet av brannalarmanlegg, røykdetektor, automatiske sløkkanlegg (sprinkler, vanntåke, gass, etc.) og manuelle sløkkesystem. I tillegg til disse tiltakene finnes det en rekke detaljtekniske tiltak som også har betydning for funksjonaliteten til den aktive brannsikkerheten. Eksempler på slike tiltak er røykluker, lås og beslag og elektrisk systemer (ledesystemer). Dette er type brannverntiltak som er tiltenkt å skulle kunne varsle, slukke, eller/og begrense en brann hvis den skulle oppstå.

Passive brannsikringstiltak omhandler blant annet alt fra brannklassifiserte dører og vinduer, vegger, dekkekonstruksjoner og himlinger, branntetting av alle typer gjennomføringer, samt brannbeskyttelse av stål enten med brannhemmende maling/lakk eller myke og harde plateisolasjoner.

Passive brannsikringstiltak har til oppgave å hindre eller forsinke en oppstått brann i å spre seg videre fra en branncelle til en annen. For eksempel vil en boenhet regnes som en branncelle.

Brannsikkerheten for personer som bor og oppholder seg i en bygning starter med planlegging og prosjektering av byggverket. I tillegg til god planlegging og prosjektering av bygget er det av avgjørende betydning at utførelsen blir gjennomført på en tilfredsstillende måte. Ved nybygg vil med andre ord passive brannsikringstiltak representere en viktig og betydelig del av totalentreprisen.

Når det gjelder etablering av tekniske installasjoner som innebærer gjennomføringer for rør, kanaler og kabler i brannklassifiserte vegger og dekker i eksisterende bygg, vil de samme branntekniske krav som for nybygg gjelde.

Hvor god utførelsen av passive brannsikringstiltak vil være er svært avhengig av samspillet mellom de prosjekterende (brann, elektro, VVS, arkitekt, bygg, etc) og de utførende (håndverkere, montører, etc) aktørene som er involvert i prosjektet. For brannsikkerheten handler dette om livreddende installasjoner (brannalarm, sprinkler, ledesystem, brannbegrensende skillekonstruksjoner, etc). Et sentralt moment vil da være hvorvidt det som prosjekteres er mulig å utføre i praksis og hvorvidt det som bygges blir bygget i henhold til de forutsetninger og antagelser som er gjort under prosjekteringen av bygget.

Det er innsiktsfull prosjektering, riktig teknisk og faglig utførelse, samt holdninger til forebyggende tiltak som er og vil være det som avgjør den totale brannsikkerheten i et bygg.

I tabell 1 er sammenhengen mellom de branntekniske hovedområdene/tiltak, underområdene for de detaljprosjekterende samt hvordan utførelsen av de prosjekterte tiltakene skal dokumenteres gjengitt. Utgangspunktet for tabellen er byggverks tabell fra Byggforsk 321.028 /1/.

Hovedområde/tiltak	Underområder for de prosjekterende:	Utførelsen dokumenteres gjennom
Bæreevne og stabilitet ved brann	Brannmotstand for bærende konstruksjoner prosjekteres av byggt teknisk rådgiver	<ul style="list-style-type: none"> – å påvise at utførelsen stemmer med prosjekteringen (sjekklister) – produktdokumentasjon og monteringsanvisninger – fotografier av konstruksjoner som bygges inn eller skjules – blad i Byggforskserien
Antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk	<ul style="list-style-type: none"> – Materialer, overflater – Oppdeling (seksjonering, brannceller, brannmotstand) – Forhold i rømningsveier (himlinger, kabel- og kanalføringer) 	<ul style="list-style-type: none"> – å påvise at utførelsen stemmer med prosjekteringen (sjekklister) – produktdokumentasjon og monteringsanvisninger – blad i Byggforskserien
Tilrettelegging for slokking av brann	<ul style="list-style-type: none"> – Tilstrekkelig slukkeutstyr (brannslanger og/eller håndslukkeapparater) – Plassering av slukkeutstyr 	<ul style="list-style-type: none"> – å påvise at utførelsen stemmer med prosjekteringen (sjekklister) – funksjonsprøving (brannslanger)
Tiltak for å hindre brannspredning mellom byggverk	<ul style="list-style-type: none"> – Brannskille mellom bygninger (avstand, branncellebegrensende vegger, brannvegger) – Brannspredning via taktekking 	<ul style="list-style-type: none"> – å påvise at utførelsen stemmer med prosjekteringen (sjekklister) – produktdokumentasjon og monteringsanvisninger – blad i Byggforskserien
Rømning av personer	Rømningsveier: <ul style="list-style-type: none"> – Dimensjonering av bredde og lengde – Atkomst og tilgjengelighet – Slagretning på dører og vinduer – Åpningsmekanismer på dører og vinduer 	<ul style="list-style-type: none"> – å påvise at utførelsen stemmer med prosjekteringen (sjekklister) – funksjonskontroll (dørautomatikk, selvluukkere – dokumentert i protokoll) – skilt som angir høyeste personantall
Tiltak for å påvirke rømningstider og lette slokking	<ul style="list-style-type: none"> – Automatisk slukkeanlegg – Automatisk brannalarmanlegg – Automatisk røykventilasjon – Røykventilasjon av trapperom – Overtrykksventilasjon av rømningsveier (trapperom og korridorer) – Ventilasjonsanleggets funksjon og styring under brann – Ledesystem 	<ul style="list-style-type: none"> – å påvise at utførelsen stemmer med prosjekteringen (sjekklister) – funksjonskontroll (dokumentert i protokoll)
Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap	<ul style="list-style-type: none"> – Atkomst til/i byggverket – Atkomst til sentrale brann tekniske installasjoner – Tilgang til slukke vann – Merking av skjulte hulrom/installasjoner 	<ul style="list-style-type: none"> – å påvise at utførelsen stemmer med prosjekteringen (sjekklister)

TABELL 1: EKSEMPEL PÅ VIKTIGE OMRÅDER MED HENSYN TIL BRANN MED UTGANGSPUNKT I BYGGVERKS TABELL FRA 321.028

Et sentralt begrep innen brannsikring er “Brannklasser”. I teknisk forskrift (TEK) /9/ er brannklasser definert som følger:

Ut fra den konsekvens en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø, skal byggverk, eller ulike deler av et byggverk, plasseres i brannklasser etter tabellen nedenfor. Brannklassene skal

legges til grunn for prosjektering og utførelse for å sikre byggverkets bæreevne mv. ved brann.

Brannklasse	Konsekvens
1	Liten
2	Middels
3	Stor
4	Særlig stor

TABELL 2: ULIKE BRANNKLASSER

2.2 Lover og forskrifter

I de etterfølgende kapitlene gjengis hovedinnholdet i de viktigste lover og forskrifter som stiller krav til installasjoners integritet og motstandsevne. Branntetting vil spille en viktig rolle for å opprettholde kravene som blir stilt i de aktuelle lover og forskrifter.

De viktigste lover og forskrifter er:

- Byggteknisk forskrift /2/
- Plan- og bygningsloven /3/
- Brann- og eksplosjonsvernloven /4/

2.2.1 Byggteknisk forskrift

§ 11-7. Brannseksjoner

- (1) Byggverk skal deles opp i brannseksjoner slik at brann innen en brannseksjon ikke gir urimelig store økonomiske eller materielle tap. En brann skal, med påregnelig slokkeinnsats, kunne begrenses til den brannseksjonen der den starter.

§ 11-10. Tekniske installasjoner

- (1) Tekniske installasjoner skal prosjekteres og utføres slik at installasjonen ikke øker faren vesentlig for at brann oppstår eller at brann og røyk sprer seg.
- (2) Installasjoner som er forutsatt å ha en funksjon under brann, skal være slik prosjektert og utført at deres funksjon opprettholdes i nødvendig tid. Dette omfatter også nødvendig tilførsel av vann, strøm eller signaler som er nødvendig for å opprettholde installasjonens funksjon.

Kanaler, kabler og andre installasjoner som føres gjennom branncellebegrensende konstruksjoner, må ikke svekke konstruksjonens brannmotstand. Brannmotstand for installasjoner som føres gjennom brannskillende bygningsdeler må dokumenteres ved prøving eller beregning.

2.2.2 Plan- og bygningsloven

§ 29-5. Tekniske krav

Ethvert tiltak skal prosjekteres og utføres slik at det ferdige tiltaket oppfyller krav til sikkerhet, helse, miljø og energi, og slik at vern av liv og materielle verdier ivaretas.

Bygning med oppholdsrom for mennesker skal prosjekteres og utføres slik at krav til forsvarlig energibruk, planløsning og innemiljø, herunder utsyn, lysforhold, isolasjon, oppvarming, ventilasjon og brannsikring mv., blir oppfylt.

§ 29-6. Tekniske installasjoner og anlegg

Tekniske installasjoner og anlegg skal prosjekteres og utføres slik at de gir de ytelser som er forutsatt og tåler de indre og ytre belastninger som normalt forekommer.

Tekniske installasjoner og anlegg skal oppføres eller installeres, drives og vedlikeholdes slik at krav til forsvarlig helse, sikkerhet og miljø, herunder energiøkonomi, gitt i eller i medhold av loven blir oppfylt. Eieren av anlegget skal sørge for at nødvendig vedlikehold og reparasjon blir foretatt av fagkyndig personell.

2.2.3 Brann- og eksplosjonsvernloven

§ 6. Forebyggende sikringstiltak og vedlikehold

Eier av byggverk, område, transportmiddel, produksjonsutstyr, annen innretning eller produkt plikter å sørge for nødvendige sikringstiltak for å forebygge og begrense brann, eksplosjon eller annen ulykke.

Eier og bruker av byggverk, område, transportmiddel, produksjonsutstyr, annen innretning eller produkt plikter å holde bygningstekniske konstruksjoner, sikkerhetsinnretninger og øvrige sikringstiltak til vern mot brann, eksplosjon eller annen ulykke i forsvarlig stand og påse at disse til enhver tid virker etter sin hensikt.

2.3 Passive brannsikrings tiltak

Skillekonstruksjoner er sårbare for alle former for gjennomføringer. En skillekonstruksjon uten gjennomføringer, vinduer, dører eller utsparinger som har krav til brannmotstand, er som oftest godt dokumentert ved branntester fra offentlig godkjente laboratorier. Det er først når vegger, dekker, himlinger og andre skillekonstruksjoner utstyres med detaljer og teknisk utstyr som krever hulltaking at brannsikkerheten utfordres. Nedenfor er forskjellige typer skillekonstruksjoner presentert for å synliggjøre hvorfor de er brannteknisk sårbare for alle typer gjennomføringer.

Hovedtyper av skillekonstruksjoner er:

- Brannvegg
- Brannseksjonerende vegg
- Branncellebegrensende vegger og dekker

Beskrivelsene er basert på informasjon hentet fra /5/, /6/ og /7/.

2.3.1 Brannvegg

En brannvegg er en stabil vegg med brannmotstand minst REI 120 – M på fundament med minst samme brannmotstand. Ved spesifikk brannenergi over 400 MJ/m²(omhyllingsflate) kreves det høyere brannmotstand slik at veggen bibeholder de egenskaper som kreves av den under en brann. Når avstanden mellom høye byggverk (gesims- og mønehøyde over 9 m) er mindre enn 8 m, skal byggverkene atskilles med en brannvegg. For at en brannvegg skal ha tilfredsstillende mekanisk motstandsevne, må den i praksis utføres i tunge materialer som mur eller betong. Fordi en brannvegg representerer et absolutt skille mellom to bygg, er det meget sjeldent at det er behov for gjennomføringer i slike vegger. Kravet til brannmotstand til en gjennomføring i slike vegger vil være som for vegg. Det er ikke fokusert spesielt på denne veggtypen i denne hovedoppgaven.

2.3.2 Brannseksjonerende vegg

En brannseksjonerende vegg er en stabil vegg med brannmotstand minst REI 90 – M på fundament med minst samme brannmotstand. Ved spesifikk brannbelastning over 400 MJ/m² (omhyllingsflate) kreves det høyere brannmotstand i brannklasse 2 og 3. Større byggverk (dette er arealavhengig) skal deles opp i brannseksjoner, slik at brann innen en brannseksjon ikke gir urimelig store økonomiske eller materielle tap. En brann skal med påregnelig slukkeinnsats kunne begrenses til den brannseksjonen der den startet.

I brannseksjonerende vegger vil det i mange tilfeller være behov for gjennomføringer på tross av at Veiledningen til Teknisk forskrift /9/ fraråder dette. Det kan eksempelvis være behov for fremføring av elektriske kabler (hovedkabel) fra felles hovedtavle/trafo, eller det kan være nødvendig på grunn av en ugunstig plassering av ventilasjonsaggregatene (ventilasjonsrommet). I slike tilfeller er det påkrevet med løsninger som sikrer at veggens integritet og isolasjonsevne brannteknisk opprettholdes. Dette medfører krav til gjennomføringene som må planlegges for at den utførende skal lykkes med å etablere en god løsning. Det er som oftest store kanaldimensjoner og kabeldimensjoner som føres gjennom brannseksjonerende vegger og mangelfull prosjektering/utførelse kan medføre en betydelig reduksjon i sikkerheten.

2.3.3 Branncellebegrensende vegger og dekker

En branncellebegrensende vegg med brannmotstand minst EI 30 omfatter en avgrenset del av en bygning hvor en brann fritt kan utvikle seg uten å spre seg til andre deler av bygningen i løpet av en fastsatt tid. Omkring enkelte spesialrom, som for eksempel teknisk rom, samt i brannklasse 2 og 3 kreves høyere brannmotstand.

Et branncellebegrensende dekke med brannmotstand minst EI 30 omfatter en horisontalt bærende bygningsdel hvor en brann fritt kan utvikle seg uten å spre seg til andre deler av bygningen i løpet av en fastsatt tid. Dette vil gjøre at dekkekonstruksjonen beholder bæreevne og tetthet under brannpåkjenning i den angitte tiden som står til samsvar med byggeforskriftene for det gjeldende bygget. Et branncellebegrensende dekke skal være opplagret på konstruksjoner med samme brannmotstand som dekket.

I branncellebegrensende skillekonstruksjoner (dekker og vegger) vil det alltid finnes gjennomføringer i varierende mengder. I moderne bygg finnes det i dag en rekke tekniske tiltak og installasjoner som krever fremføring av kabler, kanaler og rør. I de senere årene har økningen i svakstrømskabler vært stor på grunn av at mengde digitale systemer som brukes i kontorbygg, hoteller, sykehus, industribygg, etc. øker i takt med bruken av datautstyr. Det har alltid vært krav til hvordan sterkstrømskabler skal plasseres på kabelbruer, føres gjennom skillekonstruksjoner, festes og forankres. Svakstrømskabler (datakabler) derimot har i begrenset grad vært gjenstand for tilsvarende krav. Dette har vist seg å medføre en rekke utfordringer i hvordan kabelgjennomføringer branntettes i branncellebegrensende skillekonstruksjoner. I tillegg til dette så har behovet for en økning i kabelmengder og kanaldimensjoner, i kombinasjon med reduserte himlingshøyder, ført til økte utfordringer for gode utførelser av de brannklassifiserte løsningene (gjennomføringer, tettinger, etc.).

2.4 Eksempel på samvirke mellom de prosjekterende og de utførende enhetene

2.4.1 Bygging av seksjonsvegger i betong

Tegninger i målestokk 1:50 utarbeides av arkitekt, og viser med betongsymbol hvilke vegger og dekker som skal utføres i betong. Rådgiver i bygg dimensjonerer betongveggene og utarbeider armeringstegninger og formtegninger for forskaling, i målestokk 1:50, for betongveggene. Brannvernplan og dimensjoneringsstandarden for betongkonstruksjoner ligger til grunn for dimensjoneringen. Arkitekten får innspill fra rådgiver i VVS og elektro for plassering og dimensjonering av utsparinger til kabler og kanaler. Krav til brannmotstand av betongveggen tilfredsstilles ved en spesiell tykkelse på overdekningen av armeringen. Øvrige dimensjoner på veggen styres av andre krav til veggen som er strengere enn dimensjoneringen som følge av brannmotstandskravet. Det er ikke synliggjort hvem som har ansvaret for å dimensjonere størrelsene til de respektive utsparingene. Elektrorådgiver og VVS-rådgiver angir som regel netto tverrsnittsdimensjon på kabler, kabelbro og kanaler/rør, mens arkitekten er den som tegner inn utsparingenes størrelser. Ved gjennomgang av de to eksempelbyggene som ble vurdert i hovedoppgaven, viste det seg ofte at det ikke var samsvar mellom utsparingens størrelse og fyllingsgraden til kanalene, kablene og rørene. Dette kan skyldes at utsparingen har feil form, eller at de nettomål som er oppgitt burde hatt økte toleransegrenser slik at de utførende får plass til å ferdigstille sine arbeider på en tilfredsstillende måte. Siden seksjoneringsveggen utføres i plasstøpt betong, armert leca, etc. er det som oftest vanskelig om ikke umulig å endre på utsparingene etter at konstruksjonen er utstøpt.

Entreprenøren burde tatt en gjennomgang med byggrådgiver i prosjektet før bygging av betongveggene støpes ut, for i størst mulig grad å kartlegge hvor utfordringene med gjennomføringer er. Dette ville åpnet for en mulig standardisering av byggingen slik at en unngår mange type utforminger knyttet til gjennomføringene og utførelsene av disse.

2.4.2 Bygging av gipsvegg.

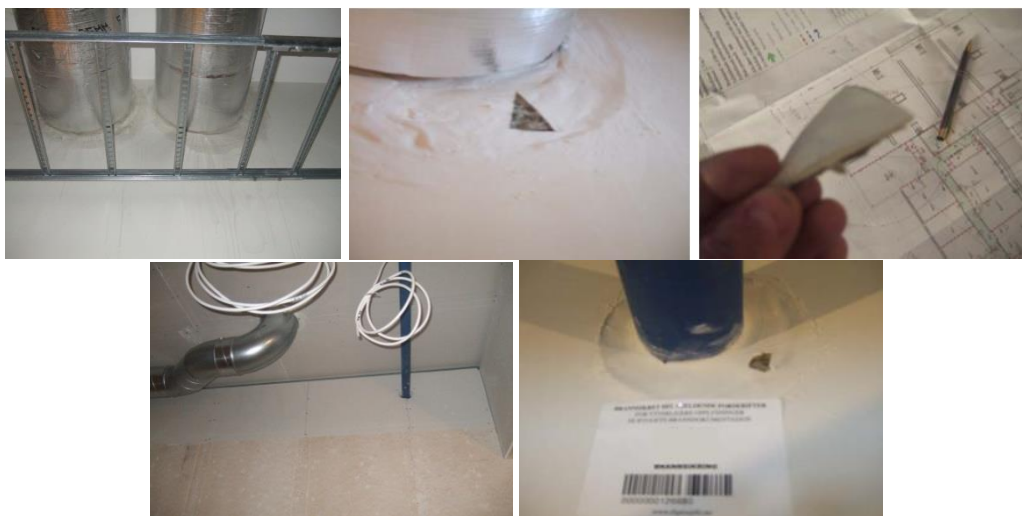
Arkitekten utarbeider tegninger i målestokk 1:50 og viser med gipssymbol hvilke vegger som skal utføres som gipsplatevegg. I tillegg har arkitekten angitt et nummer og tykkelse

på vegg. Nummeret angir en veggutførelse beskrevet fra gipsprodusentens håndbok. Arkitekten får innspill fra rådgiver i VVS og elektro for plassering og dimensjonering av utsparinger til kabler og kanaler. Det er ikke synliggjort hvem som har ansvaret for å dimensjonere størrelsene til de respektive utsparingene. Elektrorådgiver og VVS-rådgiver angir som regel netto tverrsnittdimensjon på kabler, kabelbro og kanaler/rør, mens arkitekten er den som tegner inn utsparingenes størrelser. Det viser seg ofte at det ikke er samsvar mellom utsparingens størrelse og fyllingsgraden til kanalene, kablene og rørene. Dette skyldes at utsparingen har feil form, eller at de nettomål som er oppgitt burde hatt økte toleransegrenser slik at de utførende får plass til å ferdigstille sine arbeider på en tilfredsstillende måte. Det er mulig å utvide en utsparing i en bindingsverksvegg med gipskledning forutsatt at det er plass til det. Dette er likevel en endring som ingen ønsker da den krever tilleggsarbeider og kan medføre forsinkelser i tillegg til økte kostnader.

Entreprenøren burde tatt en gjennomgang med alle de tekniske rådgiverne (elektro, VVS) i prosjektet før bygging av gipsveggene starter, for i størst mulig grad å kartlegge hvor utfordringene med gjennomføringer er. Dette ville åpnet for en mulig standardisering av byggingen slik at en unngår mange type utforminger knyttet til gjennomføringene og utførelsene av disse. Etter en slik gjennomgang bør det formidles til fagarbeidere hvordan gipsveggene skal bygges og fuges. Dette ville sikret at veggene bygges før kanaler og kabelbruer fremføres. Det oppgis ikke av arkitekt hvilken fugemasse som skal benyttes for å tette overgang vegg/tak etc. Det er opp til totalentreprenøren å finne fugemasse som tilfredsstillende kravet til brannmotstand.

2.5 Eksempler fra befaring på byggeplass

Under arbeidet med hovedoppgaven er det foretatt befaringer på bygg under oppføring for å se hvordan gjennomføringer blir behandlet av de utførende. Under befaringene er det blant annet sett på gjennomføringstettinger i branncellebegrensende vegger og dekker i et stort skolebygg og i et leilighetsbygg med forretningslokaler. Nedenfor er det vist eksempler på gjennomføringer som viser utgangspunktet før tetting samt hvordan dette er utført ved tetting. I noen av tilfellene er det foretatt en dissekering av gjennomføringen for å se hvorvidt montasjeanvisningen er fulgt.



FIGUR 1: DISSEKERING AV GJENNOMFØRING

Her ser vi ved to tilfeller at tettemassen er lagt utenpå mineralull, tilsynelatende korrekt utført, men tettemassen er lagt med et alt for tynt lag, rundt 2 mm. Her skal det legges mellom 10 og 25 mm. Årsaken til at det kun er lagt et 2 mm tykt lag med tettemasse er uklar. Dette kan enten skyldes manglende kunnskap og forståelse om riktig utførelse, eller et ønske om redusere materialkostnadene.

3 Brannteknisk klassifisering av materialer og bygningsdeler

3.1 Krav i byggeforskriften

Ifølge Teknisk forskrift /9/ skal alle byggverk ha en planløsning og en utførelse som gir et tilfredsstillende sikkerhetsnivå ved brann for personer som oppholder seg i eller på byggverket. De materielle verdiene samt de miljø- og samfunnsmessige forholdene skal også være tilfredsstillende sikret.

Veiledningen utdyper dette med at det må godkjennes at bygget har tilfredsstillende utførelse når det gjelder:

- bæreevne og stabilitet
- antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk
- tilrettelegging for sløkking av brann
- brannspredning mellom byggverk
- sikkerhet ved rømning
- tilgjengelighet for rednings- og sløkkemannskap

Disse kravene til sikkerhet ved brann må oppfylles og dokumenteres.

Dette kan gjøres på to måter:

- Ved at byggverket utføres i samsvar med preaksepterte løsninger, f.eks. konstruksjoner som ved brannprøving er dokumentert å tilfredsstillende brannmotstand/ytelsesnivå gitt i veiledningen.
- Ved analyse og/eller beregninger som dokumenterer at sikkerheten mot brann er tilfredsstillende

3.2 Godkjenning av gjennomføringstettinger i skillekonstruksjoner

Dokumentasjon av brannmotstand til gjennomføringer er basert på brannteknisk prøving i laboratorier. Kanaler, kabler og andre installasjoner som føres gjennom branncellebegrensende konstruksjoner, må ikke svekke konstruksjonens brannmotstand. Brannmotstand for installasjoner som føres gjennom brannskillende bygningsdeler må dokumenteres ved prøving eller beregning. Dette betyr at produkter skal være testet og dokumentert for den aktuelle bruk. I dette inngår både type og dimensjon på installasjonene i utsparingene samt hva slags konstruksjon installasjonen skal branntettes i.

Produktdokumentasjonen skal komme fra et anerkjent sertifiseringsorgan. I Norge er det SINTEF, Norges Branntekniske Laboratorium som utsteder den norske produktdokumentasjonen.

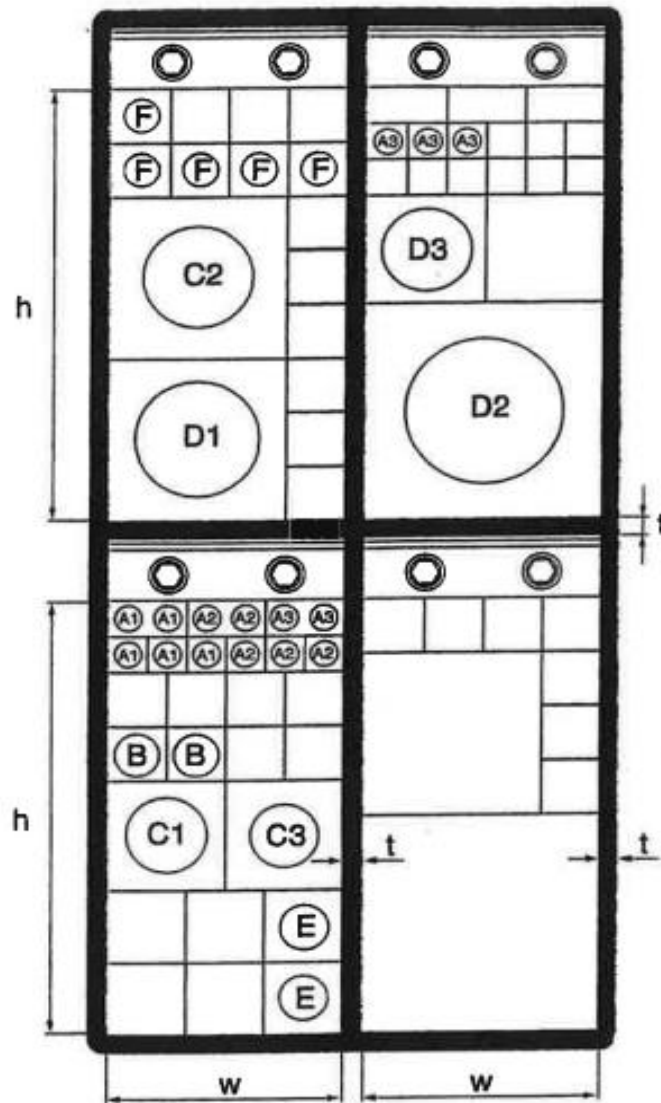
Testingen utføres ved at det blir bygd opp prøvestykker av vegg og/eller dekke som blir satt inn i henholdsvis vertikale og horisontale prøvingsovner. Prøvestykkene av vegg og dekke blir bygget opp etter hvordan konstruksjonen vil bygges på byggeplass. I disse konstruksjonene blir det installert et utvalg av gjennomføringer med tettemasser som ønskes testet for godkjenning til bruk og salg i markedet. Tettemassen vil for eksempel bli testet rundt kabler, kabler i trekkør, støpejern, rør og kanaler.

Oppbygningen av gjennomføringstettingen blir gjort i henhold til produktdokumentasjonen som produsenten for produktet har utarbeidet, og i henhold til Norsk Standard: NS-EN 1366-3, Prøving av brannmotstanden til tekniske installasjoner. Del 3: Gjennomføringstettinger. /8/

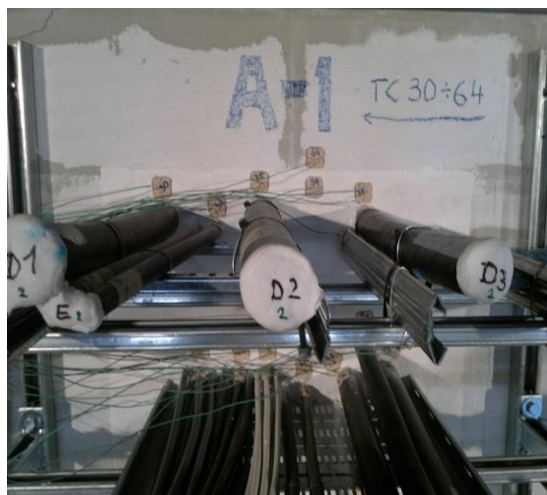
For å få produktgodkjenning må en rekke krav være tilfredsstillt til prøvestykket som bygges opp med hensyn til å kunne bære en definert last, prøvestykkets integritet og isolasjonsevne, samt evne til å kunne opprettholde mekanisk motstand:

- Lastbærende konstruksjon (R). I forbindelse med prøvestykkets lastbærende konstruksjon (R) skal det kunne bære en definert last gjennom hele testen hvor prøvestykket er eksponert for brann. Det stilles også krav til omfanget på deformasjonen til prøvestykket etter test.
- Prøvestykkets integritet (E). Sprekker eller åpninger som kan føre til at varme gasser antennes på prøvestykkets ueksponerte side. Det skal heller ikke få stikkflammer som varer lengre enn 10 sekunder på den ueksponerte siden av elementet. Under testen blir bomull plassert nært de evt. varme gassene for å teste om antenning forekommer. Dersom bomullen antenner er gassene for varme.
- Prøvestykkets temperaturstigning, isolasjon (I). Temperaturstigningen på den ueksponerte siden av elementet skal gjennomsnittlig ikke overgå 140 grader celsius, og den maksimale temperaturøkningen kan ikke overstige mer enn 180 grader celsius.
- For å opprettholde krav til mekanisk motstand (M) skal prøvestykket stå imot et sammenstøt fra en 200 kg tung vekt, med en fallhøyde på 1,5 meter, uten at de forskjellige kriteriene til R, E og I blir brutt. Produktet som testes skal lukke en eventuell åpning automatisk, selvlukking (C) og sørge for at det er begrenset med kald eller middels varm røyk, røyktetthet (S)

Eksempel på er standard oppsett for prøving av gjennomføringstettinger. NS-EN 1366-3 /8/



FIGUR 2: EKSEMPEL PÅ STANDARD OPPSETT FOR PRØVING AV GJENNOMFØRINGSTETTINGER



FIGUR 3: EKSEMPEL PÅ PRØVESTYKKER MED GJENNOMFØRINGER KLAR TIL TEST



FIGUR 4: KABLER MONTERT I EN SKILLEKONSTRUKSJON SOM SKAL TESTES HORIZONTALT

I tabell 2 hentet fra NS-EN 1366-3 er det vist hvordan en kabelgjennomføring skal bygges opp for test. Tabellen angir kabeltyper der plasseringen er vist i Figur 2.

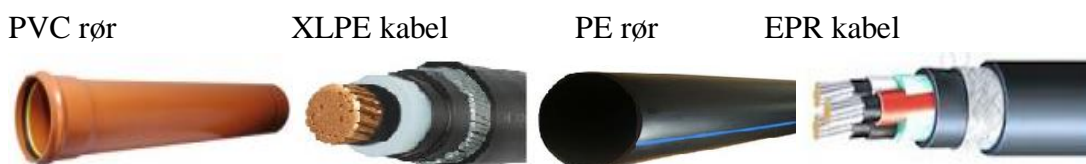
Kabel	Kabeltype	Gruppe	Antall kabler	Dimensjoner
A1	Small sheathed*	1	10	5 mm x 1,5 mm ²
A2	Small sheathed	1	10	5 mm x 1,5 mm ²
A3	Small sheathed	1	10	5 mm x 1,5 mm ²
B	Small sheathed	1	2	1 mm x 95 mm ²
C1	Medium sheathed	2	1	4 mm x 95 mm ²
C2	Medium sheathed	2	1	4 mm x 95 mm ²
C3	Medium sheathed	2	1	4 mm x 95 mm ²
D1	Large sheathed	3	1	4 mm x 185 mm ²
D2	Large sheathed	3	1	4 mm x 185 mm ²
D3	Large sheathed	3	1	4 mm x 185 mm ²
E	Medium sheathed	2	2	1 mm x 185 mm ²
F	Cable bundle, IT cable	4	1	20 mm x 2 mm x 0,6 mm
G1	Non-sheathed	5	1	1 mm x 95 mm ²
G2	Non-sheathed	5	1	1 mm x 185 mm ²

* Sheathed – Omsluttet.

TABELL 3: EKSEMPEL PÅ KABEL SOM GJENOMFØRINGSTETTINGEN SKAL TESTES OPP MOT

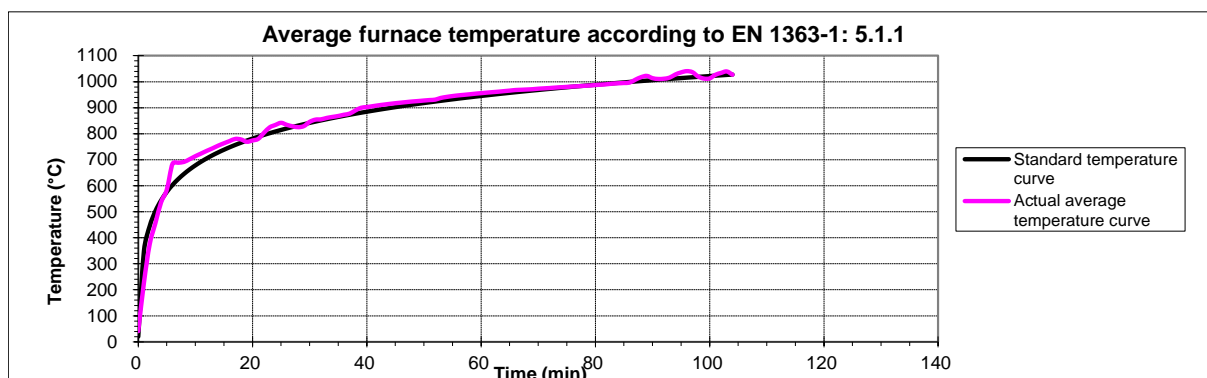
Rør/kabel	Materiale	
A1- Rør	PVC	Polyvinylklorid
A2- Kabel	EPR/PO	Etylene propylen gummi/polyolefin
A3- Kabel	XLPE/EVA	Tverrbundet polyethelene
B- Rør	PVC	Polyvinylklorid
C1- Rør	PVC	Polyvinylklorid
C2- Kabel	EPR/PO	Etylene propylen gummi/polyolefin
C3- Kabel	XLPE/EV	Tverrbundet polyethelene
D1- Rør	PVC	Polyvinylklorid
D2- Kabel	EPR/PO	Etylene propylen gummi/polyolefin
D3- Kabel	XLPE/EVA	Tverrbundet polyethelene
E- Rør	PVC	Polyvinylklorid
F- Rør	PE	Polyeten
G1- Rør	PVC	Polyvinylklorid
G2- Rør	PVC	Polyvinylklorid

TABELL 4: EKSEMPEL PÅ KABEL OG RØR SOM GJENNOMFØRINGSTETTINGENE BLIR TESTET OPP MOT



FIGUR 5: EKSEMPEL PÅ TYPE RØR OG KABLER BRUKT I GJENNOMFØRINGER

Gjennomføringstettingens brannmotstand gir uttrykk for hvor lang tid tettingene kan opprettholde sin vesentlige funksjon, når den prøves i prøvingsovnen, hvor temperaturen styres i henhold til standard tid/temperatur-kurve /10/. Figuren under viser eksempler på en standard tid/temperatur kurve.

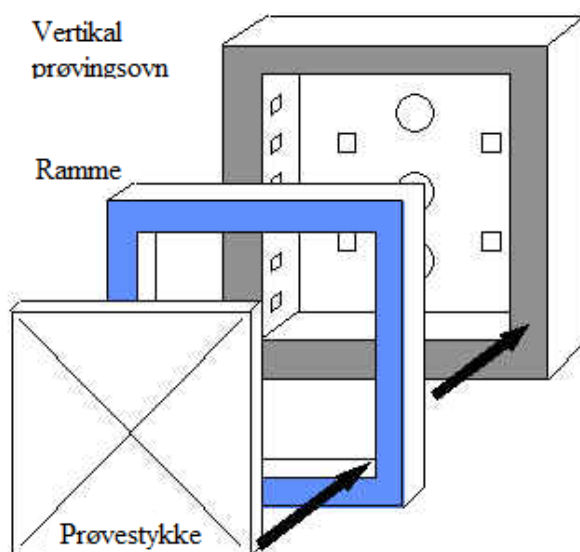


FIGUR 6: EKSEMPEL PÅ STANDARD TID/TEMPERATUR-KURVE VED TESTING AV GJENNOMFØRINGSTETTING

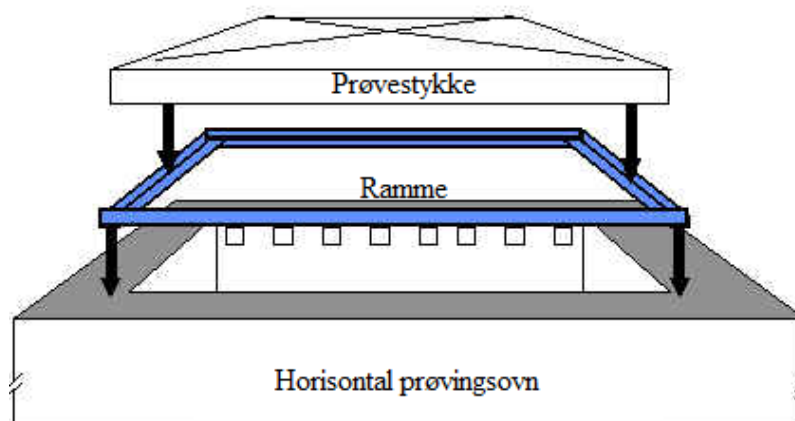
Tetteprodukter blir testet både i vertikal og horisontal prøvingsovn da det kan utgjøre en forskjell på varmestrømningen gjennom tettingssystemene. Bygningsdelen som skal testes er montert inn i en prøvingsramme. Rammen med prøvestykket monteres på prøvingsovnen. Prøvingsovnen varmes så opp i samsvar med standard tid- temperatur kurve.

Gjennom hele testen måles temperaturen på eksponert og ueksponert side av bygningsdelen. Under hele testen gjennomføres også observasjon av prøvestykket for å se om den oppfyller integritetskravene.

Testens varighet er avhengig av hvilken brannklasse som man ønsker å oppnå.



FIGUR 7: OPPSETT AV VERTIKAL PRØVINGSOVN



FIGUR 8: OPPSETT AV HORISONTAL PRØVINGSOVN

Som en del av arbeidet med hovedoppgaven ble det tilbrakt en dag ved Sintef NBL for å delta på test av gjennomføringstetninger. Bildene under viser eksempler på resultat av disse testene.

Vertikal skillekonstruksjon:

Ved test av vertikal skillekonstruksjon kunne man se at varmestrømmen ble konsentrert i overkant av kanalene på eksponert side.



FIGUR 9: GJENOMFØRINGSTESTING VED SINTEF NBL, EKSPONERT SIDE PÅ VERTIKAL SKILLEKONSTRUKSJON

Fra ueksponert side kan man se at tettemassen har ekspandert og tettet rundt materialene som tettemassen ble testet mot. Selv om materialet smelter på grunn av varmen materialet blir utsatt for, holder tettemassen veggen intakt.



FIGUR 10: GJENOMFØRINGSTESTING VED SINTEF NBL, UEKSPONERT SIDE PÅ VERTIKAL SKILLEKONSTRUKSJON

Horisontal skillekonstruksjon:

Ved testing på horisontal skillekonstruksjon vil varmen fordeles utover hele tverrsnittet av røret eller kanalen og få en jevnere oppvarming i forhold til installasjoner i vertikale skillekonstruksjoner.



FIGUR 11: GJENNOMFØRINGSTESTING VED SINTEF NBL, EKSPONERT SIDE PÅ HORIZONTAL SKILLEKONSTRUKSJON

I henhold til Sintef sine prøvingskriterier for klassifisering skal det på den ueksponerte siden av elementet ikke forekomme stikkflammer som varer lengre enn 10 sekunder, og det skal heller ikke være varme gasser som kan antenne et stykke bomull.

Temperaturstigningen på den ueksponerte siden av elementet skal gjennomsnittlig ikke være mer enn 140 grader celsius, og en temperatur på mer enn 180 grader celsius skal ikke forekomme.

3.3 Materialers egenskaper ved brannpåvirkning

For å kunne skille mellom de enkelte produktene innflytelse på er brannforløp, er det nødvendig å vite hvor raskt og i hvilken grad materialet bidrar i en brann, og i hvor stor grad røyk produseres fra det spesifikke materialet. For å fastsette kravene til overflater som benyttes på vegger og tak brukes klasse A1 til klasse F, med underklasser s1, s2 og s3 for røykproduksjon og d0, d1 og d2 for brennende dråper. Klassifiseringen skal i første rekke anvendes for byggevarer. De aller fleste glassullprodukter innenfor byggsegmentet er klassifisert i brannklasse A1 (ubrennbar, ingen overtenning).

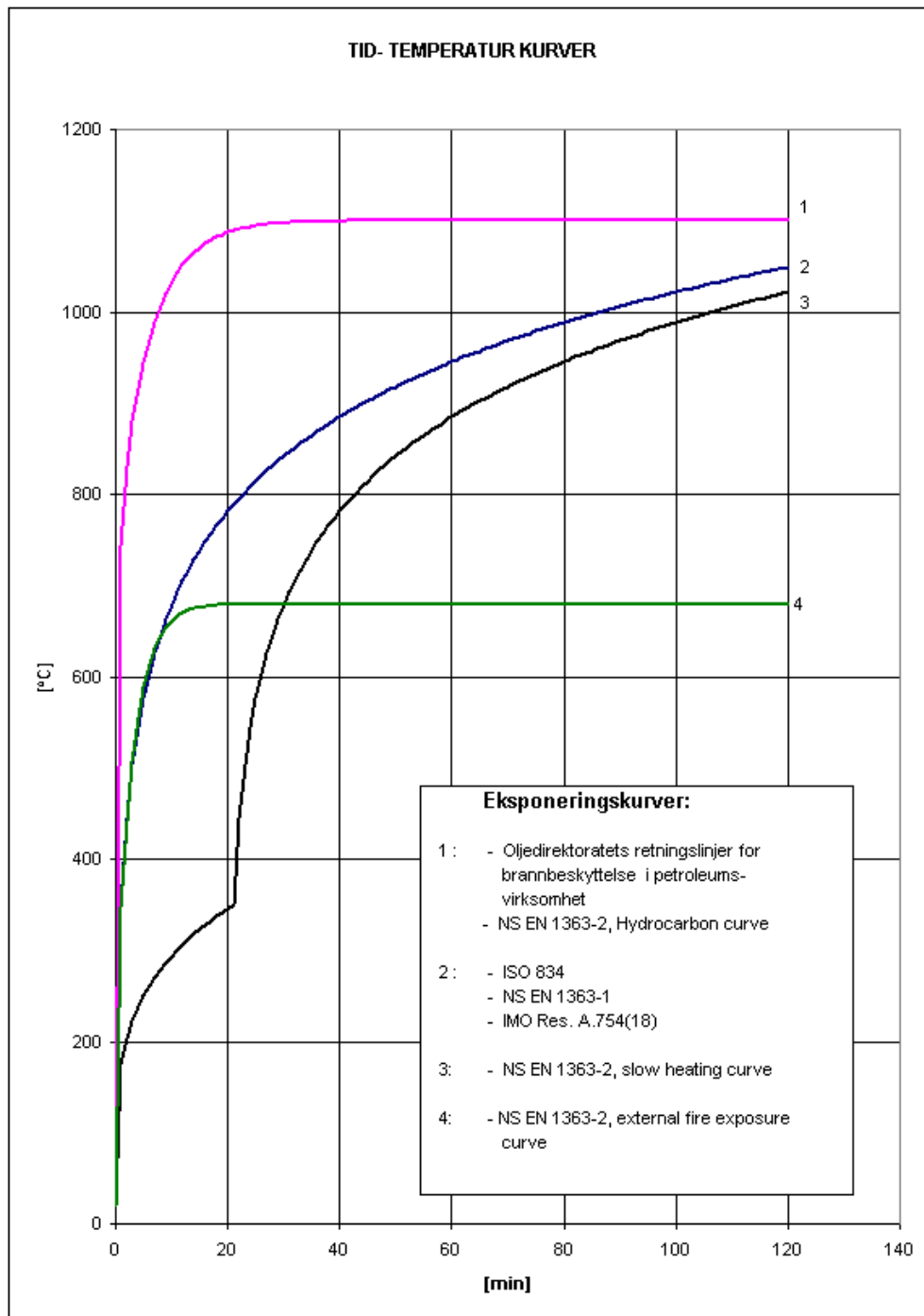
Eksempel: Mur, betong, stål = A1-s1,d0. Treverk = D-s2,d0

Branntekniske egenskaper til materialer, produkter og konstruksjoner dokumenteres ved prøving etter Norsk Standard eller retningslinjer for europeisk teknisk godkjenning.

Det er to kategorier branntekniske egenskaper som er vesentlig i prosjekteringen:

- Bygningsdelers brannmotstand
- Materialers egenskaper ved brannpåvirkning. Dette gjelder også for tettemasser.

Bygningsdelers brannmotstand gir uttrykk for hvor lang tid bygningsdelen og gjennomføringstettingene kan opprettholde sine vesentlige funksjoner, når den prøves i en ovn hvor temperaturen styres i henhold til standard tid/temperatur-kurve gjengitt i figuren under.



FIGUR 12: TID/TEMPERATUR – KURVEVED TESTING AV BYGNINGSELEERS BRANNMOTSTAND

Fire basiskriterier karakteriserer brannmotstanden til en bygningsdel. Symbolene ved klassifiseringer /11/:

- R for bæreevne, og angir at konstruksjonen er bærende.
- E for integritet, det vil si bygningsdelens evne til å motstå brannpåkjenning på en av sidene, uten at brannen smitter igjennom som følge av gjennomtrenging av flammer og/eller varme gasser
- I for isolasjon, det vil si evnen til å motstå brannpåkjenning på en av sidene, uten at temperaturstigningen på ikke-eksponert side blir så høy at brannen overføres til baksiden som følge av varmeledning

- M for mekanisk motstandsevne, det vil si evne til å tåle påkjenning ved sammenstøtning av bygningsdeler (aktuelt for brannvegger og seksjoneringsvegger)

Tiden angis i minutter og disse er 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180 og 240. Alle verdiene blir imidlertid ikke nyttet innenfor klassifiseringen av de ulike bygningsdeler.

Brannmotstanden kan dermed uttrykkes ved funksjonene (forkortet med bokstavbetegnelse) og tid, som for eksempel EI 60. Dette gjelder også for tettemasser fordi kravet til gjennomføringene skal være den samme som for skillekonstruksjonene som sådan.

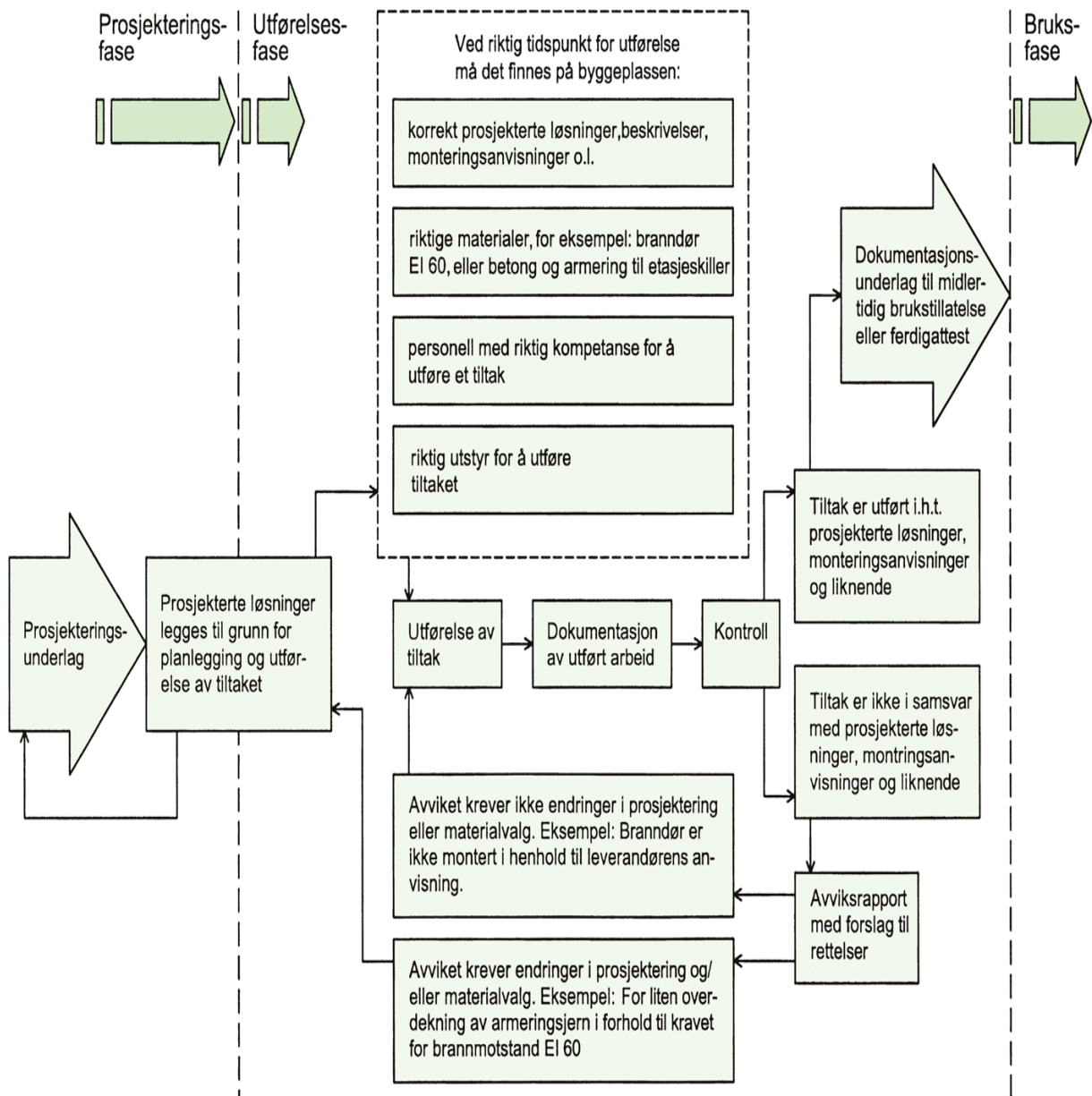
4 Planlegging av brannteknisk sikring og prosjektering for bruk på byggeplassen

4.1 Planlegging av utsparing til, og installasjon av, gjennomføring

Det er viktig at utsparingene som blir tatt i brannskillende konstruksjoner er riktig dimensjonert i forhold til gjennomføringens størrelse. I lover og forskrifter (ref. kap. 2.2) stilles det overordnede krav til gjennomføringene. Et sentralt punkt her er at gjennomføringene ikke skal øke faren vesentlig for at brann og røyk sprer seg. Gjennomføringen skal heller ikke svekke konstruksjonens brannmotstand.

Gjennomføringene må være tilpasset både antallet og dimensjonen på de installasjonene som skal føres gjennom de vertikale og/eller de horisontale skillekonstruksjonene. Størrelse på utsparingene skal følge montasjeanvisningen for det aktuelle tetteproduktet som skal benyttes til tetting. Dersom ikke annet er angitt i monteringsanvisningen, skal avstanden mellom ytterkant rør/kanal og utsparing være minimum 30 mm ved tetting med støpbare masser. Ved tetting med brannfugemasser skal gjennomføringen (rør, kanal eller kabel) ha minst 10 mm klaring til utsparingen slik at tetteproduktet som benyttes skal kunne fungere som tiltenkt. Maksimal tillatt fugebredde mellom kanalen/røret og utsparingen i brannskillet står angitt i dokumentasjonen for branntettemassen. Dersom flere installasjoner skal gjennom samme utsparing, er det viktig at det er tilstrekkelig rom rundt disse for å kunne oppnå en fullverdig tetting. Rør og kanaler må monteres i senter av utsparingen. Utsparinger i bindingsverksvegger og i hull-dekker skal i hovedsak tettes fra begge sider.

Figuren under viser flytskjema fra prosjektering til ferdig bygg /1/.



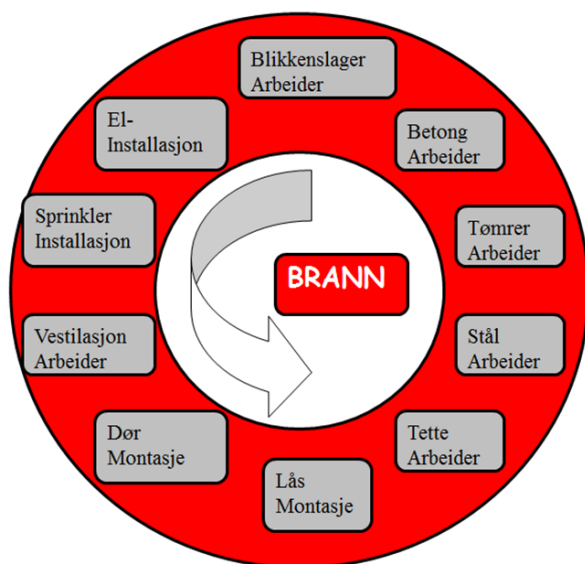
FIGUR 13: ULIKE FASER FRA PROSJEKTERING TIL FERDIG BYGG

4.2 Brannsikkerhetsstrategi (konsept)

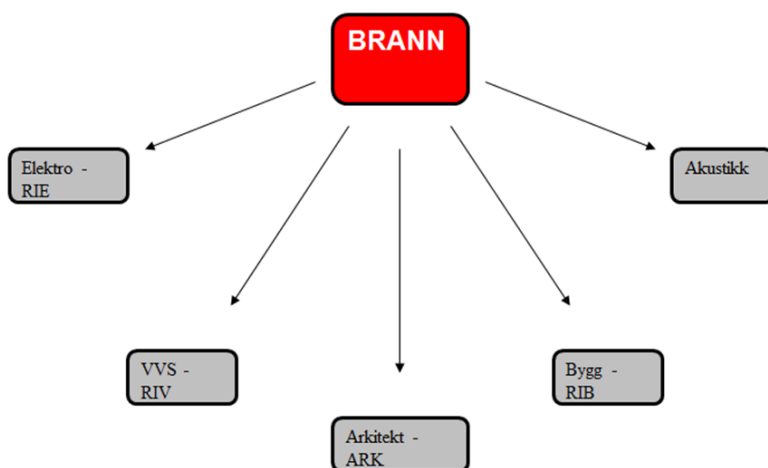
I oppstartfasen av den branntekniske prosjekteringen begynner en med å lage en overordnet strategi for utformingen av brannsikringstiltakene. Dette beskriver hva som behøves for at bygget skal kunne tilfredsstille ytelseskravene slik at bygget skal kunne tas i bruk som tiltenkt.

Brannsikkerhetsstrategien dokumenteres i en rapport og skal utarbeides av det foretaket som er ansvarlig for å utforme et helhetlig konsept for sikkerhet ved brann. Rapporten skal inneholde tegninger og en beskrivelse av den branntekniske hovedutformingen av bygningen. I tillegg skal det verifiseres at byggets hovedutforming tilfredsstiller funksjonskravene som er definert i teknisk forskrift /9/.

Omfanget av brannsikkerhetsstrategien må tilpasses hvert enkelt byggeprosjekt og vil i hovedsak være avhengig av hvilken risikoklasse bygget har, dvs. hvor komplekst og risikoutsatt byggverket er.



FIGUR 14: OMRÅDER SOM INNGÅR I KONTROLL AV BRANNTÉKNISK UTFØRELSE



FIGUR 15: FAGOMRÅDER SOM PÅVIRKES AV BRANNTÉKNISK PROSJEKTERING

4.3 Detaljprosjektering

Ved detaljprosjektering må den prosjekterende utarbeide en lett tilgjengelig og oversiktlig dokumentasjon som viser at ytelsesnivået og ytelseskravene blir overholdt i henhold til kravene som ble vedtatt i brannsikkerhetsstrategien. Sammen med brannsikkerhetsstrategien skal detaljprosjekteringen vise at de løsningene som er utarbeidet tilfredsstillende funksjonskrav som blir stilt i TEK /9/.

Dokumentasjon av prosjekteringen skal bestå av tegninger og eventuelle henvisninger til håndbøker og lignende. Sertifikater, godkjenninger og beregninger må også legges fram sammen med beskrivelser av prosjekteringen slik at det gir et godt grunnlag for det arbeidet som skal utføres på byggeplass.

Ved detaljprosjektering og kontroll av branntekniske forhold må det legges særlig vekt på bygningsdeler og detaljer som erfaringsmessig er kritiske. Gjennomføringer i brannskillende konstruksjoner er et område som står sentralt her.

På byggeplasser skal det foreligge dokumenter fra detaljprosjektering med arbeidstegninger. Utsparingstegninger skal være en del av tegningsunderlaget. Disse tegningene forteller hvor store utsparingene skal være samt hvor de skal plasseres. Basert på kontroll av eksempelbyggene, er det noe usikkerhet til hvorvidt beskrivelsene av utsparingene (tegninger) fra arkitekt tar hensyn til kravene fra brannprosjekteringen. Et resultat av dette kan være at det er stor forskjell på utsparingene som blir tatt rundt på de forskjellige byggene. Noen ganger er utsparingene for trange der eksempelvis rør nærmest må tvinges gjennom utsparingene (se figur under), mens i andre tilfeller er utsparingene kraftig overdimensjonert i forhold til installasjonen som skal gjennom utsparingene.

Følgende forhold bør være beskrevet i detaljprosjekteringen:

- Klaring mellom kanal og vegg/liv
- Plassering, spesielt med hensyn til høyde over golv og avstand til andre bygningsdeler/gjennomføringer
- Maksimalt antall kanaler/rør eller kabler per gjennomføring
- Kanal-, rør- og kabeldimensjoner
- Krav til brannmotstand
- Krav til brannisolering av kanaler/rør



FIGUR 16: EKSEMPEL PÅ UTFØRELSE FRA DET ENE EKSEMPELBYGGET HVOR UTSPARING IKKE GIR ROM FOR Å KUNNE UTFØRE BRANNTETTING PÅ TILFREDSSTILLENDEN MÅTE

5 Gjennomføringer og overganger

Den mest brannsikre delen av en bygning består av hele, massive og ubrutte elementer i vegger og etasjeskiller. Alle sprekker, skjøter, hull og sammenføyninger representerer potensielle svakheter ved brann og her stilles det derfor særskilte krav til materialbruk og tettesystemer. Passiv brannsikring går ut på å hindre spredning og gjennomslipp av flammer, røyk og branngasser. Det vil med andre ord si at brannsikkerheten i en bygning ikke kun er avhengig av de enkelte konstruksjoners brannmotstand, eller brannmotstanden for selve veggen eller etasjeskillet. Det mest avgjørende under et brannforløp er at konstruksjonen er fri for svakheter på detaljnivå. Selv om brannskillet er oppført i henhold til teknisk forskrift (uavhengig om det er EI 30 eller REIM 120), hjelper dette lite dersom det forekommer svakheter i og rundt gjennomføringer og overganger som ikke klarer å stoppe brannen tilsvarende lenge. Erfaringer fra tester viser at gjennomføringer og overganger mellom hver enkelt konstruksjon ofte er det svakeste ledd med tanke på å hindre spredning av brann.

Hensikten med å fuge/tette i svakere deler av konstruksjonen er å etablere robuste forseglinger som ekspanderer og tetter når kabler, rør og kanaler smelter og bryter sammen på grunn av varmeutviklingen fra en brann. Sentrale områder er fugging og tetting rundt gjennomføringer for kabler, rør og kanaler; rundt vinduer og dører, samt bevegesfuger i veggkonstruksjoner /13/.

Ved installasjoner som medfører inngrep i brannklassifiserte bygningsdeler og konstruksjoner som skillevegger og dekker mellom boenheter (brannceller), er det viktig at håndverkeren eller montøren som står for installasjonen, har tilgang til produkter som er riktige og forskriftsmessige, samt gode instruksjoner på hva, hvor og hvordan det kreves utbedring i forhold til passiv brannsikring.

Slik vil byggets brannsikkerhet være intakt også etter inngrepene.

5.1 Planlegging og prosjektering av utsparinger

Hvert enkelt fagområde som står for sin egen detaljprosjektering, står også ansvarlig for at deres prosjektering står i samsvar med brannsikkerhetsstrategien som er utformet av brannteknisk rådgiver. I mindre og enklere prosjekt kan brannteknisk rådgiver og detaljprosjekterende være samme foretak for ett eller flere fagområder.

Følgende fagområder vil komme i inngrep med gjennomføringer:

Bygg:

- Søylor og bjelker som må føres gjennom brannskillende konstruksjoner

Arkitekt:

- detaljutforming av bredder, avstander, høyder, etc.
- materialvalg i kledning og overflater som skal hulltakes
- brannmotstand for brannskillende bygningsdeler, vegger, himlinger og dekker

VVS:

- gjennomføringer knyttet til ventilasjonsanlegget (brannmotstand for rør og kanaler i tilknytning til gjennomføringer)
- gjennomføringer knyttet til brannventilasjon (spjeld, vifter, ventiler, etc.)
- gjennomføringer knytte til automatisk sløkkeanlegg (sprinkleranlegg)

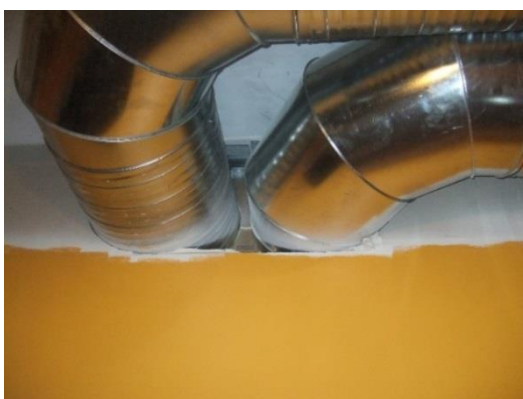
Elektro:

- kabelgjennomføringer knyttet til brannalarmanlegg
- kabelgjennomføringer knyttet til ledelys/nøddlys
- kabelgjennomføringer knyttet til automasjonsanlegg generelt

I detaljprosjekteringen er det viktig at det er klart hvem som har ansvaret for å koordinere de enkelte fagområdenes grensesnitt med hensyn til blant annet kabelmengder, kabeldimensjoner, rør-mengde, rør-dimensjoner og størrelsen på de respektive utsparingene i vegger og dekker. Dette gjelder spesielt for grenseområder mellom fagområdene elektro og VVS.

For gjennomføringer i brannskillende bygningsdeler er det ofte flere aktører som har behov for å ta hull på brannskillende konstruksjoner for å montere sine tekniske installasjoner. Dette kan være kabler til brannalarmanlegg, kabler til IT-systemer, sterkstrømskabler, kanaler, sprinklerør, etc. Arkitekten er den som utarbeider plantegninger, fasadetegninger og snitt der utsparingene er oppgitt med dimensjoner. Tegningene er basert på input fra de detaljprosjekterende i de ulike fagområdene.

I eksempelbyggene som er vurdert i denne hovedoppgaven viste det seg at elektro og VVS i stor grad oppgir netto tverrsnittsareal av den mengde kabler og rør/kanaler som skal føres gjennom de brannskillende skillekonstruksjonene. Feilen som da ofte begås er at elektrorådgiver og VVS-rådgiver ikke detaljtegner sine utsparinger med de nødvendige bruttomål samt riktig utforming for å sikre nødvendig rom for branntetting i henhold til montasjeanvisningene til de enkelte tetteproduktene. Når så arkitekten velger å benytte de nettomål som han har fått oppgitt samt benytter en mer eller mindre vilkårlig utforming av utsparingene, blir det ofte for trangt når de tekniske installasjonene skal føres frem som vist på bildet under.



FIGUR 17: EKSEMPEL PÅ TO STORE VENTILASJONSKANALER SOM ER FØRT GJENNOM SAMME UTSPARING SOM I TILLEGG ER TRANG OG HAR EN UGUNSTIG UTFORMING.

Dette illustrerer hvor viktig det er at den ansvarlige for kritiske og viktige detaljer som dette må ha tilstrekkelig kompetanse til å påta seg prosjekteringen.

En utsparing i en brannskillende konstruksjon må gjenspeile hvilke tekniske installasjoner som skal føres frem. Sirkulære kanaler krever sirkulære utsparinger med den nødvendige klaringen mellom kanalgoods og veggliv som montasjeanvisningen for tettemassen beskriver. Noen tetteprodukter har en fleksibilitet som tillater varierende utforming av utsparingen, noe som gjør at sirkulære kanaler kan føres gjennom kvadratiske utsparinger. Dette er materialavhengig og det krever at den som planlegger og detaljprosjekterer dette har foretatt valg av tettemasser på forhånd. Ofte er dette imidlertid ikke tilfelle i praksis. Valg av tettmasse foretas ofte av entreprenører på et tidspunkt lenge etter at detaljprosjekteringen er avsluttet.

Støpbare tettemasser kan imidlertid anvendes i murte konstruksjoner der utsparingen har forskjellig form i forhold til de tekniske installasjonene (rør og kanaler).

I bindingsverkskonstruksjoner med gipskledning på hver side ser man at det benyttes andre metoder (improviserte gipsplatetilpasninger) sammen med tette- og fugemasser som gjør at som kan medføre at veggens brannegenskaper reduseres.

5.2 Utføring og kontroll av utsparinger og gjennomføring

Det er varierende hvem som står for å ta utsparingen til alle tekniske installasjonene som skal føres gjennom skillekonstruksjonene. Store utsparinger til ventilasjonskanaler som ø-400 og oppover samt sjakter vil bli laget i henhold til anvisning fra hovedentreprenør når veggene er under produksjon. Mindre utsparinger står de forskjellige aktørene for selv, enten det gjøres avtale med entreprenør om plassering og størrelse slik at entreprenør tar utsparingen, eller at aktørene selv gjør dette etter behov.

Erfaringer fra oppfølging av eksempelbyggene i hovedoppgaven viser at det er i denne fasen hvor en har størst sannsynlighet for at det oppstår avvik, feil og mangler ved utførelsen. Inntrykket er at avgjørelser om utsparinger ofte tas uten at den utførende kjenner til valgt strategi for bygget og at arbeidet ofte er ukoordinert mellom de ulike hovedfagområdene.

I murte konstruksjoner er det som oftest murer/betongarbeider som etablerer/lager utsparingen. I bindingsverkskonstruksjoner er det tømmer/snekker som har ansvaret for å etablere utsparingene. Det er rørleggeren som fører frem vannrør (avløpsrør og tilførsel) og blikkenslageren som fører frem ventilasjonskanalene. Elektrikeren fører frem kabelbru og el-installasjoner. I enkelte tilfeller er det hvert enkelt fagområde som branntetter egne installasjoner, mens i andre tilfeller er det underentreprenører som foretar all branntetting.

Basert på funn fra oppfølging av eksempelbyggene føres det i en rekke tilfeller frem kabler, rør og kanaler i samme utsparing uten at det er vurdert hvorvidt det finnes tettemasser som er egnet for formålet.



FIGUR 18: EKSEMPEL FRA EKSEMPELBYGGENE HVOR DET ER FØRT INSTALLASJONER HORISONTALT OG VERTIKALT GJENNOM UTSPARINGER HVOR HVERKEN VEGG ELLER TETTEMASSE ER TESTET FOR DETTE.

Et annet viktig forhold knyttet til etableringen av utsparinger og gjennomføringer er rekkefølgen i utførelsessammenheng. I noen tilfeller etableres alle skillekonstruksjonene før de tekniske fremføringene monteres. Da etableres utsparingene etter at skillekonstruksjonene er ført opp. Dette sikrer at det er mulig å ta et riktig utsparingsmål med riktig form i forhold til de installasjoner som skal føres frem.

I andre tilfeller monteres alle tekniske installasjoner før skillekonstruksjonene (veggene) bygges. I eksempelbyggene så en flere tilfeller av dette. Dette fører til veggelementene må bygges opp rundt kanalgodset, noe som gir store forskjeller i utsparingens form i forhold til kanaler, rør og kabler. Dette resulterer ofte i avvik knyttet til tetting av gjennomføringene fordi toleransegrensene til tetteproduktene overstiges.

Basert på funn fra eksempelbygg kan det virke som at aktørene som står for de forskjellige gjennomføringene ofte mangler kompetanse og kunnskap om nødvendigheten av å kunne lage en utsparing som passer montasjeanvisningene til tetteproduktene som skal brukes.

Da det i de fleste tilfeller ikke er noen spesifikk kontroll av om forholdet mellom utsparinger av gjennomføringene og at elementene som skal føres gjennom er proporsjonert i forhold til hverandre, blir dette ansvaret enten lagt på de forskjellige aktørene eller på hovedentreprenører i de tilfeller hvor de er ansvarlige for å utføre dette.

5.3 Korrekt utførelse

Hovedsakelig finnes det fire hovedgrupper av produkter som er testet og funnet egnet for branntetting av gjennomføringer. Det er støpbare masser, myke tettinger, fugemasser og ekspanderende materialer samt modulbaserte løsninger. I tillegg finnes det også godkjente tilleggs løsninger som kan benyttes til blant annet å tilfredsstillere kravet om ettermontering av for eksempel kabel, midlertidig tetting, tettinger rundt bevegelige installasjoner, tetting og ekspansjonsfuger. Det finnes dokumenterte løsninger innen de fleste utfordringer for branntetting av gjennomføringer og fuger.

I det etterfølgende vil noen av de vanligste fuge- og tettemassene som brukes i forbindelse med gjennomføringstettinger på byggeplass og riktig bruk av disse bli beskrevet. Beskrivelsene er basert på blant annet følgende dokumentasjon /12/ og /9/.

5.3.1 Bruk av brannhemmende-, varmeekspanderende en- komponent fugemasse basert på silikon

Dette er en fugemasse med gode branntekniske egenskaper for branntetting av fuger og gjennomføringstettinger av stålrør i murte/støpte konstruksjoner eller gipsplatekonstruksjoner.

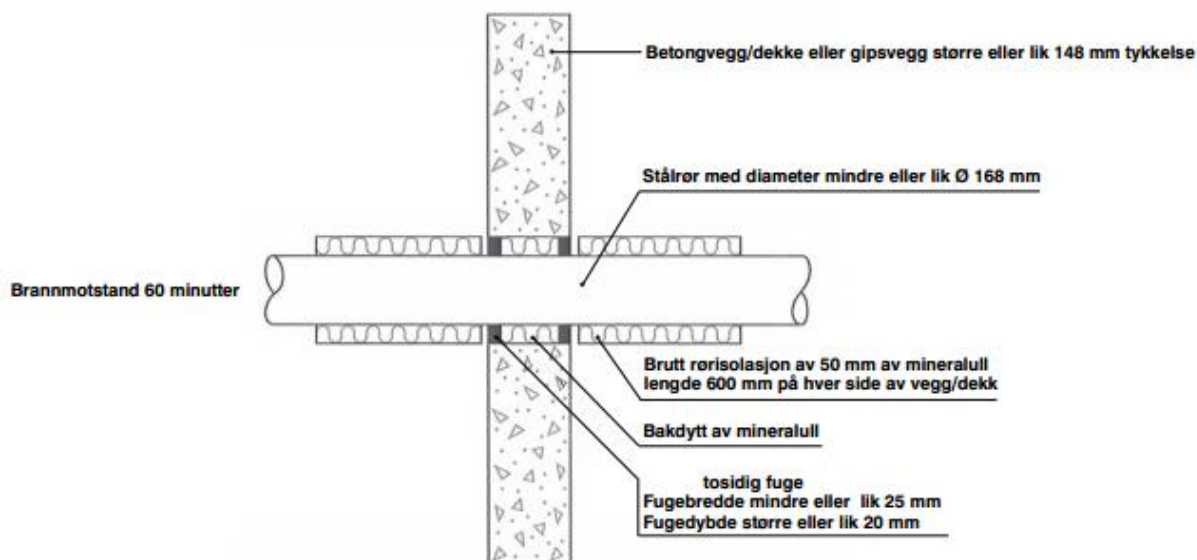
Bruksområde:

- Branntetting av fuger og spalter i vegger og dekker av murte/støpte eller gipsplatekonstruksjoner
- Branntetting av gjennomføringer av isolerte stålrør i vegger og dekker av murte/støpte eller gipsplatekonstruksjoner
- Branntetting av gjennomføringer rundt stålrør med brutt eller gjennomgående rørisolasjon

Ved branntetting av fuger og spalter kan fugen utføres med bakdytt av keramisk fiber, mineralull, PE- list eller uten bakdytt.

Eksempel på bruk:

STÅLRØR



FIGUR 19: RIKTIG BRUK AV BRANNHEMMEDE FUGEMASSE BASERT PÅ SILIKON

5.3.2 Bruk av brannhemmende, varmekspanderende grafittfugemasse

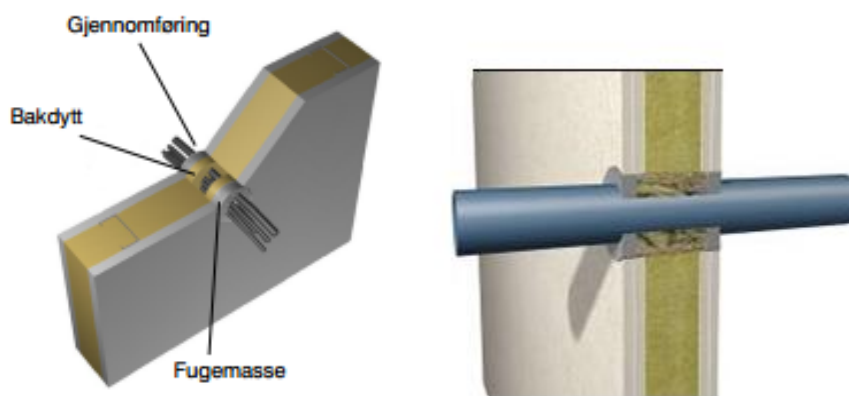
Denne fugemassen reagerer på varme og ekspanderer ved 150 °C. Denne typen fugemasse ekspanderer mer enn 13 ganger sitt opprinnelige volum etter 30 min ved 550 °C med 5 bar trykk. Fugemassen vil da tette brennbare gjennomføringer og hulrom i løpet av få minutter.

Bruksområde:

- Benyttes i hovedsak som brannsikker gjennomføringstetting i murte/støpte eller gipsplatekonstruksjoner sammen med bakdytt av mineralull/ steinull.
- Tetting av enkeltstående plastrør av PVC, PE
- Enkeltstående eller større bunter med El-trekkerør
- Enkeltstående eller større bunter med kabel
- Enkeltstående metallrør isolert med brennbar isolasjon eller brannklassifisert mineralullsisolasjon samt mindre metallrør i bunt.

Eksempel på bruk:

Tykkelse på fugemassen varierer fra 10mm - 25mm med en bredde på mellom 10mm – 100mmavhengig av materialet det tettes mot.



FIGUR 20: RIKTIG BRUK AV BRANNHEMMEDE OG EKSPANDERENDE GRAFITTFUGEMASSE

Produktet før og etter brann:

Figuren under viser produktet før og etter brann. Her har tettemassen ekspandert og tettet rommet hvor installasjonen har smeltet bort.



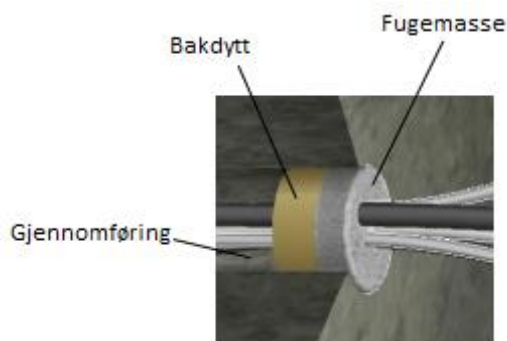
FIGUR 21: EKSEMPEL FRA TEST AV BRANNHEMMEDE, VARMEEKSPANDERENDE GRAFITTFUGEMASSE

5.3.3 Bruk av brannhemmende akryl fugemasse:

Denne akrylbaserte fugemassen benyttes som en brannsikker fugemasse til tetting av større fuger og spalter. Fugemassen tetter gjennomføringer av enkelte kabeltyper i bunt, samt tetting av isolerte stålrør og isolasjonskanaler i både støpte/murte konstruksjoner og gipsplatekonstruksjoner.

Eksempel på bruk:

Fugemassen legges med en tykkelse på 20 mm mellom utsparing og installasjon, og med en bredde på mellom 15 mm.



FIGUR 22: RIKTIG BRUK AV BRANNHEMMENDE AKRYL FUGEMASSE MED BAKDYTT

Produktet før og etter brann:

Her har akryl fugemassen isolert og tatt bort varmeledningsevnen til installasjonen, samt ekspandert og tettet for å lukke eventuelle kilder for røyk og gass gjennomtrengning.



FIGUR 23: EKSEMPEL FRA TEST AV AKRYL FUGEMASSE

5.3.4 Bruk av GPG, gipsbasert tettemasse

Denne gipsbaserte branntettemassen har god mekanisk styrke og gode lydreduserende egenskaper. Massen har en god varmeledningsevne, noe som gjør at den isolerer mot varmepåvirkning. Den har en volumøkning ved herding, som gir godt feste inn mot alle bygningsmaterialer.

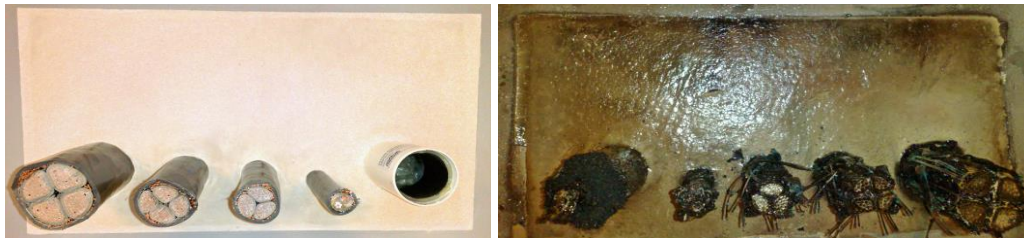
Massen benyttes til branntetting av kabel-, rør- og ventilasjonsgjennomføringer samt tomme utsparinger i vegger og dekker av murte/støpte eller gipsplatekonstruksjoner med brannmotstand inntil EI 240. Bakdytt brukes som isolasjon bak/imellom tettemassen.



FIGUR 24: RIKTIG BRANNTETTING AV STERKSTRØMSKABEL MED GPG, GIPSBASERT TETTEMASSE

Produktet før og etter brann:

GPG massen isolerer installasjonene i brannskillet, slik at varmen sprer seg ut i tettemassen for å unngå varmeledning gjennom brannskillet og dermed hindre antennelse på ueksponert side.



FIGUR 25: TEST AV BRANNTETTING AV KABELGJENNOMFØRING MED GPG, GIPSBASERT TETTEMASSE

5.3.5 Bakdytt

Bakdytt brukes for å sikre korrekt dybdeforhold i fugen, og for å redusere krymping av fugen under herding. Bakdytt er mineralull som er blant det mest benyttede isolasjonsproduktet for gjennomføringstettinger. Mineralull er ubrennbart og absorberer hverken fukt eller lukt. Dette gjør bakdytten til en nødvendig kjerne i gjennomføringstettingen.



FIGUR 26: RIKTIG UTFØRELSE AV BAKDYTT

5.3.6 Dokumentasjon på utført tetting

All utført tetting må dokumenteres. Dette utføres enten av hovedentreprenøren eller av en underentreprenør som er engasjert for å gjennomføre branntettingen. Utført branntetting skal dokumenteres og rapporteres.

Følgende forhold inngår i dokumentasjon av utført tetting:

- Det stilles krav til sikkerhetsdatablad som viser komponenter som inngår i gjennomføringstettingen. Produkter som er benyttet ved gjennomføringstetting må ha tilgjengelig monteringsanvisning og produktdokumentasjon.
- Branntettinger bør være varig merket med brannmotstand, type produkt, dato og signatur.
- Det stilles krav til sporbarhet av branntetting, dette gjøres med en arbeidsrapport som forteller hva som er utført og hvor.
- Det kan også stilles krav om merking på branntegninger.
- Det må utarbeides et egenkontrollskjema
- Det må utarbeides liste over avvik og endringer

6 Avvik, feil og mangler dokumentert på byggeplassen

I forbindelse med arbeidet med hovedoppgaven ble det gjennomført uavhengige kontroller av den branntekniske utførelsen i to pågående byggesaker. Ved kontroll ble det sjekket om det var samsvar mellom de faktiske utførelsene av tiltakene og dokumentasjon på hvordan tiltakene skal være gjennomført i henhold til monteringsanvisninger.

Byggesakene som ble kontrollert var:

- et stort nybygg, en ny videregående skole
- et rehabiliteringsprosjekt hvor en gammel bryggeeiendom blir omgjort til boligformål og kontorlokale

Det ble i løpet av arbeidet med hovedoppgaven gjennomført to kontroller på hvert bygg. I det etterfølgende er de viktigste funnene fra disse kontrollene gjengitt.

6.1 Bygg 1: Ny videregående skole

I de etterfølgende kapitlene er de viktigste funnene fra kontroll av den branntekniske utførelsen av et nybygg gjengitt. Prosjektet omfatter ca. 17.000 m² hvorav ca. 15.000 m² er nybygg. Her ble det utført to kontroller hvor den første ble utført 2013.02.01 og den andre ble utført 2013.02.28. Gjennom de to kontrollene kunne det dokumenteres fra et tidlig stadium hvordan arbeidet med utsparingene ble utført for deretter å observere hvordan utsparingene ble branntettet senere i byggeprosessen.

I byggesaken ble det funnet avvik på en rekke punkter. Avvikene relaterer seg til følgende forhold:

- For liten utsparinger for gjennomføring av ventilasjonskanal
- Feil bruk av tettemasse
- Eksentrisk plassering av kanaler i utsparing
- Rør som føres skrått inn i vegg
- Utilgjengelige utsparinger
- For store utsparinger til rør og kabler
- Kombinert horisontal og vertikal gjennomføring i brannskillevegg
- For liten klaring mellom kanalvegger og vegglivet
- Bygging av skillekonstruksjoner etter ventilasjonskanaler er lagt
- Diverse uregelmessigheter ved gjennomføring av kabler

6.1.1 Utsparinger for gjennomføring av ventilasjonskanal

Svært mange av utsparingene for gjennomføring av kanaler og rør er gitt for liten klaring mellom kanalgoods/rørgods og veggkledning til at det er tilrettelagt for en tilfredsstillende utførelse med hensyn på branntetting. Figuren under viser et eksempel på dette. Ved denne gjennomføringen har en manglende tilgang for branntetting. I tillegg er det alt for trangt i både høyre og venstre kant av utsparing. En har også laget kvadratisk utsparing til sirkulære rør. Dette vil mest sannsynlig føre til en gjennomføringstetting som ikke oppfyller kravene som produktet ble testet for.



FIGUR 27: EKSEMPEL PÅ UTFØRT UTSPARING FOR GJENNOMFØRING AV VENTILASJONSKANAL

6.1.2 Feil bruk av tettemasse

Bildene under viser to tilfeller av at tettemassen er lagt utenpå mineralull. Ved første øyekast kan dette se ut som det er korrekt utført. Ved kontroll viser det seg imidlertid at tettemassen er lagt med et for tynt lag. Tykkelsen i dette tilfellet var ca. 2 mm. I følge montasjeanvisningene skal tettemassen legges med en tykkelse mellom 10 og 25 mm. Årsaken til at det kun er lagt et 2 mm tykt lag med tettemasse er uklar. Dette kan enten skyldes manglende kunnskap og forståelse om riktig utførelse, eller et ønske om redusere materialkostnadene.



FIGUR 28: EKSEMPEL PÅ FOR TYNT LAG MED TETTEMASSE

6.1.3 Eksentrisk plassering av kanaler i utsparing

Bildene under viser eksempler på eksentrisk plassering av kanaler i utsparing. Siden kanalene ikke er plassert i senter av utsparingen, vil en ikke få et jevnt lag med fugemasse eller mineralull rundt kanalene i utsparingen. På enkelte punkt vil da tykkelsen være for liten mens på andre punkt vil tykkelsen kunne bli for stor. Som et resultat av dette vil kanalen vil derfor sannsynligvis ikke isoleres av brannhemmende fugemasse eller mineralull i den grad det er påkrevd.



FIGUR 29: EKSEMPEL PÅ EKSENTRISK PLASSERING AV KANALER I UTSPARING

6.1.4 Rør som føres skrått inn i vegg

I byggesaken fant en eksempler på soilrør som føres skrått inn i vegg. Dette er ikke en godkjent løsning hverken fra montasjeanvisning eller når produktene blir testet for produktgodkjenning. Under testing vil slike installasjoner stå horisontalt rett på det vertikale elementet.



FIGUR 30: EKSEMPEL PÅ RØR SOM FØRES SKRÅTT INN I VEGG

6.1.5 Utilgjengelige utsparinger

Bildet under viser utsparinger som ikke er tatt i bruk på teknisk rom. I dette tilfellet stemte sannsynligvis ikke detaljprosjekteringen overens med tiltenkt løsning på byggeplass og utsparingene har blitt tatt før det ble enighet om endelig løsning.



FIGUR 31: EKSEMPEL PÅ UTILGJENGELIGE UTSPARINGER I TEKNISK ROM

6.1.6 For store utsparinger til rør og kabler

Det ble funnet flere eksempler på at utsparingene til kanaler og rør var i overkant store. Utsparingen skaper utfordringer med tanke på fyllingsgraden opp mot det horisontale dekket da kablene ligger inntil dekket. Røret er eksentrisk plassert og må sentreres for å få en tilfredsstillende gjennomføringstetting.



FIGUR 32: EKSEMPEL PÅ FOR STORE UTSPARINGER TIL RØR OG KANALER

6.1.7 Kombinert horisontal og vertikal gjennomføring i brannskillevegg

Bildet under viser et eksempel på kombinert horisontal og vertikal gjennomføring i brannskillevegg. I dette tilfellet har en valgt å føre trekkerør vertikalt i veggen der disse krysser utsparingen for horisontal fremføring av kabler på en kabelbro. Med en slik dobbeltføring vil gjennomføringen bli svekket. Det ble heller ikke fremlagt dokumentasjon som viser hvordan en slik utsparing skal branntettes for å tilfredsstill

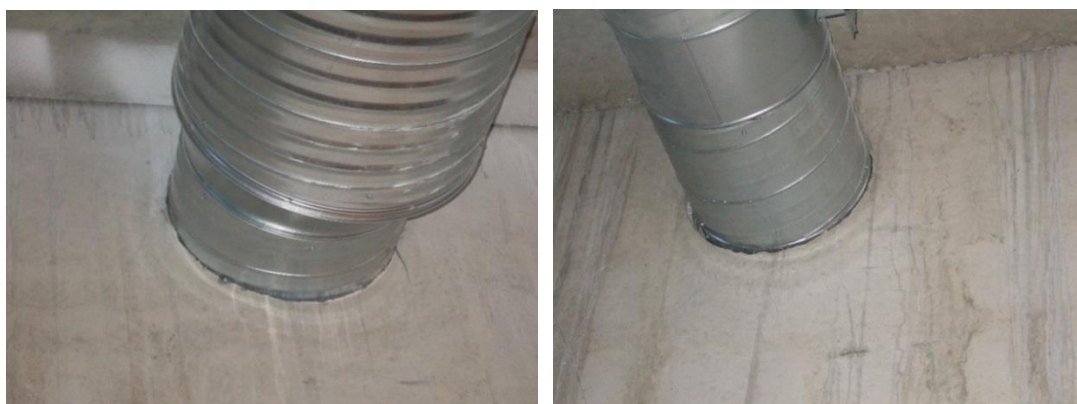
kravet til skillekonstruksjonen. En slik løsning er en svekkelse av veggens isolasjonsevne og integritet og effekten av løsningen må dokumenteres gjennom testing i brannteknisk laboratorium.

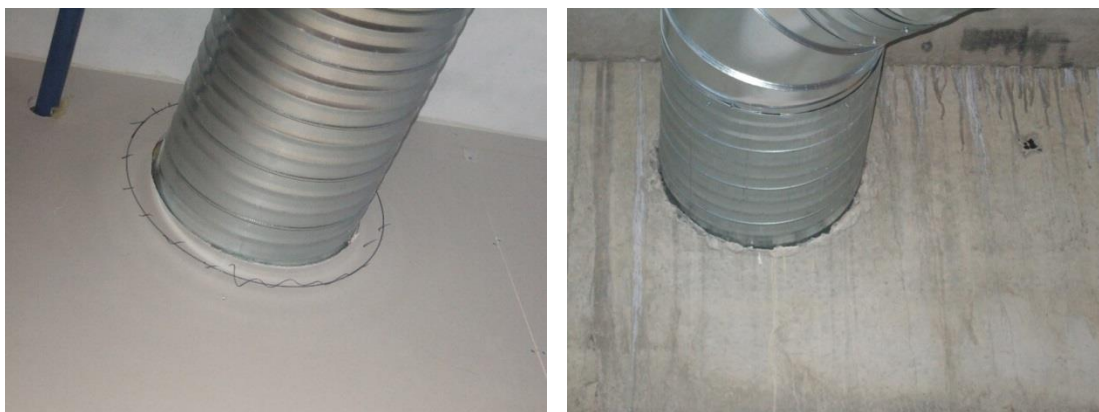


FIGUR 33: EKSEMPEL PÅ KOMBINERTE HORISONTALE OG VERTIKALE GJENNOMFØRINGER

6.1.8 For liten klaring mellom kanalvegger og vegglivet

I byggesaken ble det funnet en rekke tilfeller hvor installasjonsgjennomføringene som er prosjektert og utført i det aktuelle bygget har for liten klaring mellom kanalveggen og vegglivet. Bildene under viser eksempler på slike utsparringer. Med for liten klaring vil forskriftsmessig branntetting ikke kunne la seg utføre i henhold til montasjeanvisningen. I det ene tilfellet illustrert under hvor en har en installasjonsgjennomføring i en gipsvegg er det synliggjort at utsparringen må utvides. I de andre tilfellene hvor kanalene er ført gjennom betongvegger er dette imidlertid vanskelig gjennomførbart i praksis.





FIGUR 34: EKSEMPEL PÅ FOR LITEN KLARING MELLOM KANALVEGGER OG VEGGLIVET

6.1.9 Bygging av skillekonstruksjoner etter ventilasjonskanaler er lagt

I byggesaken var det mange tilfeller hvor skillekonstruksjoner bygges etter at ventilasjonskanaler er lagt. Bildene under viser eksempler på vegger som er bygget etter at ventilasjonskanalene er oppført. I slike tilfeller vil en ikke få en utsparring men en oppgave med å bygge opp skillekonstruksjonen rundt kanalgodset. Dette skal i utgangspunktet ikke skape store utfordringer i skillekonstruksjoner oppført i betong. Ved oppføring av skillekonstruksjoner i gips vil dette imidlertid kunne skape svakheter i konstruksjonen. Svakheteene vil i hovedsak kunne ligge i at en i enkelte tilfeller benytter en løsning hvor gjennomføringen tettes ved bruk av stykker av gipsplater hvor sammenføyningen er tettet ved hjelp av fuging i stedet for å benytte gipsbasert tettemasse i utsparringene.

Problemstillingen vil unngås om hulltaking blir foretatt på en hel vegg. Slike løsninger er ikke testet i forbindelse med produktgodkjenning. Fra kapitlet om branntesting av (kap. 3.2 “Godkjenning av gjennomføringstettinger i skillekonstruksjoner”) ser man fra branntesting utført ved SINTEF NBL (Figur 9) at eksponert side på vertikal skillekonstruksjon får en konsentrert varmestrøm i overkant av gjennomføringstettingen. Løsningen som bildene under illustrerer vil da få problemer med å holde isolasjonsevne og integritet. Godheten av løsninger som de som er valgt under må derfor dokumenteres ved hjelp av testing dersom de skal benyttes.





FIGUR 35: EKSEMPLER PÅ BYGGING AV SKILLEKONSTRUKSJON ETTER AT VENTILASJONSKANALER ER OPPFØRT

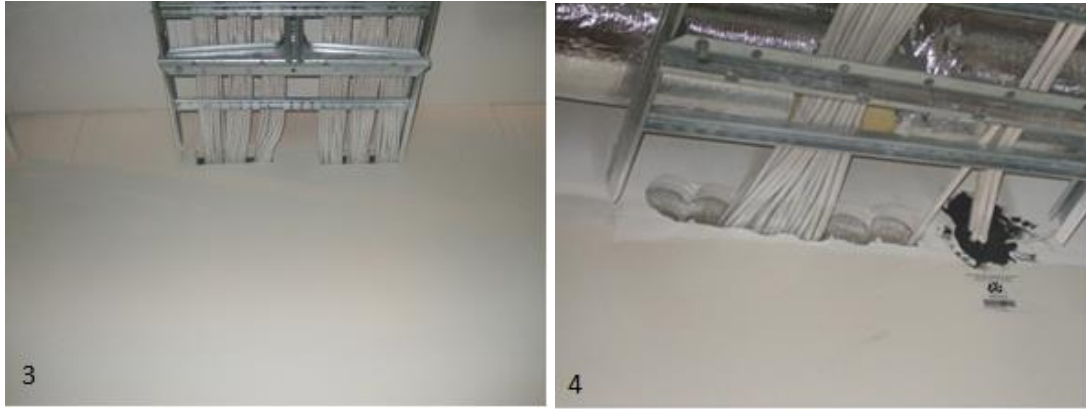
6.1.10 Diverse uregelmessigheter ved gjennomføring av kabler

Bilde 1 viser store mengder kabler som føres gjennom vegg og langs med søylelivet. I utgangspunktet skal søylen som er plassert midt i en brannskillende konstruksjon fuges og isoleres slik at denne ikke reduserer veggens brannmotstand. I tillegg til dette vil fremføring av kabler langsmed søylelivet ytterligere redusere veggens brannmotstand. Dette er også en løsning som krever dokumentasjon gjennom testing i brannteknisk laboratorium.

Bilde 2 og 3 illustrerer en problemstilling hvor kabelmengden som går gjennom utsparingen vil være for stor i forhold til fyllingsgraden som skal oppnås ved tetting.

Bilde 4 viser en ugunstig utsparing til kabler som trekkes gjennom brannskillende konstruksjon. I dette tilfellet er alle kablene klumpet sammen i en stor bunt selv om det er plass til å spre kablene i utsparingen slik at denne kan tettes i henhold til montasjeanvisningen.





FIGUR 36: EKSEMPLER PÅ UREGELMESSIGHETER VED GJENNOMFØRING AV KABLER

6.2 Bygg 2: Et rehabiliteringsprosjekt hvor gammel trebrygge blir omgjort til boligformål

I de etterfølgende kapitlene er de viktigste funnene fra kontroll av den branntekniske utførelsen av et rehabiliteringsprosjekt gjengitt. Rehabiliteringsprosjektet var en totalrehabilitering av en brygge med parkeringsgarasje kontorlokaler og leiligheter. Som for Bygg 1 ble det gjennomført to kontroller. Den første kontrollen ble utført 2013.02.01 og den andre kontrollen ble utført 2013.04.12.

Ved kontroll med følgende forhold belyst:

- Utilgjengelige gjennomføringer
- Gjennomføring av isolerte vannrør
- Elektrikerrør og gjennomføringer bak avløpsrør
- Trange gjennomføringer
- Bæresøyle gjennom himling
- Bruk av brannskum

6.2.1 Utilgjengelige gjennomføringer

Det ble funnet flere tilfeller av utilgjengelige gjennomføringer i bygget. Dette gir en svært dårlig oversikt ved gjennomføring av branntetting og dermed vanskelig å kontrollere i ettertid. Gjennomføringene som vist i figuren under illustrerer dette forholdet. Dette er ikke forskriftsmessig utførelse. En slik utførelse vil kreve en fullstendig innkassing.



FIGUR 37: EKSEMPEL PÅ UTILGJENGELIGE GJENNOMFØRINGER

6.2.2 Gjennomføring av isolerte vannrør

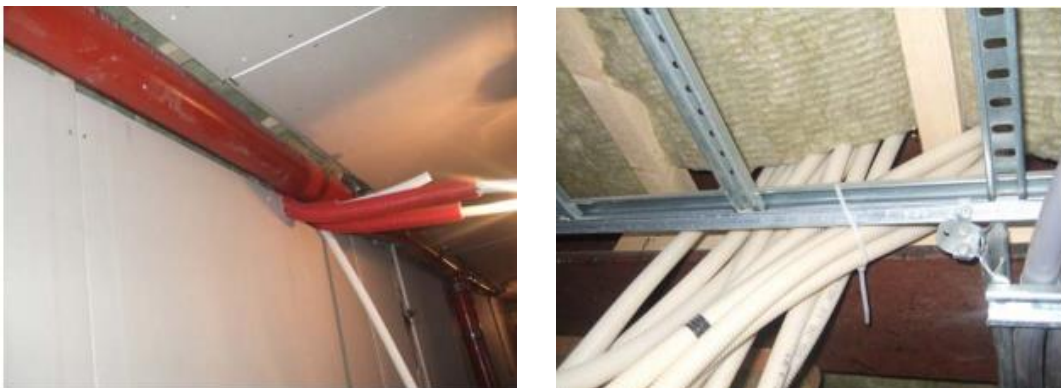
Gjennomføring av isolerte vannrør må føres gjennom dekkekonstruksjonen på en måte som gjør at rørisolasjonen bevares og ikke svekker branntettingen. Samtidig må gjennomføringstettingen utføres tosidig i henhold til montasjeanvisningen. Dette er en utfordring da det er vanskelig å forutsi reaksjonen mellom tettemasse og isolasjonen rundt vannrørene.



FIGUR 38: EKSEMPEL PÅ GJENNOMFØRING AV ISOLERTE VANNRØR

6.2.3 Elektrikerrør og gjennomføringer bak avløpsrør

Det ble avdekket tilfeller med gjennomføringstetter opp mot dekke og bak/inntil avløpsrør, samt bunter av elektrikerrør opp gjennom trang utsparing. Dette vil kunne skape store utfordringer i forhold til fyllingsgrad i utsparingene.



FIGUR 39: EKSEMPEL PÅ ELEKTRIKERRØR OG GJENNOMFØRINGER BAK AVLØPSRØR

6.2.4 Trange gjennomføringer

Det ble funnet flere eksempler på trange gjennomføringer. Figuren under viser eksempler på utsparinger som må utvides før branntetting kan igangsettes. I dette tilfellet er gjennomføringen utført i gips og bør derfor lett la seg utføre.



FIGUR 40: EKSEMPEL PÅ FOR TRANGE GJENNOMFØRINGER

6.2.5 Bæresøyle gjennom himling

I den aktuelle byggesaken er bæresystemet bestående av tresøyler som føres gjennom gipsplatehimlingen som representerer det horisontale brannskille mellom etasjene. Søylene skal ikke brannbeskyttes da disse er dimensjonert for å motstå den brannbelastningen som bygget er dimensjonert for. Utfordringen er imidlertid å sikre at overgangen mellom søyletopp og himling blir brantett både mhp spredning av varme gasser og flammer. Treverket i søylelivet vil pyrolysere og skape forkulling i overgangen til gipshimlingen og som et resultat av dette kan manglende tetthet oppstå.



FIGUR 41: BÆRESØYLE GJENNOM HIMLING

6.2.6 Bruk av brannskum

I byggesaken ble det benyttet en del brannskum. Figuren under viser et eksempel på dette hvor en trebjelke er ført inn i et veggskille der overgangen mellom treverk i bjelken og gipskledningen er fuget med brannskum. I dette tilfellet vil en pyrolysering av treverket skape åpninger langsmed forkullingen. Dette vil kreve at brannskummet ekspanderer for å kunne tette åpningen som skapes ved gjennomføringen. Det er ikke fremlagt dokumentasjon på at brannskummet har denne egenskapen.



FIGUR 42: **EKSEMPEL PÅ BRUK AV BRANNSKUM**

7 Konklusjon

I denne hovedoppgaven er det foretatt undersøkelser av typiske avvik, feil og mangler ved utførelsen av gjennomføringer i brannklassifiserte skillekonstruksjoner. Hovedmålet med oppgaven har vært å kartlegge mulige avvik, feil og mangler for deretter se på årsaker til, og betydning av disse.

Kontroll av to byggesaker har stått sentralt i arbeidet med hovedoppgaven. I byggesakene ble det funnet en rekke avvik, feil og mangler på utføring av gjennomføringer. Basert på resultater fra kontroll av de to byggesakene kan det i utgangspunktet se ut som om det er feil ved utsparing og mangelfull utførelse av selve branntettingen og brannfugingen av gjennomføringene som er hovedutfordringen. Avvik som er avdekket relaterer seg til en lang rekke forhold:

- For liten utsparinger for gjennomføring av ventilasjonskanal
- Feil bruk av tettemasse
- Eksentrisk plassering av kanaler i utsparing
- Rør som føres skrått inn i vegg
- Utilgjengelige utsparinger
- For store utsparinger til rør og kabler
- Kombinert horisontal og vertikal gjennomføring i brannskillevegg
- For liten klaring mellom kanalvegger og vegglivet
- Bygging av skillekonstruksjoner etter ventilasjonskanaler er lagt
- Diverse uregelmessigheter ved gjennomføring av kabler
- Utilgjengelige gjennomføringer
- Gjennomføring av isolerte vannrør
- Elektrikerrør og gjennomføringer bak avløpsrør
- Trange gjennomføringer
- Bæresøyle gjennom himling
- Bruk av brannskum

Årsaken til at såpass mange avvik er avdekket med hensyn til utførelse av utsparing og gjennomføring av branntetting og fuging, kan imidlertid være flere. En har ikke grunnlag for å si at dette utelukkende skyldes slurv fra de utførende. Gjennom arbeidet med hovedoppgaven er det avdekket at det kan være flere årsaker til ovennevnte avvik. Andre forhold som vil ha betydning for kvaliteten til de brannskillende konstruksjonene med gjennomføringer er:

- Beskrivelse av funksjonskrav og ytelser/ytelsesnivå definert i brannsikkerhetsstrategien som utarbeides for det aktuelle bygget
- Utførelse av detaljprosjektering av gjennomføringer med angivelse av størrelser, dimensjoner og løsninger. Dette krever innspill fra, og samhandling mellom, de enkelte aktørene i byggebransjen
- Valg av løsninger knyttet til bruk av brannhemmende produkter
- Ansvarfordeling med hensyn utførelsen på stedet

I brannsikkerhetsstrategien vil det være angitt hvilke brannklasser som kreves av skillekonstruksjonene. Basert på dette må arkitekten som har ansvaret for detaljprosjektering av skillekonstruksjonene innhente de opplysninger som kreves for å kunne detaljtegne utsparinger for de enkelte gjennomføringene. For at dette arbeidet skal kunne gjennomføres på en tilfredsstillende måte, er arkitekten avhengig av at de øvrige detaljprosjekterende (VVS, Elektro, etc.) dimensjonerer kanaler, kabler og rør på en slik måte at det gir en entydig beskrivelse av hvordan en utsparring skal se ut. I de to byggesakene en har sett på i arbeidet med hovedoppgaven har det vist seg at det er uklarheter med hensyn til hvilke mål som skal benyttes på utsparinger. Dette virker i hovedsak å skyldes at arkitekten i detaljplanlegging ofte får oppgitt, og bruker, nettomål ved dimensjonering av utsparinger. Hovedårsaken til dette er at de tekniske fagene ikke planlegger hvor mye klaring som kreves i tillegg til kanaldimensjoner, kabeldimensjoner og rørdimensjoner for derigjennom kunne oppgi nødvendig bruttomål. I tillegg til dimensjoner på utsparinger kreves det også at formen på utsparinger bestemmes på detaljprosjekteringsstadiet. Entreprenørene forholder seg til arkitektens plangrunnlag og da ofte "slavisk" til de utsparingsmål som er oppgitt. Dersom dette, som nevnt over, er nettomål, så vil det i praksis ofte ikke være tilstrekkelig plass til branntetting av gjennomføringene. Når utførende for branntetting skal utføre sin jobb vil det da ofte være for sent å rette opp en rekke av de avvik, feil og mangler som stammer fra feil og mangler oppstått i detaljprosjekteringen og utføring.

Hvilke konsekvenser feil utførte utsparinger og branntettinger av gjennomføringer har i praksis, har vist seg vanskelig å fremskaffe tilstrekkelig data på. I utgangspunktet så vil en gjennomføring som er mangelfullt tett representere en kilde til røykspredning og brannspredning mellom brannceller og brannseksjoner. I sin ytterste konsekvens vil dette kunne resultere i en spredning av brann med økte tap av verdier og mulig tap av liv. I de tilfeller at gjennomføringer ikke klarer de krav som stilles til produktene i form av test i laboratoriet, så viser svikten i gjennomføringstettingene hvor mye brannrøyk og stikkflammer som spres til ueksponert side. Det har ikke vært mulig å fremskaffe dokumentasjon fra virkelige branner, men det er nærliggende å tro at den svikt i integritet som synliggjøres under branntester der produkter ikke klarer godkjenningsskravene viser hva som er konsekvensen av en ikke tilfredsstillende utførelse av gjennomføringene.

Referanser

1. Byggforsk 321.028, Brannteknisk utførelse. Dokumentasjon og kontroll i byggefasen:
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&docNumber=321028>
2. Byggteknisk forskrift:
<http://www.lovdatab.no/for/sf/kr/kr-20100326-0489.html>
3. Plan- og bygningsloven:
<http://www.lovdatab.no/all/nl-20080627-071.html>
4. Brann- og eksplosjonsvernloven:
<http://www.lovdatab.no/all/nl-20020614-020.html>
5. Direktoratet for byggkvalitet, brannvegg
<http://www.dibk.no/Documents/Sikkerhet/Sjekk%20brannveggen%20nettet.pdf>
6. Byggforsk 520.120
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&portalMenuId=0&nodeId=344&level=2&documentId=300>
7. Forelesningsnotater, brannteknisk prosjektering, HSH
8. NS-EN 1366-3, Prøving av brannmotstanden til tekniske installasjoner.
9. Teknisk forskrift og VTEK
10. NS-EN 1363-1
11. SINTEF NBL: http://nbl.sintef.no/methods/lists/docs/betegnelser_no.html#E
12. Korrekt utførelse:
<http://www.firesafe.no/produkter/>
13. Byggforsk 520.342
<http://bks.byggforsk.no/DocumentView.aspx?sectionId=2&portalMenuId=0&nodeId=346&level=2&documentId=316>

VEDLEGG 1 – Godkjent oppgavetekst

BACHELOROPPGAVE

Studentenes navn: Jørgen J. Mørkve

Linje & studieretning Brann, sikkerhetsingeniør

Oppgavens tittel: Passiv brannsikring av gjennomføringer og tetting av kabler, kanaler og rør. Årsak til og betydning av avvik, feil og mangler

Oppgavetekst:

Ved oppføring av nye bygg, oppgradering og rehabilitering av eksisterende bygg skal det dokumenteres at utførelsen av branntekniske tiltak har en tilfredsstillende utførelse. Dette gjøres ved at det fremlegges datablader, monteringsanvisninger og annen produktokumentasjon for de respektive tiltakene i byggesaken som underlag for kontroll. Uavhengig kontroll av den branntekniske utførelse skal sjekke at det er samsvar mellom den fysiske utførelsen av tiltak og den fremlagte dokumentasjonen. Denne hovedoppgaven begrenser seg til å undersøke typiske avvik, feil og mangler ved utførelsen til gjennomføringer i brannklassifiserte skillekonstruksjoner. Målet med oppgaven er å kartlegge mulige årsaker til og betydning av typiske avvik, feil og mangler. Det finnes i dag et utall av produkttyper knyttet til tettemasser og et stort antall kabeltyper, rørtyper og kanaler. Oppgaven tar utgangspunkt i eksempler hentet fra ett til to konkrete byggesaker. Disse eksemplene er benyttet som underlag for de vurderinger og konklusjoner som fremkommer i oppgaven. Dette gir en begrensning i utvalg av kabler, kanaler, rør og type tetteprodukter.

Tilfredsstillende brannmotstand i brannklassifiserte skillekonstruksjoner er den viktigste barrieresikringen som skal hindre at en lokal brann skal utvikle seg til en storulykke. Erfaringer fra uavhengig kontroll på byggeplassen (KUT) viser at det hefter usikkerhet ved hvordan gjennomføringer skal brannsikres. Dette avspeiler seg ved at montasjeanvisninger ikke følges og det er derfor grunn til å stille spørsmålstegn ved hva som er årsaken til dette og hvilke konsekvenser dette kan medføre.

Endelig oppgave gitt: Onsdag 6.mars 2013

Innleveringsfrist: Fredag 10.mai 2013 kl. 12.00

Intern veileder Bjarne Paulsen Husted

Ekstern veileder Geir Drangsholt. Sintef NBL/TekØk AS

Godkjent av studieansvarlig:
Dato:

Brit Fulsø
6/5 - 13