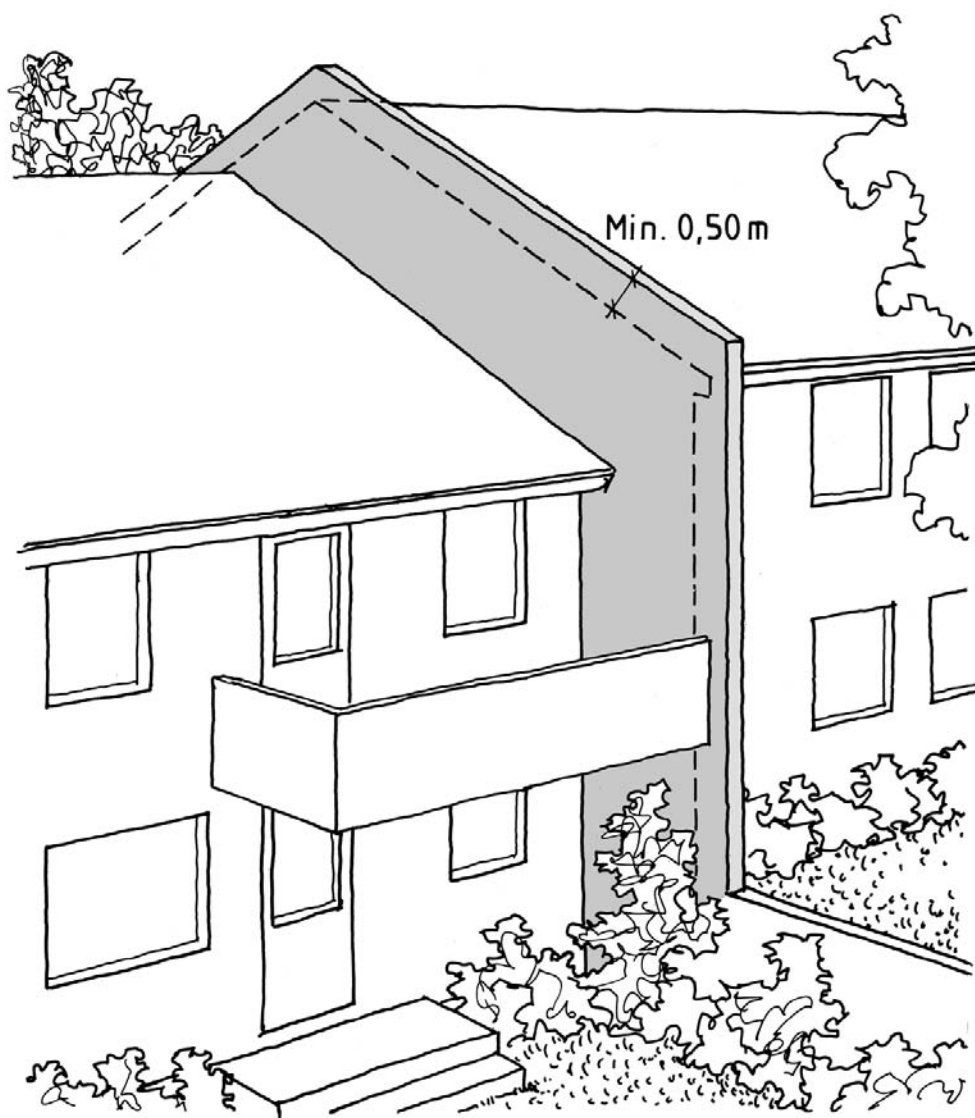


Mur og betong i bygningsmessig brannvern

PROSJEKTERINGSANVISNING 2005



Mur og betong i bygningsmessig brannvern

PROSJEKTERINGSANVISNING 2005

FORORD

Utgitt av:

Brannvernsamarbeidet mur og betong (BMB)
Drammensveien 40
Postboks 2916 Solli, 0230 Oslo
Tlf. 23 28 25 16 – Fax 23 28 25 01
post@brannmurbetong.no
www.brannmurbetong.no

i samarbeid med:

Norsk Betongforening – tilknyttet Tekna
Postboks 2312 Solli, 0201 Oslo
Tlf. 22 94 75 00 – Fax 22 94 75 01

1. utgave 1998

2. reviderte utgave 2005

Opplag 2000

Produksjon:

SB Grafisk, Asker

Brannvernsamarbeidet mur og betong (BMB) ble opprettet i 1981 som en interesseorganisasjon, med formål å spre informasjon om mur- og betongproduktene fortrinnsvis innen bygningsmessig brannvern.

Bak BMB står Norcem AS, maxit as, FABEKO Norsk Fabrikkbetongforening, Mur-Sentret og Betongelementforeningen.

Denne publikasjonen ble utgitt første gang i 1998. Herværende 2. utgave av "Prosjekteringsanvisning Mur og Betong i bygningsmessig brannvern" fanger opp vesentlige endringer i Plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter og relaterte Norske Standarder i perioden 1997 frem til sommeren 2005. Det er dessuten lagt til et nytt kapittel om gjennomføringer og sammenføyninger med Glava AS som faglig bidragsyter.

Illustrasjoner til kap. 2 Planlegging er hentet fra «Ren veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 1997», velvilligst stilt til disposisjon av Statens bygningstekniske etat.

Illustrasjonen på forsiden er figur 511 fra Byggforskserien 520.305 «Brannvegger i trehusbebyggelse» etter tillatelse fra Norges byggforskningsinstitutt.

Revisjonsarbeidet er utført av BA8 Rådgivende Ingeniører AS v/Pia Bleie og Bjørn Vik. Norsk Betongforening har bidratt finansielt til gjennomføringen, og anvisningen inngår i Norsk Betongforenings publikasjonsserie som NB publikasjon nr. 34.

Oslo august 2005

Bjørn Vik

INNHold

1 GENERELT

- 1.1 Hensikt 5
- 1.2 Hvorfor mur og betong 5
- 1.3 Begreper og definisjoner 5

2 PLANLEGGING

- 2.1 Generelt 8
- 2.2 Teknisk Forskrift 1997 8
- 2.3 Veiledning til Teknisk Forskrift 10
 - 2.3.1 Preaksepterte løsninger 10
 - 2.3.2 Risikoklasser og brannklasser 10
 - 2.3.3 Bæreevne og stabilitet 11
 - 2.3.4 Brannceller 11
 - 2.3.5 Brannseksjoner 12
 - 2.3.6 Brannspredning mellom byggverk 14
 - 2.3.7 Kledninger og overflater 14
- 2.4 Dokumentasjon 15
 - 2.4.1 Generelt 15
 - 2.4.2 Førmarkedskontroll 15
 - 2.4.3 Markedskontroll 16
 - 2.4.4 Kontroll i byggesak 17

3 MATERIALLÆRE

- 3.1 Generelt 17
- 3.2 Mur 17
 - 3.2.1 Generelt 17
 - 3.2.2 Murverk av teglstein 18
 - 3.2.3 Murverk av sementbundne materialer 18
 - 3.2.4 Puss 18
- 3.3 Betong 19
 - 3.3.1 Betongens termiske egenskaper 19
 - 3.3.2 Betongens mekaniske egenskaper ved høye temperaturer 19
 - 3.3.3 Armeringsstålets mekaniske egenskaper ved høye temperaturer 19

4 PROSJEKTERING

- 4.1 Generelt om seksjoneringsvegger og brannvegger 21
- 4.2 Murte brannseksjoneringsvegger – prinsipper for prosjektering 22
- 4.3 Betong: Prinsipper, overdekning, toleranser 29
- 4.4 Preaksepterte konstruksjoner 31
 - 4.4.1 Generelt 31
 - 4.4.2 Generelt om vegger 32
 - 4.4.3 Murte veggens brannmotstand 32
 - 4.4.4 Massive betongvegger 34
 - 4.4.5 Sandwich vegger av betong 34
- 4.5 Dekker 34
 - 4.5.1 Massive betongdekker 34
 - 4.5.2 Hulldekker 35
 - 4.5.3 DT elementer 36
 - 4.5.4 Elementer av lettklinkerbetong og porebetong 37
- 4.6 Søyler 37
- 4.7 Bjelker 38

5 GJENNOMFØRINGER OG SAMMENFØYNINGER

- 5.1 Generelt 40
- 5.2 Krav i forskriftene 40
- 5.3 Produkter for branntetting 41
 - 5.3.1 Støpemørtel 41
 - 5.3.2 Skum og fugemasser 41
 - 5.3.3 Rørmansjetter 42
 - 5.3.4 Andre produkter 42
- 5.4 Utførelse 42
 - 5.4.1 Gjennomføringer av kabler 42
 - 5.4.2 Gjennomføringer av rør 43
 - 5.4.3 Gjennomføringer av ventilasjonskanaler 44
 - 5.4.4 Tilslutninger (fugetetting) 44
 - 5.4.5 Murte brannvegger ført over tak 45
 - 5.4.6 Tilslutninger mellom murt brannseksjoneringsvegg og støpt dekke eller bjelke 45
 - 5.4.7 Detaljeringseksempler – betong 46
- 5.5 Dokumentasjon 46

6 KONTROLL AV PROSJEKTERING

- 6.1 Hvorfor kontrollere 48
- 6.2 Kontroll i byggesak 48
- 6.3 Kontrollplaner 49
- 6.4 Sjekklistor 50

7 REFERANSER 52

1 GENERELT

1.1 HENSIKT

Dette heftet er et hjelpemiddel ved planlegging og prosjektering av bygg hvor det stilles brannkrav. Anvisningen gir grunnleggende kunnskap omkring mur og betong innen bygningsmessig brannvern og viser eksempler på løsninger som tilfredsstiller forskriftenes minimumskrav. Det gis også retningslinjer for valg av løsninger som er bedre enn minimumskravene.

1.2 HVORFOR MUR OG BETONG

Det brenner mer i Norge enn i de fleste andre land som det er naturlig å sammenligne seg med. Dette gjelder i særlig grad materielle skader som følge av brann, men også antall omkomne er foruroligende høyt.

Årsakene til dette er flere. Brannspredning som følge av utstrakt bruk av brennbare bygningsmaterialer og konstruksjoner er en av dem. Andre årsaker er mangelfull prosjektering og tilfeldig kontroll av utførelsen. I 1997 kom nye forskrifter til Plan- og bygningslov av 1985, hvor det stilles vesentlig strengere krav til kontroll og dokumentasjon enn hva vi har vært vant med tidligere.

- Mur og betong brenner ikke.
- Mur og betong har stor varmekapasitet som "kjøler ned" brannen, forlenger tiden til overtenning og forsinker varmegjennomtrengning.
- Mur og betong i brannskillende konstruksjoner er en effektiv og sikker måte å hindre brannspredning på.
- Mur og betong gir enkle løsninger med beskjedne muligheter for feil under prosjektering og utførelse.
- Mur og betong gir varig vern mot brann som følge av bestandighet og varige kvaliteter.
- Mur og betong kan normalt rehabiliteres etter en brann.

1.3 BEGREPER OG DEFINISJONER

I 1997 ble det innført nye felles europeiske betegnelser i forbindelse med brannteknisk klassifisering av materialer og bygningsdeler. I en overgangsperiode som antas å vare minst frem til ca. 2010 vil både gamle og nye klassebetegnelser bli benyttet. I Veiledning til teknisk forskrift er de gamle betegnelsene oppført i parentes. Årsaken til den lange overgangsperioden på brannområdet er en meget ressurskrevende dokumentasjonsbyrde som ligger til grunn for ny klassifisering.

De gamle betegnelsene A (ubrennbar) og B (brennbar) går ut og blir erstattet av nye europeiske betegnelser definert i NS-EN 13501-1. Brannmotstand er definert i NS-EN 13501-2 hvor de viktigste klassene er:

- R for lastbærende evne, dvs. evnen til å bære last under brannpåkjenning på en eller flere sider
- E for integritet, dvs. bygningsdelens evnen til å motstå gjennomtrengning av flammer og/eller varme branngasser
- I for isolasjon, dvs. evnen til å motstå brannpåkjenning på en av sidene, uten at brannen overføres til baksiden på grunn av varmegjennomgang (varmeledning)

M for mekanisk motstandsevne, dvs. evnen til å motstå en normert horisontal mekanisk belastning under og etter en brann

M-klassifisering er basert på en europeisk prøvningsmetode, NS-EN 1363-2, som ble vedtatt i 1999. I Veiledningen til teknisk forskrift angis at dersom ikke kriterier i den europeiske standard legges til grunn for klasse M, vil bygningsdel benevnt M forutsettes oppført i mur eller betong.

Forskriftenes M-krav gjelder for brannseksjonerende vegger og brannvegger (branngavler) som forutsettes å beholde nødvendig bæreevne også etter en brann.

Brannbelastning er den samlede varmemengde uttrykt i MJ som frigjøres ved fullstendig forbrenning av alt brennbart materiale, både bygningsdeler, fast innredning, inventar mm.

Spesifikk brannbelastning uttrykt i MJ/m² er brannbelastning redusert mht forbrenningsgrad fordelt på areal av en branncelles omhyllingsflate.

Spesifikk varmeverdi uttrykt i MJ/kg er den varmemengde som frigjøres ved forbrenning av 1 kg av et stoff.

Forbrenningsgrad er den del av brannbelastningen som antas å forbrenne i løpet av en aktuell brann.

Brannmotstand er den tid i minutter som en bygningsdel motstår oppheting etter en internasjonal normert tid-temperaturkurve (ISO-kurven) med bibehold av egenskaper som kreves av den.

Branncelle er 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. En leilighet i et rekkehus eller et flerfamiliehus er eksempel på en branncelle.

Branncellebegrensende vegger skal ha brannmotstand minst EI 30/D-s2,d0.

Brannseksjon er en del av et større byggverk. En brann skal med påregnelig slukkeinnsats kunne begrenses til den brannseksjonen der den startet.

Brannseksjonerende vegger er utført i ubrennbart materiale og skal ha brannmotstand minst REI 90-M/A2-s1,d0.

Brannvegg (branngavl) er en vegg utført i ubrennbart materiale og som skal forhindre brannspredning mellom byggverk når avstanden er mindre enn 8 m. Brannvegg skal ha brannmotstand minst REI 120-M/A2-s1,d0.

Risokoklasse er en klassifisering av bygningstype fra 1 til 6 definert ut fra personsikkerhet og rømning, med klasse 6 som den strengeste klasse.

Brannklasse er en klassifisering av bygningen fra 1 til 4 definert ut fra den konsekvens en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø. Klasse 4 er strengeste klasse.

Ubrennbare materialer testes etter NS-EN ISO 1182, NS-EN ISO 1716, samt NS-EN 13823 og må tilfredsstille Euroklasse A1 eller A2-s1,d0.

Overflaters branntekniske egenskaper klassifiseres etter NS-EN 13501-1, og deles inn i følgende branntekniske klasser:

	Nye klasser	Gamle klasser
Overflate på innvendig vegger og himling	B-s1,d0	In 1
	D-s2,d0	In 2
Overflate på utvendig vegger og himling	B-s3,d0	Ut 1
	D-s3,d0	Ut 2

Taktekking klassifiseres som B_{ROOF} (BW) (tidligere Ta)

Gulvbelegg klassifiseres som D_f-s1 (tidligere G)

Kledninger klassifiseres som	Nye klasser	Gamle klasser
	K10/D-s2,d0	K2
	K10/B-s1,d0	K1
	K10/A2-s1,d0	K1-A

Tiltaksklasse fra 1 til 3 angir kompleksitet og konsekvens av et tiltak (en byggesak) eller en deloppgave innenfor en byggesak, hvor klasse 3 er strengeste klasse.

2 PLANLEGGING

2.1 GENERELT

Plan- og bygningsloven fikk i 1997 en rekke nye forskrifter som stiller vesentlig strengere krav til kontroll og dokumentasjon enn det vi tidligere har vært vant med. Videre stilles det krav til kompetanse og praksis hos den som påtar seg prosjekteringsansvar, avhengig av byggverkets tiltaksklasse.

Bygningsmyndighetene har så langt utvist spesiell årvåkenhet på området brannteknisk prosjektering og utførelse av byggarbeider innenfor passivt og aktivt brannvern. Mange oppgaver legges til tiltaksklasse 3, hvor det stilles de strengeste faglige krav til ansvarlige aktører. Det har også vært en tendens til at bygningsmyndighetene i tillegg forlanger uavhengig kontroll både av prosjektering og utførelse.

Denne BMB prosjekteringsanvisningen utgir seg ikke for å være et komplett prosjekteringsverktøy, men vil forhåpentlig være et nyttig hjelpemiddel på de områdene hvor mur og betong kan bidra til å bedre brannsikkerheten.

2.2 TEKNISK FORSKRIFT 1997

Krav til brannsikkerhet i Teknisk forskrift til Plan- og bygningsloven er formulert som funksjonskrav, hvor det overordnede kravet i § 7-2 er at

”Byggverk skal ha planløsning og utførelse som gir tilfredsstillende sikkerhet ved brann for personer som oppholder seg i eller på byggverket, for materielle verdier og for miljø- og samfunnsmessige forhold. Herunder skal det være forsvarlige muligheter for å redde mennesker og dyr og for slokkearbeide. Byggverk skal plasseres og utføres slik at risiko for brannspredning til andre byggverk blir akseptabel liten.”

Det er to ytterpunkter for brannteknisk prosjektering når det gjelder oppfyllelse av forskriftenes funksjonskrav. Den enkleste og klassiske metoden er å velge preaksepterte løsninger beskrevet i Veiledning til Teknisk forskrift. I forskriften av 1997 ble det også åpnet for prosjektering og dokumentasjon basert på utførlig analyse av brannsikkerhet (risikoanalyse). I praksis vil prosjektering ofte foregå ved en kombinasjon av disse metodene, hvor enkle fravik fra Veiledningen kompenseres med andre tiltak.

Byggverk deles inn i risikoklasser og brannklasser, hvor risikoklasse er definert ut fra personsikkerhet og rømning, mens brannklasse er definert ut fra den konsekvens en brann kan innebære for skade på liv, helse, samfunnsmessige interesser og miljø.

Risikoklasse er definert ut fra personsikkerhet og rømning.

Tabell 2.1 Definisjon av risikoklasser.

Risiko-klasse	Bare sporadisk person-opphold	Alle kjenner til rømningsveiene og kan bringe seg selv i sikkerhet	Bare beregnet for våkne personer	Lite brannfarlig aktivitet
1	ja	ja	ja	ja
2	ja/nei	ja	ja	nei
3	nei	ja	ja	ja
4	nei	ja	nei	ja
5	nei	nei	ja	ja
6	nei	nei	nei	ja

Tabell 2.2 Definisjon av brannklasser.

Brannklasse	Konsekvens
1	liten
2	middels
3	stor
4	særlig stor

Brannklasse bestemmes ut fra hvilke konsekvenser en brann i byggverket kan få.

Forskriftenes brannkrav retter seg ellers mot:

- § 7-23 Bæreevne og stabilitet ved brann
- § 7-24 Antennelse, utvikling og spredning av brann og røyk
- § 7-25 Tilrettelegging for slokking av brann
- § 7-26 Brannspredning mellom byggverk
- § 7-27 Rømning av personer
- § 7-28 Tilrettelegging for rednings- og slokkemannskap

I forskriften er det skilt mellom byggverk i brannklasse 1 og 2, som skal bevare sin **stabilitet og bæreevne** i minimum den tid som er nødvendig for å rømme og redde personer i og på byggverket, og byggverk i klasse 3 og 4 som skal utføres slik at byggverket bevarer sin stabilitet og bæreevne gjennom et fullstendig brannforløp.

Forskriftene stiller ikke eksplisitte **krav om ubrennbarhet**, men sier at *"det skal velges materialer og overflater som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Det legges vekt på tid til overtenning, varmeavgivelse, røykproduksjon og utvikling av giftige gasser"*.

Veiledningen definerer forskriftenes krav til sikkerhetsnivå gjennom preakspeterte løsninger, hvor det er krav om ubrennbare materialer på en rekke områder. Ubrennbarhetskravet er definert som **A2-s1,d0** etter nytt europeisk klassifiseringssystem. Mur og betong er ubrennbare materialer.

En bygning skal inndeles i **brannceller og brannseksjoner**.

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

"Byggverk skal oppdeles 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 startet".

I forskriftenes krav til **brannspredning mellom byggverk**, er det skilt mellom lave byggverk og høye byggverk.

"Mellom lave byggverk skal det være minst 8 m innbyrdes avstand, med mindre det er truffet tiltak for å hindre spredning av brann mellom byggverkene i løpet av den tid som kreves for rømning og redning i det andre byggverket".

"Høye byggverk skal ha minst 8 m avstand til annet byggverk, med mindre byggverket er utført slik at spredning av brann hindres i minst 120 minutter".

Fra enhver branncelle skal det være minst én utgang til sikkert sted eller til **rømningsvei** som har to alternative rømningsretninger. Rømningsvei skal være utformet som egen branncelle.

2.3 VEILEDNING TIL TEKNISK FORSKRIFT

2.3.1 Preaksepterte løsninger

I Veiledning til Teknisk Forskrift definerer myndighetene hvordan nødvendig sikkerhetsnivå kan oppnås ved hjelp av utprøvde og anerkjente løsninger, også kalt preaksepterte løsninger, for å tilfredsstille funksjonskravene i forskriften. Med dette er å forstå at når den prosjekterende velger løsninger som tilfredsstiller ytelsesnivået, eller de tallfestede kravene i Veiledningen, anses forskriftenes funksjonskrav å være oppfylt. Dette gjelder i brannklassene 1, 2 og 3. Brannklasse 4 forutsetter at det gjennomføres en fullstendig analyse av brannsikkerhet.

Mindre fravik fra preaksepterte løsninger kan kompenseres med andre tiltak såfremt det kan dokumenteres at sikkerhetsnivået er opprettholdt, med fokus på personsikkerheten. Denne metoden kalles blandingsløsning.

Analysemetoden kan benyttes når fravikene fra Veiledningen er betydelige og skal alltid benyttes i brannklasse 4 på store og kompliserte byggverk hvor konsekvensene av en brann vil være store. Komplette risikoanalyse stiller meget store krav til kompetanse hos den prosjekterende, og stiller vesentlig større krav til dokumentasjon enn om man velger preaksepterte løsninger.

2.3.2 Risikoklasser og brannklasser

Riktig angivelse av risikoklasse og brannklasse bør avklares med bygningsmyndighetene (kommunen) under forhåndskonferansen, og skal i hvert fall være avklart ved rammetillatelsen. Disse forhold har betydning for den videre prosjektering og valg av løsninger.

Tabell 2.3 Eksempler på virksomhet og tilhørende risikoklasser.

Virksomhet	Risikoklasse
Driftsbygninger i landbruket, garasje, trelastopplag	1
Industri, lager, kontor	2
Barnehage, skole	3
Bolig, studentbolig, fritidsbolig	4
Salgslokale, forsamlingslokale, kirke, museum	5
Overnatting, sykehus, fengsel, pleieinstitusjon	6

Tabell 2.4 Bygningers brannklasse (BKL)

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

1 Driftsbygning i landbruket, arbeidsbrakker og skur som er lette å rømme kan føres opp i to etasjer uten krav til brannklasse.

2 Bygning i 3 etasjer kan oppføres i BKL 1 når hver boenhet har utgang direkte til terreng.

3 Forsamlings- eller salgslokale som har høyst to etasjer og bruttoareal på mindre enn 800 m² pr. etasje kan oppføres i BKL 1.

4 Bygning som benyttes til overnatting som har høyst to etasjer og bruttoareal mindre enn 300 m² i hver etasje, kan tilsvarende oppføres i BKL 1.

2.3.3 Bæreevne og stabilitet

Det stilles krav om ubrennbare materialer bl.a i bærende hovedsystem i brannklasse 2 og 3 og også i sekundære bærende bygningsdeler (etasjeskillere) i brannklasse 3.

I store bygninger, bygninger med mange mennesker og bygninger med spesifikk brannbelastning over 400 MJ/m² må bygningsdelene ha bedre brannmotstand enn det som fremgår av tabellen for å kunne motstå et fullstendig brannforløp.

Tabell 2.5 Krav til bærende bygningsdelers brannmotstand ut fra brannklasse.

Bygningsdel	Brannklasse (BKL)		
	1	2	3
Bærende hovedsystem	R30/D-s2,d0	R60/A2-s1,d0	R90/A2-s1,d0
Sekundære, bærende bygningsdeler, etasjeskillere	R30/D-s2,d0	R60/D-s2,d0	R60/A2-s1,d0
Trappeløp	–	R30/D-s2,d0	R30/A2-s1,d0
Bærende bygningsdel under øverste kjeller	R60/A2-s1,d0	R90/A2-s1,d0	R120/A2-s1,d0
Utvendig trappeløp	A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0

2.3.4 Brannceller

Hensikten med å dele opp bygningen i brannceller er å forhindre brann- og røykspredning til større deler av en bygning i den tiden som anses nødvendig for rømning.

Rom som har forskjellig bruk og/eller brannbelastning bør normalt være egne brannceller. Eksempler på brannceller er korridor, trapperom, rømningsvei, sjakter, salgslokale, kontor som utgjør selvstendig bruksenhet undervisningsrom, sykerom, hotellrom, boenhet.

Tabell 2.6 Brannmotstand til skillende konstruksjoner.

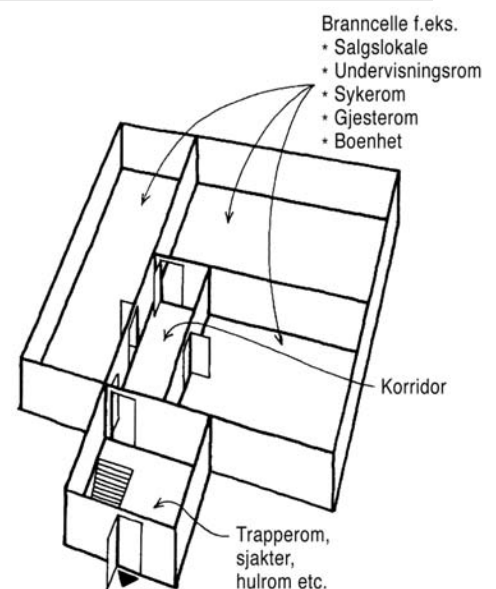
Skillende konstruksjon	Brannklasse		
	1	2	3
Branncellebegrensende konstruksjon	EI 30/D-s2,d0	EI 60/D-s2,d0	EI 60/A2-s1,d0
Bygningsdel som omslutter trapperom, heissjakt og installasjonssjakter over flere plan	EI 30/D-s2,d0	EI 60/A2-s1,d0	EI 60/A2-s1,d0
Heismaskinrom	EI 60/D-s2,d0	EI 60/D-s2,d0	EI 60/A2-s1,d0
Fyrrom for sentralvarmeanlegg eller varmlufts-ovn for fast brensel, innfyrt effekt > 100 kW	EI 60/A2-s1,d0	EI 60/A2-s1,d0	EI 60/A2-s1,d0

I brannceller med stor brannbelastning, brannfarlig virksomhet eller som inneholder installasjoner som har vist seg å være potensiell kilde til brann, bør branncellebegrensende bygningsdeler ha bedre brannmotstand enn angitt for den aktuelle brannklassen.

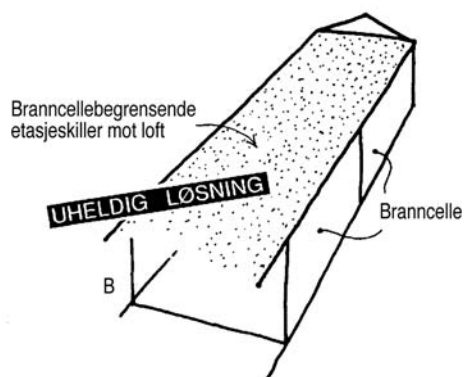
Sammenføyninger mellom branncellebegrensende bygningsdeler skal ha samme brannmotstand som de konstruksjonene som blir sammenføyet, og skal være i henhold til monteringsanvisning eller annen dokumentasjon.

Branncelleinndelingen i øverste etasje bør føres helt opp under takflaten, slik at man unngår å få loft eller hulrom som strekker seg horisontalt over flere brannceller, med mulighet for omfattende brannspredning. For trehusbebyggelse (rekkehus) med kalde loft vil dette medføre at loftet blir en del av branncellen umiddelbart under.

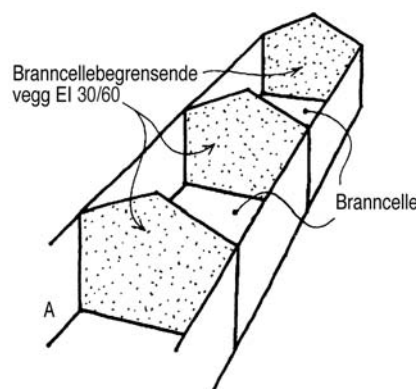
Dersom branncellebegrensende vegg utføres i mur eller betong, anbefaler BMB at denne føres gjennom tak og gjennom yttervegg. Med korrekt utførte detaljer gir dette et sikkerhetsnivå godt over forskriftenes minimumskrav. Det er viktig å være oppmerksom på at forskriftenes krav til brannspredning er formulert som funksjonskrav, dvs. at samme krav gjelder for takutspring, balkonger etc. som går forbi brannskillet.



Figur. 2.1. Inndeling i brannceller.



Figur 2.2. Forskriftene tillater fortsatt gjennomgående loft som branncelle. BMB fraråder denne løsningen ut fra de mange rekkehusbrannene som har spredd seg nettopp gjennom åpne loft.



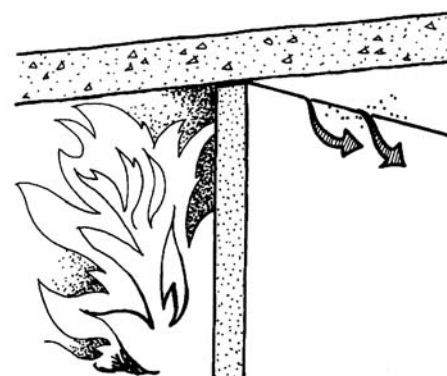
Figur 2.3. Dersom branncellebegrensende vegg utføres i mur eller betong, anbefaler BMB at denne føres både gjennom tak og gjennom yttervegg.

2.3.5 Brannseksjoner

Større bygg inndeles i brannseksjoner, for å redusere risikoen for storbranner. Selv en fullt utviklet brann i en seksjon skal i teorien ikke kunne spre seg til naboseksjonen. Oppdeling av en bygning i seksjoner er også et egnet tiltak for å oppnå lengre tilgjengelig tid for rømning, redning og slokking, i tillegg til at man generelt bedrer person-sikkerheten i store bygninger. Seksjonering ut over forskriftenes minimumskrav vil ofte være et rimelig tiltak for sikring av verdier i virksomheter hvor en altutslettende brann med derav følgende avbrudd vil kunne få dramatisk betydning for virksomhetens fortsatte eksistens.

Tiltak som er aktuelle for å redusere faren for at en brann skal kunne utvikle seg til en storbrann:

- begrense størrelsen på brannseksjonene
- installasjon av automatisk slokkeanlegg som kan hindre brannen i å utvikle seg
- installasjon av brannalarmanlegg med varsling direkte til brannvesenet for å sikre rask innsats
- installasjon av brannventilasjon for å redusere mulighetene for overtenning og gi brannvesenet bedre slokningsmuligheter



Figur 2.4. Sammenføyning mellom ulike bygningsdeler skal ha samme klasse som bygningsdelene.

Arealgrensene som er angitt i tabellen under bør ikke overskrides ved prosjekteringen. Dersom bygningen representerer særlig store samfunnsmessige verdier bør arealgrensene settes lavere.

Tabell 2.7. Størrelse på brannseksjoner.

Spesifikk brannbelastning MJ/m ²	Største bruttoareal pr. etasje uten seksjonering			
	Normalt	Med brannalarm- anlegg	Med sprinkler- anlegg	Med brann- ventilasjon
> 400	800	1200	5000	uegnet
50–400	1200	1800	10000	4000
< 50	1800	2700	ubegrenset	10000

Bygninger i risikoklasse 6 beregnet for sykehus og pleieinstitusjoner må deles vertikalt i minst to brannseksjoner slik at sengepasienter kan forflyttes/evakueres horisontalt til sikkert sted i tilfelle brann. Største bruttoareal pr. etasje for barnehager uten seksjonering er 600 m².

Bygning uten brannklasse kan oppføres uten seksjonering.

En seksjoneringsvegg skal, sammen med påregnelig slokkeinnsats fra brannvesenet, hindre at en brann sprer seg fra en seksjon i bygningen til en annen. Det er viktig at seksjoneringsveggen utføres med brannmotstand som vist i tabellen og at den utføres nøyaktig med hensyn på tilslutninger til andre bygningsdeler.

Seksjoneringsvegger skal i sin helhet bestå av ubrennbare materialer (A2-s1,d0), samt tåle mekanisk belastning under og etter en brann. Denne belastningen skal tilsvare en typisk bygningsdel som faller ned og slår inn mot seksjoneringsveggen.

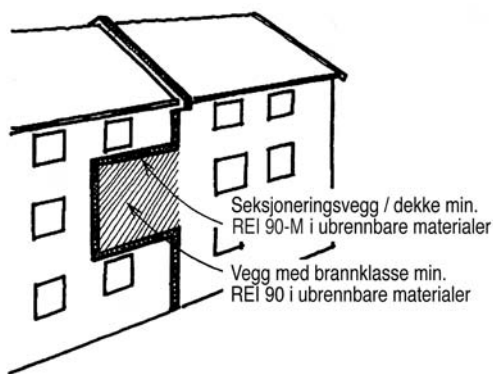
M-klassifisering forutsetter at konstruksjonen er testet og godkjent etter ny europeisk testmetode. Dette er en relativt ressurkreven prosedyre, og foreløpig (våren 2005) har ingen leverandører på det norske markedet gått til sådan klassifisering. Veiledning til Teknisk Forskrift forutsetter derfor at bygningsdel benevnt M skal være oppført i mur eller betong etter tidligere anerkjente prinsipper.

Seksjoneringsvegger skal i sin helhet bestå av ubrennbare materialer og skal tåle mekanisk belastning også etter en brann.

Tabell 2.8. Seksjoneringsveggenes nødvendige brannmotstand

Bygningens brannklasse	Seksjoneringsveggenes brannmotstand avhengig av spesifikk brannbelastning MJ/m ²		
	< 400	400–600	> 600
Brannklasse 1	REI 90-M/A2-s1,d0	REI 120-M/A2-s1,d0	REI 180 M/A2-s1,d0
Brannklasse 2 og 3	REI 120-M/A2-s1,d0	REI 180-M/A2-s1,d0	REI 240-M/A2-s1,d0

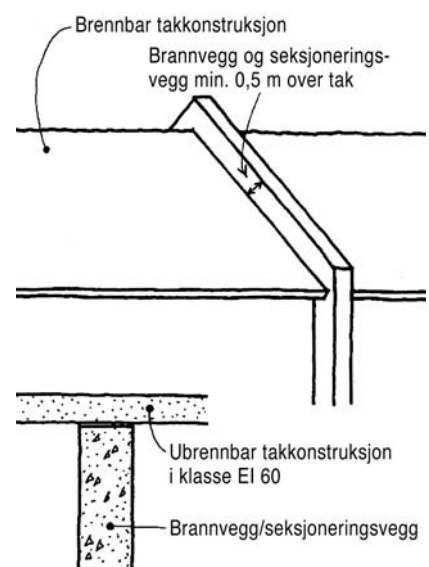
Dersom de bærende konstruksjoner i en bygning ikke har tilstrekkelig brannmotstand til å beholde sin stabilitet gjennom et fullstendig brannforløp, må seksjoneringsveggen ha slik stabilitet at den blir stående uavhengig av om en av seksjonene faller sammen under en brann. Dersom seksjoneringsveggen ikke har tilstrekkelig stabilitet, må det bygges to uavhengige seksjoneringsvegger etter samme prinsipp. Konstruksjoner som ligger inntil seksjoneringsvegg må kunne bevege seg fritt ved temperaturendringer, uten at veggen skades.



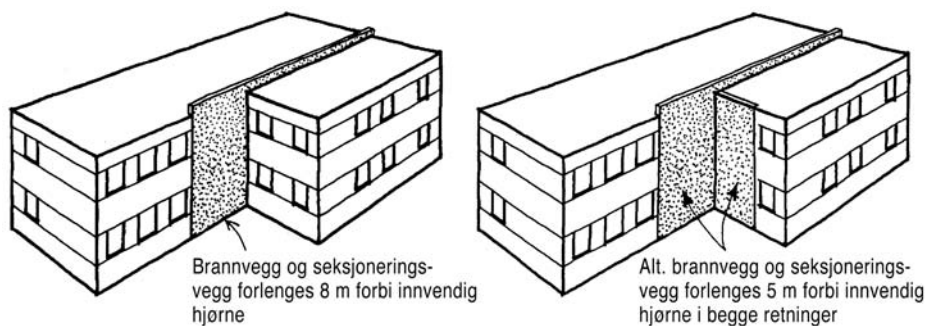
Figur 2.5. Seksjoneringsvegg/brannvegg må være gjennomgående med mindre det treffes tiltak for å hindre brannspredning i fasaden mellom etasjene.

Flammespredning i ytterveggskonstruksjoner må begrenses ved at en seksjoneringsvegg føres gjennom og forbi konstruksjoner med dårligere branntekniske egenskaper. Brennbar ytterkledning kan likevel føres forbi seksjoneringsvegg.

For å redusere faren for at en brann skal spre seg i brennbart yttertak fra en seksjon til en annen, må seksjoneringsvegg føres minst 0,5 m over høyeste tilstøtende tak, med mindre taket er utført i ubrennbare materialer med brannmotstand minst EI 60/A2-s1,d0. Konstruksjonen må ikke være kontinuerlig over seksjoneringsveggen på en slik måte at en kollaps på den ene siden medfører reduksjon av konstruksjonens bæreevne og brannmotstand på den andre siden. Likeså må det treffes tiltak som forhindrer at brann sprer seg forbi seksjoneringsvegg til takgesims i annen seksjon.



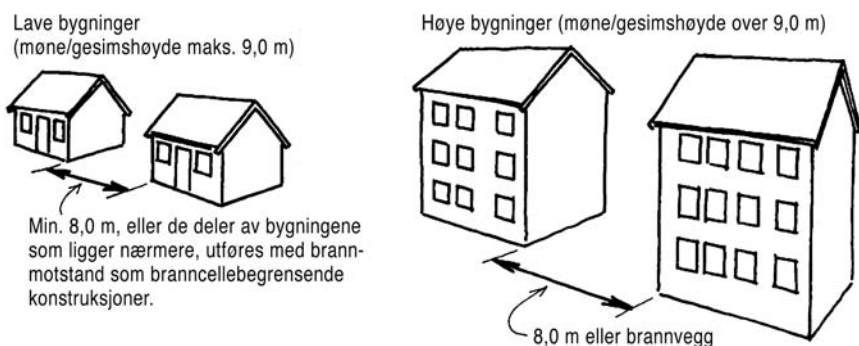
Figur 2.6. Utførelse av seksjoneringsvegg mot tak. BMB anbefaler at seksjoneringsvegg går minst 0,15 m ut for veggliv i brennbar yttervegg.



Figur 2.7.
For å hindre brannsmitte fra vegg til vegg i innvendige hjørner, må seksjoneringsvegg forlenges 8,0 m frem forbi innvendig hjørne.

2.3.6 Brannspredning mellom byggverk

Konsekvensen ved brannspredning til høye bygninger (gesims- eller mønehøyde over 9 m) vil normalt være større enn til lave bygninger. Når avstand mellom høye bygninger er under 8 m, må de atskilles med brannvegg. Alle materialene i en brannvegg må være ubrennbare, og brannveggen skal ha tilstrekkelig stabilitet og bæreevne under og også etter en brann.



Figur 2.8.
Skille mellom bygninger i ulike bruksenheter

Tabell 2.9. Brannveggenes brannmotstand avhengig av brannbelastning

Spesifikk brannbelastning, MJ/m ²	Brannveggenes nødvendige brannmotstand
< 400	REI 120-M/A2-s1,d0
400–600	REI 180-M/A2-s1,d0
600–800	REI 240-M/A2-s1,d0

I praksis må brannveggen utføres i tunge materialer som mur, betong eller lignende for å kunne tilfredsstille mekanisk motstandsevne, M. Brannveggen skal være konstruert slik at den blir stående selv om bygningen raser sammen på den ene eller andre siden. Det kan alternativt bygges to uavhengige brannvegger.

Brannspredning mellom lave byggverk (gesims- og mønehøyde mindre enn 9 m) ivaretas av overordnede krav til branncellebegrensning og til brannseksjoner dersom avstanden mellom byggene er mindre enn 8 m.

2.3.7 Kledninger og overflater

Veiledningen presiserer at det ytterste sjiktet på en bygningsdel og overflaten på dette må ha gode branntekniske egenskaper, som gir akseptabelt vern mot antennelse, varmeavgivelse og røykutvikling. Det stilles krav i brannceller, rømningsveier, utvendige overflater og sjakter/hulrom.

Mur- og betongkonstruksjoner tilfredsstiller uansett selv de strengeste krav på dette området, og tema blir derfor ikke ytterligere

behandlet i denne BMB-publikasjonen. Det forutsettes naturlig nok at mur- og betongkonstruksjonene ikke kles inn med materialer som ikke har de nødvendige branntekniske egenskaper.

2.4 DOKUMENTASJON

2.4.1 Generelt

Dokumentasjonskravet med tilhørende kontroll i en byggesak er vesentlig skjerpet i forhold til tidligere. Dette gjelder både dokumentasjon under prosjektering (valg av metode, løsninger, analyseresultat etc.) og under utførelse (valg av produkter og materialer).

Dokumentasjonskravet er basert på nytt regelverk i forbindelse med europeisk harmonisering på bygge- og anleggsområdet, som har som primært formål å sikre fri flyt av varer og tjenester i Europa. Samtidig forventes det at skjerpende dokumentasjonskrav skal bidra til å sikre kvaliteten på det som bygges.

I en overgangsperiode, inntil det europeiske regelverket er på plass, vil både gamle og nye branntekniske klassifiseringer bli brukt om hverandre. Eksempler på konvertering mellom gamle og nye betegnelser er vist i følgende tabell.

Tabell 2.10 Eksempler på sammenheng mellom gamle og nye betegnelser.

EKSEMPLER PÅ KLASSIFISERING	NYE KLASSER		GAMLE KLASSER
Materialer og overflater (Euroklasser)	Brannmotstand	Materialer	
Materialer		A2-s1,d0	Ubrennbart og begrenset brennbart
Materialer		F	Ingen krav
Overflate på innvendig vegger og himling		B-s1,d0 D-s2,d0	In 1 In 2
Overflate på utvendig vegger og himling		B-s3,d0 D-s3,d0	Ut 1 Ut 2
Kledninger (beskyttende evne og overflate)			
Kledningskravet i bygningsdeler	K 10 K 10 K 10	A2-s1,d0 B-s1,d0 D-s2,d0	K1-A K1 K2
Bygningsdelers brannmotstand			
Bærende bygningsdeler	R 30	D-s2,d0	B 30
Bærende ubrennbare bygningsdeler	R 60	A2-s1,d0	A 60
Skillende bygningsdeler – integritet	E 15	D-s2,d0	F 15
Skillende bygningsdeler	EI 30	D-s2,d0	B 30
Skillende ubrennbare bygningsdeler	EI 60	A2-s1,d0	A 60
Skillende bygningsdeler – brannvegg	REI 120-M	A2-s1,d0	A 120
Selvlukkende dører	EI ₂ 60-C	D-s2,d0	B 60 S
Røyktetthet av dører, luker ol.	EI ₂ 60-S _m	D-s2,d0	B 60 med terskel

2.4.2 Førmarkedskontroll

Teknisk forskrift Kap V Produkter til byggverk, § 5-11:

”Produsenten skal sørge for at varens egenskaper er dokumentert før varen omsettes eller brukes i et byggverk. Slik dokumentasjon skal være tilgjengelig ved omsetningen og bruken av produktet. Dokumentasjonen skal gjøre det mulig å identifisere varens egenskaper og opprinnelse”.

I Veiledningen til Teknisk Forskrift er dokumentasjonskravet ytterligere understreket:

”Målet med reglene er å sikre at produkter og byggevarer som produseres eller omsettes for å inngå i byggverk har de egenskapene som er nødvendige for at byggverket skal oppfylle de krav som er satt til det i eller i medhold av plan- og bygningsloven. Det er derfor innført plikt for enhver byggevareprodusent til å sørge for at varens egenskaper er dokumentert før den markedsføres. Statens bygnings-tekniske etat skal føre tilsyn med at ordningen virker etter hensikten”.

Det er i løpet av de siste årene vedtatt en rekke harmoniserte europeiske produktstandarder, som vil danne grunnlag for CE-merkede produkter. Dette er en bekreftelse på at produktet tilfredsstiller gitte spesifikasjoner i angjeldende produktstandard, men er ikke nødvendigvis en komplett dokumentasjon på at løsningen tilfredsstiller samtlige krav i angjeldende byggverk.

Spesiell brannteknisk produktdokumentasjon utstedes av SINTEF Norges branntekniske laboratorium. Dokumentasjon av øvrige produkttegenskaper med tilhørende overvåkende produksjonskontroll for mur- og betongprodukter gjennomføres hovedsaklig av Kontrollrådet for betongprodukter og Norsk teglkontroll.



Figur 2.9.
Et CE-merket produkt skal fritt kunne omsettes innen EØS-området.



Figur 2.10.
Anerkjente norske kontroll- og merkeordninger som er relevante for mur- og betongprodukter, med Kontrollrådets merke nederst til høyre.

2.4.3 Markedskontroll

Statens bygningstekniske etat (BE) er pålagt å føre tilsyn med byggevaremarkedet, dvs. at produktdokumentasjon foreligger og at denne er riktig. BE har anledning til å iverksette sanksjoner mot aktører som ikke følger spillereglene.

2.4.4 Kontroll i byggesak

Kontroll av prosjektering og utførelse inkl. ferdigattest ivaretas av ansvarlig kontrollerte foretak og dokumenteres gjennom signerte kontrollerklæringer.

Veiledning til Teknisk Forskrift benytter begrepet ”preaksepterte løsninger” når beskrevne løsninger med tilhørende brannklasse anses å tilfredsstille Forskriftenes funksjonskrav. Byggforskserien benytter begrepet ”forhåndsdokumenterte løsninger”. Det er i begge tilfeller en forutsetning at materialer og komponenter som inngår i løsningene har nødvendig produktdokumentasjon.

NBI Teknisk Godkjenning vil normalt være en dokumentasjon på at forskriftenes funksjonskrav er oppfylt, såfremt nærmere angitte betingelser og monteringsanvisninger er fulgt. Produktsertifikater etter Norsk Standard er kun en dokumentasjon på at krav i vedkommende standard er oppfylt, og ikke nødvendigvis dokumentasjon på at samtlige relevante krav i forskriftene er oppfylt. Oppfyllelse av krav i en produktstandard kan imidlertid være en forutsetning for f.eks. NBI Teknisk Godkjenning.

3 MATERIALLÆRE

3.1 BETYDNING AV TUNGE BYGGEMATERIALER

Stein, mur og betong har alltid vært benyttet som det selvfølgelige konstruksjonsmaterialet når det gjelder brannmotstand. Som følge av utallige bybranner i tett trehusbebyggelse har det opp igjennom tide- ne blitt nedfelt materialspesifikke krav (murtvang) i lovverk og lokale bestemmelser. Rester av "murtvangloven" finnes fortsatt som pre- aksepterte løsninger i Veildening til teknisk forskrift, hvor det i visse situasjoner er en forutsetning at det benyttes mur eller betong.

Mur og betong brenner ikke, og lar seg følgelig ikke antenne og bidrar heller ikke med energi til brannen. Mur og betong har høy var- mekapasitet som bidrar til å kjøle ned brannen og således forsinke brannutviklingen og forlenge tiden til overtenning.

Fordampningen av fukt som alltid vil finnes i mur og betongkon- struksjonene representerer et varmesluk som ytterligere forsinker varmeinntrengningen i tverrsnittet. Som resultat av dette påvirkes bæreevne og mekanisk motstandsevne derfor forholdsvis lite ved høye temperaturer.

Mur og betong er ubrennbare materialer i klasse A1-s1,d0.

3.2 MUR

3.2.1 Generelt

En murveggs oppførsel under og etter en brann bestemmes av del- materialenes egenskaper og hvordan de samvirker. Murverk har generelt god mekanisk styrke, lav varmeledning og høy varmekapasitet per volumenhet, hvilket gjør at temperaturen i yttersjikt og inn- over i murverket øker forholdsvis langsomt ved brann. Store deler av tverrsnittet blir således uberørt og kan beholde sin opprinnelige egen- skaper.

Faktorer som bestemmer murverkets bæreevne under og etter en brann vil i hovedsak være knyttet til:

- redusert blokk-/steinfasthet
- redusert mørtelfasthet
- svekket samvirke mellom mørtel og blokk/stein
- sprekker og rissdannelser
- krumning og deformasjoner av veggen
- redusert effekt av fugearmoring
- avskallinger

Ved ensidig varmebelastning vil veggen normalt få en krumning inn mot brannen. Utbøyningen er størst for slanke vegger. Denne utbøy- ningen vil bli større jo mindre stivhet murverket har, og jo større var- meisolasjonsevne det har. Det siste fordi temperaturgradienten over veggen blir større. Vertikalbelastede vegger kan imidlertid under brann få en utbøyning fra veggens brannside. Dette har sammenheng med en svekkelse av materialene på brannsidens og påfølgende utbøy- ning som følge av eksentrisitet i lastbildet.

Utsiktet eksentrisitet som følge av brann kan bli en kritisk faktor for veggens brannmotstand, spesielt for bærende vegger. Avtagende brannpåkjenning og avkjøling vil normalt gjøre at utbøyningen går helt eller delvis tilbake.

På veggens ueksponerte side kan det ved intens varmepåkjenning oppstå vertikale sprekker i tilfeller hvor veggen er fastholdt mot gulv og tak. Disse sprekke- ne er normalt ikke gjennomgående og influerer

derfor ikke på veggens brannmotstand. Ved hjørner eller steder hvor veggens er fastholdt, kan det oppstå gjennomgående sprekker. Fugearming vil bidra til å begrense rissutviklingen. Bråkjøling pga. påsprøyting av sløkevann kan føre til store sprekkdannelser og/eller krakeleringer i overflaten.

3.2.2 Murverk av teglstein

Rene keramiske materialer (tegl og lettegl), som i seg selv er tilvirket ved temperaturer rundt 1.000–1.150 °C, påvirkes lite av normale bygningsmessige brannbelastninger. Man må opp i høyere temperaturer før det oppstår sinting, blæring og evt. smelting av overflaten. Mørtelen vil få sterkt nedsatt fasthet ved temperaturer over 550–600 °C ettersom sementlimet går i oppløsning ved ca. 570 °C. Da temperaturen normalt avtar hurtig fra overflaten, vil fasthetsreduksjonen sjelden gå mer enn ca. 20–25 mm innover i fugen. Forsøk har vist at teglveggenes totale bæreevne ofte er intakt etter moderat brannbelastning.

3.2.3 Murverk av sementbundne materialer

Lettklinkerblokkmurverk

Lettklinkerblokkers (f.eks. Leca) trykkstyrke avtar med økende temperatur i likhet med murmørtelen. Sementlimets fasthet reduseres som tidligere nevnt sterkt mellom 550–600 °C. Murverkets fasthetsegenskaper vil derfor bestemmes av hvor stor del av tverrsnittet som er oppvarmet til denne temperaturen.

Krumning og sprekkdannelse pga. ensidig oppvarming og innspenning vil være noe kraftigere enn for teglvegger. Dette kommer av at lettbetongen har større varmeutvidelse og bedre varmeisolasjonsevne, hvilket gir en større temperaturgradient gjennom veggens.

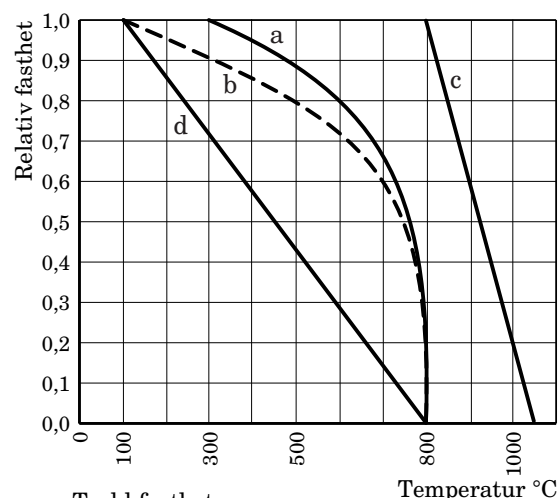
Lettklinkerblokker som utsettes for temperaturer mellom 700 °C og 1000 °C vil få porøst sementlim i overflaten. Pga. isolasjonsevnen går dette sjelden mer enn 5–10 mm inn i blokken. Selve lettklinkerkornene (Leca'en) vil være upåvirket – her må temperaturen opp i over 1200 °C før materialet påvirkes. Ved temperaturer over 1200 °C får de et keramisk sjikt på overflaten som i seg selv er meget bestandig. Ved rehabilitering er det normalt nok å fjerne/børste vekk det porøse sementlimet, eventuell løspuss, dersom det ikke av andre årsaker har oppstått skader på konstruksjonen.

Porebetongmurverk

Porebetong (tidl. betegnet gassbetong) vil ved oppvarming til ca. 700 °C krakelere på brannbelastet side. Dette skyldes kjemisk bundet vann som frigjøres. Ved kortvarig påkjenning vil sprekkdannelsen gå noen få cm inn. Dybden øker med branntiden. Enkel prøvetaking med håndverktøy vil fastlegge dette.

3.2.4 Puss

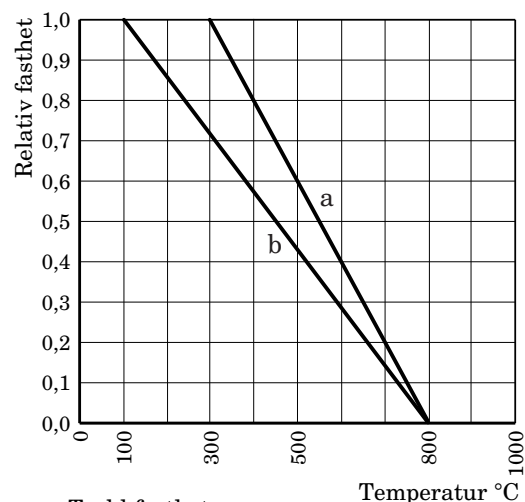
Under brannpåkjenning og temperaturer over 550–600 °C vil binde-midlet i pussens svekkes betydelig. Et puss- eller slemmeslag vil derfor miste sin fasthet og ødelegges etter 20–30 minutters intens brann. Forsøk har imidlertid vist at pussens likevel blir "hengende" og tilfredsstillende sin tettende funksjon under resten av brannforløpet. For murverk av porøse, luftåpne materialer, som er avhengig av et



- a. Trykkfasthet
- b. Bøyestrekfasthet i horisontalretning.
- c. Skjærfasthet i vertikalretning og trykkfasthet ved tynnfugmørtel.
- d. Bøyestrekfasthet i vertikalretning og skjærfasthet i horisontalretning

Figur 3.1.

Murverk av tegl. Karakteristisk fasthet ved høye temperaturer etter NS 3475.



- a. Trykkfasthet
- b. Øvrige karakteristiske fasthetsegenskaper

Figur 3.2.

Murverk av sementbaserte materialer. Karakteristisk fasthet ved høye temperaturer etter NS 3475.

poretettende puss- eller slemmelag, er det derfor normalt tilstrekkelig å tette på en side. Der det ikke kan fremlegges dokumentasjon fra leverandør på dette, bør veggen tettes på begge sider. Bom i pussene kan oppstå dersom puss og underlag får forskjellig utvidelse og heften ødelegges. Dette registreres enkelt ved slå på pussene. Større partier med løs puss må skiftes ut ved en evt. rehabilitering.

3.3 BETONG

3.3.1 Betongens termiske egenskaper

Temperaturinntrengningen som funksjon av tiden kan beregnes teoretisk ved bruk av elementmetoden ut fra gitt geometri og de termiske materialparametrene varmeledningsevne og varmekapasitet. Armeringsstålets betydning for varmeinntrengningen kan normalt neglisjeres. Ved enkel brannteknisk dimensjonering har en ikke eksplisitt bruk for de termiske materialparametrene. Betongens termiske egenskaper medregnes imidlertid implisitt ved bruk av justeringsformelen for armeringsdybde (a), som er gitt ved:

$$\theta = +50\text{ °C for } \Delta a = -5\text{ mm}$$

$$\theta = -50\text{ °C for } \Delta a = +5\text{ mm}$$

Formelen innebærer at man forenklet antar at temperaturen (θ) lokalt i et betongtverrsnitt synker med 50 °C ved en forskyvning 5 mm inn i tverrsnittet.

3.3.2 Betongens mekaniske egenskaper ved høye temperaturer

Betongens karakteristiske fasthet som funksjon av temperatur kan uttrykkes ved hjelp av faktoren $k_c(\theta)$ som følger:

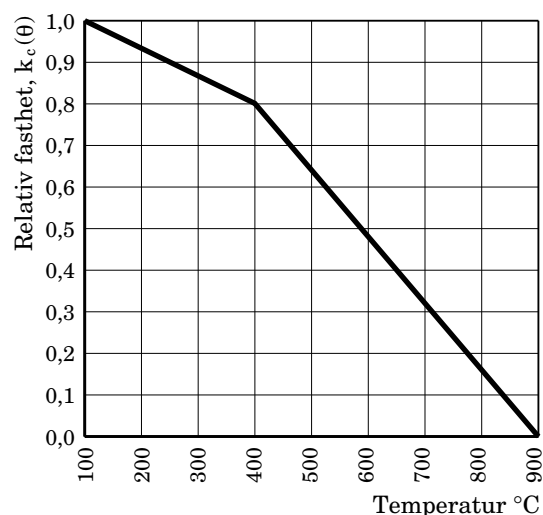
$$f_{ck}(\theta) = k_c(\theta) \times f_{ck}(20\text{ °C})$$

For kvartsholdig betong angir Eurocode 2 et forløp for $k_c(\theta)$ som vist i figur 3.3. Diagrammet kan anvendes for normalbetong og lettbetong med karakteristisk trykkfasthet mindre eller lik 65 MPa. Kalkholdig tilslag gir et gunstigere fasthetsforløp.

Ved hurtig oppvarming, høye betongtrykkspenninger (σ_c) og små tverrsnittsdimensjoner (b) kan det oppstå risiko for eksplosiv avskalling i en tidlig brannfase når:

$$b < 80\text{ mm, eller}$$

$$\sigma_c \geq (35/110) \times b - 24,5\text{ (MPa)}$$



Figur 3.3.
Betongens relative fasthet som funksjon av temperatur i henhold til Eurocode 2.

3.3.3 Armeringsstålets mekaniske egenskaper ved høye temperaturer

Ved høye temperaturer mister varmvalset stål sin markante flytegrense. For såvel varmvalset stål (tempcore) som kaldtrukket forspent stål vil tøyningen bestemme spenningen ved høye temperaturer. Begrepet temperaturavhengig fasthet vil derfor måtte referere seg til et tøyningsnivå.

Stålets karakteristiske fasthet $f_{sk}(\theta)$ som funksjon av temperatur kan uttrykkes ved hjelp av faktoren $k_s(\theta)$ som følger:

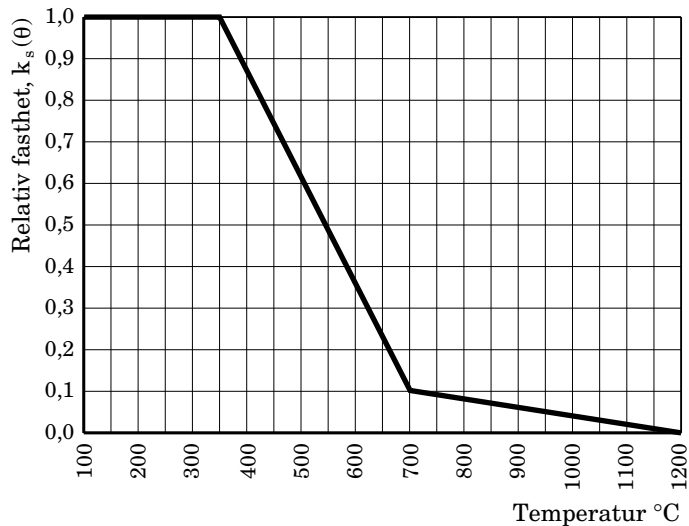
$$f_{sk}(\theta) = k_s(\theta) \times f_{sk}(20\text{ °C})$$

I figur 3.4 er $k_s(\theta)$ vist som en funksjon av temperatur θ , med antatt tøyning i armeringsstålet lik eller større enn 2 %.

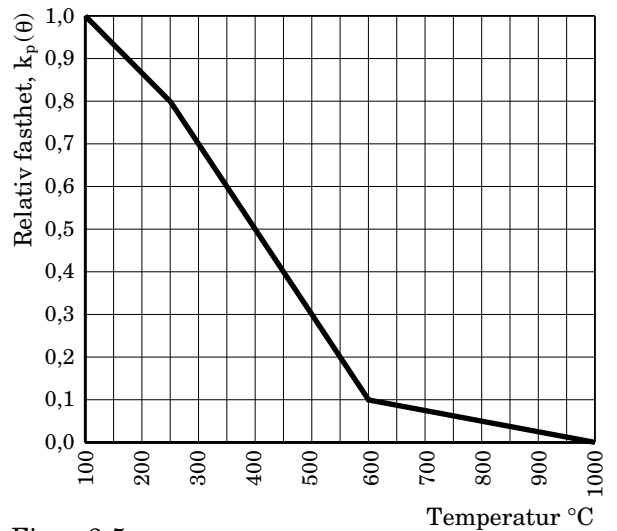
Tilsvarende gjelder for spenntau:

$$f_{pk}(\theta) = k_p(\theta) \times f_{pk}(20\text{ °C})$$

For spenntau angir Eurocode 2 et forløp for $k_p(\theta)$ som funksjon av temperaturen θ som vist i figur 3.5.



Figur 3.4.
Relativ fasthet som funksjon av temperatur for slakkarmering (tempcore) med tøyingsnivå lik eller større enn 2 %.



Figur 3.5.
Relativ fasthet som funksjon av temperatur for spenntau. (Gyldig for de spenntaukvaliteter som i dag benyttes i norsk elementindustri.)

Av figurene fremgår at en relativ fasthet lik 0,6 opptrer ved henholdsvis 500 °C for slakkarmering (tempcore stål) og 350 °C for spenntau. Forholdet 0,6 er det som normalt antas mellom lasteeffekter i branntilstanden og bruddgrensetilstanden, kfr. pkt. 4.3.

4 PROSJEKTERING

4.1 GENERELT OM SEKSJONERINGSVEGGER OG BRANNVEGGER

Brannseksjoneringsvegger i mur eller betong er en effektiv og sikker måte å begrense skadeomfanget av en brann i «fri utfoldelse». Ut fra tabellverk gitt i denne anvisningen eller i Norges byggforskningsinstituttets byggdetaljblader, er det enkelt å velge nødvendig veggtykkelse for å tilfredsstille krav til flamme- og gasstetthet (E) og isolasjon (I). Det som imidlertid krever større omtanke, og som i mange tilfeller blir mer eller mindre oversett, er veggens stabilitet og bæreevne.

Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven sier at byggverk skal oppdeles 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 veiledningen til forskriften blir disse funksjonskravene blant annet kvantifisert i arealbegrensninger på brannseksjonene og brannmotstandstid på seksjoneringsveggen, avhengig av byggets brannbelastning. «Brannvegger» er i forskriftssammenheng et spesialtilfelle av seksjoneringsvegg og benyttes mellom separate byggverk.

Veiledningen stiller krav til at seksjoneringsvegger skal bestå av ubrennbare materialer, og ha tilfredsstillende mekanisk motstandsevne (M), dvs. evne til motstå en normert mekanisk belastning etter brann. M-klassifiseringen baseres på den nye europeiske prøvningsstandarden NS-EN 1363-2. Så vidt vites er det (høsten 2005) ingen leverandører på den norske markedet som har M -klassifisert noen av sine produkter eller løsninger. Dokumentasjon av forskriftens funksjonskrav må derfor baseres på klassiske prosjekteringsprinsipper eller ved bruk av utprøvde og anerkjente løsninger som erfaringsmessig har demonstrert sin effektivitet i brannsammenheng. Veiledning til Teknisk Forskrift forutsetter derfor at bygningsdel benevnt M skal være oppført i mur eller betong etter tidligere anerkjente prinsipper.

Et overordnet krav for seksjoneringsveggen er at dersom de bærende konstruksjoner i bygningen ikke har tilstrekkelig brannmotstand til å beholde sin stabilitet gjennom et fullstendig brannforløp, må seksjoneringsveggen ha slik stabilitet at den blir stående selv om bygget på en side av veggen kolliderer under brann. I mange tilfeller blir denne bestemmelsen ikke tilstrekkelig ivaretatt ved prosjektering og utførelse. I etasjebygg i plastøst betong er kollaps pga. brann svært sjelden. I «lette» bygg med bærekonstruksjoner i stål eller tre, der seksjoneringsveggen bærer dekkelast eller er koblet sammen med andre konstruksjoner for å få sidestøtte, kan det lett tenkes at et sammenbrudd av bygget på brannsiden river med seg veggen. Skjerpede krav til dokumentasjon som ble innarbeidet i Tekniske Forskrifter i 1997, har ført til øket oppmerksomhet rundt stabilitet og bæreevne for brannseksjoneringsvegger.

Selv om dette kapitlet i stor grad omhandler seksjoneringsvegger, vil prinsippene også være gyldige for prosjektering av brannvegger. Det er dog en vesentlig forskjell mellom disse to veggtypene: En seksjoneringsvegg kan forholdsvis enkelt forankres til bæresystemet på begge sider av veggen, slik at den opprettholder sin forankring på ikke brannutsatt side dersom bygningen på den andre siden kolliderer. En brannvegg har vanligvis forankring kun til den ene siden, og skal opprettholde sin stabilitet når bygningen den er forankret til står i brann. I praksis betyr dette ofte at hovedbæresystemet må oppgraderes til

Veiledning til Teknisk Forskrift forutsetter at bygningsdel benevnt M skal være oppført i mur eller betong.

Seksjoneringsveggen må ha slik stabilitet at den blir stående selv om bygget på en side av veggen kolliderer under brann.

samme brannmotstandstid som brannveggen. Minstekrav til en brannvegg er REI 120-M, mens kravet til hovedbæresystemet kun er R 60 i brannklasse 2 og R 90 i brannklasse 3. Alternativt må brannveggen krages ut fra fundament med eget frittstående bæresystem.

4.2 MURTE BRANNSEKSJONERINGSVEGGER – PRINSIPPER FOR PROSJEKTERING

Murmaterialers brannmotstandsevne

Alt murverk av lettklinker, porebetong, betong eller tegl er i utgangspunktet velegnet i brannseksjoneringsvegger. Fleksibilitet i utførelse, mekaniske styrke og evne til å absorbere varme og virke selvisolerende ved temperaturpåvirkning er faktorer som bidrar til dette. Tabell 4.1 viser sammenhengen mellom brannmotstand og veggtykkelse for ikke-bærende vegger i murverk mhp. flamme- og gasstetthet (E) og isolasjon (I). Veggtykkelsen inkluderer evt. pusslag og er angitt som beregningsmessige verdier ut fra gjennomførte brannforsøk, uavhengig av virkelige mål på aktuelle murprodukter.

Tabell 4.1 Nødvendig veggtykkelse for ikke-bærende murkonstruksjoner, ensidig brannpåkjenning, etter NS 3475

Veggkonstruksjon		Densitet kg/m ³	Brannmotstand i minutter			
			EI 90	EI 120	EI 180	EI 240
Porebetong		500	75	85	110	125
Lettklinkerbetong		770	80	95	120	145
Tegl	massiv	1725	90	105	130	155
	23 % hull	1950	105	120	155	180
Lett-tegl		1350	105	120	150	180
Betongblokk	massiv/utstøpt	2100	100	120	150	175
	hullblokk 35 %		125	145	185	220

Tabell 4.2 viser tilsvarende for lastbærende vegger med gitte kriterier for utnyttelsesgrad og vegg høyde. Utnyttelsesgrad $\mu_{fi} = 0,35$ i ulykkesgrensetilstand brann tilsvarende omtrent full kapasitetsutnyttelse i bruddgrensetilstanden.

Tabell 4.2 Nødvendig veggtykkelse for bærende murkonstruksjoner med effektiv slankhet $l_e/h_e \leq 20$ og utnyttelsesgrad $\mu_{fi} = 0,35$, ensidig brannpåkjenning etter NS 3475

Veggkonstruksjon		Densitet kg/m ³	Brannmotstand i minutter			
			REI 90	REI 120	REI 180	REI 240
Porebetong		500	100	115	140	170
Lettklinkerbetong		770	110	125	155	185
Tegl	massiv	1725	110	130	160	190
	23 % hull	1950	130	150	190	220
Lett-tegl		1350	125	145	185	215
Betongblokk	massiv/utstøpt	2100	130	155	190	225
	hullblokk 35 %		160	190	235	275

Der ikke annen dokumentasjon foreligger bør veggtykkelsen for bærende brannskillende murvegger som en tommelfingerregel økes med 40 mm for å oppnå samme brannmotstandstid som en ikke bærende murvegg. Det bør kreves dokumentasjon fra produsent/leverandør på det aktuelle produktets ytelsesnivå og utførelseskrav. Her nevnes evt. behov for overflatebehandling og/eller muring med mørtel i vertikalfuger for å oppnå tilstrekkelig gasstetthet. Det gjøres også oppmerksom på at produktdokumentasjon fra enkelte leverandører kan ha bedre verdier enn tabellverdiene i NS 3475.

Det henvises forøvrig til Murkatalogens anvisning P9 «Murte innervegger» og produktblader, samt NBI-bygghetallblader for supplerende opplysninger.

Når man skal benytte murverk i en seksjoneringsvegg vil også hensyntagen til veggens bæreevne og stabilitet være bestemmende for veggtykkelse og konstruktiv oppbygging. Tre hovedprinsipper som kan benyttes vil bli behandlet i det følgende; doble vegger, frittstående vegger, sidestøttede vegger.

Tabell 4.3 Nødvendig veggtykkelse for bærende murkonstruksjoner med effektiv slankhet $l_e/h_e \leq 20$ og utnyttelsesgrad $\mu_{fi} = 0,35$, tosidig brannpåkjenning etter NS 3475

Veggkonstruksjon		Densitet kg/m³	Brannmotstand i minutter			
			R 30	R 60	R 90	R 120
Porebetong		500	100	100	105	125
Lettklinkerbetong		770	100	100	115	135
Tegl	massiv	1725	80	100	120	140
	23 % hull	1950	80	115	140	165
Lett-tegl		1350	80	110	140	160
Betongblokk	massiv/utstøpt	2100	100	115	145	170
	hullblokk 35 %	1440	100	140	175	205

Det presiseres at tosidig brannpåkjenning ikke er et aktuelt scenario for en seksjoneringsvegg, som per definisjon skal motstå brann fra en side. Tosidig brannpåkjenning er imidlertid aktuelt for en bærevegg innenfor en brannseksjon.

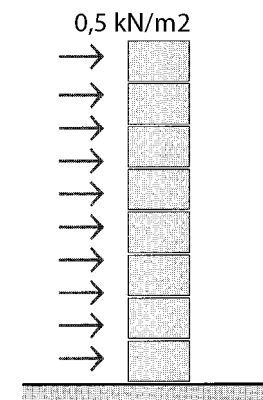
Belastningsforhold

Brannseksjoneringsveggen skal foruten normale laster som egenlast, vindlast og evt nyttelast og snølast også motstå påregnelig brannrelatert belastning. I NS 3491-2 (påvirkninger ved brann) er den horisontale påkjenningen relatert til Veiledningens M-klasse angitt som dimensjonerende energi $A_d = 3000 \text{ Nm}$. Dette tilsvarer den dynamiske påkjenningen som skapes av en 200 kg sekk med blykuler som faller 1,5 m (NS-EN 1363-2). Som en minimumsverdi kan man alternativt benytte en statisk horisontallast på $0,5 \text{ kN/m}^2$ for å dekke vindtrykk fra nedrasende masser, det termiske sjokket, trykket fra en brannslange og "noe" innvendig vindlast på veggen i en brannsituasjon. Andre påregnelige påkjenninger, som f.eks. støtlaster fra nedrasende konstruksjonselementer eller eksplosjonslaster, må man vurdere i hvert enkelt tilfelle. Se også kap. 4.3. I ny murverksstandard NS 3475 er de samme prinsippene som gjelder for betongkonstruksjoner også innført for murkonstruksjoner.

Bygningsstrukturer som utsettes for brann vil få en betydelig utvidelse mot seksjoneringsveggen. Spesielt for stålstrukturer må dette tas hensyn til i utformingen av overgangsdetaljer. Tabell 4.3 gir en oversikt over minste klaring "x" som bør avsettes for termisk utvidelse av en stålstruktur som utsettes for en temperaturøkning på 500°C i hele brannseksjonen, dersom man skal unngå at stålet skyver på veggen.

Tabell 4.4 Termiske bevegelser for stålstrukturer

Total lengde på brannseksjonen (m) ¹⁾	Minimum klaring "x" for stålstrukturens ekspansjon (mm)
10	30
20	60
30	90
40	120



Figur 4.1. Brannseksjoneringsvegg dimensjoneres for horisontallast $0,5 \text{ kN/m}^2$.

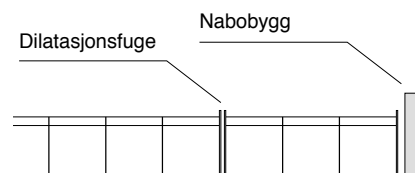
¹⁾ Lengde vinkelrett på seksjoneringsveggenes plan. Dersom stålbjelkene ikke er kontinuerlig og har utvidelsesmuligheter ved skjøter, kan lengden reduseres tilsvarende.

Doble seksjoneringsvegger

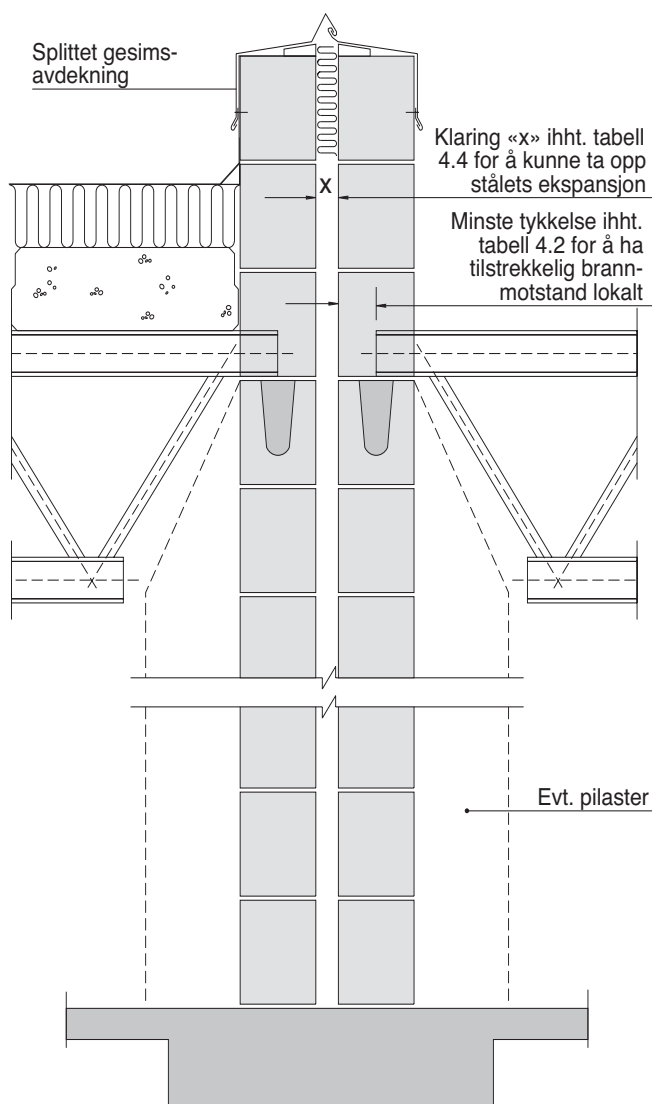
Doble seksjoneringsvegger består av to separate uavhengige seksjoneringsvegger, lastbærende eller ikke, plassert nær hverandre. Bygningskonstruksjoner på begge sider må være bundet til de respektive delveggene slik at sammenbrudd på en side ikke influerer på den gjenstående. Doble seksjoneringsvegger er spesielt velegnet som brannsikring mellom en eksisterende bygning og en ny tilstøtende bygning (brannvegg) eller ved dilatasjonsfuger i bygget som illustrert i figur 4.2.

Figur 4.3 viser dobbel seksjoneringsvegg der murvangene bærer takkonstruksjonen. I figur 4.4 er seksjoneringsveggen ikke-bærende, og byggets bærekonstruksjoner i stål er brukt til å gi veggen sidestøtte.

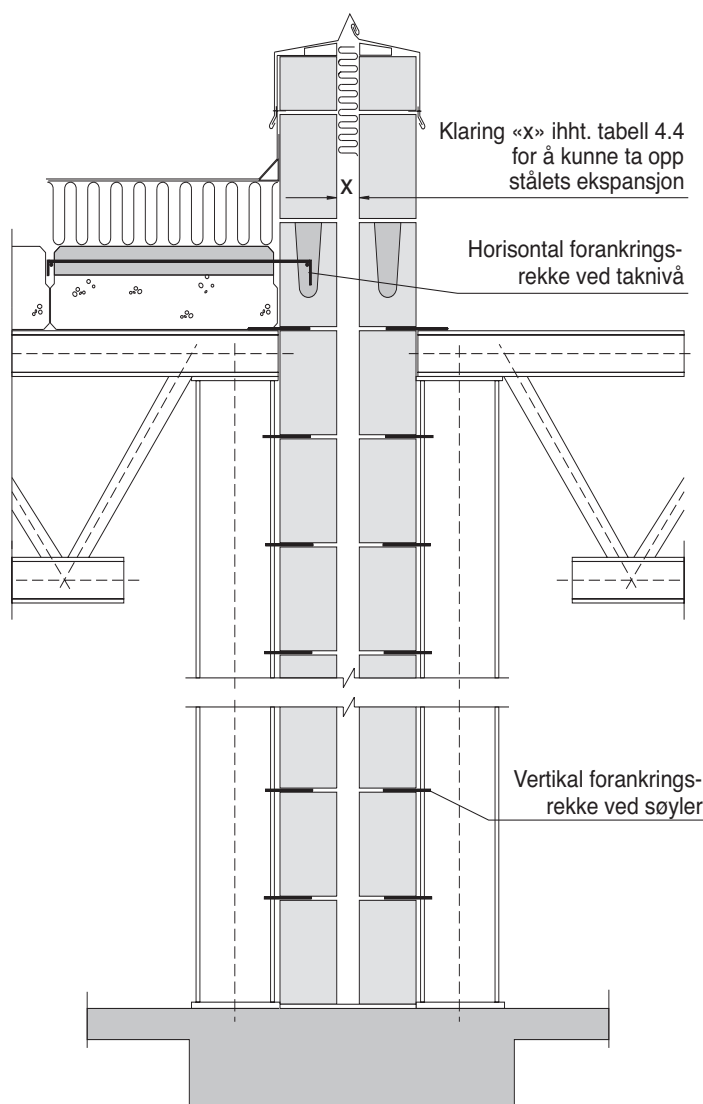
I begge tilfellene bør minste avstand mellom de to delveggene være som gitt i tabell 4.4, for å sikre utvidelsesmulighet for stålet i en brannsituasjon. Forankringen mellom hver delvegg og de tilhørende stålkonstruksjoner dimensjoneres ut fra belastningsforholdene gitt over. Gesimsavdekning, som er den eneste forbindelse mellom de to vangene, må utføres ettergivelig. Der veggen brer vertikallast må det ved dimensjonering tas hensyn til krumning av veggen pga. brannpåkjenning og utbøyninger forårsaket av takkonstruksjonene. Vertikalarmering av murverket, gjerne i kombinasjon med pilasterforsterkninger, er vanlige metoder for å øke murverkets bæreevne og stabilitet. Kfr. prinsipper i figur 4.5 a–c.



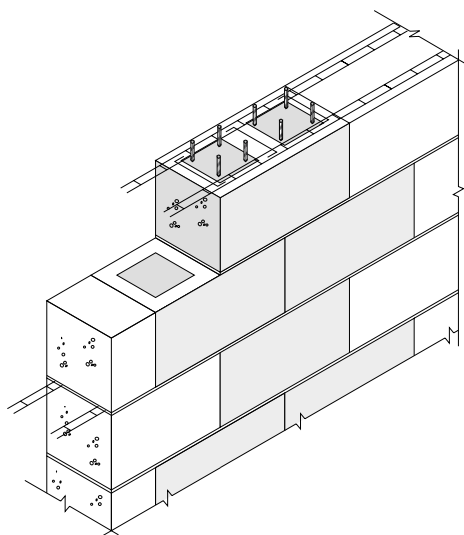
Figur 4.2.
Plassering av doble seksjoneringsvegger.



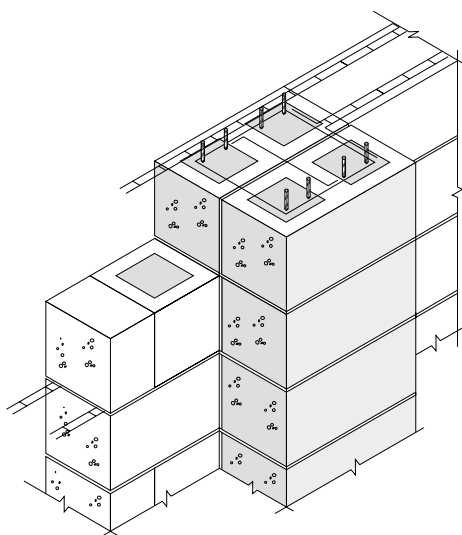
Figur 4.3.
Lastbærende dobbel seksjoneringsvegg.



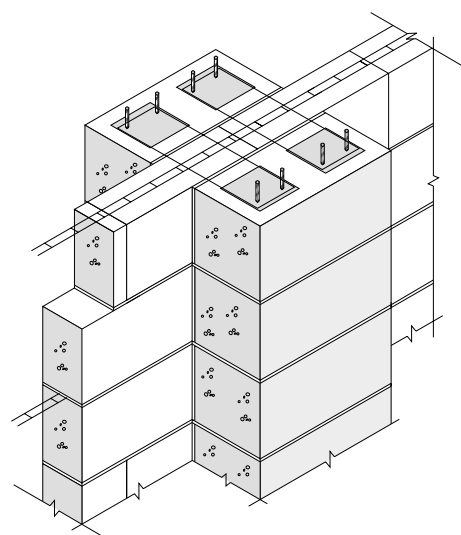
Figur 4.4.
Ikke-lastbærende dobbel seksjoneringsvegg.



Figur 4.5 a.
Vertikalarmering med konstruksjonsblokk.



Figur 4.5 b.
Vertikalarmering, ensidig pilasterforsterkning.



Figur 4.5 c.
Vertikalarmering, tosidig pilasterforsterkning.

Det er vanlig å kreve at hver vange i en dobbelvegg skal ha minst halve brannmotstandstiden til hele veggen. For å sikre at gjenstående vange har tilstrekkelig brannmotstand dersom den ene vangen skulle kollapse før halve tiden har gått, bør imidlertid hver vange ikke ha dårligere brannmotstandsevne enn hele tiden minus brannmotstandstiden til konstruksjonen som vangen er festet til. I en dobbel seksjoneringsvegg med brannkrav REI 240-M forankret til stålkonstruksjoner brannbeskyttet til R 60, bør således hver vange ha brannmotstandstid minst REI 180-M.

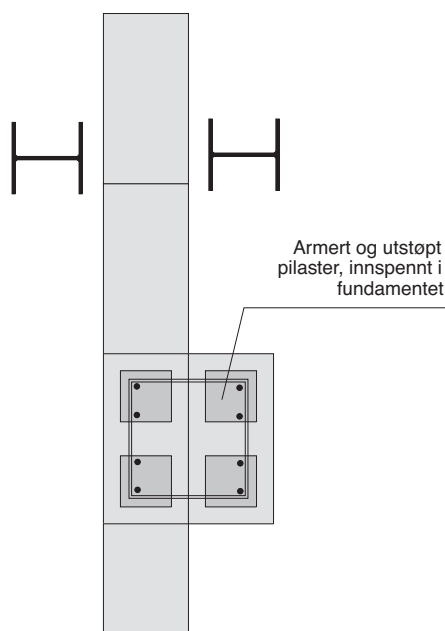
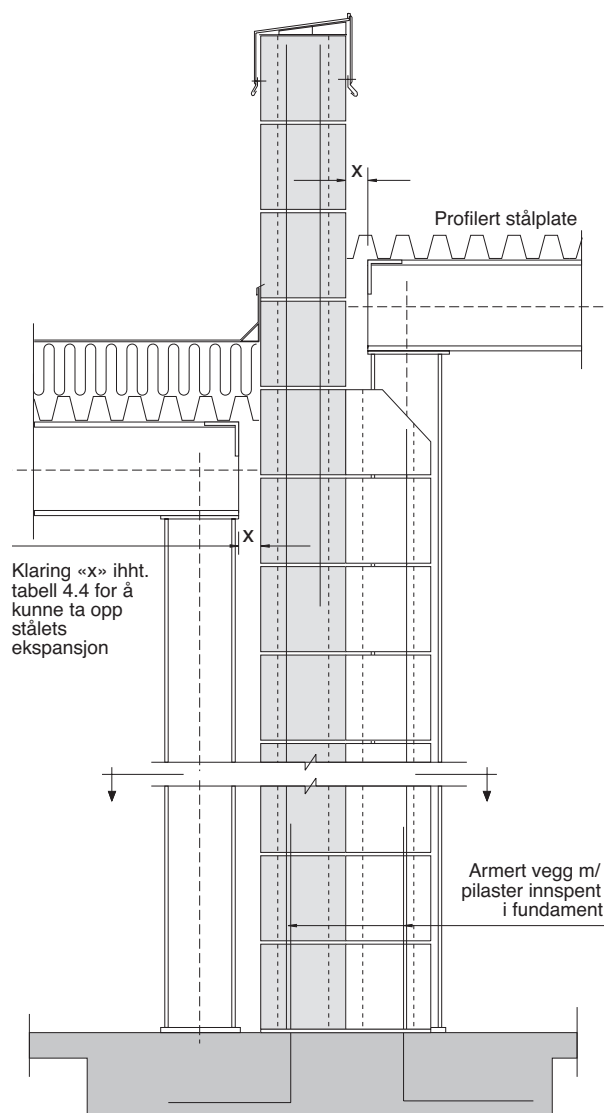
Frittstående seksjoneringsvegg

Frittstående seksjoneringsvegger er utkraget fra sitt fundament uten å være mekanisk bundet til bygningskonstruksjonene på hver side av veggen. Disse veggene er i likhet med den doble veggen velegnet ved dilatasjonsfuger i bygget. En frittstående seksjoneringsvegg vil ha behov for vertikalarmering og normalt også pilasterforsterkninger som vist i figur 4.5 a–c. Ved dimensjonering av vertikalarmeringen må det tas hensyn til at stålfastheten reduseres ved økende temperatur i armeringen. Tabell 4.5 gir orienterende verdier på armeringens fasthetsreduksjon som en funksjon av branntid og betongoverdekning. Murverk utenfor betongsjiktet kan forenklet og konservativt medregnes i overdekningen som om det hadde vært betong.

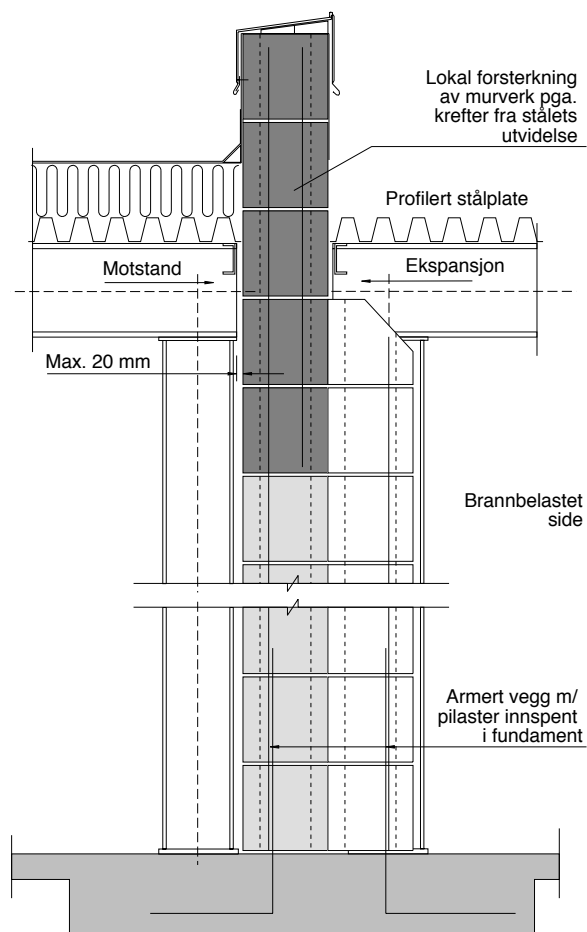
Tabell 4.5 Fasthetsreduksjon av armering ved brann.
Gjenstående fasthet i armeringsstål (K500TS) under en brann angitt i % av styrke ved 21 °C.

Overdekning (mm)	120 min.	240 min.
100	85 %	80 %
75	80 %	75 %
50	75 %	65 %

Figur 4.6 viser en frittstående seksjoneringsvegg der stålkonstruksjonene i taket er plassert med en avstand gitt i tabell 4.4, for å sikre utvidelsesmulighet for stålet i en brannsituasjon. Lette tak av profilerte tynnplattsystemer i stål kan i praksis sees bort fra med tanke på temperaturutvidelse og sidetrykk på veggen. Der hvor takplatene er supplert med en stiv konstruksjon, som f.eks. istøpning med betong, må mellomrommet mellom takets endekant og veggen dimensjoneres ut fra forventet maksimal utvidelse.

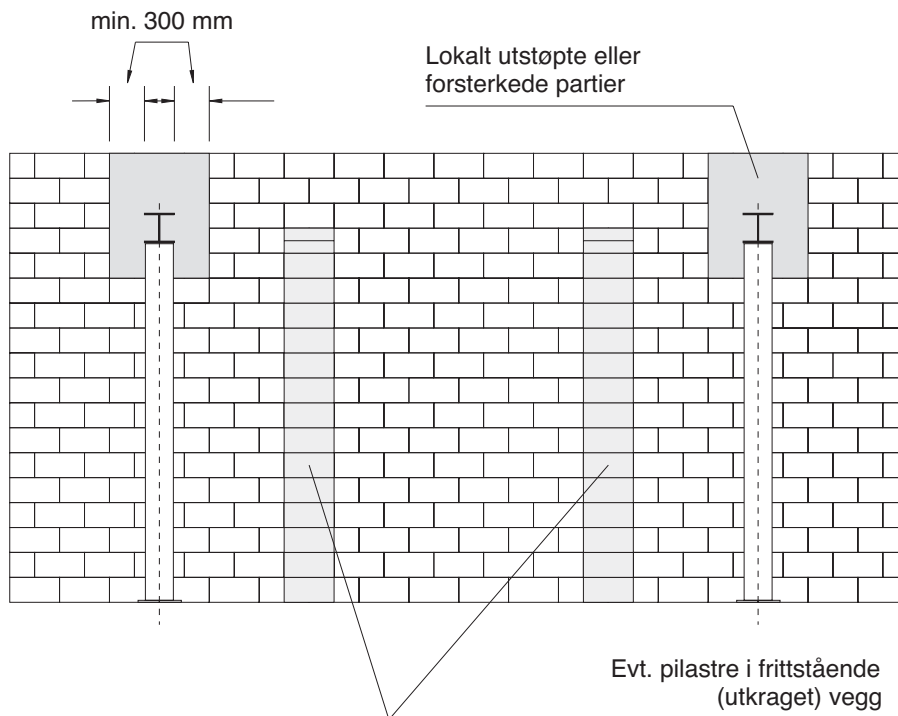


Figur 4.6.
Frittstående seksjoneringsvegg.



Figur 4.7.
Frittstående seksjoneringsvegg med
kontakt mot bærekonstruksjoner.

Dersom bærekonstruksjonene på begge sider av veggen står rett overfor hverandre både vertikalt og horisontalt, kan ekspansjonskreftene fra brannnsiden forutsettes overført rett gjennom veggen og inn i konstruksjonene på uberørt side (fig. 4.7). Det må da påvises at uberørt side kan motstå disse kreftene uten å ta skade. For å øke styrken på murverket der trykkreftene overføres, bør murverket lokalt forsterkes med betong eller benytte murverk som lar seg armere og støpe ut. Det forsterkede arealet må gå minst 300 mm ut til siden for det påkjente arealet (fig. 4.8). Dersom hovedbæringen i taket går parallelt med veggen bør hele veggtoppen kontinuerlig forsterkes tilsvarende.



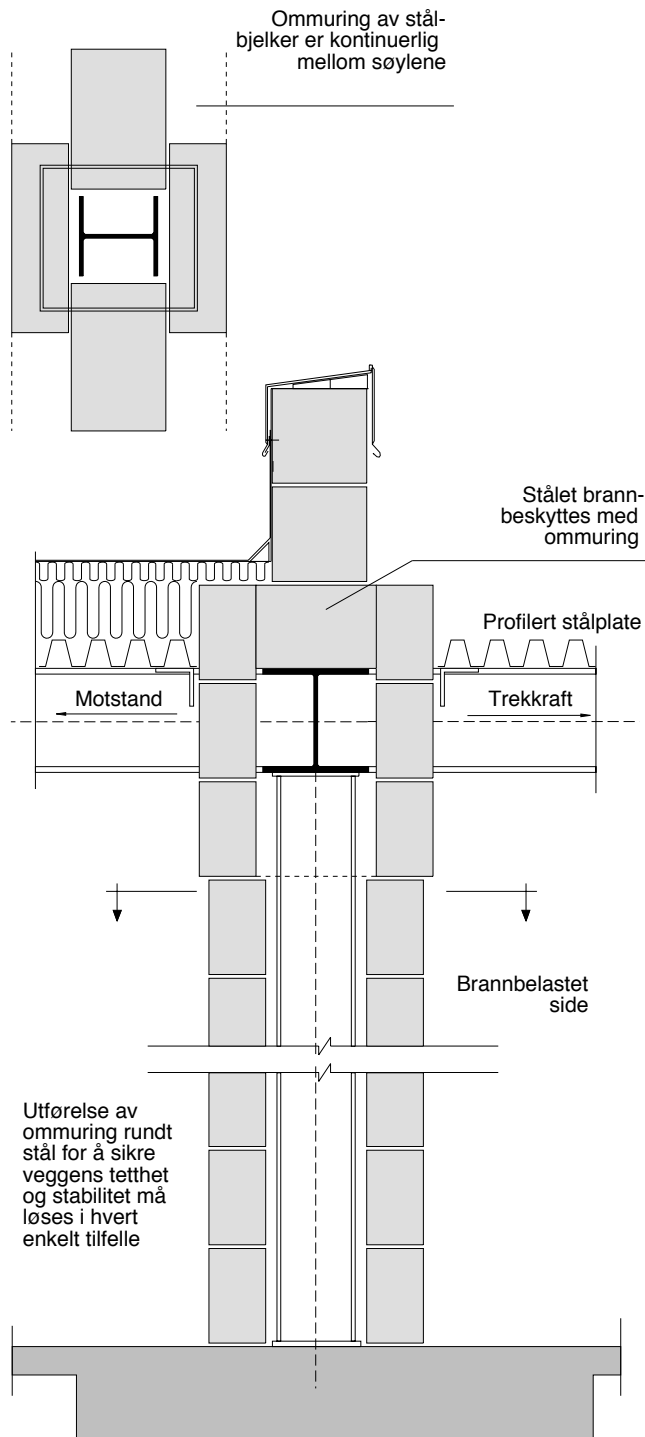
figur 4.8.
Lokal forsterkning
av frittstående
seksjoneringsvegg.

Der bærekonstruksjoner tillates å ekspandere og trykke mot en seksjoneringsvegg på denne måten anbefales at evt. klaring mellom vegg og bærekonstruksjoner ikke overstiger 20 mm. For stor klaring vil til late en utbøyning av veggen som kan gi skader før den møter motstand mot ekspansjon.

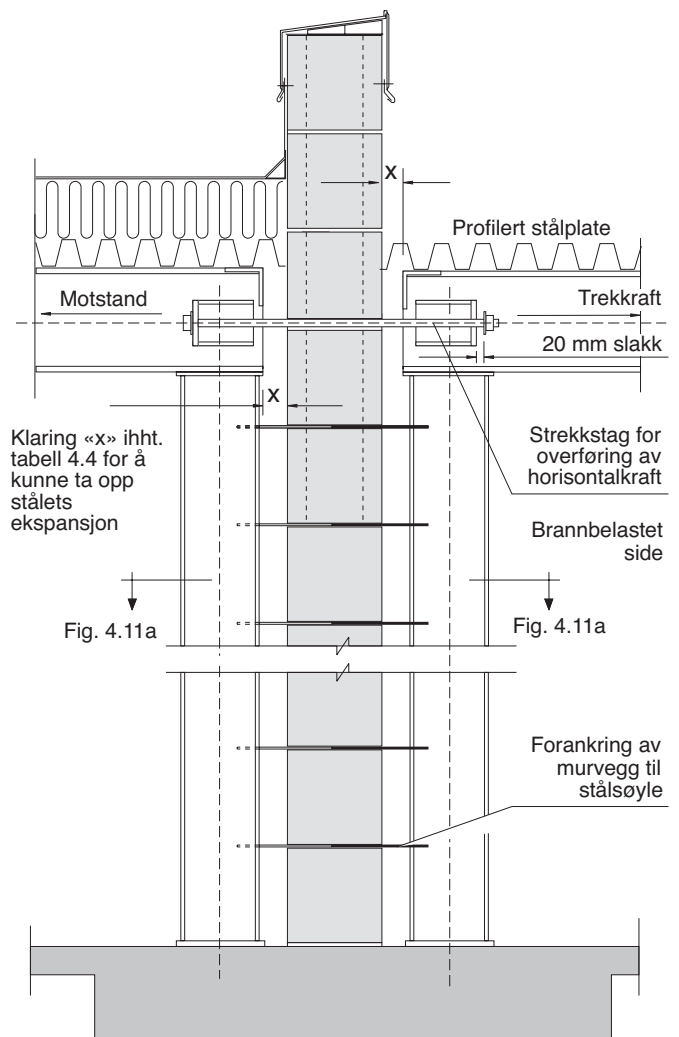
Sidestøttet seksjoneringsvegg

En sidestøttet seksjoneringsvegg utnytter gjennom forankring byggets bærekonstruksjoner til stabilisering av veggen. Krefter fra sammenbrudd av bygget på brannnsiden må derfor kunne overføres gjennom veggen til uberørt side på en slik måte at sidekrefter fra byggets kollaps på brannnsiden gis tilstrekkelig motstand fra konstruksjonene på den andre siden. For murverk forutsetter dette at vertikale og horisontale bærekonstruksjoner befinner seg rett overfor hverandre på begge sider av veggen.

For vegger lokalisert til søylerekke med enkeltstående søyler må både søylen og evt. takbjelker i veggplanet ha brannmotstandsevne som veggen. Dette oppnås normalt med innmuring eller innstøpning av stålkonstruksjonene. Figur 4.9 viser et eksempel på dette. Ved sammenbrudd på en side av veggen må påregnelige horisontalkrefter kunne overføres gjennom veggen i den kontinuerlige stålstrukturen.

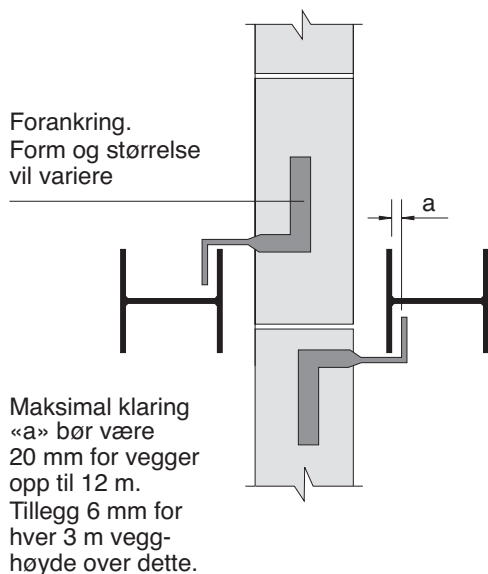


Figur 4.9.
Sidesøttet seksjoneringsvegg i «singel» søylerekke.

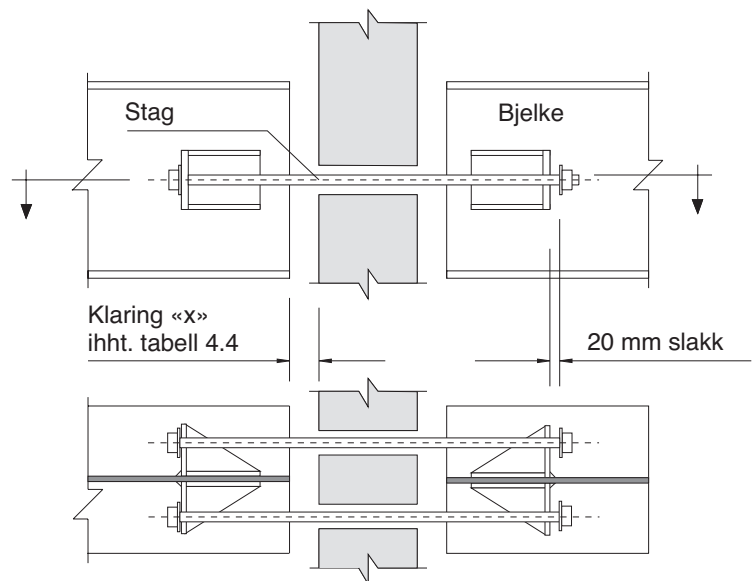


Figur 4.10.
Sidesøttet seksjoneringsvegg i «dobbel» søylerekke.

I en dobbel søylerekke er veggen plassert mellom søylene. Figur 4.10 viser en vegg som er sidesøttet gjennom forankring til stålsøyler på begge sider av veggen. Takkonstruksjonen er bundet sammen med et gjennomgående stag over søyletopp. Forankringer og stag bør gis noe «slakk» for å forhindre at kollapsende bygningsdeler trekker i veggen før motstand fra uberørt side er etablert. Kfr. fig. 4.11 a og 4.11 b for eksempler på utførelse av forankring av seksjoneringsvegg til stålsøyle og gjennomgående stag fra stålbejelke på brannside til stålbejelke på uberørt side. Dersom bærebjelkene spenner parallelt med veggen, kan det bli nødvendig installere stag også mellom søylepunktene. For å hindre at lokal bukling fra stålsøyler eller bjelker som ligger parallelt og rett inntil veggen gir skade på denne, bør dette stålet gis brannbeskyttelse tilsvarende veggens brannmotstandsevne.



Figur 4.11 a.
Overføring av horisontalkraft mellom
brannbelastet og uberørt søyle.



Figur 4.11 b.
Overføring av horisontalkraft mellom brannbelastet
og uberørt bjelke.

Trekraften F som kan oppstå fra nedsigende konstruksjoner på brann siden, kan anslås ut fra uttrykket:

$$F = wBL^2 / 8S \text{ (kN)}$$

w = Belastning fra berørt areal (kN/m^2)

B = Avstand mellom forbindelsesstag (m)

L = Spennvidde på kollapsende struktur (m)

S = Nedbøyning fra kollapsende struktur, settes lik $0,07L$ for fagverks- og $0,09L$ for massive bjelker (m).

Ettersom krefter fra sammenbrudd av bygget på brann siden av veggen må overføres og taes opp på uberørt side, er det viktig at seksjoneringsveggen plasseres nær byggets styrkemessige tyngdepunkt. I det ligger at veggen bør plasseres mellom dilatasjonsfuger eller mellom dilatasjonsfuge og yttervegg.

4.3 BETONG: PRINSIPPER, OVERDEKNING, TOLERANSER

Når det gjelder branntekniske egenskaper kan bygg betraktes i to hovedgrupper:

- hallbygninger, f.eks. industrihaller
- etasjebygg (kontorbygg, boliger, skoler o.l.)

Erfaring fra virkelige branner viser at man i etasjebygg ofte har tilstrekkelig brannmotstand til at betongkonstruksjonen overlever hele brannforløpet, inklusive avkjølningsfasen. Kravet til standard brannmotstand for slike bygg er 60 minutter eller mer, samtidig som brannbelastningen gjerne er moderat (ikke over 200 MJ/m^2).

For konstruksjoner som er dimensjonert for brannmotstand mindre eller lik 30 minutter, for eksempel industribygg, kan sammenstyrting forekomme under brann når brannbelastningen er høy, og brannvesenet ikke får kontroll over brannen.

Ved utforming av bygg er følgende faktorer av betydning når det gjelder brannmotstand:

Bæreevne under brann (R):

- dimensjoner og overdekning til armering
- sammenføyningsdetaljer i elementbygg
- delkomponenters kontinuitet, for eksempel søyler og dekker
- materialtyper, betong og armering.

Brannskiller (EI, REI):

- systemets evne til å bevare integriteten ved temperaturbevegelser og forskyvninger under brann
- tetting av utsparinger for gjennomføringer
- skillende komponenters oppbygging og tykkelse
- fugedetaljer, tetthet mellom vegg- og dekkekonstruksjon.

Følgende branntekniske fordeler kan fremheves:

- søylers kontinuitet i etasjebygg, som gir rotasjonsinnspenning i kald sone
- elementbyggs evne til å absorbere forskyvninger i sammenføyningsdetaljer, slik at tvangskrefter på grunn av temperaturbevegelser blir små
- monolittiske plasstøpte byggs evne til omlagring og utnyttelse av armering i kald sone under brann.

**Branntekniske
fordeler!**

Det er svært viktig at knutepunktene har tilstrekkelig kapasitet under brann til å kunne ta de omlagringene og eventuelle tvangskrefter som måtte oppstå. I monolittiske, plasstøpte konstruksjoner gir omlagringsevnen i dekkekonstruksjoner økt brannmotstand, ved at armering i "kald" sone kan overta en større del av lastvirkning under brann. Fugearmering i elementdekker og riktig utførte oppleggsdetaljer kan for elementbygg gi økt brannmotstand.

Ved brannteknisk dimensjonering av betongkonstruksjoner kontrolleres og eventuelt justeres følgende parametre:

- tverrsnittenes hoveddimensjoner med henblikk på funksjonene R (bærende) og eventuelt EI (integritet/isolering)
- armeringsdybden a til hovedarmeringen
- armeringsmengde, det vil si slakk- og/eller spennarmering, A_s , A_p .

I tillegg kontrolleres detaljutforming, blant annet overdekning til eventuelle stålkomponenter.

Ved brannteknisk dimensjonering for bæreevne under brann (R) utnyttes de reserver som legges i konstruksjonen ved dimensjonering for normaltstand. Denne reserven er gitt ved følgende hovedfaktorer:

- Partialkoeffisienter for last og materialer settes lik 1,0 ved brannteknisk dimensjonering, mens det i normaltstand regnes med høyere koeffisienter.
- Den statiske lasten kan i noen tilfeller settes til en gunstigere verdi enn ved normaltstand ifølge NS 3491-2. Det refereres her til pålitelighetsstandarden NS 3490 hvor det gis partialkoeffisienter for ulykkesgrensetilstand brann hvor det f.eks. vil være anledning til å halvere snølasten og regne med svært beskjeden samtidig virkende vindlast ved brannteknisk dimensjonering.
- Ved brannteknisk dimensjonering kan det i noen tilfeller være aktuelt å analysere alternative statiske system og utnytte konstruksjonens evne til å omlagre lasteffekter under brann. Eksempelvis kan en utnytte armering på kald side i et dekke til å ta en større andel av lasteffekten enn i normaltstand. Statisk ubestemt

**Full kapasitetsutnyttelse
i bruddgrensetilstanden gir
betydelige reserver i en
brannsituasjon!**

te system er i denne sammenheng gunstigere enn statisk bestemte system.

Dersom en ikke ser nærmere på utnyttelsen av konstruksjonen (punktene A, B og eventuelt C ovenfor), gis det i NS 3473 Tillegg B som en forenkling anledning til å anta en maksimal lastutnyttelse ved faktoren η_{fi} definert ved:

$$\eta_{fi} = S_{f,fi} / S_f$$

$S_{f,fi}$ = lasteffekten ved brannteknisk dimensjonering (punktene A, B og C ovenfor)

S_f = dimensjonerende lasteffekt ved normal dimensjonering

Følgende verdier antas:

$\eta_{fi} = 0,6$ for normale tilfeller

$\eta_{fi} = 0,7$ for konstruksjoner som kan forventes å bli belastet ved akkumulering av lagergods

Videre skal konstruksjonens dimensjonerende kapasitet ved brannteknisk dimensjonering, $R_{d,fi}$, være stor nok til at følgende ulikhet tilfredsstilles:

$$R_{d,fi} / S_{f,fi} \geq 1,0$$

$R_{d,fi}$ er bestemt av

- konstruksjonens utforming, tverrsnittsstørrelser
- betongens termiske egenskaper
- armeringsstålet mekaniske egenskaper ved høye temperaturer
- betongens mekaniske egenskaper ved høye temperaturer

Kapasiteten oppgis normalt som en funksjon av tiden, $R_{d,fi}(t)$.

Ved bestemmelse av $R_{d,fi}$ regnes i henhold til Eurocode 2 materialkoeffisientene lik 1,0 for betongens og armeringsstålet termiske og mekaniske egenskaper.

Tabellverdier for brannmotstand angitt i NS 3473 Tillegg B opererer med to nivåer for utnyttelsesgrad μ_{fi} som er definert som forholdet mellom lasteffekten $S_{f,fi}$ og kapasiteten ved brannstart $R_{d,fi}(0)$ (tiden $t = 0$):

$$\mu_{fi} = S_{f,fi} / R_{d,fi}(0)$$

Ved brannteknisk dimensjonering ivaretas normalt hensynet til betongens mekaniske egenskaper ved hjelp av krav til minste tverrsnittsdimensjoner. Ved mer nøyaktig beregning må det utføres en termisk analyse, eventuelt anvendes isotherm diagram, for å bestemme temperaturfordelingen i det angjeldende betongtverrsnitt. Tverrsnittets kapasitet med hensyn til betongtrykk bestemmes ved temperaturavhengige fasthetsverdier over tverrsnittet. En forenklet tverrsnittsberegning kan utføres ved å neglisjere betong med temperatur over 500 °C, og anta full fasthet for de deler av tverrsnittet som har temperatur under 500 °C.

4.4 PREAKSEPTERTE KONSTRUKSJONER

4.4.1 Generelt

Normalt dokumenteres tilstrekkelig brannmotstand ved kontroll og eventuelt justering av betongkonstruksjonens dimensjoner og armering. I noen tilfeller kan det imidlertid være aktuelt å benytte spesielle produkter for ivaretagelse av funksjoner som for eksempel tetting i fuger og tilleggbeskyttelse (isolering) på betongoverflaten.

I slike tilfeller må det aktuelle produktets egnethet dokumenteres. Vanlig forekommende dokumentasjon er f.eks. en sertifiseringslisens utstedt av akkreditert organ. Dette innebærer at det også er tillatt å dokumentere egnethet på annen måte enn ved norsk sertifiseringslisens. Med tanke på å oppnå aksept for ulike branntekniske løsninger er imidlertid produkter med sertifiseringslisens å foretrekke. Byggnormserien gir oversikt over ulike produkter med brannteknisk formål, som har sertifiseringslisens. Oversikten oppdateres jevnlig, utgåtte lisenser tas ut og nye kommer inn.

4.4.2 Generelt om vegger

Vegger ivaretar normalt følgende branntekniske funksjoner:

- Branncellebegrensende vegg, hvor kravet er EI 30/EI 60 eller REI 30/REI 60 dersom veggen er bærende
- Seksjonerende vegg hvor det mest typiske kravet er REI 120-M/A2-s1,d0. Veggen må altså i sin helhet bestå av materialer som er ubrennbare, samt motstå mekanisk påkjenning. (Seksjoneringsvegg skal som "siste skanse" i prinsippet motstå full utbrenning av en seksjon uten at brannen sprer seg til naboseksjonen)
- Brannvegg som skille mellom byggverk, hvor minstekravet er REI 120-M/A2-s1,d0.
- Veggen inngår i hovedbæresystemet hvor kravet er inntil R 90/A2-s1,d0

For ivaretagelse av kriterium R, bæreevne og stabilitet, er det i tillegg spesielt viktig å vurdere opplagerbetingelser og samvirke med konstruksjonen forøvrig.

For branncellebegrensende vegger er stabiliteten vanligvis ivare tatt ved normale forbindelser til tilstøtende bygningsdeler som holder samme brannklasse.

For seksjoneringsvegger og brannvegger kreves særskilte tiltak:

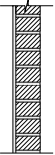
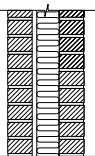
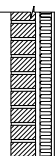
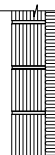
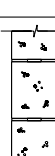
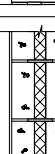
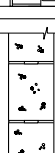
- Seksjoneringsvegg i klasse REI 120-M/A2-s1,d0 i et konstruksjonssystem som generelt har lavere brannmotstand må understøttes til fundament med konstruksjon R 120.
- Stabilitet av seksjoneringsvegg internt i etasjebygg og industrihaller ivaretas ved forankring til ikke-eksponert seksjon og kontrolleres mot krefter på grunn av lokal sammenstyrting på eksponert side.
- Stabilitet av brannvegg mot nabobygg ivaretas ved særskilt avstivningskonstruksjon minst R 120 (bjelker/søyler/tverrvegger)
- Brannvegg i industrihallgavl mot nabobygg kan eventuelt regnes innspent i fundamentet.

4.4.3 Murte veggers brannmotstand

Teglvegger, vegger av finblokk i lettklinker og vegger av porebetong murt med fulle stuss- og liggefuger regnes som branntette og kan oppføres uten puss. Brannseksjoneringsvegger av standard lettklinkerblokk krever poreetting på minimum en side.

Tabell 4.6 gir en oversikt over brannmotstandstid for vanlig forekommende murte vegger med branntekniske funksjon og ensidig brannbelastning. Som et overslag på brannmotstandsevnen for tosidig brann, kan man anta at denne vil ligge en brannmotstandsklasse under veggen utsatt for ensidig brann. Det vil f.eks. si at en vegg med 120 minutters brannmotstand med ensidig brannbelastning, kan antas å ha 90 minutters brannmotstand ved tosidig brannbelastning. Se ellers tabellene 4.1–4.3.

Tabell 4.6 Vanlig forekommende murte vegger med tilhørende brannmotstand og ensidig brannpåkjenning. Upusset murverk skal mures med fulle fuger horisontalt og vertikalt.

Veggtype		Murverk tykkelse	Veggtykkelse eks. pusslag	Brannmotstandsevne		12 mm pusslag
				Uten puss	Ensidig puss	Tosidig puss
	Massiv	Rehab-stein	87			
		1/2-stein	108	EI 60	EI 60	EI 60
		1/1-stein	228	REI 90	REI 90	REI 90
	Hulltegl	Rehab-stein	87	REI 240	REI 240	REI 240
		1/2-stein	108	EI 60	EI 60	EI 60
		1/1-stein	228	REI 60	REI 60	REI 90
			REI 240	REI 240	REI 240	
	Massiv/hulltegl 100 mm mineralull 20 mm luftspalte	2 × 108	336	REI 240	REI 240	REI 240
	Massiv/hulltegl 50 mm mineralull 13 mm gipsplate på stålstendere 20 mm luftspalte	108	191	REI 180		
	Lett-tegl 50 mm mineralull 13 mm gipsplate på stålstendere	148	211	REI 240	REI 240	
	Porebetong	100 150 ≥ 200		EI 120 REI 180 > REI 240	EI 120 REI 180 > REI 240	EI 180 REI 240 > REI 240
	Leca Blokk og Leca Finblokk	100 125 150 ≥ 200		REI 90 * REI 120 * REI 240 *	EI 120 REI 120 REI 180 > REI 240	EI 180 REI 120 REI 180 > REI 240
	Leca Isoblokk	250 300				REI 120 REI 120
	Leca Mineralull	2 × 100 100	300			REI 240
	Leca 100 mm mineralull 13 mm gipsplate på stålstendere	150	263		REI 240	

* Gjelder Leca Finblokk

4.4.4 Massive betongvegger

Det skilles mellom bærende vegg (R), skillevegg (EI), skillende og bærende vegg (REI) og seksjoneringsvegger og brannvegger (REI-M) som alltid vil være både skillende og bærende i tillegg til at de skal tåle mekanisk påkjenning under brann.

Brannmotstanden for vegger med ribber baseres på den gjennomsnittlige tykkelsen, inkludert ribbetverrsnittet. Forutsetningen er at ribbene er forankret i veggen med armering og med armeringsdybde som for strekkkomponenter.

Tabell 4.7 angir minste tykkelse for skillende vegger som funksjon av brannmotstand. Ifølge NS 3473 vil de angitte tykkelser forutsette at temperaturøkningen på ikke-eksponert side holder seg under 140 °C.

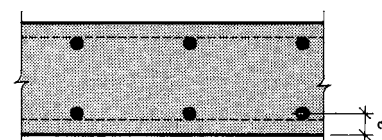
Den følgende tabellen angir mulige kombinasjoner av veggtykkelse og armeringsdybde som funksjon av brannmotstand og utnyttelsesgrad μ_{fi} . Vær oppmerksom på at armeringsoverdekning kan styres av andre krav enn brannkrav.

Tabell 4.7 Brannmotstand av ikke bærende vegger etter NS 3473 med høyde maksimalt lik $40 \times$ veggtykkelsen.

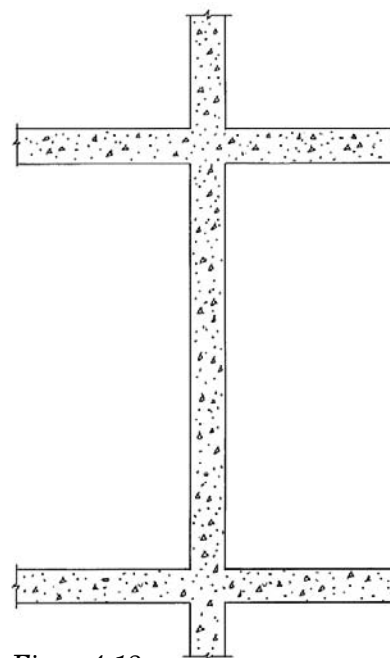
Standard brannmotstand	Minste veggtykkelse (mm)
EI 30	60
EI 60	80
EI 90	100
EI 120	120
EI 180	150
EI 240	175

Tabell 4.8 Brannmotstand av bærende vegger etter NS 3473 med slankhet $l_k/t \leq 25$.

Brannmotstand	Minste dimensjoner av veggtykkelse t (mm) og armeringsdybde a (mm) avhengig av utnyttelse			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	Ekspontert på én side (REI)	Ekspontert på to sider (R)	Ekspontert på én side (REI)	Ekspontert på to sider (R)
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/45	200/45	210/55	300/55
REI 240	230/60	250/60	270/70	360/70



Figur 4.12. Bærende massiv betongvegg med hovedarmering.



Figur 4.13. Monolittiske, plasstøpte konstruksjoner gir branntette overganger uten fuger.

* Overstyres av andre krav til overdekning (korrosjon, heft).

4.4.5 Sandwich vegger av betong

Ikke bærende sandwich vegger med betong-isolasjon-betong dimensjonert og utført i samsvar med Norsk Standard vil uten videre kunne antas å tilfredsstille brannklasse EI 60, det vil si at den har funksjon som branncellebegrensende bygningsdel. Isolasjonsmaterialet skal i utgangspunktet være ubrennbar i klasse A2,s1-d0, men brennbar isolasjon (skumplast) kan aksepteres når denne benyttes på en slik måte at den ikke bidrar til brannspredning. Dette er tilfellet når isolasjonen er innstøpt i betong og heller ikke blir eksponert mot flammepåvirkning i elementenes endekanter.

Ved høy brannbelastning (industri) kan det være aktuelt å kreve høyere brannklasse. Dersom samlet betongtykkelse tilfredsstiller kravene for ikke bærende vegger for den aktuelle brannklasse EI, kan brannmotstanden anses som tilfredsstillende. For bærende vegger må kravet til armeringsdybden også tilfredsstilles.

4.5 DEKKER

4.5.1 Massive betongdekker

Brannmotstand for plasstøpte bærende betongdekker som vist i figur 4.14 har brannmotstand som angitt i tabell 4.9. Ved bruk av høyfast betong (> C55) må risikoen for avskalling under brann vurderes spesielt.

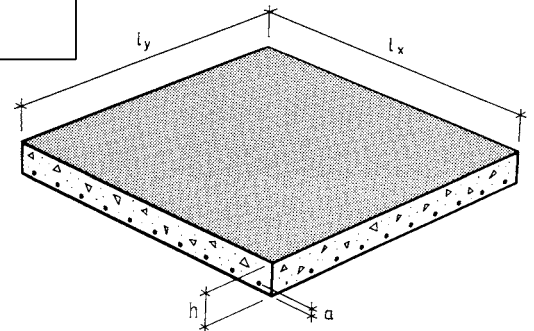
Tabell 4.9 Minste dekkeetykkelse og minste armeringsdybde etter NS 3473 for fritt opplagte plater.

Standard brannmotstand	Plate-tykkelse h (mm)	Armeringsdybde a (mm)		
		Enveisplater	Toveisplater	
			$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 \leq l_y/l_x \leq 2$
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20	10*	15*
REI 90	100	30	15*	20
REI 120	120	40	20	25
REI 180	150	55	30	40
REI 240	175	65	40	50

*Overstyres av andre krav til overdekning (korrosjon, heft).

Etterspente betongdekker med uinjiserte spennkabler kan betraktes på samme måte som slakkarmerte plater vedrørende krav til overdekning, forutsatt at endeforankringene er tilstrekkelig brannbeskyttet, kfr NS 3473 tillegg B.

Figur 4.14. Massivt plasstøpt betongdekke.



4.5.2 Hulldekker

Hulldekker er enveis dekkekonstruksjoner, normalt med fritt dreibare opplegg. Slakkarmeringen som legges i fugene bidrar til å sikre dekkekonstruksjonens integritet ved brann og funksjonen som stabiliserende element. Det er mulig å oppnå kontinuitet ved overkantarmering i fugene og eventuelt ved innstøpt armering i åpne kanaler.

Ved brann vil kapasiteten over støtte tilnærmet opprettholdes fordi armeringen ligger på kald side (ved brann fra undersiden). Dette gir en relativt større reduksjon i feltmomentet ved brann enn i normalt tilstanden, og tilsvarende mindre utnyttelsen av feltarmeringen (spenntauene), som igjen fører til økt brannmotstand. Ved normale spennvidder for standard hulldekker vil imidlertid effekten av støtte-momentet fra vanlig fugearmering være marginal.

Med hensyn til EI-funksjonen (integritet/isolering) kan en forenklet beregne elementenes ekvivalente tykkelse:

$$h_{ekv} = A / B$$

A = netto tverrsnittsareal av elementet

B = elementbredden.

Tabell 4.10 Krav til armeringsdybde og ekvivalent tykkelse for standard ekstruderte hulldekker.

Standard Brannmotstand	Minste dimensjoner (mm)	
	Ekvivalent dekke-tykkelse, h_{ekv}	Armeringsdybde for spenntau, a
REI 30	60	25
REI 60	80	35
REI 90	100	45
REI 120	120	55
REI 180	150	70
REI 240	175	80

Tabell 4.11

Brannklasse av standard hulldekker (armeringsdybde 45 mm).

Element-tykkelse (mm)	Ekvivalent tykkelse, h_{ekv}	REI 60	REI 90	REI 120
200	111	x	x	
265	150	x	x	(x)
320	169	x	x	(x)
400	197	x	x	(x)

Som det fremgår av tabellen får man uten videre brannklassene REI 60 og REI 90 med standard armeringsdybde. Symbolet (x) for REI 120 indikerer at utnyttelsen må kontrolleres, eventuelt kan det vurderes å etablere rotasjonsinnspenning. Utførelse av konstruksjon REI 120 med SD 200 element krever påstøp og eventuelt tilleggsisolering på undersiden.

Opplegg for hulldekkelementer utføres med armeringsdybde til konstruktiv armering tilsvarende kravet til hulldekkene som vertikalt bærende, eventuelt horisontalt avstivende, element.

Ved hulltaking for termodekkfunksjon gjelder ikke tabellene. Det må i slike tilfeller utføres termiske beregninger av tverrsnittet, der det tas hensyn til at branngasser også kan komme inn i hulldekkets kanaler.

4.5.3 DT elementer

Tabell 4.12 Brannklasse for standard DT-elementer etter NS 3473.

Standard brannmotstand	Minimum dimensjoner og armeringsdybde (mm)			
	Dekketykkelse med påstøp (h_s)*	Ribbebredde (b)	Armeringsdybde (a)	Sidearmeringsdybde (a_s)
REI 30	70	70	40	30
REI 60	95	115	50	45
REI 90	120	150	60	65
REI 120	135	195	70	70

* Kreves ikke for tak

For slakkarmerte ribbeplater, armert med tempcorestål, kan tabellverdiene for armeringsdybde reduseres med inntil 10 mm, men kravene til REI 30 må overholdes.

For rotasjonsinnspente ribbeplater kan brannmotstanden fordobles, opp til maksimalt REI 120, forutsatt at dekketykkelsen tilfredsstiller det aktuelle krav til brannmotstand.

For ribbeplater med ensidig rotasjonsinnspenning kan tabellverdiene for brannmotstand økes med 50 %, opp til maksimalt REI 120.

For rotasjonsinnspenning gjelder følgende krav:

1. Strekkrefter skal opptas av overkantarmering over støtte.
2. Trykkrefter skal opptas ved kontakt mellom elementenes vertikale endeflater (eventuelt sveist i underkant).
3. Konstruksjonen forøvrig skal kunne oppta de aktuelle momenter fra ribbeplatene.

Oppleggsdetalj med sveiseplate kan antas å ha samme brannmotstand som ribbeplatene når oppleggsdybden er større eller lik 70 mm, og oppleggsplaten er trukket 15 mm fra kanten.

4.5.4 Elementer av lettklinkerbetong og porebetong

Produsent eller leverandør skal kunne dokumentere brannklasse. Krav til armeringsoverdekning forutsettes ivaretatt gjennom etablert kontrollordning.

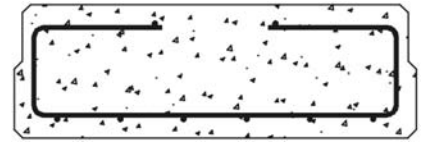
Lettklinkerbetong

Gulv og takelementer av lettklinkerbetong som er vanlige på det norske markedet i dag har brannklasse REI 90 for alle tykkelser.

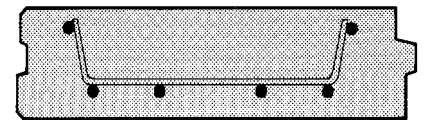
Det er nødvendig med en tettende overflatebehandling i form av slemming, pussavretting eller påstøp. Ved brann vil normalt bare en del av konstruksjonen få en temperaturstigning som kan medføre skade eller svekkelse av bæreevnen. Forbedring av de branntekniske egenskapene kan oppnås med brannhemmende malingsprodukter eller brannbeskyttende platekledning.

Porebetong

Gulvelementer av porebetong på det norske markedet har brannklasse REI 60, REI 90 eller REI 120.



Figur 4.15.
Tverrsnitt av dekkeelement av lettklinker (Leca Byggeplank).



Figur 4.16.
Tverrsnitt av dekkeelement av porebetong (Scanpor).

4.6 SØYLER

Standard søyler vil tilfredsstillte krav opp til R 120. En forutsetning for dette er at søylene kan regnes å være rotasjonsinnspente ved etasjeskillerne, det vil si kontinuerlige i statisk forstand.

Tabellen nedenfor angir mulige kombinasjoner av minste tverrsnittsdimensjon og armeringsdybde som funksjon av brannmotstand og utnyttelsen μ_{fi} .

Tabell 4.13 Søyler med slankhet $L_k/b \leq 25$, minste tverrsnittsdimensjon og armeringsdybde, etter NS 3473.

Standard Brannmotstand	Minste tverrsnittsbredde b_{min} og armeringsdybde a (mm)			
	Søyle eksponert på mer enn én side			Eksponert på én side
	$\mu_{fi} = 0,2$	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$	$\mu_{fi} = 0,7$
REI 30	150/10*	150/10*	150/10*	100/10*
REI 60	150/10*	180/10*	200/10*	120/10*
REI 90	180/10*	210/10*	240/35	140/10*
REI 120	200/40	250/40	280/40	160/45
REI 180	240/50	320/50	360/50	200/60
REI 240	300/50	400/50	450/50	300/60

* Vil bli overstyrt av andre krav til overdekning (korrosjon, heft).

Hylsefundamenter kan uten videre antas å tilfredsstillte det samme krav til brannmotstand som det som stilles til søylen.

Søylefot med bolter og stålplate utføres med den samme overdekning til stålet og armeringsdybde (boltedybde) som kreves for søylens armering.

Søylefot med utstikkende armering vil også i de fleste tilfeller ha like god brannmotstand som søylen, forutsatt følgende:

- Ved bruk av polyester eller epoxylim må det besørges tilstrekkelig overdekning. Limet kan antas å ha full styrke opp til ca. 50 °C. Limet vil være varig skadet når temperaturen har oversteget ca. 250 °C. Ved forankring i gulv eller fundament vil limforbindelsen vanligvis være tilstrekkelig beskyttet. Ved søyleskjøt må en sørge for at en eventuell limforbindelse er tilstrekkelig beskyttet ved etasjeskiller.

- Ved bruk av svinnfri mørtel kan sammenføyningsdetaljens brannmotstand uten videre antas å være lik søylens brannmotstand.

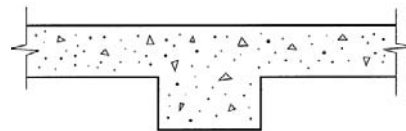
4.7 BJELKER

Ut fra branntekniske funksjonskrav kan prefabrikerte betongbjelker inndeles i rektangulære bjelker (RB-bjelker) og I-bjelker. Plasstøpte bjelker er normalt rektangulære.

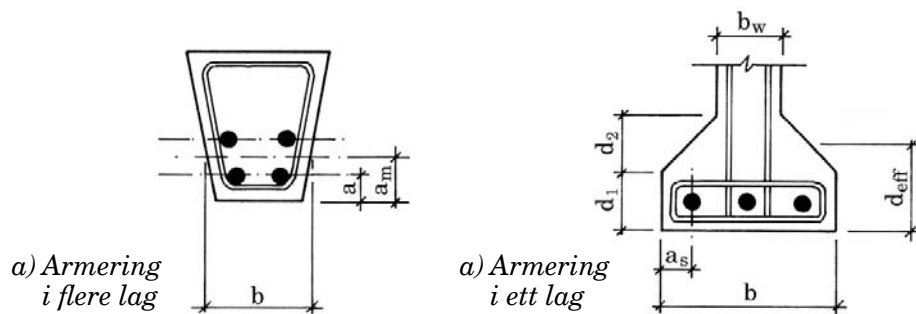
Den følgende tabellen angir minste tverrsnittsbredder og armeringsdybder for RB-bjelker og I-bjelker. Tabellen forutsetter at en har beregnet midlere armeringsdybde for det aktuelle tverrsnitt og armeringsmengde.

Tabell 4.14 Fritt opplagte bjelker. Minste dimensjoner og armeringsdybde etter NS 3473.

Standard brannmotstand	Minste dimensjoner (mm)				
	Mulige kombinasjoner av a (a_p) og b_{min} , hvor a og a_p er midlere armeringsdybde ved henholdsvis tempcore armering og spennarmering, og b_{min} er bjelkebredde				I-bjelker: Minste stegtykkelse b_w
1	2	3	4	5	6
R 30	b_{min} 80 a 25 a_p 40	120 30	160 15 25	200 10 25	80 10
R 60	b_{min} 120 a 40 a_p 55	160 35 50	200 30 45	300 25 40	100
R 90	b_{min} 150 a 55 a_p 70	200 45 60	250 40 55	400 35 50	100
R 120	b_{min} 200 a 65 a_p 80	240 55 70	300 50 65	500 45 60	120
R 180	b_{min} 240 a 80 a_p 95	300 70 85	400 65 80	600 60 75	140
R 240	b_{min} 280 a 90 a_p 105	350 80 95	500 75 90	700 70 85	160



Figur 4.17. Plasstøpte bjelker gir monolittisk konstruksjon og samvirke med betongplaten.



Figur 4.18.
Definisjonsfigur for ikke
rektangulære bjelker.

Armeringsdybden a_s til hjørnestenger (eller spenntau) i bjelker med kun ett armeringslag:

$$a_s = a + 10 \text{ mm, eventuelt } a_p + 10 \text{ mm.}$$

For verdier for $b_{\min}$ som er større enn angitt i kolonne 3 er det ikke nødvendig å øke armeringsdybden med 10 mm. Generelt bør hovedtyngden av armeringen ligge mest mulig inne i tverrsnittet, det vil si at man bør ha enkeltstenger i hjørnene og eventuelle bunter i midtre-regionen.

Bjelker eksponert for brann på alle sider skal ha tverrsnittsareal minst lik $A_c \geq 2 \times b_{\min}^2$.

For I-bjelker gjelder at den effektive høyden t_{eff} av underflensen skal være:

$$t_{\text{eff}} = t_1 + 0,5 t_2 \geq b_{\min}$$

I tilfeller hvor underflensens bredde er større enn $1,4 b_w$, skal armeringsdybden økes til

$$a_{\text{eff}} = a \times [1,85 - (t_{\text{eff}} / b_{\min}) \times \sqrt{(b_w / b)}] > a$$

Denne skaleringen gjelder kun for a og *ikke* for a_p .

Dersom flensbredden $b > 3,5 b_w$, skal flensens areal være: $A_f \geq 2 b_{\min}^2$

Hull i bjelkesteg kan tillates dersom det resterende tverrsnittsareal i strekksonen ikke er mindre enn $2 \times b_{\min}^2$.

Bjelkeopplegg for fritt opplegg av bjelker med oppstikkende bolt og lager av neopren eller stål kan antas å ha brannmotstand tilsvarende bjelkens brannmotstand. Lagerplater bør trekkes inn fra kanten av opplegget.

5 GJENNOMFØRINGER OG SAMMENFØYNINGER

5.1 GENERELT

En brannklassifisert skillekonstruksjon er avhengig av at gjennomføringer, åpninger og sammenføyninger er utført med samme brannmotstand som skillekonstruksjonen. Ingen konstruksjoner er bedre enn det svakeste ledd.

Det er utallige eksempler fra byggesaker hvor detaljer ikke er gjennomtenkt på forhånd, og hvor den utførende velger ikke dokumenterte ad hoc løsninger på stedet hvor problemet oppstår. Et annet viktig forhold er at gjennomføringer berører flere fagområder (bygg, ventilasjon, rør, elektro) og at det ofte er svak koordinering mellom disse fagområdene, både under prosjektering og utførelse. I større velorganiserte byggesaker er det ofte en ansvarlig brannrådgiver som ivaretar den tverrfaglige koordineringen i prosjekteringsfasen, og av og til også i utførelsesfasen.

Det største problemet ligger imidlertid ikke i nybygg, men i eksisterende bygg, hvor det gjennom byggverkets levetid gjøres endringer som reduserer den tiltenkte brannsikkerheten. Typiske eksempler i så måte er nye kanaler og rør som legges gjennom brannklassifiserte konstruksjoner og branndører som mer eller mindre permanent blir satt i åpen stilling og nye kanaler.

En brannklassifisert skillekonstruksjon er avhengig av at gjennomføringer, åpninger og sammenføyninger er utført med samme brannmotstand som skillekonstruksjonen.

5.2 KRAV I FORSKRIFTENE

Forskriftene (TEK) stiller ikke spesifikke krav til gjennomføringer og sammenføyninger, men forutsetter at tekniske installasjoner utføres og utstyres slik at installasjonen ikke vesentlig øker faren for at brann oppstår eller at brann sprer seg.

I Veiledningen gis det noe mer detaljerte retningslinjer for ventilasjonkanaler, rør og elektriske installasjoner som går gjennom brannklassifiserte konstruksjoner. Felles for alle typer gjennomføringer er at de ikke skal svekke bygningsdelens brannmotstand.

Generelt anbefales at ventilasjonkanaler ikke føres gjennom brannseksjonerende vegger, og at brannseksjoner utføres med separate ventilasjonsanlegg. Dersom ventilasjonskanal allikevel føres gjennom seksjoneringsvegg, beskriver Veiledningen følgende alternativer:

”Kanalen utstyres med brannspjeld som har tilsvarende brannmotstand som seksjoneringsveggen.”

eller

”Kanalen utstyres med brannspjeld med brannmotstand tilsvarende minimum halve veggens brannmotstand i kombinasjon med brannisolering. Summen av spjeldets brannmotstand og isolasjon må imidlertid tilsvare minimum brannmotstanden i veggen.”

Strømforsyning til heissjakt, motordrevne røykluker, alarmgivere, nødløslanlegg mm skal være beskyttet mot brann. Dette kan f.eks. gjøres ved at kabler legges i innstøpte rør med overdekning minst 30 mm.

Plastrør med diameter inntil 32 mm kan føres gjennom murte og støpte konstruksjoner inntil klasse EI 90 når det tettes rundt rørene med godkjent/klassifisert tettemasse. Støpejernsrør med diameter inntil 110 mm kan føres gjennom murte og støpte konstruksjoner inntil klasse EI 60 når det tettes rundt rørene med godkjent/klassifisert

tettemasse, eller det støpes rundt og konstruksjonen har tykkelse minst 180 mm. Avstand til brennbart materiale fra rør som går gjennom brannklassifisert bygningsdel må være minst 250 mm.

5.3 PRODUKTER FOR BRANNTETTING

Det finnes en rekke godkjente tettingssystemer på markedet. I valg av system som skal benyttes må det tas hensyn til om godkjenningen gjelder for den aktuelle hullgeometrien, type brannskille og gjennomføring. Eksempler på tettingssystemer er bruk av støpbare masser av gips eller sementmørtel, fugemasser, fugeskum, varmeeeksperanderende lister, mineralull eller rørmansjetter.

For å sikre at bygningsdelenes brannmotstand ikke svekkes som følge av endringer over tid, må det branntettes med et godkjent og klassifisert tetteprodukt tilpasset formålet. I mange tilfeller må rør og kanaler i tillegg brannisoleres til en viss avstand fra gjennomføringen.

5.3.1 Støpemørtel – Brannmotstand inntil EI 120 avhengig av utførelse

De fleste godkjente støpbare masser kan benyttes for branntetting av rør-, kanal/ventilasjons- og kabelgjennomføringer samt for tetting av fuger og åpninger i vegg- og etasjeskiller i konstruksjoner bestående av mur eller betong/lettbetong.

Mørtel er det mest anvente produktet for tetting av gjennomføringer. Mørtel hindrer effektivt at brann, røyk og giftige gasser sprer seg gjennom åpninger mellom branncellene. I tillegg herdes mørtelen på kort tid, har gode bearbeidingssegenskaper og hefter godt til mur og betong og evt til gips og stål. Herdet masse kan lett bores og sages i, slik at gjenstøpte åpninger kan åpnes senere for endringer av kabel- eller røropplegg.

Spesialkomponerte *gipsbaserte masser* er velegnet for tetting av konstruksjoner med brannteknisk klassifisering fordi herdetiden er kort, samt at utførelsen er enkel. Gipsbasert masse krymper ikke ved uttørring slik sementbasert masse gjør.

5.3.2 Skum og fugemasser – Brannmotstand inntil EI 120 avhengig av fugedybde og -bredde

Som følge av varmepåvirkning fra en brann ekspanderer branngodkjente fugemasser og danner et brannbestandig materiale som forhindrer gjennomgang av flammer og røyk. De ulike fugemassene har ulike bruksområder og de fleste produktene kan benyttes i kombinasjon med andre tettemasser.

Akrylfugemasse benyttes ved brannsikring av gjennomføringer av kanaler, rør og kabler samt fuger i brannklassifiserte konstruksjoner av gips, lettbetong, betong eller teglstein.

Silikonbasert fugemasse benyttes for branntetting av fuger og åpninger i brannskiller, samt tetting av rørgjennomføringer i konstruksjoner bestående av gips, lettbetong eller betong. Silikonbasert masse har større elastisitet enn akrylbasert fugemasse og egner seg derfor bedre i bevegesfuger. Silikon har god bestandighet og kan også benyttes utendørs og på steder hvor det er fare for påkjenning av kjemikalier.

Brannhemmende *fugeskum av enkomponent PUR* er velegnet til bruk for branntetting av fuger og mindre åpninger i brannskillende konstruksjoner av mur og betong. Fugeskum skal ikke benyttes i fuger som utsettes for strekk, trykk eller forskyvninger under brann, eksempelvis fuger rundt kanaler, kabler, rør etc.

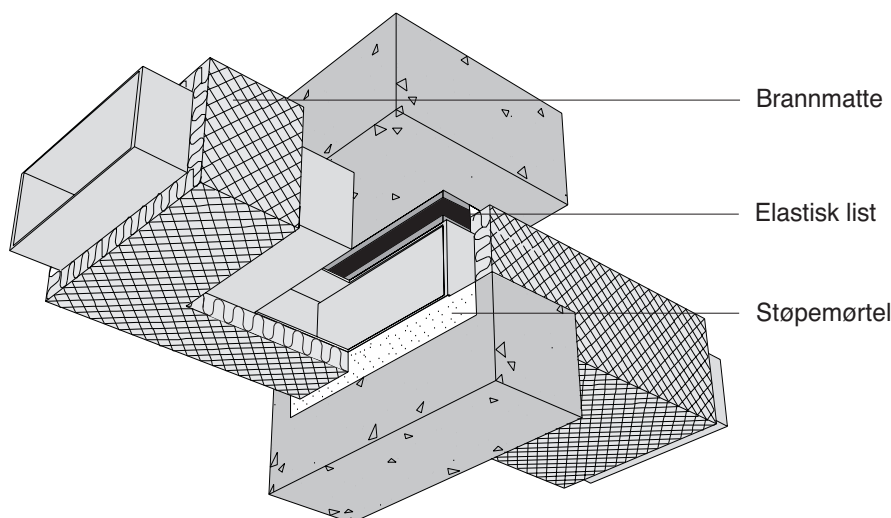
5.3.3 Rørmansjetter – Brannmotstand inntil EI 90 avhengig av utførelse

Rørmansjetter benyttes ved gjennomføringer av plastrør inntil ca. Ø160 mm. Metallrammene festes direkte i bygningskonstruksjonen enten utenpåliggende eller innfelt i vegg/dekke. Som følge av varmeutviklingen i en brann sveller det innvendige varmeeekspanderende og brannbestandige skummet opp og tetter utsparingen idet plast-røret smelter.

5.3.4 Andre produkter

I enkelte tilfeller er det hensiktsmessig og brannteknisk tilfredsstillende å benytte et enklere produkt enn rørmansjetter ved gjennomføringer av plastrør. *Rørpakning* består av varmeeekspanderende laminat og har en noe enklere montering ved at plastpakningen enkelt skyves inn i vegglivet eller dekket. Eventuelle åpninger mellom vegg og rørpakning tettes med brannsikker masse.

I noen tilfeller kan det være vanskelig å utføre branntetting som følge av plassmangel mellom kanaler og konstruksjoner. I slike tilfeller kan spesialprodukter i form av ferdige fuger som dyttes inn i lysåpningen benyttes. Et produkt som kan nevnes, er en varmeeekspanderende elastisk *list* for tetting av fuger samt fuger rundt ventilasjonskanaler med fugebredder fra 25 til 100 mm i brannklassifiserte konstruksjoner av mur eller betong.



Figur 5.1.
Kanalgjennomføring
i betongvegg EI 120.

Ekspanderende *brannhemmende maling* kan i enkelte tilfeller være aktuelt også på betongkonstruksjoner, i forbindelse med rehabilitering eller ombygging, som kompensasjon for manglende overdekning over armeringen.

Et *brannspjeld* er et selvluukkende eller motorstyrt spjeld som settes inn i ventilasjonskanaler som går gjennom seksjoneringsvegger/-dekker. Brannspjeld skal være sertifiserte/godkjente produkter med oppgitt E- eller EI-klasse.

Det finnes også prefabrikkerte komplette tettesystemer og modulsystemer for innstøping, tilpasset de fleste typer installasjoner.

5.4 UTFØRELSE

5.4.1 Gjennomføringer av kabler (elektriske installasjoner)

Kabelgjennomføringer i dekker kan forskales på undersiden med tung mineralull i tillegg til støpbare masser for å tette rundt kablene. Mineralullen resulterer i at tettemassen får et solid fundament. Utstøpt tykkelse er avhengig av brannklasse og type støpbar masse.

En annen løsning er å installere brannklassifiserte trekkerør som vanligvis er godkjente i brannklasse opptil EI 120. En variant av tettingssystemet med tre sjikt er godkjent i brannklasse opptil EI 240 forutsatt at vegg- eller dekketykkelsen er mer enn 200 mm.

5.4.2 Gjennomføringer av rør

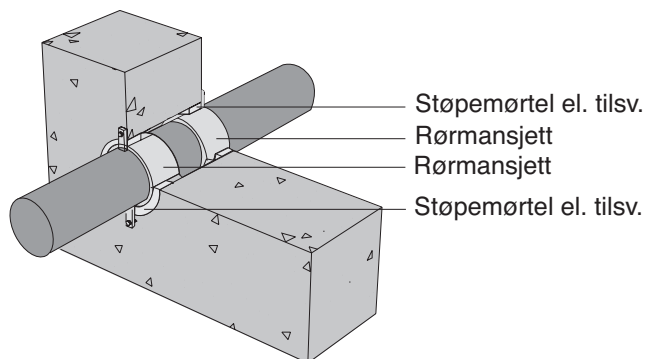
Tettingssystemene som ble beskrevet for kabelgjennomføringer kan også benyttes for rørgjennomføringer. I tillegg er det viktig at det blir tatt hensyn til materialets brennbarhet, rørdimensjon og tykkelse på brannskillende bygningsdel.

Ubrennbare rør kan vanligvis føres gjennom brannskille uten spesiell brannbeskyttelse. Tettingen utføres gjerne i betong dersom den brannskillende bygningsdelen består av betong.

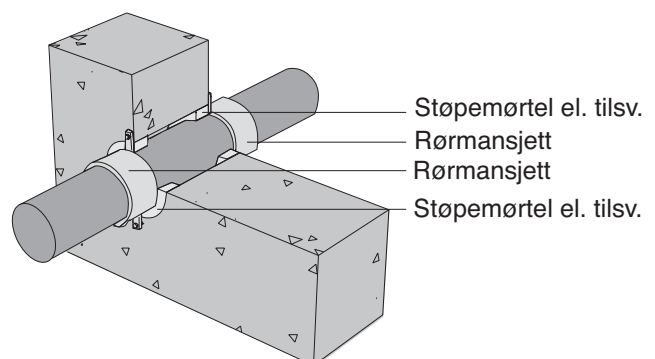
Tetting med mineralullplater var en utbredt løsning tidligere, men i dag er det lettere og mer rasjonelt å brannsikre gjennomføringer med ulike typer mørtelbaserte produkter, fortrinnsvis gips.

Alle plastrør som finnes på markedet må betegnes som brennbare, selv om det er mulig å tilsette plastmaterialet stoffer som gir gunstige branntekniske egenskaper.

Rørmansjett kan monteres enten utenpåliggende eller innfelt i konstruksjonen. For å oppnå brannmotstand EI 90 i vegg skal det benyttes en rørmansjett på hver side av vegglivet. Ved utenpåliggende montering av rørmansjett må åpning mellom rør og vegg liv først tettes med brannsikker masse. Ved innfelt montering skal det tettes med brannsikker masse etter at rørmansjett er montert.

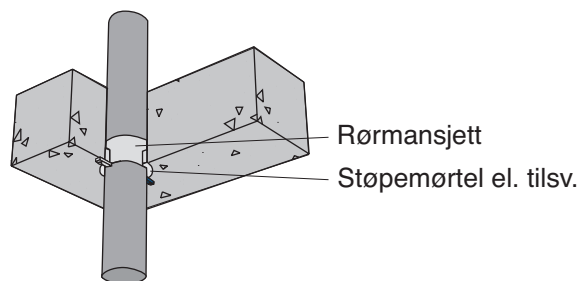


Figur 5.2.a.
Plastrørgjennomføring i betongvegg EI 90 – innfelte mansjetter.

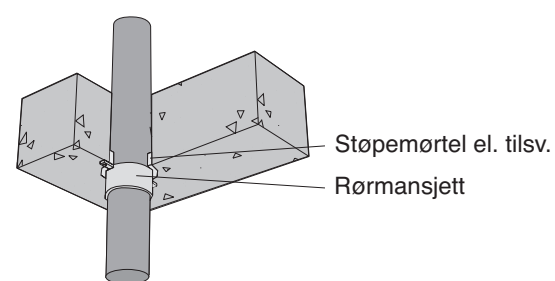


Figur 5.2.b.
Plastrørgjennomføring i betongvegg EI 90 – utenpåliggende mansjetter.

For montering i dekke skal det kun benyttes rørmansjett i underkant av dekket.



Figur 5.3.a.
Plastgjennomføring i betongdekke EI 90 – innfelt mansjett.



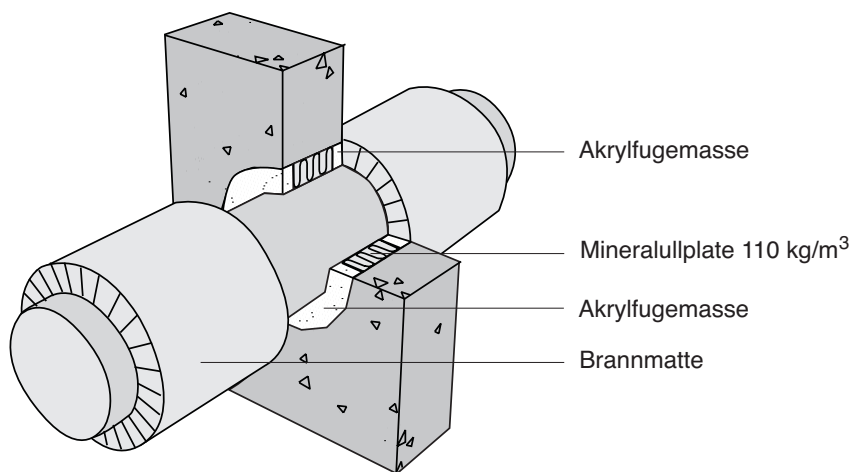
Figur 5.3.b.
Plastgjennomføring i betongdekke EI 90 – utenpåliggende mansjett.

5.4.3 Gjennomføringer av ventilasjonskanaler

Prinsippet for brannsikring av ventilasjonskanaler er det samme som for annen brannsikring av gjennomføringer. For å få en godkjent løsning, må kanalene isoleres på hver side av den branncellebegrensende konstruksjonen.

Det som ofte er problemet med gjennomføringer i ventilasjonskanaler, er å tette kanaler på oversiden mot vegg når kanalen er montert for nær tak eller himling. I nye bygg er dette en situasjon som helst ikke skal forekomme. Når det gjelder gamle eksisterende bygg er dette et problem som ofte oppstår.

Ved bruk av akrylbasert fugetetting omkring kanalgjennomføring i betongvegg skal det branntettes fra begge sider. For å oppnå brannmotstand inntil EI 120 er maks fugebredde 30 mm og minimum fuge-dybde 26 mm. Mellom fugene benyttes mineralullplate, samt at kanalen må brannisoleres med brannmatte. Ved brannmotstand > EI 60 skal det benyttes brannspjeld i tillegg til brannisolasjon.



Figur 5.4.
Kanalgjennomføring
i betongvegg EI 120.

5.4.4 Tilslutninger (fugetetting)

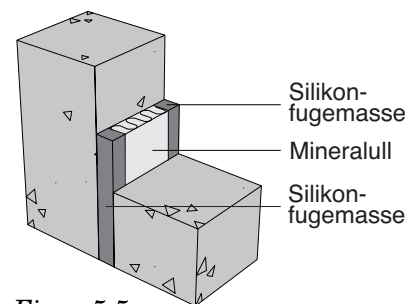
Ved bruk av silikonfugemasse for fugetetting i betongvegg med veggtykkelse 100 mm, må følgende fugebredde og dybde tilfredsstilles:

Brannmotstand	Maks fugebredde	Min fuge-dybde
EI 120	27 mm	2 x 22 mm
EI 60	25 mm	30 mm

For å oppnå brannmotstand EI 120, må det dyttes mineralull mellom fugene. Dette er ikke et krav når det gjelder EI 60.

Fuger i elementvegger kan inndeles i kraftoverførende fuger og ikke kraftoverførende fuger. Kraftoverførende fuger (REI) utføres normalt med fortanning og innstøpt forankringsarmering eller fugearmering. Armeringsdybde til slik armering fastsettes ut fra kravene til de aktuelle tilstøtende komponenter.

Ikke kraftoverførende fuger skal tilfredsstillere kriteriene integritet (E) og isolasjon (I). En slik fuge bør utføres med mineralull, bakfyll og fugemasse på begge sider. Mineralull i fuger med brannteknisk funksjon bør ha et smeltepunkt over 1000 °C, i tillegg til densitet over 30 kg/m³ (det vil si steinull av normal kvalitet). Fuger i tak med brennbar isolasjon må ha tilstrekkelig tetting av egnet brannbestandig materiale.



Figur 5.5.
Fuge i betongvegg EI 120.

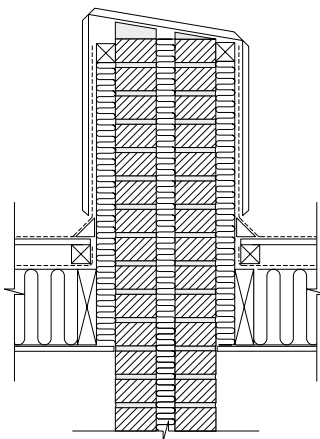
Tabell 5.1 Fylldybde for ett-trinns fuge

Fugebredde	Minimum fylldybde	
	EI 120	EI 240
10 mm	20 mm	25 mm
25 mm	50 mm	90 mm

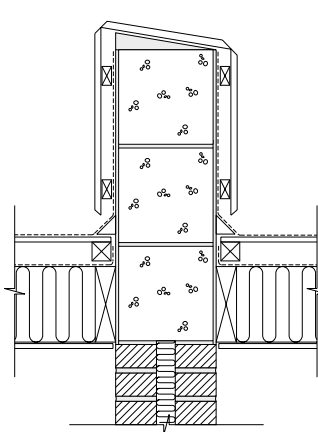
Tabell 5.2 Fylldybde for to-trinns fuge

Fugetype	Maksimum fugebredde	
	EI 120	EI 240
Med 40 mm dybde av mineralull	21 mm	18 mm
Med 30 mm dybde av mineralull	16 mm	10 mm

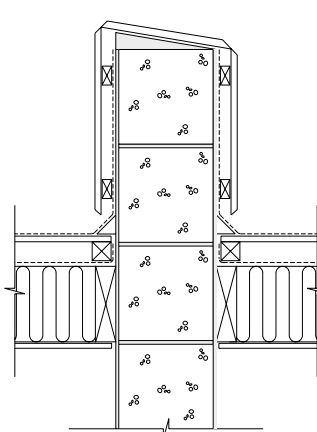
5.4.5 Murte brannvegger ført over tak



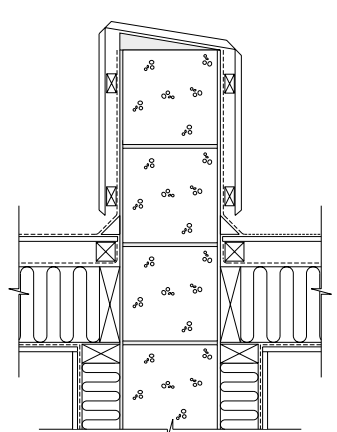
Figur 5.6.
Brannvegg av tegl (skallmurvegg). Over tak er vangene kledd med plater av ubrennbar isolasjon for å forhindre kuldebro.



Figur 5.7.
Brannvegg av tegl (skallmurvegg). Over tak er teglvangene erstattet med lettklinkermurverk.

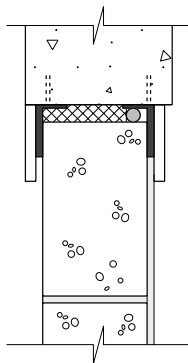


Figur 5.8.
Brannvegg av lettklinkerblokker.

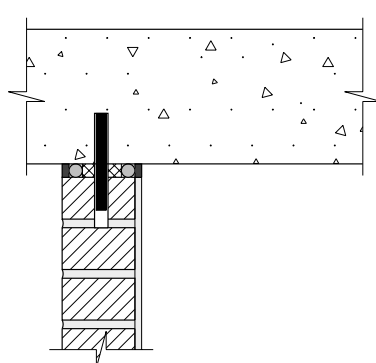


Figur 5.9.
Brannvegg av lettklinkerblokker. Innvendig isolert.

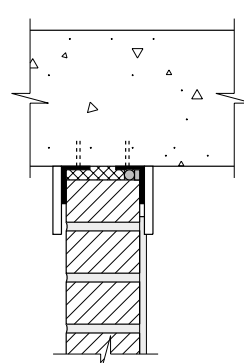
5.4.6 Tilslutninger mellom murt brannseksjoneringsvegg og støpt dekke eller bjelke



Figur 5.10.
Vegg av lettklinkerblokker ført opp til betongbjelke. Skissen viser innstøpte stålplater med fastsveiste stålvinkler for sidestøtte. Spalte mellom mur og betong pakkes godt med mineralull, og spekkes med mørtel dersom det velges punktvis innfesting med stålvinkler. Pussing må foretas før stålvinkler festes.



Figur 5.11.
Halvsteins teglvegg ført opp mot betongdekke. Skissen viser sidestøtte vha. ekspansjonsbolter festet for muring. Spalte mellom mur og betong utføres som tradisjonell dilasjonsfuge med mineralulldytt, bunnfyllingslist og brannbestandig elastisk fugemasse.



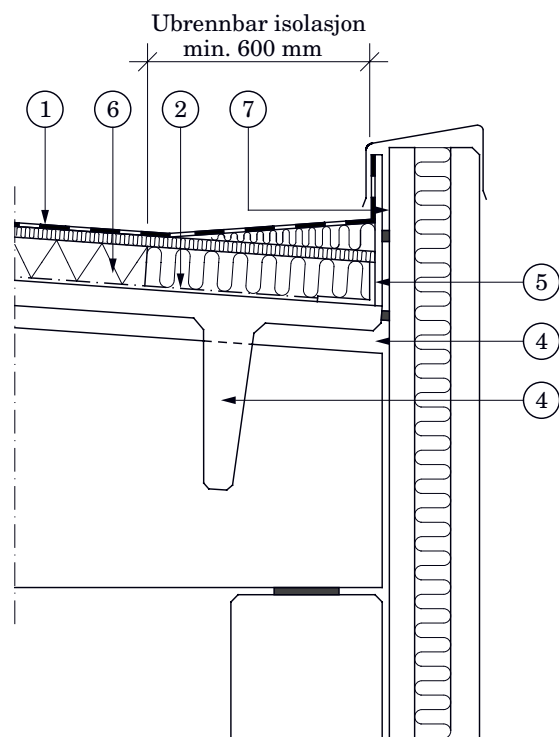
Figur 5.12.
Halvsteins teglvegg ført opp mot betongdekke. Skissen viser punktvis sidestøtte vha. stålvinkler. I rom uten nedforet himling kan stålvinklne tildekkes med en list av brannbestandig materiale.

5.4.7 Detaljeringseksempler – betong

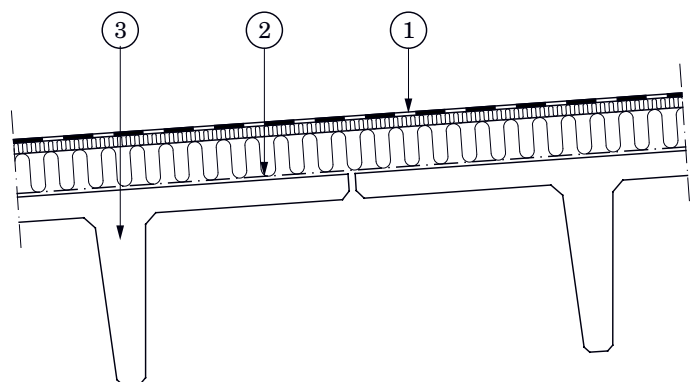
Det viser seg ved studier av brannskadde bygninger at detaljutføring i forskjellige sammenhenger har stor betydning for spredning av brann. De følgende figurer viser eksempler på detaljering med henblikk på tilfredstillende brannteknisk funksjon, primært kriteriene E og I, det vil si integritet og isolering. Eksempelene er utviklet spesielt med tanke på industrihaller, men prinsippene kan videreføres til andre bygningstyper.

I figurene 5.13–5.19 betyr de angitte tall følgende:

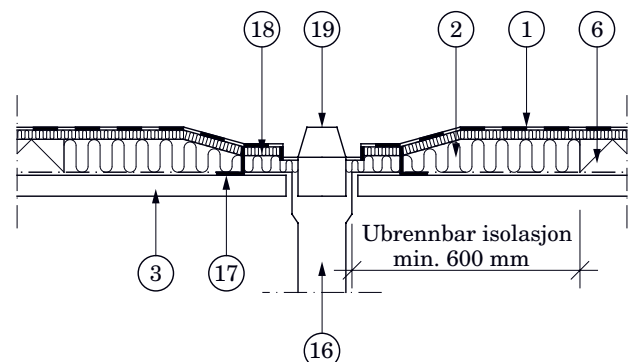
1. Papptekking
2. Ubrennbar isolasjon
3. Betong takelement
4. Dampsperre (folie, fugemasse)
5. Stålvinkelbeslag
6. Mineralull, alternativt plastisolasjon
7. mm finérplate
8. Røykluke
9. Remse av hardpresset mineralull
10. Trelekt
11. Platekant for røykluke
12. Stålplatebeslag
13. Avsløpsrør med flens
14. Båndstål i rammehjørner
15. Ramme av tre
16. Sluk av ubrennbart materiale
17. Fugemasse med bunnfyllist, alternativt fugelist
18. Sandwichelement



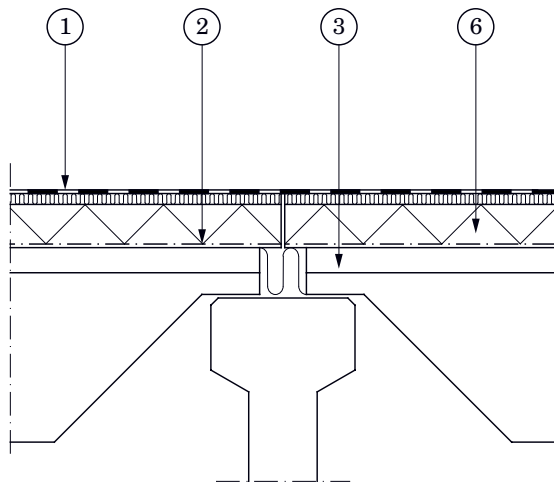
Figur 5.13. Fuge ved takfot.



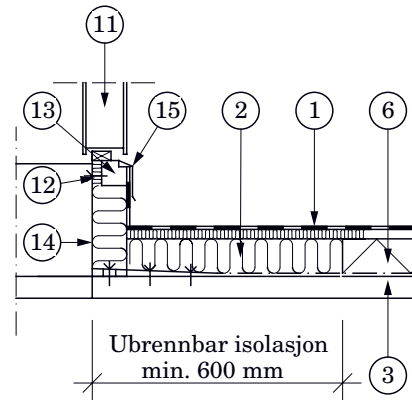
Figur 5.14. Langsgående fuge.



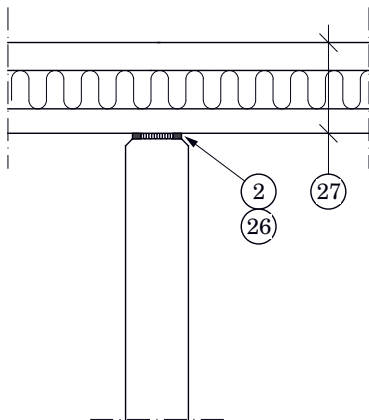
Figur 5.15. Tilslutning til sluk.



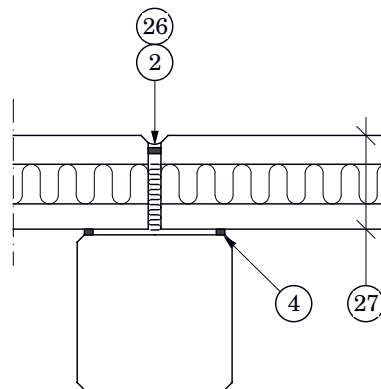
Figur 5.16. Fuge ved opplegg.



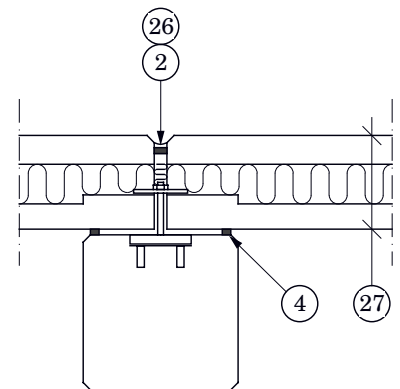
Figur 5.17. Tilslutning til røykluke.



Figur 5.18. Tilslutning mellom fasade og innvendig vegg.



a) Generelt



b) Ved festedetalj

Figur 5.19. Sammenføyning mellom søyle og sandwichelementer.

5.5 DOKUMENTASJON

Til tetting av gjennomføringer skal det kun benyttes dokumenterte produkter og løsninger. Produktdokumentasjon for de enkelte produkter gir eksakte anvendelsesområder og begrensninger for hvert enkelt produkt. Produktdokumentasjon og monteringsanvisning skal foreligge på den enkelte byggeplassen.

Utført branntetting merkes med etikett slik at utførelsen og anvendt (godkjent) branntetteprodukt er dokumentert.

6 KONTROLL AV PROSJEKTERING

6.1 HVORFOR KONTROLLERE

Brannteknisk prosjektering er fortsatt et nytt fagområde, hvor grunnlaget er basert på en blanding av praktisk erfaring og en gradvis økende mengde eksakt vitenskap.

Brann er et komplekst fagområde på grunn av sin tverrfaglighet, og berører samtlige fagområder i en byggesak. Prosjekteringsstandardene NS 3473 og NS 3475 stiller krav til kontroll (begrenset, normal eller utvidet) avhengig av konsekvens. Dette berører også brannteknisk prosjektering.

Det er dessverre menneskelig å gjøre feil, og enkelte feil kan få store konsekvenser. Kontroller det du har gjort, uansett lovpålegg eller ikke. Egenkontroll er i de fleste tilfeller tilstrekkelig, men sidemannskontroll gir større sikkerhet forutsatt at vedkommende har fornøden innsikt i fagområdet og prosjektet. I større byggesaker hvor konsekvensene av feil kan bli store, har myndighetene anledning til å forlange uavhengig kontroll gjennomført av et annet foretak.

Tidligere stilte myndighetene krav til at brannteknisk dokumentasjon skulle overleveres den aktuelle kommune som vedlegg til søknad om byggetillatelse. Dette endret seg gjennom byggesaksreformen i 1997. I dag skal kommunen kun påse at arbeidene som utføres på et søknadspliktig tiltak er belagt med ansvar og kontroll gjennom ansvarsretter og kontrollplaner. I praksis betyr dette at bygge- og anleggsbransjen kontrollerer seg selv, og et stort ansvar er således lagt på de prosjekterende. Kontrollrutiner skal ligge inne som en del av foretakets kvalitetssystem.

6.2 KONTROLL I BYGGESAK

Brannsikkerhet blir ofte definert som viktig og kritisk område, og er et av de få områdene hvor det ofte blir forlangt uavhengig kontroll av prosjekteringen. Krav om eventuell uavhengig kontroll bør fremsettes av kommunen senest under forhåndskonferansen. Premissene for brannteknisk konsept og brannstrategi legges gjerne i forprosjektet, og det kan være for sent, eller i det minste svært kostbart, å gjøre vesentlige endringer under detaljprosjekteringen.

Alle oppgaver i et søknadspliktig tiltak skal belegges med ansvar, og ansvarsrett gis av kommunen i den enkelte byggesak. Det ansvarlige foretaket er da forpliktet til å utføre sine oppgaver i samsvar med plan- og bygningsloven, tilhørende forskrifter og byggetillatelsen fra kommunen.

”Forskrift om godkjenning av foretak for ansvarsrett 2003” (GOF) stiller krav til tilstrekkelige faglige kvalifikasjoner, men også til styringssystemer internt hos de foretak som påtar seg ansvar i byggesaker. Et foretak kan enten få sentral eller lokal godkjenning. Sentral godkjenning forvaltes av Statens bygningstekniske etat (BE). Dette er en frivillig ordning hvor foretakets kvalifikasjoner vurderes i forhold til generelle godkjenningsområder. Når sentral godkjenning foreligger, tildeles ansvarsrett uten ytterligere vurdering forutsatt at godkjenningsområdet samsvarer med oppgavene foretaket skal utføre. Dersom det ikke foreligger sentral godkjenning, kan lokal godkjenning gis av kommunen, etter de samme krav som gjelder ved sentral godkjenning.

”Forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker 2003” (SAK) gir utfyllende bestemmelser til byggesaksreglene i Plan- og

GOF stiller krav til faglige kvalifikasjoner og styringssystemer.

bygningsloven. Formålet med denne forskriften er å sikre god kvalitet på de bygg som føres opp, effektiv og forsvarlig saksbehandling og gjennomføring av byggesaker, samt ivareta samfunnsinteresser.

Det skal alltid foreligge en kontrollplan for prosjektering og utførelse. I de fleste prosjekter bekreftes dette med en signatur på søknadsblanketten "Søknad om ansvarsrett. Kontrollplan". Signaturen er en bekreftelse på at kontroll utføres i samsvar med foretakets kvalitetssystem. Når prosjekteringen er gjennomført og kontrollert, signerer den ansvarlig kontrollerende på skjema "Kontrollerklæring", hvor det refereres til hvilke kontrolldokumenter som foreligger. Dokumentasjonen skal ikke sendes inn til kommunen, men skal kunne forevises ved eventuelt tilsyn. Det er viktig at utført kontroll kan spores tilbake til tegninger eller arbeidsunderlaget som det ble kontrollert mot, beskrivelse av hva som ble kontrollert, hvem som utførte kontrollen og når kontrollen ble gjennomført.

I forbindelse med branntekniske forhold kan både sjekklister og branntegninger benyttes som hjelpemiddel for gjennomføring av systematisk dokumentert kontroll. Denne prosessen bidrar til å tenke logisk igjennom hvordan bygningen fungerer i en brann.

Dersom tiltaket har risikoforhold som ikke ivaretas av kontrollrutiner i foretakets kvalitetssystemet, stilles det krav til en særskilt "kontrollplan for viktige og kritiske kontrollområder". Heller ikke denne kontrollplanen skal fremlegges for kommunen.

Dokumentert egenkontroll er den vanligste formen for kontroll i en byggesak, dvs. at prosjekterende eller utførende foretak selv utfører kontrollen. Internt i foretaket kan det benyttes sidemannskontroll for å kvalitetssikre prosjekteringen.

Kommunen krever gjerne uavhengig kontroll på hele eller deler av et ansvarsområde dersom det er et omfattende tiltak som innebærer store konsekvenser dersom det oppstår feil. Ved brannteknisk prosjektering i tiltaksklasse 2 og 3 blir det ofte forlangt uavhengig kontroll dersom det forventes vesentlige fravik fra preaksepterte løsninger i prosjektering, eller dersom prosjektering og utførelse foretas av samme foretak (totalprosjekter). Det ansvarlig prosjekterende foretaket har selv ansvar for å engasjere foretak til å gjennomføre uavhengig kontroll.

Kommunens oppgave er å føre tilsyn med at bestemmelser i plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter følges. For å avdekke regelbrudd er det ingen begrensinger for hvilke fremgangsmåte og metoder kommunen kan benytte, forutsatt at foretaket er knyttet opp mot en konkret byggesak eller et bestemt tiltak. Utfordringen i kommunene så langt har vært å dreie sakbehandlingen over fra konkrete og fysiske kontrolloppgaver til å drive systemrevisjon. Her kreves en helt annen kompetanse enn det som tidligere har vært nødvendig i kommunens byggesaksbehandling.

Plan- og bygningsloven med tilhørende forskrifter har vært gjenstand for grundig evaluering og flere endringer er allerede gjennomført siden den store byggesaksreformen i 1997. Nye endringer forventes i nær fremtid i forbindelse med ansvar, kontroll og byggesaksbehandling og det arbeides også for å få til en bedre samordning mellom brannsikkerhet i byggesak og brannsikkerhet i eksisterende bygg (brannloven).

Myndighetene har fokus på brannsikkerhet og forlanger ofte uavhengig kontroll av brannteknisk prosjektering.

6.3 KONTROLLPLANER

Kontrollplaner og -rutiner skal inngå som en naturlig del av foretakets kvalitetssystem, og det gjelder for tiden ingen bestemt standard for hvordan disse skal se ut. Mange bransjeforeninger har utviklet sine egne maler tilpasset oppgaver som deres medlemsbedrifter normalt befatter seg med.

I det følgende listes opp en del elementer som bør inngå i en kontrollplan for prosjektering av brannsikkerhet:

Kravområder i teknisk forskrift

Kommunale vedtekter

Betingelser i rammetillatelse

Andre myndighetskrav

Referansedokumenter

- Veiledning til forskrift (Ren TEK 97)
- Standarder
- NBI-blader
- Annen viktig litteratur, rapporter, dokumenterte løsninger, regneprogrammer

Dokumenter fra prosjekteringen

- Tegninger
- Beskrivelser
- Beregninger
- Rapporter

Kontrolloppgaver

- Her angis det som er viktig å kontrollere, f.eks. det som erfaringsmessig går galt, det som kan gå galt (f.eks. stor vanskelighetsgrad) og forhold hvor konsekvensene av feil er store.

Kontrollmetode

- Gjennomgang av prosjekteringsmaterialet
- Egen vurdering uavhengig av det som er gjort

Grad av kontroll

- Stikkprøver
- Nøye kontroll

Hvem kontrollerer

- Egenkontroll
- Sidemann, engasjert i samme prosjekt
- Sidemann, fra samme firma men uten forhåndskunnskap om prosjektet
- Uavhengig kontroll (fra annet firma)

Kontrolldokumentasjon

- Signatur på dokument
- Notater på dokument
- Sjekkliste, avkrysset og signert
- Kontrollrapport

6.4 SJEKKLISTER

Et typisk bruksområde for mur og betong i bygningsmessig brannvern er brannvegger og seksjoneringsvegger, hvor følgende sjekkliste kan være et nyttig hjelpemiddel og husekliste under prosjekteringen:

	Ja	Nei
1) Er veggens stabilitet sikret ved temperaturutvidelse i andre bygningsdeler?		
2) Har veggen tilstrekkelig stabilitet hvis nabobygningen eller tilstøtende brannseksjoner raser sammen?		
3) Har veggen tilstrekkelig stabilitet hvis deler av tak, reoler, lagrede aterialer eller lignende faller mot veggen under brann?		
4) Er brannveggen ført tilstrekkelig opp over taket?		
5) Er brennbar taktekking eller takisolasjon stoppet der veggen er ført over tak?		
6) Hindrer veggen spredning langs fasaden?		
7) Er det gitt ekspansjonsmuligheter, evt. med beslag for konstruksjonsdeler som er ført inn mot veggen?		
8) Har veggen tilstrekkelig tykkelse?		
9) Er åpninger mellom vegg og tak tilstrekkelig tett mot varme og røyk?		
10) Er murvegg med luftåpne porer pusset/slemmet på minst én side?		
11) Er fuger i veggen tett med godkjente materialer?		
12) Er bredde på fuger og utforming av fuger utført tilfredsstillende?		
13) Er dører og porter klassifiserte?		
14) Fungerer dører og porters selvlukking – går de i lås?		
15) Er dørkarmer støpt inn eller innskrudd og isolert med steinull?		
16) Er dørbeslag og vridere av stål eller messing?		
17) Er åpningen rundt gjennomføringen av elektriske kabler, kanaler og rør, tett med forskriftsmessige materialer?		
18) Er plastrør sikret med korrekt brannmansjett ved kryssing av brannvegg?		
19) Er transportbånd o.l. sikret med fallem el. når den krysser brannvegg?		
20) Er ventilasjonskanaler sikret med brannspjeld og nødvendige inspeksjonsluker?		
21) Er brannvegger og brannskiller skikkelig markert på bygningstegningene?		
22) Har noen ansvar for at alle underentreprenører som kan tenkes å bore hull i en brannvegg, blir orientert om konsekvensen før arbeidet starter?		
23) Har noen ansvar for at nye hulltakinger i vegger:		
– får riktig tilpasning og ettertetting?		
– merkes med etikett med opplysende tekst?		
24) Er kontroll av brannveggens funksjonsdyktighet lagt inn i FDV-rutiner for bygget?		

7 REFERANSER

"Betongelementboken" bind D, 1997. Betongelementforeningen.

"Brannfysikk – fra teori til praksis", 1995. Norges Brannskole.

Hoelsbrekken, Sigurd, "Brannsikkerhet. Prosjektering og dokumentasjon", 1997.

Murkatalogen med tilhørende hefter og produktdatablader. Mur-Sentret.

Se spesielt anvisning P9 "Murte innervegger"

NS 3473, 6. utgave september 2003. "Prosjektering av betongkonstruksjoner. Beregnings- og konstruksjonsregler."

NS 3475, 2. utgave mai 2004. "Prosjektering av murkonstruksjoner. Beregnings- og konstruksjonsregler."

NS 3490, 2004. "Prosjektering av konstruksjoner. Krav til pålitelighet."

NS 3491-2, 2003. "Prosjektering av konstruksjoner. Dimensjonerende laster". Del 2: Påvirkninger ved brann.

NS 3491-4, 2002. "Prosjektering av konstruksjoner. Dimensjonerende laster." Del 4: Vindlaster.

NS-EN 13501-1, 2002. "Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler." Del 1: Klassifisering ved bruk av resultater fra prøving av materialers egenskaper ved brannpåvirkning.

NS-EN 13501-2, November 2003. "Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler." Del 2: Klassifisering ved bruk av resultater fra brannmotstandsprøving, unntatt ventilasjonssystemer.

NS-ENV 1992-1-1 Eurocode 2, 1993. "Prosjektering av betongkonstruksjoner. Generelle regler og regler for bygninger."

REN veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven 1997, 3. utgave april 2003.

Røbech, Erik, "Håndbok i branntekniske gjennomføringer", 2001. Norsk Brannvern Forening.

Statens bygningstekniske etat, "Veiledning til forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesak (SAK)". Norsk Byggtjenestes Forlag.

Statens bygningstekniske etat, "Veiledning til forskrift om godkjenning av foretak for ansvarsrett (GOF)". Norsk Byggtjenestes Forlag.

Stortingsmelding nr. 41 (2000-2001) Brann- og eksplosjonsvern

Tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven 1997, med endringer 24. juni 2003

Aktuelle blader i Byggforskserien:

- 321.026 Brannsikkerhetsstrategi. Dokumentasjon og kontroll. 2003
- 321.028 Brannteknisk utførelse. Dokumentasjon og kontroll i byggefasen. 2003
- 321.030 Brannteknisk oppdeling av bygninger. 2000
- 321.075 Brannteknisk prosjektering av boligbygninger. 1999
- 321.080 Brannteknisk prosjektering av garasjer og parkeringshus. 1999
- 520.305 Brannvegger i trehusbebyggelse. 2005
- 520.320 Brannteknisk klassifisering og dokumentasjon av materialer og bygningsdeler. 2004
- 520.325 Tilslutningsdetaljer i brann- og lydskillende konstruksjoner. 2002
- 520.333 Brannbelastning i bygninger. Beregninger og statistiske verdier. 1999
- 520.342 Gjennomføringer i brannskiller. 2005