

BRANNSIKRE BYGG

i mur og betong

Del II: Løsningene

Mur og betong gir robuste konstruksjoner som oppfyller forskriftens krav til bæreevne og stabilitet gjennom et fullstendig brannforløp. Preaksepterte løsninger slik disse er presentert i BMBs Prosjekteringsanvisning forenkler byggeprosessen, noe som kan bety reduserte kostnader knyttet til prosjektering og kontroll.

Artikkelen i forrige utgave av mur+betong tok for seg kravene til bærende og skillende konstruksjoner. Her presenteres løsninger som tilfredsstillende disse kravene.

BMBs Prosjekteringsanvisning kan lastes ned i sin helhet fra BMBs hjemmeside www.brannmurbetong.no.

For å illustrere krav og løsninger har vi valgt en boligblokk i fem etasjer som eksempel og referanse. I dette byggverket skal bærende hovedsystem utføres i brannklasse R 90/A2-s1,d0 og sekundære bæresystemer (etasjeskillere) i klasse R 60/A2-s1,d0. Skillevegger mellom brannceller skal være i brannklasse EI 60/A2-s1,d0. Det betyr at både bæresystem og skillekonstruksjoner skal utføres i ubrennbare materialer, som i praksis vil være mur, betong, stål og gipsplater.

Boligblokker i mer enn to etasjer skal sprinkles etter skjerpede krav innført i TEK 2010. Det betyr at sprinkling ikke lenger er et kompensierende tiltak for å benytte brennbare konstruksjoner der det er krav om ubrennbare materialer (A2-s1,d0). Også vår boligblokk i mur og betong må sprinkles.

Tekst: Sivilingeniør Bjørn Vik, BMB
ILL.: yaymicro.com og BMB

Brannvernsamarbeidet mur og betong arbeider for å synliggjøre mur- og betongproduktene fortrinn innen bygningsmessig brannvern. BMB drives faglig og administrativt i nært samarbeid med bransjeorganisasjonen Byggutengrenser.



Seksjoneringsvegger og brannvegger

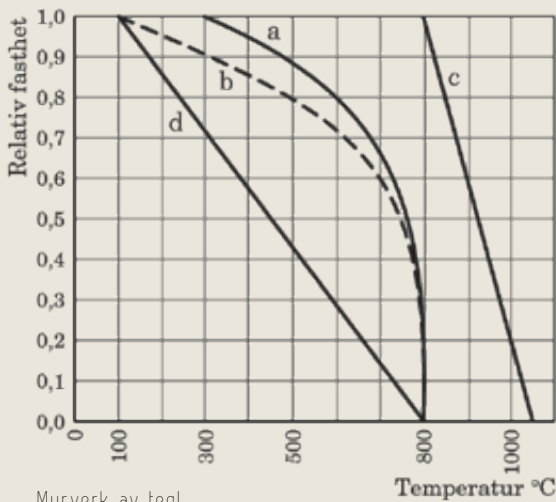
Forskriften krever at store byggverk skal oppdeles i brannseksjoner, slik at en brann med påregnelig slokkeinnsats skal kunne begrenses til den brannseksjonen der den startet. Seksjoneringskravet kan bli utløst allerede fra areal ('fotavtrykk') 800 m² når brannbelastningen er stor og fra 10.000 m² for sprinklede bygninger med moderat brannbelastning. Sykehus og pleieinstitusjoner skal alltid seksjoneres pga krav til horisontal rømning til annen seksjon (sikkert sted). Største bruttoareal pr. etasje for barnehager uten seksjonering er 600 m².

'Brannvegger' er i forskriftssammenheng et spesialtilfelle av seksjoneringsvegg og benyttes mellom separate byggverk.

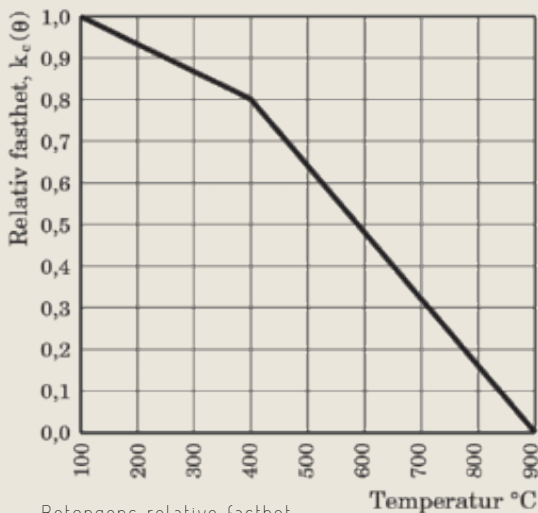
Krav til seksjoneringsvegger og brannvegger vil i de aller fleste situasjoner være REI 120-M A2-s1,d0. Ubrennbarhetskravet (A2-s1,d0) er i Veiledning til teknisk forskrift ytterligere forsterket ved at slike vegger forutsettes oppført i mur eller betong.

Det er dog en vesentlig forskjell mellom disse to veggtypene: En seksjoneringsvegg kan forholdsvis enkelt forankres til bæresystemet på begge sider, slik at den opprettholder sin forankring på ikke brannutsatt side dersom bygningen på den andre siden kollapse. En brannvegg er vanligvis forankret til den ene siden, og skal opprettholde sin stabilitet når bygningen den er forankret til står i brann. I praksis betyr dette at hovedbæresystemet må oppgraderes til samme brannmotstandstid som brannveggen.

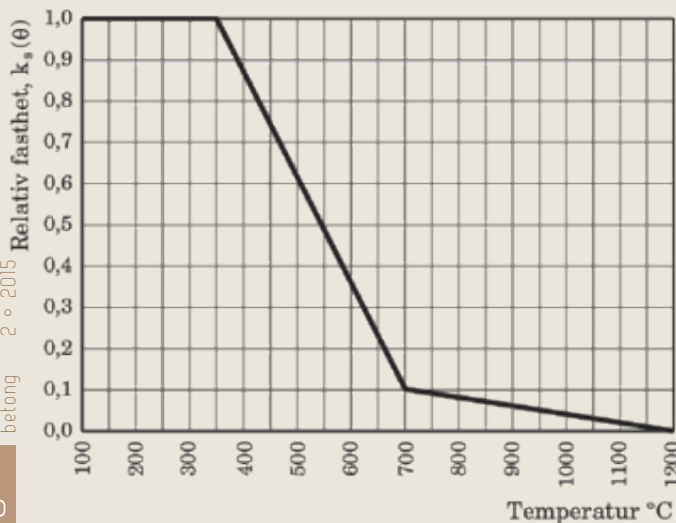
Vårt referansebygg forutsettes å ha et areal < 10.000 m² og avstand fra nærmeste nabobygg > 8 meter. Det er således ikke krav til hverken seksjonering eller brannvegg i dette tilfellet.



Murverk av tegl.
Karakteristisk fasthet ved høye temperaturer.
a Trykkfasthet
b Bøgestrekkfasthet i horisontalretning
c Skjærfasthet i vertikalretning og trykkfasthet ved tynnfugmørtel
d Bøgestrekkfasthet i vertikalretning og skjærfasthet i horisontalretning



Betongens relative fasthet som funksjon av temperatur



Relativ fasthet som funksjon av temperatur for slakkarmering (tempcore) med tøyingsnivå $\leq 2\%$

Materialeegenskaper

Mur og betong brenner ikke, og lar seg følgelig ikke antenne og bidrar heller ikke med energi til brannen. Mur og betong har høy varmekapasitet 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 betongkonstruksjonene representerer et varmesluk som ytterligere forsinker varmeinntrengningen. Dermed påvirkes bæreevne og mekanisk motstandsevne forholdsvis lite ved høye temperaturer.

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

I det følgende vises mekaniske egenskaper som en funksjon av temperatur for utvalgte materialer: murverk repr. ved tegl, samt betong og armeringsstål. Ved avansert brann teknisk prosjektering kan man basert på slike material- og konstruksjonsdata og lastkombinasjoner i ulykkesgrensetilstand brann utføre analyser av stabilitet og bæreevne gjennom et fullstendig brannforløp.

Preaksepterte løsninger

I det følgende gjengis preaksepterte tabellverdier slik disse finnes i gjeldende Eurocodes for betong- og murkonstruksjoner. Tabellverdiene gjelder egenskapene R (bæreevne), E (integritet) og I (isolasjonsevne). M (mekanisk motstandsevne) er ikke en standardisert preakseptert egenskap, men må vurderes i hvert enkelt tilfelle hvor det prosjekteres med brannvegger eller seksjoneringsvegger. Det forutsettes som tidligere nevnt at slike vegger utføres i mur eller betong.

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	1440	125	145	185	220

Nødvendig veggtykkelse for ikke-bærende murkonstruksjoner

Veggkonstruksjon	Densitet kg/m ³	Brannmotstand i minutter						
		REI 30	REI 60	REI 90	REI 120	REI 180	REI 240	
Porebetong	500	100	100	100	115	140	170	
Lettklinkerbetong	770	100	100	110	125	155	185	
Tegl	massiv	1725	80	90	110	130	160	190
	23 % hull	1950	80	105	130	150	190	220
	lett-tegl	1350	80	100	125	145	185	215
Betongblokk	massiv/ utstøpt	2100	100	100	130	155	190	225
	hullblokk	1440	100	125	160	190	235	275

Nødvendig veggtykkelse for bærende murkonstruksjoner med effektiv slankhet $l_e/h_e \leq 20$ og utnyttelsesgrad $\mu_f = 0.35$. ensidig brannpåkjenning

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

Brannmotstand av ikke-bærende massive betongvegger med høyde maksimalt lik 40 x veggtykkelsen

Utnyttelsesgrad μ_{fi} er et uttrykk for hvor stor del av bæreevnen som er utnyttet i ulykkesgrensetilstand brann. Det kan regnes med reduserte verdier for nytte-, snø- og vindlast i en brannsituasjon, med tilhørende beskjeden utnyttelsesgrad når disse er dominerende laster. Egenlast skal regnes som faktisk verdi, og når dette er dominerende lasttilfelle blir utnyttelsesgraden ca 0,7.

Armeringsdybde er avstanden fra overflaten til senter armering, og avviker fra begrepet armeringsoverdekning i klassisk betongteknologi, som angir avstanden fra betongoverflaten til nærmeste overflate på armeringen.

Brannmotstand i minutter	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)
30	100 / 10*	120 / 10*	120 / 10*	120 / 10*
60	110 / 10*	120 / 10*	130 / 10*	140 / 10*
90	120 / 20*	140 / 10*	140 / 25	170 / 25
120	150 / 25	160 / 25	160 / 35	220 / 35
180	180 / 40	200 / 45	210 / 50	270 / 55
240	230 / 55	250 / 55	270 / 60	350 / 60

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

Brannmotstand av bærende betongvegger med slankhet $l_k/h \leq 25$

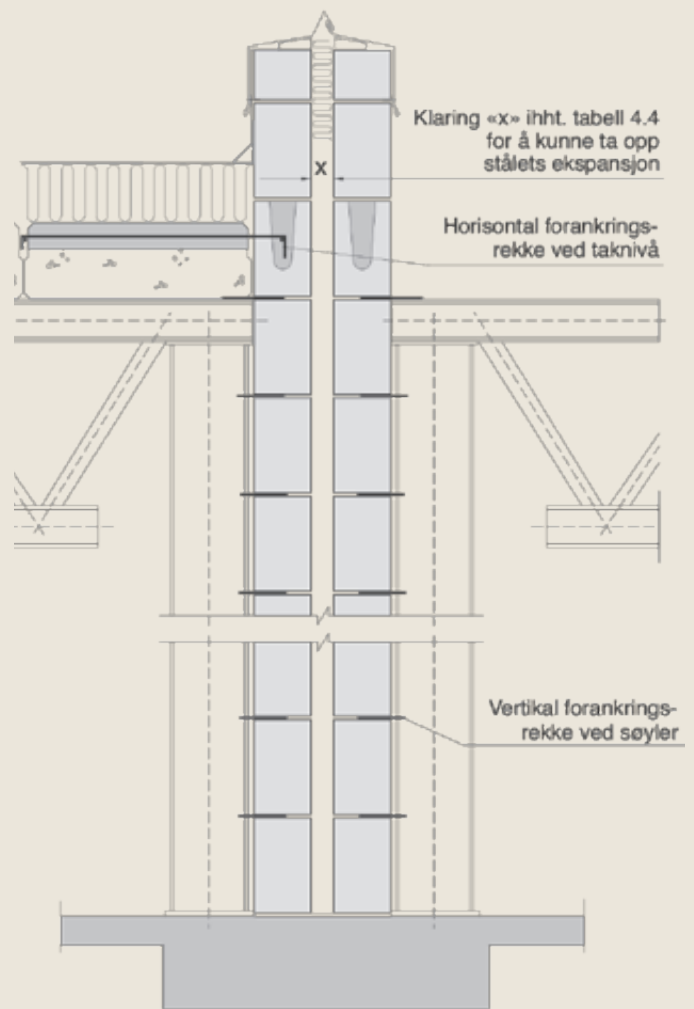
Standard brannmotstand	Platetykkelse h (mm)	Armeringsdybde a (mm)		
		Enveis-plater	Toveisplater	
			$l_y/l_x \leq 1,5$	$1,5 \leq l_y/l_x \leq 2$
REI 30	60	10*	10*	10*
REI 60	80	20*	10*	15*
REI 90	100	30*	15*	20*
REI 120	120	40*	20*	25*
REI 180	150	55*	30*	40*
REI 240	175	65*	40*	50*

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

Massivt plassenbetongdekk. Minste dekketykkelse og minste armeringsdybde

Elementtykkelse (mm)	Ekvivalent tykkelse (mm)	REI 60	REI 90
200	111	x	(x)
265	150	x	(x)
320	169	x	(x)
400	197	x	(x)

Brannklasse av standard hulldekker (HD-elementer) med armeringsdybde 40 mm



Ikke-lastbærende dobbel seksjoneringsvegg av lettklinkerblokk

Som det fremgår av tabellen får man uten videre brannklasse REI 60 med standard armeringsdybde. Symbolet (x) for REI 90 indikerer at utnyttelsen må kontrolleres, eventuelt kan det vurderes å etablere rotasjonsinnspenning.

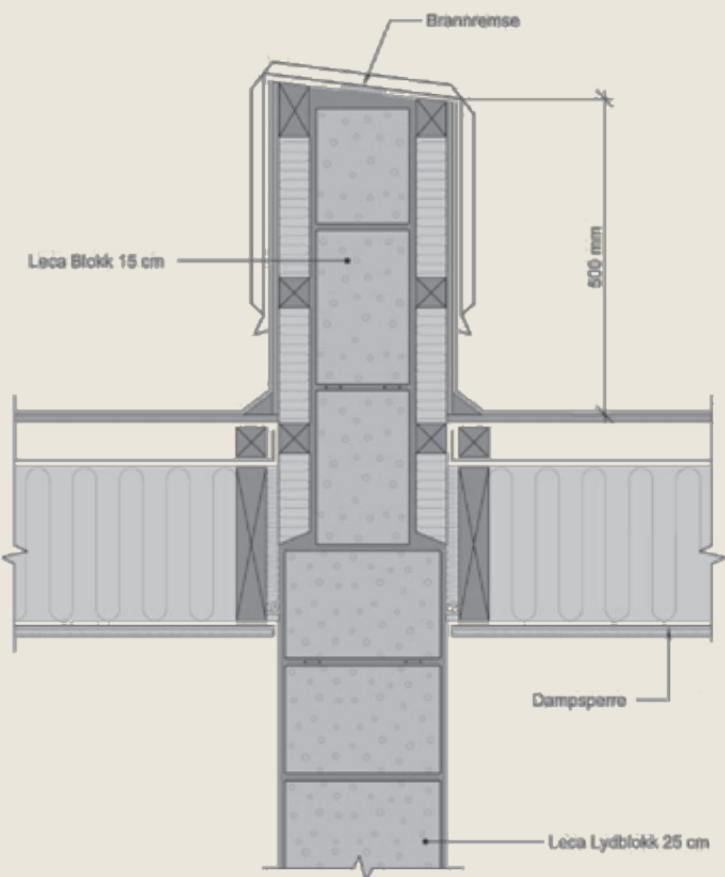
Utførelse av konstruksjon REI 120 med HD-element krever større armeringsdybde, påstøp og eventuelt tilleggsisolering på undersiden.

Løsningsvalg – eksempel boligblokk

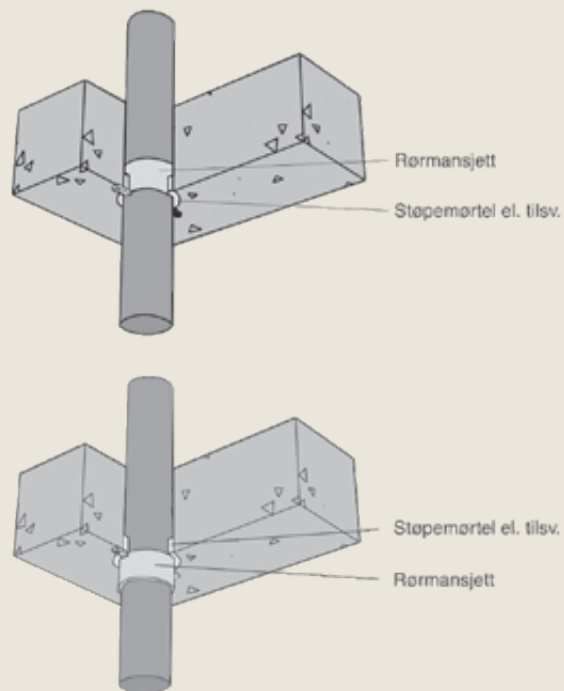
I vårt eksempel med boligblokk i fem etasjer vil følgende konstruksjoner tilfredsstillende forskriftenes minimumskrav.

Merk: I de fleste situasjoner er det dimensjonerende laster i bruddgrensetilstanden som vi være avgjørende for valg av veggtykkelser og armeringsoverdekning. Mur og betongløsninger vil således være utført med betydelig reservekapasitet i brannsammenheng.

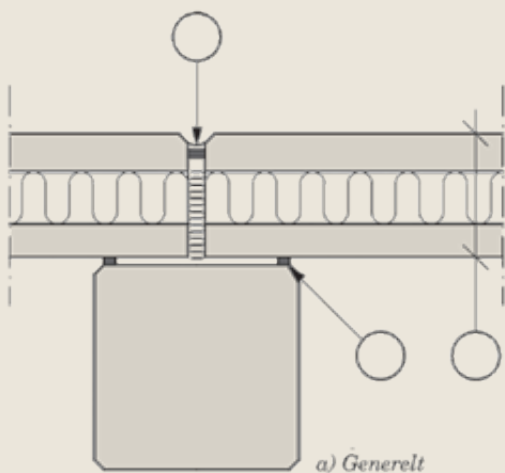
- Hovedbæresystem
Betongvegg i tykkelse 120 – 170 mm avhengig av utnyttelsesgrad og hvorvidt det er ensidig eller tosidig brannbelastning.
- Sekundært bæresystem, vegger
Betongvegg i tykkelse 110 – 140 mm avhengig av utnyttelsesgrad og hvorvidt det er ensidig eller tosidig brannbelastning. Murverk av lettklinkerblokk i tykkelse 100 mm med ensidig brannbelastning
- Sekundært bæresystem, dekker
Hulldekkeelementer, alle tykkelser



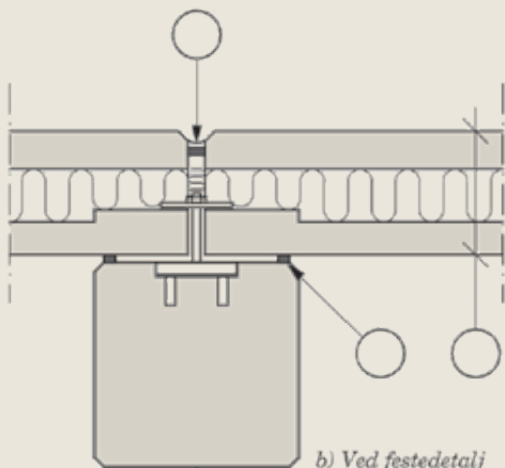
Brannvegg av lettklinkerblokker ført gjennom tak. Tilfredsstiller EI 120



Plastrørgjennomføring i betongdekke REI 90 – med innfelt eller utenpåliggende mansjett



a) Generelt



b) Ved festedetalj

Sammenføyning mellom betongsøyle og sandwichelementer

Byggedetaljer

En forutsetning for oppfyllelse av brannkrav er at tilslutninger og gjennomføringer utføres i minst samme brannklasse som konstruksjonene for øvrig. En sammensatt konstruksjon blir ikke bedre enn det svakest leddet. Her vises noen eksempler fra Prosjekteringsanvisningen.

Referanser

- Prosjekteringsanvisningen 'Mur og betong i bygningsmessig brannvern' – lastes ned gratis fra BMBs hjemmeside www.brannmurbetong.no
- NS-EN 13501-1 Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler. Del 1: Klassifisering ved bruk av resultater fra prøving av materialers egenskaper ved brannpåvirkning. 2002
- NS-EN 13501-2 Brannklassifisering av byggevarer og bygningsdeler. Del 2: Klassifisering ved bruk av resultater fra brannmotstandsprøving, unntatt ventilasjonssystemer. November 2003.
- NS-EN 1996-1-2: 2005 + NA: 2010. Eurocode 6: Prosjektering av murkonstruksjoner. Del 1-2: Brannteknisk dimensjonering
- NS-EN 1991-1-2: 2002 + NA: 2008. Eurokode 1: Laster på konstruksjoner. El 1-2: Allmenne laster. Laster på konstruksjoner ved brann
- NS-EN 1992-1-2: 2004 + NA: 2010. Eurokode 2: Prosjektering av Betongkonstruksjoner. Del 1-2: Brannteknisk dimensjonering
- Betongelementboken. Bind D: Brannmotstand, bestandighet og tetting. Betongelementforeningen. 2. opplag 2007

