

BRANNMOTSTAND OG PÅLITELIGHET AV TUNGE VEGGER

Tekst: Geir Wold-Hansen, Mur-Sentret og Bjørn Vik, BMB og BA8 Rådgivende Ingeniører AS

- Hvilket sikkerhetsnivå representerer tunge (murte og støpte) brannskillevegger sammenlignet med kombinasjonen lette veggkonstruksjoner og sprinkling?
- Er vi i ferd med å sprinkle oss inn i en falsk trygghet?

Brannvernssamarbeidet mur og betong har sammen med Statens bygningstekniske etat gjennomført et prosjekt ved Norges Branntekniske laboratorium for å undersøke disse forholdene nærmere.

En viktig «oppdagelse» er at tunge veggkonstruksjoner inneholder 20 % ekstra sikkerhet i forhold til lette veggkonstruksjoner med samme brannklasse.

Prosjektet

“Effekt av brannverntiltak – vegger og sprinkler” er gjennomført dels som et litteraturstudium og dels gjennom oppfølging av et større skoleprosjekt i Trondheim. Prosjektrapporten er tilgjengelig for nedlasting i pdf-format på Brannlabens hjemmeside www.nbl.sintef.no

Prosjektets mål og innhold har vært tre-delt:

- veggens pålitelighet med hensyn til brannmotstand
- sprinkleranleggs pålitelighet og evne til å redde liv
- hvilken betydning veggens egenskaper og romstørrelsen har på brannforløpet.

Pålitelighetsestimater for ulike tiltak er viktige parametre i analyse av brannsikkerhet i bygg, som blir mer og mer benyttet i større byggeprosjekter, som alternativ til de såkalte preaksepterte løsningene som hittil har vært dominerende innen brannteknisk prosjektering. Risikoanalyse er et vanskelig og altomfattende fag, som beherskes av et fåtall eksperter. Det er særdeles viktig at risikoanalyser foretatt på alternative løsninger dekker alle reelle forutsetninger, og at analysen ikke bare blir «bortforklaringer».



Rapportens hovedkonklusjoner slik de fremkommer i rapportens sammendraget:

Estimat på pålitelighet av vegger fra litteraturen er stort sett basert på ekspertvurderinger. Pålitelighetsestimater varierer mellom 70-95% avhengig av materialbruk og om det er åpninger i veggen eller ikke.

Årsaken til at branner sprer seg ut over branncellen skyldes ofte at detaljer er planlagt og/eller utført på en feil eller uheldig måte. Kvaliteten av gjennomføringstettinger synes å ha stor betydning for påliteligheten av veggene.

Beregninger viser rent fysisk hvilken betydning materialegenskaper har på brannforløpet i et rom. Beregningene viser videre betydningen av hvor raskt overtenning skjer avhengig av brannutviklingshastighet, materialvalg og romstørrelse.

Sprinkleranlegg er et pålitelig brannverntiltak. Pålitelighetsestimater er imidlertid basert på de branner det er forventet at sprinkleranlegg skal slukke/kontrollere. Sprinkleranlegg er et effektivt tiltak for å hindre at mange personer omkommer i samme brann.

For å utføre branntekniske analyser og beregninger er det fortsatt behov for å få mer erfaring med hvordan aktive og passive brannverntiltak fungerer i branner. Denne type informasjon bør samles inn og systematiseres.

Veggers pålitelighet med hensyn til brannmotstand

Bruk av praktisk erfaring og sunn fornuft er tillatt også innenfor brannteknisk prosjektering. Vi vet at mur og betong ikke brenner. Vi vet også at mur og betongkonstruksjoner er enkle å utføre og at muligheten for utførelsesfeil dermed blir beskjeden. Påliteligheten av brannskillende konstruksjoner er imidlertid også avhengig av dører, porter, gjennomføringer, overganger, fuger etc.

Med pålitelighet menes sannsynligheten for at tiltaket vil fungere som forventet under en brann. Rapporten angir enkelte pålitelighetstall ut fra litteraturstudier:

Murvegger	81 – 95 %	Dersom det ikke er åpninger
Gipsvegger	69 – 95 %	Dersom det ikke er åpninger
Branndør	70 %	Fra BSI DD 240

På enkelte områder er det store avvik i pålitelighetsestimater fra ulike kilder. Det er imidlertid ett meget viktig forhold som de fleste synes å være enige i: Det er 30 % sannsynlighet for at en branndør ikke virker når det virkelig gjelder! Dette minner oss om at brannsikkerhet også omfatter organisatoriske tiltak, dvs regelmessig tilsyn og rutiner som sikrer at f.eks. branndører som skal være lukket virkelig er lukket.

Tunge vegger har betydelig større mekanisk motstandsevne enn lette vegger. Dette er forhold som er ivaretatt gjennom det nye M-kravet i Teknisk forskrift i forbindelse med brannseksjonerende vegger: Veggen skal tåle de mekaniske påkjenninger den kan bli utsatt for under og etter en brann. Dette kravet gjelder ikke for branncellebegrensende vegger, men i en risikoanalyse må også slike forhold vurderes. Større ventilasjonskanaler som går igjennom lettvegger kan tenkes å dra med seg hele

lettveggen når opphenget for kanalene ryker under en brann.

Konstruksjoner av mur og betong er bestandige og lite utsatt for skader og endringer som vil kunne svekke brannsikkerheten over tid. Mur- og betongkonstruksjoner i et brannskadet bygg kan ofte rehabiliteres etter en brann.

NBL-rapporten påpeker at gjennomføringstettinger og utføring av detaljer har stor betydning for påliteligheten av veggene. Resultatene viser at det er mange muligheter for at vegger ikke har planlagte brannmotstand. Kvaliteten av tetting av utsparinger til kanaler, rør og kabler synes å være det forhold som kan bidra mest til å redusere planlagt brannmotstand. Et annet forhold er mangelfull prosjektering av tilslutningsdetaljer. I det undersøkte byggeprosjektet måtte man f.eks. finne tetteløsninger for store sjakters avslutning til tak langt ute i byggearbeidet.

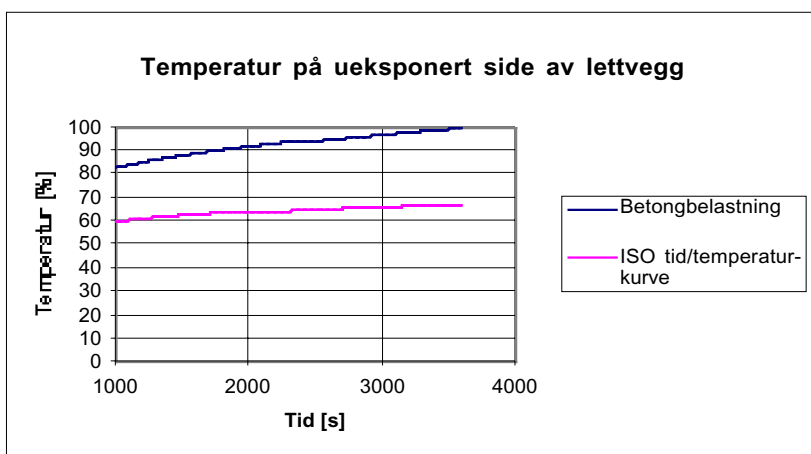
Simulering av brannforløp i rom avhengig av materialvalg og veggens egenskaper

Studier av branner har vist at materialvalg i vegger sjelden er årsak til at branner sprer seg ut over startbranncellen. Hovedårsaken er at åpninger som dører står åpne, eller at detaljer er planlagt og/eller utført på en feil eller uheldig måte. Materialvalg kan imidlertid ha betydning for hvor god detaljene blir. Om ikke materialvalg har vist seg å være noen stor årsak til brannspredning, har materialvalg en innvirkning på brannforløpet. I dette prosjektet har Brannlaben vist rent fysisk ved beregninger, hvilken betydning materialegenskaper har på brannforløpet og betydningen av brannutviklingshastigheten og størrelsen på brannrommet.



Fra brannførsøk på rekkehus i Bærum 1999. Seksjoneringsvegg av Leca hindret brannspredning til naboelligheten uten innsats fra brannvesenet, som imidlertid var tilstede og kontrollerte forsøket.

Figur 1: Temperaturstigning på ueksponert side av en lettvegg belastet etter henholdsvis ISO-kurven og samme energi pr tidsenhet som må til for å opprettholde ISO-kurven ved testing av en betongvegg. 100% er temperaturen på ueksponert side av lettveggen etter 1 times (3600 s) eksponering med «betongbelastning».



Temperaturutviklingen i brannrom er avhengig av romstørrelse, brannutviklings-hastighet og materialeegenskaper i omhyllingsflatene. Beregningsresultatene viser at overtenning i brannrommet inntreffer:

- omlag 35% raskere i et lite rom (15m²) i forhold til et stort (60m²).
- omlag 35% tidligere i et rom med rask brannutvikling i forhold til et rom med normal brannutvikling.
- omlag 20% raskere i et rom med lettvegger i forhold til et rom med omhyllingsflater av betong.

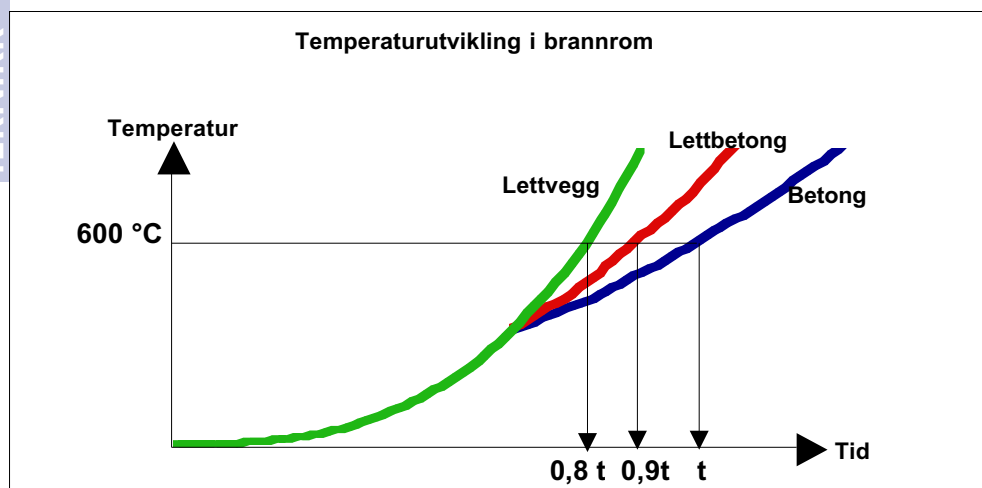
Tyngre konstruksjoner vil tåle et brannforløp lengre enn lette konstruksjoner

La oss anta at vi har to like brannceller med samme inventar og ventilasjonsforhold, men med ulike omhyllingsflater. Ved en brann vil energiomsetningen være lik i de to branncellene, men det vil resultere i to ulike romtemperaturer. En tung konstruksjon (mur eller betong) vil oppleve en svakere brann fordi temperaturen i rommet vil være lavere enn i en branncelle med lettere omhyllingsflater (f.eks. gipsplatevegg).

Tyngre konstruksjoner har derfor en «reststyrke» i forhold til lettere konstruksjoner og vil derfor tåle bedre de få store branner som er kraftigere eller varer lengre enn belastningen ISO 834-kurven representerer. Dette kan ha betydning i store bygg med mange personer hvor det er nødvendig med slokke- og redningsinnsats over lengre tid.

Beregninger er utført for å simulere standardiserte tester av brannmotstand av konstruksjonsdeler. Energien som må til for å opprettholde en standardisert tid/temperaturkurve (ISO 834) i en prøvningsovn hvor prøvestykket er en betongvegg, er beregnet. En lettere konstruksjonsdel, en stålendervegg med mineralull og gipsplater på hver side, er belastet med den samme energien. Beregningene viser forholdet (%) mellom to temperaturer:

1. temperaturen på ueksponert side av en gipsplatevegg som er belastet etter ISO-kurven
2. temperaturen på ueksponert side av en gipsplatevegg som er belastet etter samme energimengde pr tidsenhet som må til for å opprettholde ISO-kurven ved testing av en betongvegg.



Figur 2 : Temperaturstigning i et lite brannrom med omhyllingsflater av henholdsvis betong, lettbetong og lettvegger. Brannutviklingshastigheten er rask ($\alpha = 50 \text{ W/m}^2$). Temperaturstigningen i rommet er antatt å være uavhengig av materialegenskapene i veggene i den tidligste fasen av brannen.

En tidligere studie (Tronstad, 1993) hvor brensel-forbruket ved flere standardiserte tester ble sammenlignet, viser at det etter 40 minutters testing etter ISO-kurven av en sponplatevegg (trestendervegg med 100 mm isolasjon og sponplater på begge sider) ble brukt omlag 33% mindre brensel sammenlignet med brensel-forbruket ved testing av en lettbetongvegg. Ved innlegging av de samme data i rapportens beregningsmodell, kom man frem til omtrent de samme resultater. Dette gir en god indikasjon på at metoden gir realistiske resultater.

For å vise hvilken effekt materialeegenskaper i vegger, gulv og tak (omhyllingsflater) og romstørrelsen har på temperaturutviklingen i rom, er det foretatt tolv beregninger. Det er foretatt beregninger av to ulike brannutviklingshastigheter i to ulike romstørrelser og med tre ulike materialvalg i omhyllingsflatene i rommene. Se figur 2.

Sprinkleranleggs pålitelighet og evne til å redde liv
Det er ingen tvil om at sprinkleranlegg som virker, har stor effekt med hensyn til å begrense brannen til et mindre område og dermed begrense omfanget av materielle skader. Det finnes imidlertid eksempler på branner i bygninger med sprinkleranlegg hvor de materielle tapene har vært store. Her er to eksempler på slike branner i løpet av det siste året i Norge:

- En varehusbrann i Narvik i 2000 resulterte i store materielle tap. Varehuset hadde både sprinkleranlegg og brannalarmanlegg, men vanntilførselen til sprinkleranlegget var stengt.
- En brann i en lagerbygning på Kløfta i 2001 medførte at verdier for over 100 millioner gikk tapt. Sprinkler-

anlegget var underdimensjonert og vannforsyningen svikket. Ifølge granskningsrapporten skyldes de store skadene mest sannsynlig at sprinkleranlegget bare var dimensjonert for en lagringshøyde på under tre meter med den aktuelle lagerbeholdning bestående av elektriske artikler, mens lagerhøyden i virkeligheten var nesten åtte meter.

Norsk brannvern forening (NBF) har lang erfaring i kontroller av FG-godkjente¹ sprinkleranlegg. En representant fra NBF har gjort et anslag på hyppigheten av avvik fra FG-reglene som avdekkes ved kontroller. Det viser seg at svært få anlegg er helt feilfrie, og at hele 10–20% har så store avvik i forhold til krav at de ikke ville fungere under en brann. Dette stemmer godt overens med DBEs statistikk i figur 3.

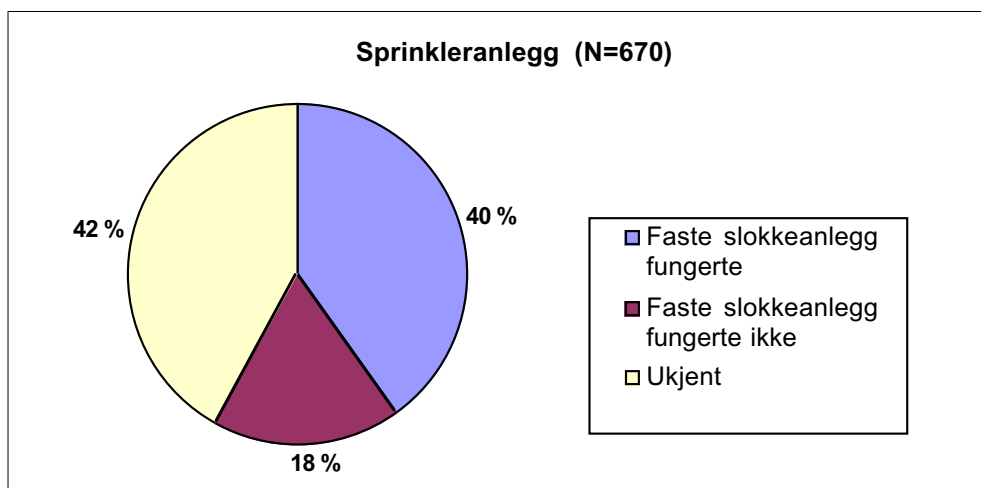
Sprinkleranlegg regnes i all litteratur som et meget pålitelig brannverntiltak. For alle kategorier bygg er gjennomsnittlig sannsynlighet for at sprinkleranlegget fungerer (dvs driftspålitelighet) omlag 95% og varierer mellom 92–97% (95% konfidensintervall). For næringsbygg er gjennomsnittsverdien på 93% med en spredning mellom 88–98%.

Pålitelighetsestimatene gjelder imidlertid for de branner en forventer at sprinkleranleggene skal slokke/kontrollere. Ulmebranner, brann på yttertak og brann i lager med mer brannbelastning enn hva sprinkleranlegget er dimensjonert for, er eksempler på branner som det ikke forventes at sprinkleranlegg skal slokke/kontrollere. Det forventes heller ikke at sprinkleranlegg hvor vanntilførselen er stengt, redusert eller forhindret skal kunne slokke en brann. Slike forhold er imidlertid viktige å få med i en komplett risikoanalyse.

¹ FG – Forsikringsselskapenes Godkjenningsnemnd.

FG-reglene er utarbeidet av FG. FG-godkjente sprinkleranlegg gir rabatt hos forsikringsselskapene.

Figur 3: Andel faste slokkeanlegg som henholdsvis fungerte, ikke fungerte og hvor det er ukjent i branner i §22-objekt med faste slokkeanlegg i perioden 1993–1999.



Tabell 1: Anslag på avvik avdekket ved kontroller av FG-godkjente sprinkleranlegg (Mostue, 2000).

Størrelse på avvik i forhold til krav	Andel anlegg med avvik
Stor (dvs. stor sannsynlighet for at alt går galt ved brann)	10–20%
Middels (dvs. avvik som vil medføre godt merkbare konsekvenser ved brann)	40%
Små	90%

Bruk av pålitelighetstall i analyser og beregninger

Når ulike brannverntiltak skal vurderes og sammenlignes er det viktig å vurdere sikkerhetsnivået tiltakene gir og ikke bare en sammenligning av påliteligheten av tiltakene. Sikkerheten kan uttrykkes som risiko, som uttrykker et potensielt tap. En må gjøre en vurdering av hva «tapet» kan bli og sannsynligheten for at «tapet» kan skje. Tapet (dvs konsekvensene) dersom en branncellevegg har redusert brannmotstand kan f.eks. være mindre omfattende enn konsekvensene i en bygning hvor sprinkleranlegget svikter. Kombinasjonen av sannsynlighet og konsekvens avgjør om risikoen er liten, middels eller stor.

Årlige kontroller av FG-godkjente sprinkleranlegg avdekker mange feil. 10–20% av feilene er store og vil med stor sannsynlighet medføre at alt går galt ved en brann, ifølge NBF. De mest vanlige feil som kan få alvorlige konsekvenser ved en brann, er at en lagrer for mye og for høyt i lagerbygg, og at vannkapasiteten er for liten. En må derfor i større grad enn hva som er tilfellet i dag, sikre seg at feil som oppdages ved kontroller blir

utbedret. Feil som dette er som regel ikke med i statistikk som angir suksessraten til sprinkleranlegg.

For tunge konstruksjoner har det imidlertid vært vanlig å inkludere feil på dører og svikt i organisatoriske tiltak («brann døren var kilt fast i åpen posisjon») i pålitelighets-estimatet for selve veggen.

Det er med andre ord viktig å vite hva man gjør og være pinlig systematisk i oppsett av beregningsmodell og input av data når man foretar valg av tiltak basert på risikoanalyse. De som skal utføre analyser i byggesak må være godkjent i PRO.123.3 som inntil videre er en nokså eksklusiv «klubb» innenfor det sentrale godkjenningssystemet.

Referanse

Bodil Aamnes Mostue og Kristen Opstad:
Effekt av brannverntiltak – Vegger og sprinkler.
Rapport NBL