

0 Generelt

01 Innhold

Dette bladet gir en beskrivelse av hvordan en brann kan spre seg fra en etasje til etasjen over via fasaden, og angir løsninger på hvordan denne spredningsvegen kan hindres. Bladet angir også tiltak ved innvendige hjørner.

02 Bakgrunn

Brannsmitte fra en branncelle til en annen via fasadekonstruksjonene er en av de spredningsvegene som forekommer oftest. Et eksempel tas med her for å illustrere situasjonen som kan oppstå:

En brann i USA (Los Angeles, våren 1988) oppsto i 12. etasje i et kontorbygg med 62 etasjer og grunnflate på ca. 2 400 m². I bygningen var det satt i gang arbeid med å montere sprinkleranlegg, men anlegget var ikke operativt. Bygningen hadde fasadekonstruksjoner av glass og aluminium. Brannen spredde seg raskt via fasadekonstruksjonene til 13. og 14. etasje, og noe senere til 15. og 16. etasje, før brannvesenet med en styrke på ca. 380 brannmenn, klarte å få kontroll over brannen. Alle de fem etasjene ble fullstendig utbrent, og en person omkom. Glass som falt ned, var et stort problem under brannen fordi det gjorde atkomsten til bygningen vanskelig, samtidig som glasset stadig kuttet opp vannslangene for slukingen.

Eksemplet viser hvor dramatisk en brann kan utvikle seg, og hvor avhengig man er av brannvesenets innsats for å hindre at brannen utvikler seg til en katastrofebrann. I eldre murgårder har mange branner vist at den mest kritiske overføringsvegen ofte er via de høye vinduene.

03 Henvisninger

Byggeforskrift 1987 med veiledning

Norsk Standard:

NS 3478 Brannteknisk dimensjonering av bygningskonstruksjoner. Beregning

1 Spredningsmekanismer

11 Brannsmitte vertikalt i selve ytterveggen

Dersom den utvendige kledningen er brennbar og gar sammenhengende over flere etasjer, kan hele fasadekledningen antennes, og brannen kan spre seg til takkonstruksjoner eller inn gjennom vinduene til andre brannceller.



Fig. 11
Brannspredning i utvendig, brennbar kledning

Et annet tilfelle er brann i det utlektede hulrommet i vegg. Det kan forekomme dersom vindspærren og utlektingen er brennbare. Slike branner er vanligvis vanskelige å slukke selv om brannene kan være små i omfang.

Spredning til takkonstruksjonene er ofte kritisk og medfører store brannskader.

12 Brannsmitte fra et vindu til vinduer i etasjen over

Dette er mest kritisk når vinduene er store, eller når fasaden er utformet med store, vertikale vindusflater som går over flere etasjer, se fig. 12. I og med at kravet til fasadens U-verdi i dag kan kompenseres ved andre energimessige tiltak, er det mulig å prosjektere vesentlig større vindusflater enn tidligere.

En annen faktor som har økt risikoen for brannspredning, er bruk av nye materialer i møbler og inventar. Syntetiske materialer som plast o.l., forbrenner raskere og krever mer oksygen enn materialer som har vært vanlige tidligere. Resultatet blir at en større del av forbrenningsprosessen foregår ute i det fri, foran fasaden. Konsekvensen blir økt fare for spredning fra vindu til vindu.

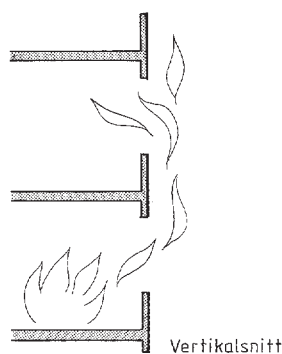


Fig. 12
Brannspredning fra vindu til vindu

13 Brannsmitte horisontalt ved innvendig hjørne

Brannsmitte kan lett skje ved innvendige hjørner dersom plasseringen av vinduene i de to branncellene er uheldig, se fig. 13. Foruten plassering og avstand mellom vinduene, spiller også størrelsen på vinduene en stor rolle. Brannsmitte skjer ved at glassruter knuses og gardiner antennes som følge av varmestråling.

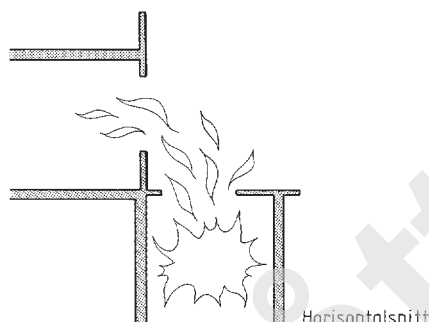


Fig. 13
Brannspredning i innvendig hjørne

2 Byggeforskriftens krav og vurdering av disse

Byggeforskrift 1987, kap. 30:31, angir et generelt krav: «Bygning skal gi tilfredsstillende sikkerhet mot brann og spredning av brann.»

21 Brannvegger og branndekker

Dette er stabile konstruksjoner, minst klasse A 120, opplagt på konstruksjon med minst samme brannmotstand. I de tilfellene det kreves brannvegg/branndekke A 120, skal en brann ikke kunne spre seg forbi disse konstruksjonene innen en periode på to timer.

22 Brannvegger - avstander

En bygning skal ha minst 8 m avstand til annen bygning med mindre den er skilt med brannvegg. For småhus i grupper gjelder bestemte regler (kap. 30:3221).

23 Brannceller

En branncelle er i kap. 30:21 definert som «- avgrenset del av en bygning hvor en brann fritt kan utvikle seg uten å spre seg til andre deler av bygningen i løpet av fastsatt tid». Denne fastsatte tiden er i tabell 30:41 gitt til 60 minutter for bygningsbrannklasse 1, da det kreves A 60 bygningsdeler som begrenser branncellen. Det gjelder imidlertid ikke for yttervegger.

Med hensyn til mulig brannsmitte via yttervegger, angir byggeforskriften:

- Horisontal brannsmitte

Veiledningen til byggeforskriften, kap. 30:63, henviser til forskriftens kap. 30:3221. Kapittel 30:3221 angir at for avstander mindre enn 8 m, skal den samlede brannmotstand være A 60 (bygningsbrannklasse 1), men det kan være åpninger i disse bygningsdelene dersom det ikke fører til redusert brannsikkerhet.

- Vertikal brannsmitte

I Byggeforskrift 1985 var det angitt at ikke-bærende yttervegger, unntatt vinduer, skulle ha brannmotstand A 30/B 30 (bygningsbrannklasse 1). I Byggeforskrift 1987 er dette kravet utelatt fordi det dekkes ved krav til utvendige/innvendige kledninger og overflater. Det sies imidlertid ikke noe om f.eks. hvor store vindus arealene kan være i forhold til den resterende delen av fasadeflaten.

Som konklusjon kan man si at Byggeforskrift 1987 angir et generelt funksjonskrav til brannsmitte, spesielt mellom brannceller (f.eks. på 60 minutter i bygningsbrannklasse 1). Dette er ivarettatt for horisontal smitte gjennom krav til fasadekonstruksjonene, mens de kravene som er stilt for å hindre en utvendig vertikal smitte, neppe kan sies å dekke funksjonskravet. Spesielt dårlig er mangelen på spesifiserte krav for branndekker.

3 Beregninger

31 Teoretisk beregning av flammelengder

I hvilken grad en brann kan spre seg fra én etasje til etasjen over gjennom vinduene, avhenger av følgende egenskaper ved flammene: lengde, temperatur, tykkelse og emissivitet. Disse er igjen avhengig av branncellens brannbelastning, hva slags materiale som brenner, og ikke minst av vindusåpningenes størrelse og geometri.

I fig. 31 a og b er det gjengitt noen enkle diagrammer for beregning av flammelengder. Beregningene er basert på formler etter T. T. Lie [623]. Det er forutsatt at vinduene har en bredde på mellom 1 m og 2 m, og at det brennbare materialet i hovedsak består av cellulosefibrer. Dersom branncellen inneholder større mengder med plastmateriale, vil en større del av forbrenningen foregå ute i det fri. Det vil forårsake betydelig lengre flammer. Det er videre forutsatt at brannbelastninger er som i vanlige boliger og kontorer, dvs. 150 - 50 MJ/m². Brannspredning til etasjen over skjer vanligvis ved at et vindu (vanlig vindusglass) sprekker og faller ut, og gardiner o.l. blir antent. Glasset sprekker som følge av varmestråling fra flammene og direkte flammepåvirkning ved pulserende vindtrykk.

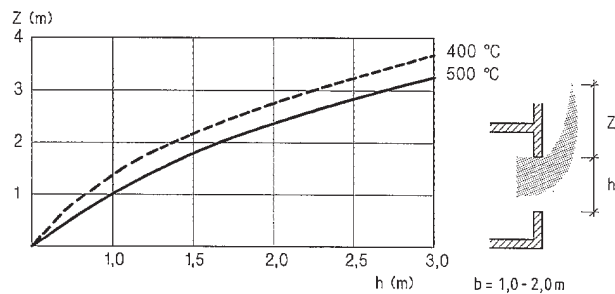


Fig. 31 a
Beregning av flammelengder, z , som en funksjon av vinduets høyde, h . z er den vertikale avstanden fra overkanten av vinduet til flammespissen.

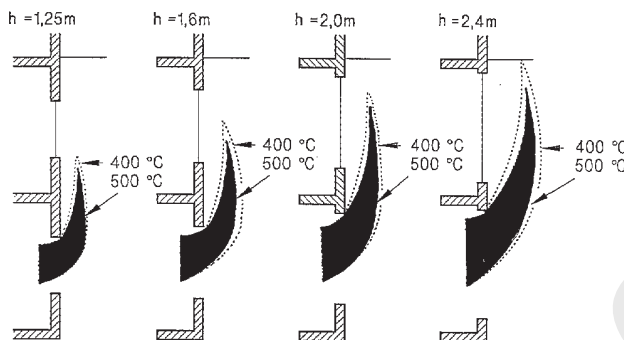


Fig. 31 b
Eksempel på beregning av flammelengder med varierende vindushøyde, etasjehøyde 3 m og vindusbredde 2 m

Avhengig av antall glass i vinduskonstruksjonen, gjelder følgende anbefalinger mht. å vurdere spredningsfaren :

- Ett glass: dersom 400 °C-isotermen dekker mer enn 1/3 av vindusflaten i etasjen over
- To glass: dersom 500 °C-isotermen dekker mer enn 1/3 av vindusflaten i etasjen over

32 Varmestråling fra flammer og åpninger

På grunnlag av svenske fullskalaforøk er det utviklet en detaljert beregningsmodell for brannspredning ved varmemstråling. Denne modellen er omtalt i [621].

4 Materialer

41 Glasstyper

Glass er ubrennbart og kan dermed brukes i konstruksjoner i klasse A. Men glass alene får ikke brannklassifisering, fordi det er hele bygningsdelen (dvs. en fasade eller et vindu) som prøves og brannklassifiseres.

- 411 *F-klassifiserte glasstyper*. Trådglass var i mange år den eneste glasstypen som hadde en viss flammehindrende

effekt. En konstruksjon med trådglass vil aldri oppnå mer enn F-klassifisering fordi overflatetemperaturen svært raskt overskrider den tillatte, maksimale overflatetemperaturen i klassene A og B. Som følge av varmekjenningene vil glasset sprekke, men trådene holder bitene sammen slik at det tar lengre tid før glasset bryter fullstendig sammen.

Det er utviklet, og er også under utvikling, flere glass uten tråder i klasse F. Glassmassen kan f.eks. være tilsatt borsilikat, og i tillegg har ferdigproduktet vært gjennom en herdeprosess. Det medfører at et slikt glass ikke kan bearbeides og følgelig må bestilles i faste mål. Det fins også to laminerte produkter som kan benyttes i utvendige flater i tykkelser på 10 mm. Disse glasstypene kan skjæres og bearbeides.

Eksempler på spesifikasjoner for F-klassifiserte glasskonstruksjoner (F 15 ev. F 30) er gitt i tabell 411. Pyran og Contrafeu er kvaliteter i termisk herdet glass og leveres altså etter bestilte mål, mens Pyrodur er et laminert glass og kan derfor bearbeides/skjæres.

- 412 *A-klassifiserte glasstyper*. For å imøtekomme kravene i klasse A, er det utviklet spesielle, brannhemmende glass. Disse kan vi i hovedsak dele i to grupper som bygger på to ulike prinsipper.

Den ene typen består av to eller flere lag glass med et silikatlaminat mellom glasslagene. Laminatsjiktet er ca. 2 mm tykt og er på kantene beskyttet med en diffusjonstett tape. Laminatsjiktet kan gi glasset en svak fargetone.

Når rutene utsettes for brannpåkjenninger, ekspanderer laminatsjiktet og blir ugjennomsiktig, se fig. 412. Sjiktet har stor brannmotstand og er isolerende. Brannmotstanden blir bestemt så vel av tykkelsen på laminatet som av antall glass og laminatsjikt.

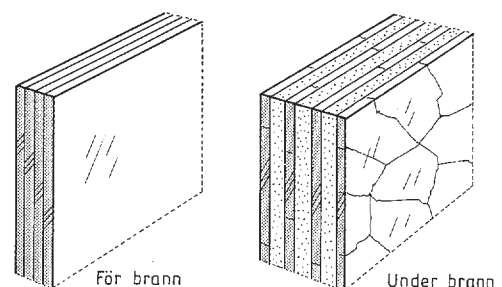


Fig. 412
Rute med silikat laminat mellom glassene

Den andre gruppen er i prinsippet bygd opp som en isolerglassrute hvor mellomrommet er fylt med en gele med høyt vanninnhold. Vann koker ved 100 °C, og temperaturen stiger ikke ytterligere før hele vanninnholdet er fordampet. Geleen skummer ved oppvarming og danner et isolerende sjikt. Ytterrutene er i herdet glass. Denne gruppen glass kan ha visse begrensninger i bruk. Glassene er blant annet følsomme for høye og lave temperaturer og kan også være det for ultrafiolett stråling. Skal slikt glass brukes utvendig, f.eks. i fasaden, anbefaler vi sterkt at man kontakter produsenten på forhånd slik at det kan skaffes riktige typer.

Tabell 411
Eksempler på F-klassifiserte glasskonstruksjoner
Opplysninger fra [624]

Glasskonstruksjon	Brannklasse	Tykkelse mm	Ca. vekt kg/m ²	Bredde x høyde i m	
				Maksimum	Minimum
Trådglass	F 30	6 - 8	15 - 20	1,98 x 3,3	0,2 x 0,3
Pyran	F 60	6,5	15	1,20 x 2,0	
Pyrodur 7	F 30	7	17	1,00 x 2,0	
Pyrodur 11	F 30	10	27	1,40 x 2,0	
Contrafeu	F 60	12	30	1,20 x 1,6	

Tabell 412
Eksempler på A-klassifiserte glasskonstruksjoner.
Opplysninger fra [624]

Glasskonstruksjon	Brannklasse	Tykkelse mm	Ca. vekt kg/m ²	Bredde x høyde i m	
				Maksimum	Minimum
Contraflam	A 30	25	40	1,8 x 2,3	0,3 x 0,4
Contraflam	A 90	72	100	1,2 x 2,0	0,3 x 0,4
Pyrobel	A 30	12	27	1,2 x 2,0	0,2 x 0,2
Pyrobel	A 60	12	27	0,7 x 1,2	0,2 x 0,2
Pyrostop	A 60	19	45	1,4 x 2,0	0,1 x 0,1
Pyrostop	A 90	49	55	1,4 x 2,0	0,2 x 0,2

I tabell 412 er det gitt eksempler på A-klassifiserte glasskonstruksjoner på det norske markedet i dag. Disse glasstypene kan også leveres i andre varianter/brannklasser enn de som er tatt med i tabellen; opp til brannklasse A 120.

Brannhemmende glass skal vanligvis monteres i drenererte falser slik at det ikke er mulig for vann å komme i kontakt med kantene. Eventuell kantbeskyttelse må ikke skades. Falsdybden skal være større enn 20 mm.

42 Karm- og rammeløsninger

421 **Klasse A.** Det stilles minimumskrav til godstykkelsen på karm- og rammeløsninger. Det stilles også krav til innfestingsmåten. A-konstruksjoner skal alltid være utprøvd, typegodkjent og ha en merking som angir godkjeningsnummer, brannteknisk klasse og fabrikkantens navn.

Alle materialer som inngår som en del av vegg i klasse A, skal være klassifisert som ubrennbare materialer. (Unntatt er diffusjonstett folie som ligger mot kledning.) Ikke-bærende vegger i klasse B kan i prinsippet være grunnlag for A-klassifiserte vegger hvis stenderverk av tre erstattes av stålstendere, og det brukes ubrennbar kledning.

422 **Klasse F.** For vegger som ikke er forhåndsklassifiserte, må forutsetningene tilfredsstilles med hensyn til feltstørrelse, trådglassstykkelse, glassarmering og glassingslister.

For glass i trekonstruksjoner gjelder følgende krav:

- Karm/ramme skal være utført av minst 40 mm x 40 mm massivt tre.
- Spiker eller skruer skal trenge minst 20 mm inn i karmen, med maksimal avstand 200 mm.
- I klasse F 15 skal glassingslist av tre være minst 15 mm x 15 mm, mens lister av stål eller aluminium skal ha en høyde på minst 15 mm og en godstykkelse på minst 1,0 mm.
- For klasse F 30 kan trelister med dimensjon 20 mm x 20 mm benyttes sammen med stålkliips av nærmere spesifisert utforming.

Konstruksjoner av stål og aluminium kan generelt være godkjent i klasse F. Det er imidlertid satt krav til dimensjonene på glassingslisten: høyden skal være minst 15 mm og tykkelsen minst 1,0 mm. Listene skal dessuten festes på en slik måte at det oppnås tilfredsstillende stabilitet.

Klossingsmaterialer skal ikke være av plast. Eik, teak eller tilsvarende harde treslag anbefales. I brannklasser over F 30 anbefales ubrennbart materiale i klossene, f.eks. Promatec H.

Der hvor det stilles branntekniske krav til dør i fasaden (rømningsveg), stilles det også bestemte krav til over- og sidefelt. Med A-dører skal disse feltene ha samme brannmotstand som de tilstøtende veggene. B-dører kan forsynes med et overfelt i samme konstruksjon som selve døren.

5 Praktiske løsninger

51 Brannsmitte vertikalt i selve ytterveggen

Byggeforskriftens krav anses å være så gode at de dekker kritiske situasjoner som kan oppstå. I veiledningen til forskriften er følgende løsninger angitt:

- I bygninger over fire etasjer må spikerslag som feste for fasadematerialene, være ubrennbare.
- For bygninger i bygningsbrannklasse 3 og 4 er det ikke fastsatt krav til ikke-bærende yttervegger.

I fig. 51 er det vist eksempler på ikke-bærende yttervegger i bygningsbrannklasse 1 og 2.

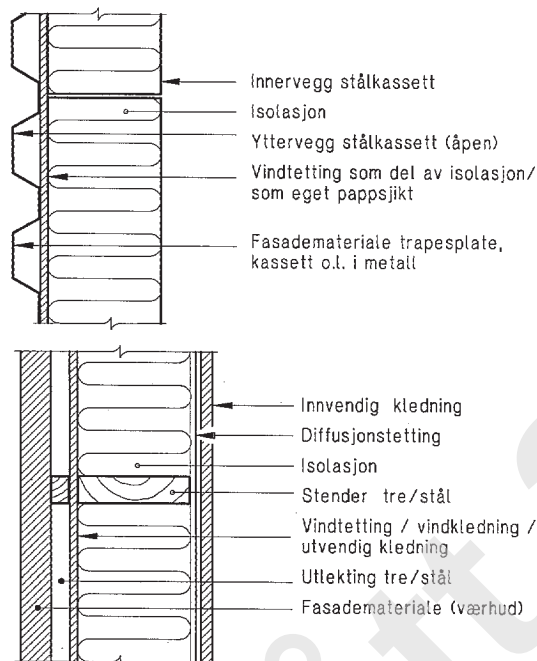


Fig. 51
Eksempler på ikke-bærende yttervegger i bygningsbrannklasse 1 og 2
Horisontalsnitt

52 Brannsmitte fra et vindu til vinduer i etasjen over

521 *Fasade med kjølesone.* Den mest vanlige løsningen er å utføre ytterveggelement over og under vinduet (også kalt «kjølesonen») med konstruksjoner med en viss brannmotstand, minst F 30, se fig. 521. I pkt. 31 er det angitt teoretiske grenser for hvor mye flammene kan dekke vinduene i etasjen ovenfor.

I de aller fleste tilfellene kan følgende løsning brukes: Fasadekonstruksjonen utføres med et forhold mellom vindushøyde og kjølesone som er mindre enn 1.

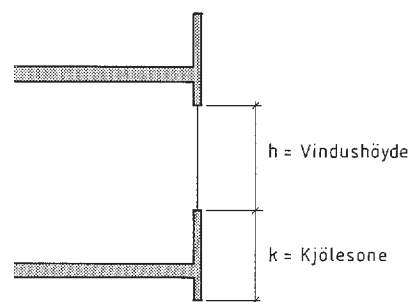


Fig. 521
Snitt av fasadekonstruksjon som viser kjølesonen, k, som det faste veggfeltet, og vindushøyden, h

522 *F 30-konstruksjoner.* En variant av løsningen i pkt. 521 er å utføre annenhver etasje med F 30-konstruksjoner, se fig. 522. Dette er spesielt aktuelt der det er ønskelig med kontinuerlige, vertikale vindusbånd. For etasjene imellom stilles det ingen branntekniske krav.

Fasadekonstruksjonene i F 30 må være faste. Det kan imidlertid tillates å ha mindre luker som kan åpnes (maksimum 0,3 m²), for kortere lufting og vinduspussing.



Fig. 522
Snitt av fasadekonstruksjon der annenhver etasje er utført med faste F 30-konstruksjoner

523 *Yttervegg uten brannteknisk klassifisering* Dersom man ønsker å bruke en ytterveggkonstruksjon som har liten brannmotstand, kan det lages en flammeskjerm ved etasjeskilleren som vil presse flammen ut fra fasadelivet, og dermed redusere varmestrålingen mot vinduer, se fig. 523.

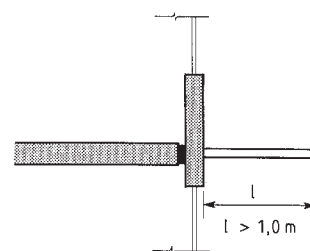


Fig. 523
Eksempel på flammeskjerm som stikker ut fra fasadelivet

Sammenhengende terrasser og verandaer er glimrende flammeskjerm. Minimumskravene til flammeskjerm er at de består av ubrennbart materiale, og at de stikker minst 1 m ut fra fasadelivet, dersom vindushøyden i etasjen under er lik etasjehøyden. Skjermen bør være helt tett, men en viss perforering (maksimum 20 %) kan tillates for å slippe smelte vann fra snø o.l. igjennom.

- 524 *Sprinkleranlegg.* I de tilfellene der bygningen er fullsprinklet, anses denne så god at det ikke er behov for å stille branntekniske krav til fasadekonstruksjonen. Det anbefales likevel å utvide sprinkleranlegget med noen ekstra hoder der fasaden har kontinuerlige, vertikale vindusfelt som går over flere etasjer.

En annen løsning som ikke er utprøvd særlig mye i praksis, er fasadesprinkling. Dette er sprinklerhoder som går gjennom fasadekonstruksjonen til det fri, se fig. 524. Ved aktivering dannes det et vanngardin som kjøler de delene av fasaden som blir utsatt for varmestråling. På grunn av faren for frysing, må sprinkleranlegget være tørt, dvs. det må være luftfylt og ikke vannfylt. Det knytter seg noe usikkerhet til tidspunktet for utløsning og til at vindusglasset ved brå vannavkjøling kan knuse.

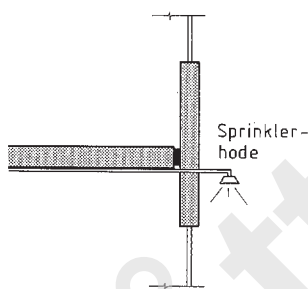


Fig. 524
Eksempel på fasadesprinkling der sprinklerhodet er montert på utsiden av fasadelivet

53 Brannsmitte ved innvendig hjørne

- 531 *Fasade uten vinduer.* Brannmyndighetene angir som en tommelfingerregel, at et fasadefelt på 5 m ved innvendig hjørne må utføres i A 60-konstruksjoner uten vinduer, se fig. 531. B 60 (trestendere) tillates dersom disse ikke går forbi etasjeskilleren, og mulig smitte i selve ytterveggen er forhindret vha. riktige detaljer, se pkt. 51.

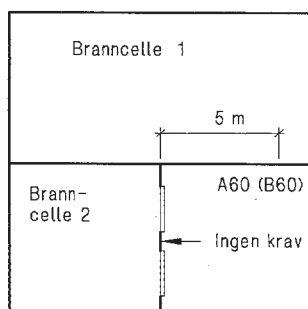


Fig. 531
Plan av innvendig hjørne som består av to brannceller. Krav til fasadekonstruksjoner er angitt.

- 532 *Fasade med vinduer.* En annen måte som er brannteknisk likeverdig, er å utføre begge fasadene i A 60 (B 60)-konstruksjoner i 5 m lengde, samt å montere faste F 30-vinduer i fasaden, se fig. 352.

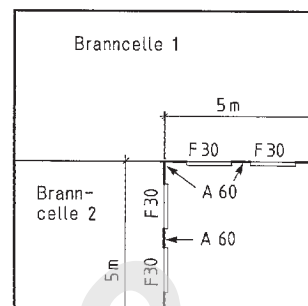


Fig. 532
Plan av innvendig hjørne med alternative krav til fasadekonstruksjoner i forhold til fig. 531

- 533 *Brannvegg.* Dersom det er en brannvegg A 120 som seksjonerer bygningen ved et innvendig hjørne, angir veiledningen til byggeforskriften at brannveggen skal føres 8 m forbi, alternativt 6 m til hver side. Byggforsk mener 8 m i en retning er for strengt. Teoretiske beregninger gir grunnlag for å redusere denne avstanden noe. (Svenske forskrifter angir 5 m.)

6 Referanser

61 Forfatter og redaksjon

Dette bladet er utarbeidet av Pål Cappelen og redigert av Ole Mangor-Jensen. Redaksjonen ble avsluttet i desember 1990.

62 Litteratur

- 621 Isaksen, Trygve m.fl. Fasader av glass og metall. Håndbok 41. Norges byggforskningsinstitutt. Oslo/Trondheim, 1990.
- 622 Veiledning for brannvern av bygninger med overbygde garder eller gater. Rundskriv 16.20, februar 1988, Melding H-1/88. Byggenormserien, perm 1, Statlige byggebestemmelser, Norsk Byggtjeneste. Oslo, 1989.
- 623 Lie, T. T. Fire and Building. Applied Science Publishers Ltd. London, 1972.
- 624 Brannvern. Utdrag fra byggeforskriftene. Konstruksjoner - Glass - Kombinasjoner - Montering. Glassbransjeforbundet i Norge. Oslo, 1988.