

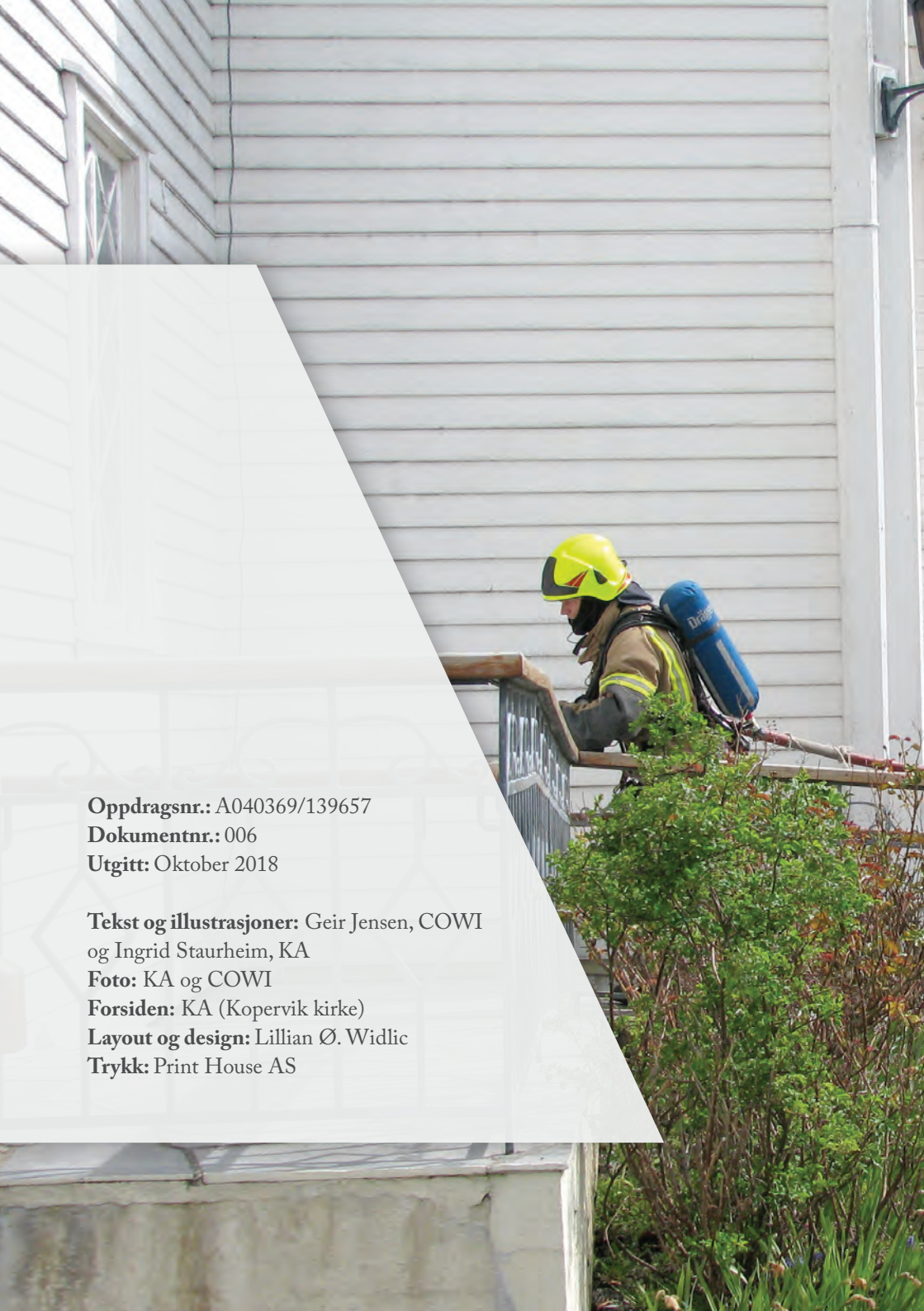


Hvordan hindre og redusere spredning av fasadebrann i eldre trekirker

Passiv brannsikring



Utarbeidet i samarbeid med Riksantikvaren.



Oppdragsnr.: A040369/139657

Dokumentnr.: 006

Utgitt: Oktober 2018

Tekst og illustrasjoner: Geir Jensen, COWI
og Ingrid Staurheim, KA

Foto: KA og COWI

Forsiden: KA (Kopervik kirke)

Layout og design: Lillian Ø. Widlic

Trykk: Print House AS



Innhold

Innledning	6
1. Bakgrunn og problemstilling	9
1.1 Generelt om kirker fra år 1600 til 1900	11
1.2 Tette kledninger	12
1.3 Luftede kledninger	19
1.4 Lufteåpninger i takfot	24
2. Strategi og Quick Guide	26
2.1 Betydning av utvendig brannskall	26
2.2 Strategi for brannskallsikring	27
2.3 Utførelse av kledninger i brannskall	28
3. Mulige håndverksmessig egnede brannstoppløsninger	31
4. Anbefalte løsninger for å hindre brannspredning	33
4.1 Tette kledninger	33
4.2 Luftede kledninger	34
4.3 Luftet takfot	43
4.4 Tårn, loft, tak og ytterdører	44
5. Oppsummert om brann i fasade og hulrom	51
Bilag A: Noen eksempler på kirkebranner der fasadekledning var involvert	53
A.1. Hvordan har brannen utviklet seg?	54
Bilag B: Oversikt over brannspredning og ventilerte brannstopp i luftede kledninger generelt (ikke kirker)	61
Bilag C: Tverrfaglig miniseminar i Trondheim 14. mars 2014	64
Litteratur	65

Innledning

Mange av de eldre kirkebyggene i Norge er bygget i laftet tre, bindingsverk eller reisverk med utvendig panel. Ved utskifting av utvendig panel har veggen ofte blitt lektet ut for å få bedre lufting. I tillegg ser vi på mange bygg at konstruksjonen over tid har forskjøvet seg og dannet flere åpninger og sprekker i panel og vegg – altså åpninger som ikke er nødvendig for tilstrekkelig lufting. De fleste eldre kirkebygg blir derfor ekstra sårbare for brannspredning som starter utvendig, fordi kledningen har mange åpninger og hull hvor brannen kan spres opp til loft og takkonstruksjon. Dette gjør brannsikring av fasaden på eldre kirkebygg ekstra viktig.

Utvendig brann kan blant annet komme fra ildspåsettelse, flyve- bråte- eller gressbrann, vedlikeholdsarbeid, fyrverkeri, lek med fyrstikker, uaktsomhet ved bruk av brennbart materiale, lynnedslag med mer. Med tanke på at eldre kirkebygg er sårbare for brann, har det vært ekstra viktig for KA å sette fokus på å hindre spredning av fasadebrann i kirkebygg.

I 2014 satte KA derfor i gang et prosjekt for å finne gode passive brannsikre løsninger for kirkefasaden på eldre trekirker. I prosjektgruppa medvirket Karin Axelsen fra Riksantikvaren, Geir Jensen fra COWI og Ingrid Staurheim fra KA. Gruppa knyttet også til seg fagpersoner i en rekke firma som arbeider med restaurering av eldre trebygninger.



Prosjektgruppa tok utgangspunkt i tidligere branner i kirker og andre eldre trebygninger der brannen hadde spredd seg svært raskt i luftespalten bak kledningen. Vi så at oppdrift kunne føre til at brannen strakk seg opp til 5–10 ganger høyere på samme tid sammenlignet med brann på utsiden av kledningen. En bygning med luftet kledning og takfot, kan overtennes svært raskt via brann på loftet.

Erfaring fra tidligere branner har vist oss at brann som kun opptrer på utsiden av kledningen ikke trenger å være kritisk, men når den kommer gjennom kledningen til hulrom kan den kripe på skjulte steder og «sette seg», samt antenne brennbart materiale inne i hulrom. Det trenger ikke være større åpning enn 2 millimeter før det er tilstrekkelig for gnister og flammer å trenge gjennom. Vi kjente også til at man ved mange eldre kirkebygg, som ved andre trebygninger, over tid opplever at konstruksjonen kan flytte litt på seg og danne mange glipper og utette tilslutninger i bygningsskallet grunnet bevegelser i treverket.

Resultatet av arbeidet i prosjektgruppa er oppsummert i en rapport som ser på brannstoppløsninger i kirker fra perioden 1600–1900. Denne veilederen er en omarbeidelse og utvidelse av rapporten, og de passive brannsikringsløsningene som er foreslått her er ganske rimelige og enkle. I tillegg krever tiltakene lite vedlikehold og fordrer få inngrep i verneverdige bygg.





1. Bakgrunn og problemstilling

Det er ofte eldre trekirkebygg – med høye loft, tårnkonstruksjoner, tømmerkasser og utvendig kledning – som er mest utsatt for storbrann, hvis det først begynner å brenne. I den forbindelse har vi i dette prosjektet vurdert utnyttelse av passive brannsikringstiltak som kan hindre eller redusere brannspredning i fasade, og videre opp til loft og tårn i slike bygg.

For å hindre at fasader, loft og takfot bidrar til totalskade må de kunne motstå brann fra påtenning, flyvebranner, gnistregn osv. Der sakristi og tilsvarende rom kan bli overtent, kan brann knuse vindu og brått påkjenne fasade og tak fra utsiden.

I og med at trekledningen puster mot innvendige rom via uisolerte yttervegger (tette) eller via utvendig vertikal- ventilering på utsiden av vindsperrer (luftede) er det vurdert omfang, brannrisiko og utførelser for disse kategoriene.

I tidsperioden 1600–1800 var det mest vanlig å bygge opp trekonstruksjoner som reisverkskonstruksjoner eller

De fleste eldre kirkebygg er ekstra sårbare for brannspredning som starter utvendig. Dette fordi fasadene har mange åpninger og hull hvor brannen kan spres.



laftede konstruksjoner [1 og 2]. Kledningen ble ofte festet direkte på både reisverket og den laftede vegg, slik at den ikke ble vertikalt luftet [3]. Liggende panel på laftevegger ble derimot utlektet [2].

Når det gjelder lufteåpninger i takfot og risiko for brannspredning til loft eller tårn er det vist til mulig utførelse for kirker som har slike åpninger. Kirkene fra 1600–1900 kan ha nyere luftede kledninger der trekledningene erstatter eldre kledning på original tømmerkonstruksjon. De kan da tåle begrensede inngrep bedre enn de originale delene, men Riksantikvaren må uansett godkjenne en slik søknad.

Trekledning påvirker ofte brannskadeforløp i kirker. Det er ingen kjente studier for slike bygg spesielt, men i vedlegg A i veilederen er det gjengitt eksempler på inntrufne kirkebranner. Ser man på brann i bolighus av tre og i murgårder med leiligheter over flere plan, er brannspredningsvei utvendig via fasade og takfot dominerende, dette er altså tilfellet i 20–35 % av brannene (Byggforsk §16).

Når en brann er etablert i kirketårn eller loft, ender det svært ofte med totalskade. Dette fordi brannmannskap ikke klarer å bekjempe slike branner særlig effektivt. Er det derimot installert egnede automatiske sløkkeanlegg i kirkebygget, er det stor sannsynlighet for at man får begrenset og/eller sløkket en fasadebrann (eksempelvis St. Jørgens kirke som du kan lese mer om i bilag A).



1.1 Generelt om kirker fra år 1600 til 1900

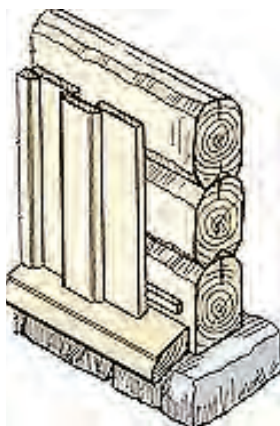
På 1600–1800-tallet var det først og fremst lafteteknikk som gjorde seg gjeldene for bygging av norske kirker [5]. Det var vanlig med ikke-luftet kledning, med unntak av liggende panel og stedvis stående panel (se avsnitt 1.2. og 1.3.). De kan ha nyere, luftet kledning.

- **På 1600-tallet** ble de fleste kirkene oppført i tre. Stavkonstruksjonen ble erstattet av lafteteknikken. Det ble benyttet liggende og/eller stående kledning. **På 1700-tallet** var lafteteknikken også gjeldende da over halvparten av de 130 kirkene fra denne tidsperioden, som enda står, er korsformede tømmerkirker. Også her ble det benyttet både liggende og stående kledning.
- **På 1800-tallet** var lafteteknikken fortsatt dominerende, men tømmeret ble mer bearbeidet. Kirker fikk panel både utvendig og innvendig [9]. Fra 1850–1920 kan vi også finne kirker i sveitserstil hvor tillegg utfordringen er lettantennelige detaljer og hulrom.

Mange av ytterveggene på kirkene fra disse periodene er generelt sett i dårlig tilstand [9]. Typiske problemer tilknyttet kledning, ofte på grunn av maling eller annet som har tettet lufteåpninger, er:

- Manglende lufting av utvendig trekledning.
- Vanninntrengning og overflatesopp.
- Manglende isolasjon i vegger. Dersom det er lagt isolasjon i yttervegger bør veggen ha en lufte- og dreneringsspalte.





Sintef

Figur 1. Stående tre-kledning på laftevegger av mer eller mindre rundtømmer, der kledningen delvis er festet til lekter for å rette opp ujevnheter og for å få en plan vegg [2].

1.2 Tette kledninger

På bindings- og reisverksvegger fra før/rundt år 1900 kunne stående kledning bli festet direkte på veggens bærende konstruksjon, dersom den var tilstrekkelig jevn og plan [2]. Etter 1900-tallet ble kledningen gjerne luftet, og kledning på laftevegg av plank eller firhogde stokker kunne også bli festet direkte på bærekonstruksjonen. Laftvegger av rundtømmer måtte derimot ofte ha utforing med lekter for å rette opp ujevnhetene (figur 1). Avhengig av tilslutning av kledning i topp og bunn, kan noen av disse veggene ha en liten lufte-/dreneringsspalte.

Kledningen på vegger uten lufte- og dreneringsspalte er som regel malt med vanntett maling, eksempelvis akrylmaling. Det kan likevel være fare for vanninntrenging gjennom utettheter i fasaden. Når veggen ikke har luftespalte vil det være vanskelig for fukten å tørke ut, men siden laftede vegger eller uisolerte bindings- og reisverksvegger ofte ikke har dampsperre på innsiden, kan fuktig luft tørke innover i konstruksjonen. Uisolerte konstruksjoner betraktes som pustende.

Brannspredning i ikke-luftede kledninger

Siden de fleste kirkene har trekledning montert uten utlekting eller ikke er bygget med tanke på ventilering, er det undersøkt hvordan brannforløp skjer med tanke på risiko for spredning og muligheter for å hindre spredning. Det er foretatt litteratursøk, søk i håndbøker og i nettverk, blant annet under FSF symposiet i Pa-

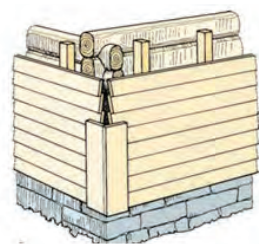
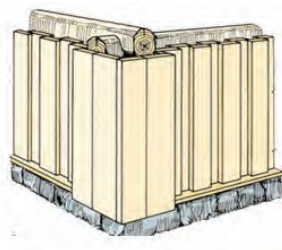
ris november 2013. Resultater av det, i tillegg til egen kompetanse, er vurdert.

Konklusjoner – kledning uten luftespalte

Brannspredning på utsiden kan regnes som for utlektet panel. Brannforløp i tette konstruksjoner (ingen ventilering og ingen hulrom) er ikke omtalt i litteraturen som et vesentlig problem. Brann kan derimot spres mellom lag i ikke-luftede kledninger (Colwell) og medføre vold-som oppdeling (delaminering), som igjen gir bedre vilkår for brannspredning [10].

Etter tverrfaglig seminar går samlet vurdering, med noe usikkerhet, ut på at lufttilgang blir for liten til at det blir kritisk spredning når kledning er lufttett i bunn og topp og/eller ikke har spalter for ventilering. Det gjelder altså bare så lenge kledningen forblir tett, men det vil finnes mange tvilstilfeller.

Det ble klart at veggkonstruksjon som har lufting bak kledning, har behov for slik kledning eller skal rehabiliteres-/oppgraderes slik at den blir luftet, må betraktes som luftet kledning med behov for å brannsikres som sådan. Gammel byggeskikk er basert på hygroscopiske konstruksjoner, der fuktighet fra utvendig værpåkjønning og innvendig kondens tillates å tørke ut fordi veggene «puster». Dersom det er aktuelt å gjøre større tiltak på fasade, er luftet kledning å foretrekke mot råteangrep eller når dampsperre eller tette overflatebehandlinger og lignende er tilført på innsiden. Det vises til problemer



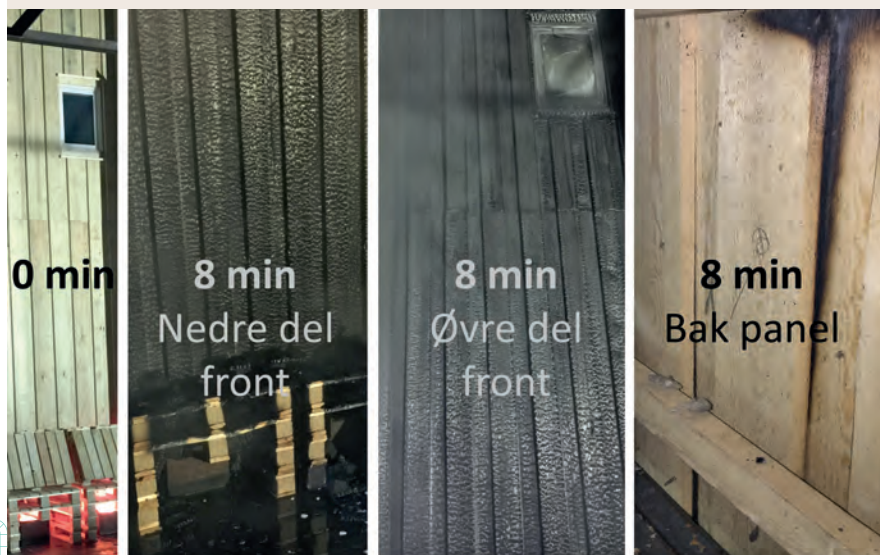
Sintef

Figur 2. Eksempel på hjørneutforming ved henholdsvis stående og liggende kledning.

Figur 3a Gjennombrenning i vanlig trepanel etter 8 minutt.



Figur 3b Gjennombrenning i fagmessig montert trepanel etter 8 minutt. Vanlig tre-lag vindu røk ikke.



Figur 3c. Godt montert solid trepanel: Ingen gjennombrenning, brann slokket etter 15 minutt.



med maling på grunn av fukt på fasader der kledningen ikke er luftet. En endring til luftet kledning må ses i sammenheng med antikvarisk verdi. Tverrfaglig oppfatning fra seminaret er at det kan være best å benytte luftet kledning selv der tømmerkirkene eller reisverk-/sveitserstilkirkene ikke har det fra før av. Dette må i så fall skyldes tilløp til råteskader, endret bruk eller innvendig kledning/maling som forstyrrer lufting. Beslutning om hvordan vi beskytter mot antenning og spredning av brann må tas kirke for kirke.

Vi antar at antenning av ikke-luftet panel forsinkes sammenliknet med ventilert panel der endeveden er lettere for brann å «få tak i», men ikke vesentlig. Glatte, harde overflater antennes ikke så lett som når overflater

er vendt mot hverandre (gjensidig stråling: prinsipp for bruk av tennved), slik som eksempelvis i luftespalter i utlektet panel. Kirkene har tilsynelatende noe kraftigere paneldimensjoner enn de som er vanlige på mindre hus, og kan være godt vedlikeholdte med få sprekker. Slik sett kan brann antennes og spres senere eller kreve litt større startbrann enn på andre husfasader, men igjen neppe vesentlig.

Man må betrakte det dithen at kirkefasader med nyere, lite vedlikeholdt panel, i lett tresort, med tynn dimensjon, med dype profiler som er flasket og med synlige sprekker og glipper, har økt brannrisiko for utvendig brannspredning. Trepanel som er utført tett og trepanel med tett maling over alle skjøter har en bedre motstand «mot antenning» enn andre. Det må derimot ikke forveksles med «brannmotstand».

Trepanel som er utført med små drenasjeåpninger ved bunnsvill eller har unøyaktige sammenføyninger som er overmalt eller ikke overmalt kan lettere settes i brann. Brann i fasaden vil raskt brenne bort maling og åpne fuger, så maling tjener ingen hensikt der. For brann på avstand kan tettmalte fuger hindre at gnister blåser inn. Når maling brennes bort på ulike steder, særlig oppe og nede, kan det oppstå trekk også mellom ikke-luftet panel og bærende vegg.

Vi antar at få trepanelte kirkefasader er tettset perfekt i underkant, og mange kan sikkert saumfares og tet-



tes bedre. Det kan være aktuelt å bruke linoljekitt eller brannfugemasse der det er nyere kledning, men begge metodene bør vurderes av spesialister i hvert tilfelle. En må uansett ikke tette åpninger som er ment for drenering av vann.

Ikke utlektet panel kan ha avrettinger mellom bærende tømmervegg og panel, basert på sløyfer eller tilskjærte kiler, for å fange opp ujevnheter. Dette gir varierende hulrom som er kritiske hvis brann setter seg der og sprer seg. Det blir i vesentlig grad forhindret dersom panelet er tett både i under- og overkant, eller der åpningene er så små at lufttilgangen er vesentlig begrenset.

Det er sannsynlig at brann kan kripe sakte i enhver retning bak ikke-utlektet panel dersom den får tilgang på luft, særlig med åpninger henholdsvis oppe og nede på veggen. Men det er ikke rapportert som et kjent problem. Ei heller «delaminering», som ellers er kritisk under brann i nyere flerlags kledningselementer. Antakeligvis fordi trepanel er relativt stabilt under brann.

Ikke-utlektet panel kan ha dreneringsspalte nederst når vegg er isolert og har dampsperre. Det kan være akseptabelt å likevel ha tett avslutning av panelet ved takfot, noe som har vært vanlig i Nord-Amerika inntil nylig. Likevel påpeker alle kilder at ventilerings med åpning oppe og nede og med bred luftspalte (10–25 millimeter), det vil si utlektet kledning, er å foretrekke for tørking av kledningen. I hvert fall i fuktige strøk.



«Sandwich»-konstruksjon:

Tresjiktsskonstruksjon, vanligvis i plate- eller skallform, som består av to relativt tynne yttersjikt fast forbundet med et kjernemateriale.

Brannmaling kan beskytte mot antenning fra gnister og forsinke spredning. Brannimpregnering også, men den er usikker utendørs, avhengig av klima. Verken brannmaling eller impregnering er ønsket av Riksantikvaren for de eldste materialene. Det vil i liten grad hindre brannspredning, da brannspredning i hovedsak skjer gjennom fasadens hulrom. Gjør følgende for panel når vernemyndighet tillater det: Ta av trekledningsbord, fjern gammel maling og brannmale utvendig hvis det er luftespalte og ventilerte brannstopp (hvis ikke må begge sider males) før remontering. Vanlig vannbasert toppstrøk er greit. Figur 9 i kapittel 2 viser prinsipp for branntetting av ikke-luftet kledning.

Løsning for å holde kledning tett er i hovedsak ikke et brannteknisk tema så lenge gnister ikke flyr gjennom. For yttervegger som skal ha «vesentlig brannmotstandstid» er det derimot viktig med god tykkelse og overlapping av trepanel eller med annet brannmotstandsdyktig materiale. I sistnevnte veggtyper blir typen maling mindre kritisk fordi gjennombrenning av veggen tar tid selv om den er antent og brenner. Der det er benyttet damp tett maling på innside av yttervegg, er det viktig at maling på kledning er dampåpen for å unngå å stenge fukt mellom to damp tette sjikt. (Vi har ikke tatt stilling til egnet overflatebehandling for tetting av panel i prosjektet.)

Vernemyndighet:

- Fylkeskommune
- Riksantikvar
- Byantikvar
- Kulturminneforvalter

Det vurderes at en lufttett kledning er såkalt «branntett» hvis åpninger er mindre enn 2 millimeter slik at gnister og flammer ikke passerer. I slike tilfeller kan det rettes



mer oppmerksomhet mot takutstikk, men «branntett» i vår sammenheng må ikke forveksles med begrepet «brannmotstand» som brukes når eksempelvis trepanel motstår gjennombrenning over en viss tid. Branntett innebærer som et minimum at det ikke flyr gnister gjennom og at flyktige flammetunger ikke antenner eller slipper gjennom. Det er klart å foretrekke at alle svake punkt er tettet med tett tre, brannventil eller brannfugemasse, da branntett fasade vil oppnå en viss brannmotstand.

1.3 Luftede kledninger

Luftede kledninger har en ventilert og drenerende luftspalte mellom kledning og vindsperre. En finner som oftest luftede kledninger på yttervegger av bindingsverk eller reisverk siden en ofte bruker lekter/sløyfer for å feste kledningen [4]. Utlektet kledning på reisverk og bindingsverks-vegger ble først vanlig etter 1850-tallet

Trekirker i bindingsverk kom først på 1900-tallet [5]. Veggene var som regel uten isolasjon og dampsperre frem til midten av 1950-årene [6].

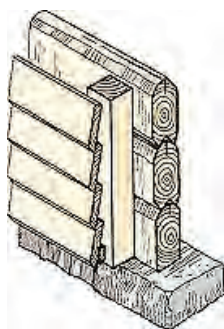
Kledningen kan være både stående og liggende. Ved stående kledning kan det være både lekter og sløyfer som lufter kledningen, og luftespalten er gjerne 54 millimeter tykk (figur 3). Luftespalter bak liggende kledning er gjerne 18–23 millimeter tykke (figur 5). Liggende kledning på laftevegg må alltid festes til stående spikerslag (figur 6) [7]. Hvis tilslutning av kledningen til grunnmur og/eller tak er åpen, anses vegg som luftet.

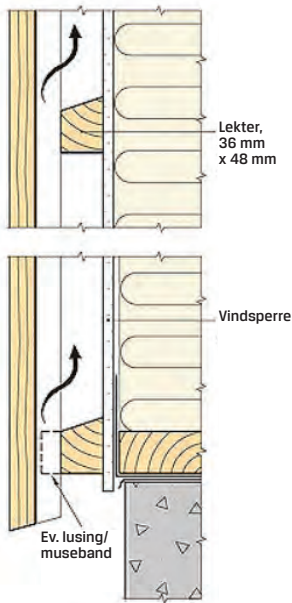


Det er som regel åpning i topp og bunn av luftespalten for at uteluft skal passere bak kledningen for å tørke og drenere ut vann som trenger gjennom regnskjermen [8]. Luftespalten skal også hindre at slagregn trykkes inn eller kapillært går inn i veggen bak, ved å jevne ut luft-trykket mellom uteluft og luft i spalten. I tillegg gir luftespalten mulighet for at fuktig luft fra indre deler av veggen kan tørke ut. Moslet, som er fra SINTEF Byggforsk, stiller spørsmål ved noe av dette, se kapittel 2.

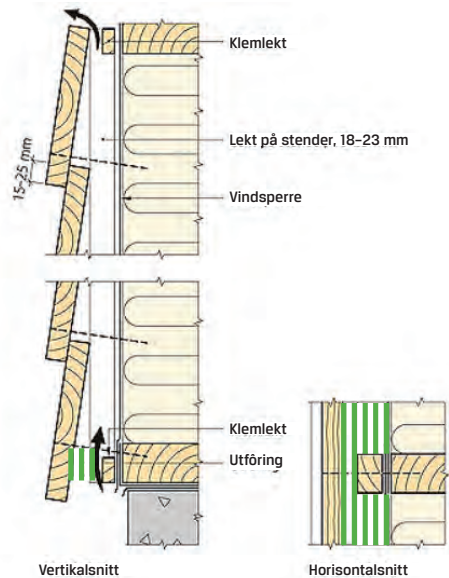
Størrelsen på luftespalten kan variere for ulike kirker, blant annet grunnet lokale klimapåkjenninger [8]. SINTEF Byggforsk skiller mellom tre ulike klimasoner ut i fra slagregnpåkjenning; liten, moderat og stor slagregnpåkjenning. Tabell 1 viser en oversikt over anbefalt bredde på luftespalte i luftede kledninger med stående eller liggende trekledning.

Figur 4. Liggende trekledning på laftevegg der kledningen er festet til stående lekter [3]. Illustrasjonen til høye viser ventilt brannstopp mellom lekter.





Figur 5. Utlekking av stående kledning av trepanel. Ventilert, momentant-virkende brannstopp [4].



Figur 6. Utlekking av liggende kledning av trepanel. Ventilert, momentant-virkende brannstopp [7].

Brannspredning i luftet kledning

Branner som får feste ved typisk bunnsvill eller ved vinduer kan spres svært hurtig og langt i luftegap bak kledning. Hastigheter på 2–8 meter per minutt er målt. Brann bak kledning har karakteristikk som hydrokarbon-branner i startfasen (VTT).

1. Bakgrunn og problemstilling

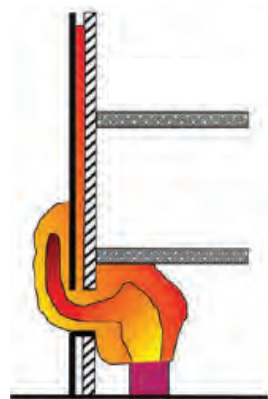
Kledningstype	Lufting og drenering	Liten slagregns-påkjønning	Moderat slagregns-påkjønning	Stor slagregns-påkjønning
Stående trekledning	Luftespaltebredde	≥18 mm, helst ≥23	≥54 mm	≥54 mm
Tømmermanns-kledning, omvendt lektekledning, lektekledning, åpen falset kledning og høvlet, profilert kledning.	Oppbygning	Lekter Sløyfer kan evt. droppes for kledninger med over- og underligger.	Sløyfer ≥18 mm, helst ≥23 Lekter min. 36 mm x 48 mm	Sløyfer ≥18 mm, helst ≥23 Lekter min. 36 mm x 48 mm
	Åpning oppe & nede	≥4 mm	≥4 mm	≥4 mm
Se figur 5.2.2 a–d Se byggdetaljer 542.101	Andre forhold	Ingen særskilte krav til vindsperre foruten til dampåpenhet. Lektene kan med fordel ha skråskåret overside med fall utover, slik at vann som har drevet inn bak kledningen, ledes bort fra vindsperra.	Ingen særskilte krav til vindsperre foruten til dampåpenhet.	Vindsperre av rullprodukt, se kap. 5.3. Høye vegger bør utformes slik at vann kan ledes ut en gang for hver etasje.
Liggende trekledning	Luftespaltebredde	≥18–23 mm	≥18–23 mm	≥18–23 mm
Enkel liggende kledning. Weatherboards, dobbeltfalset kledning, åpen dobbeltfaskledning, høvlet og profilert kledning. Se figur 5.2.3 a–b Se Byggdetaljer 542, 102	Oppbygning	Lekter	Lekter	Lekter
	Åpning oppe & nede	≥4 mm åpningsbredde ved klemlekter	≥4 mm åpningsbredde ved klemlekter	≥4 mm åpningsbredde ved klemlekter
	Andre forhold	Ingen særskilte krav til vindsperre foruten til damåpenhet.	Ingen særskilte krav til vindsperre foruten til damåpenhet.	Vindussperre av rullprodukt, se kap. 5.3. Høye vegger bør utformes slik at vann kan ledes ut en gang for hver etasje.

Tabell 1. Anbefalte minimumskrav for å sikre tilstrekkelig lufting og drenering av luftespalter i luftede kledninger [7].



Brannforløpet er ikke fullt forstått før det siste tiåret [10]; Det viser seg at når brann starter ved bunnsvill og spres både utvendig og innvendig på kledningen, vil brannen i luftegapet strekke seg 5–10 ganger høyere på samme tid som den ytre. En overraskende oppdagelse er også at det ikke spiller noen rolle om de innvendige overflatene er brennbare eller ikke. Fenomenet kommer av at uforbrent røyk etter hvert brenner som om den møter luft med oksygen. Flammefront har antenningsenergi nok til å fortsette selv om den hele tiden lager brent, inert røyk. Når den slår ut i toppen, rett under underkledning i takfot, er det rikelig med oksygen og man kan si at den «fakler». Det vil si at den trekker etter seg uforbrente gasser fra brannkilden ved inntaket til luftegapet som brenner når de kommer ut i fakkelen. Jo varmere og større den blir trekker den opp desto flere gasser og påkjenningen for takfot blir heftigere. Hvis det da er luftet takfot er dette opplagt kritisk, men det er også kritisk for den som er tett kledt: Slik takfot gjennombrennes på cirka 5–15 minutter (SINTEF Byggforsk test, ca. 2000). Brann spres i luftgapet på grunn av delaminering, også av konstruksjoner som i normal bruk er tette, ikke bare i konstruerte luftgap [10].

Brann i luftspalt i utekttet kledning: 5–10 ganger høyere flammespredning enn brann på utsiden – uavhengig av typer overflater i luftspalt (BRE)



Figur 7. Spredning av brann i luftespalte [10]. Brann spres raskere i hulrom utekttet vegg enn utvendig.

1.4 Lufteåpninger i takfot

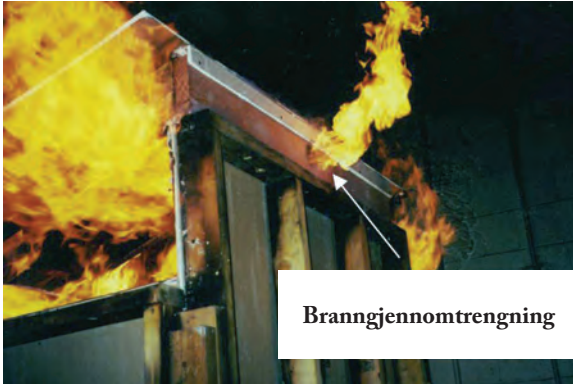
Der det er lufteåpninger i kirkens takfot tar vi utgangspunkt i 1/300-regelen og at det er 50 millimeter luftespalte i underkledningen. Ved bruk av ventilert brannstopp derimot, kan brannstoppen dimensjoneres for mindre – ned mot spalte med kun 20 millimeter effektivt lufteareal. Bredden på spalten er avhengig av den klimasonen SINTEF Byggforsk angir for stedet og vil derfor variere fra kirkebygg til kirkebygg (se 1.2). Lufteventiler med momentan brannstopp finnes som testdokumenterte produkter.

Brannspredning i luftet takfot

Takfot er den delen av bygget som kanskje mottar den hardeste brannpåkjenningen. Det kan føre til totalskade når den svikter; Brann går inn i loft, hvor menneskap ikke kommer tidsnok til, og spres derfra til tårnet og resten av kirken. Dette må sees i sammenheng med at typisk brann i søppelbeholdere i/fra anlagte fasadebranner treffer takfot direkte, men ikke minst må en påakte ettertenningsbranner fra spredning i luftegap bak kledning (se 1.2).

Norsk Teknisk Godkjenning 2405 (SINTEF Byggforsk) og *Brandsäkra Trähus Versjon 3*, samt rapporten *Addressing Fire Risks of Air Transfer Openings* er tydelige på at denne typen branner ikke kan stanses med lukkemekanismer som trenger oppvarmingstid, men må motstå brå, direkte flammepåkjenning. Slike kan testes i henhold til SP 105 fullskalastandarden for fasader eller ASTM E2912 branntest for ventilerte brannstopp.





Figur 8a. Brannforsøk med utvendig brann mot trevegg med takutstikk. Bildet er tatt fra «loftssiden» og viser hvordan flammer passerer et 50 millimeter (diameter) stort luftehull i takfot [19].



Figur 8b. Brannforsøk med utvendig brann mot trevegg med takutstikk. Bildet tatt fra «loftssiden» viser hvordan flamme trenger gjennom skjøt i underkledning takfot [19].

2. Strategi og Quick Guide

2.1 Betydning av utvendig brannskall

Vi ønsker å bevare kirkene som de var. Dette utelukker tildekking, fjerning eller preparering av treet for å hindre at de skal brenne ned. Da blir det en stor utfordring å brannsikre kirkebyggene, men samtidig også enkelt:

Brannteknisk kan vi tenke på kirkebygg som en bærende konstruksjon (tømmer/reisverk), et ytre brannskall (kledning, taktekking) og et indre brannskall (panelkledning). Veileder gjelder ytre brannskall.

Så lenge det brenner inne i et rom uten at brann har spredt seg til naborom eller inn i konstruksjonen vil brannmannskap lett kunne slukke*. Utendørs vil brann slokkes enda lettere så lenge det bare er overflater som brenner.

* Størrelsen på midtskip og loft ville vært problematisk for brannsløkking hvis det var i bygg med lagrede varer eller liknende. Men midtskip og loft i bevarte kirker er tilnærmet tomme, med minimalt og lavt plassert inventar, som er fordel for sløkkesystem.

Det samme gjelder automatiske sløkkeanlegg. Rett utført kan vannbaserte sløkkeanlegg slukke greit ute og inne så lenge de aktiveres tidlig, branner er på overflater, og ikke sprer seg skjult i konstruksjon, loft eller andre rom.

Problemet med både manuell og automatisk sløkking oppstår når brann sprer seg inn i konstruksjon eller til andre rom før sløkking har skjedd. Begge deler kaller vi «gjennom Brenning». For enkelhets skyld anser vi også gnister/flammer som flyr gjennom vinduer eller åpninger



og antenner for «gjennombrenning». Gjennombrenning utenfra og inn i rom er mindre kritisk. Mest kritisk er skjult brann i loft eller konstruksjon.

2.2 Strategi for brannskallsikring

Vedlikehold og reversible tiltak i brannskall må hindre gjennombrenning inntil mannskap er i angrep. Når mannskap ikke kan angripe på stedet tidsnok (lang innsatstid) er automatisk slokking nødvendig.

Automatisk slokkeanlegg skal slokke brann før den spres til skjult konstruksjon, loft eller andre rom.

Hvis gjennombrenningstid er minst 10 minutt (kledning ute og inne: delen med korteste gjennombrenningstid avgjør) kan slokkeanlegg slokke brann før mannskap kommer selv om de bruker lang tid.

Hvis gjennombrenningstid er kortere enn tid til manuelt angrep og til slokkeanlegg forventes å kontrollere (det vil si brann fortsetter, men øker ikke): Slokkeanlegg må da slokke framfor kun å kontrollere. Det kan oppnås med tidlig slokking og/eller nok vann på brannkilden. Dette ivaretas i Veileder for slokkeanlegg.

Prinsippene for passiv brannsikring ute og inne:

- Jo lengre gjennombrenningstid jo enklere slokkeanlegg
- Kort gjennombrenningstid, lang innsatstid krever



KIRKEBYGG	BRANNSKALL	SLOKKEANLEGG
Innsatstid <10 min. Gjennombrenningstid inne 10 min. Gjennombrenningstid ute 15 min.	A Paneler, kledning, tak, takutstikk og vinduer utbedres for utettheter og svakheter. Se denne veileder for detaljerte anbefalinger.	Slokkeanlegg kan vurderes sløffet, eller benytte enklere anlegg som kontrollerer brann framfor å slokke.
Innsatstid 10-20 min. Gjennombrenningstid inne 5 min. Gjennombrenningstid ute 10 min.	B Paneler, kledning, tak, takutstikk og vinduer utbedres for utettheter og svakheter. Se denne veileder for detaljerte anbefalinger.	Slokkeanlegg er nødvendig. Må slokke tidlig og varig. Se veileder slokkeanlegg for utførelse.
Innsatstid >20 min. Gjennombrenningstid inne 10 min. Gjennombrenningstid ute 15 min.	C Paneler, kledning, tak, takutstikk og vinduer utbedres for utettheter og svakheter. Se denne veileder for detaljerte anbefalinger.	Slokkeanlegg er nødvendig. Må slokke eller kontrollere brann. Se veileder Slokkeanlegg for utførelse.

veldig gode slokkeanlegg

- Lang gjennombrenningstid og kort innsatstid kan bety ingen slokkeanlegg

Gjennombrenningstid gjelder for panel eller kledning inn til hulrom som kan medføre skjult brann.

2.3 Utførelse av kledninger i brannskall

I dette avsnittet gis noen anvisninger for kledninger.

Utførelse er dels gitt i andre avsnitt i denne veilederen. Andre bygningsselementer i brannskallet enn kledninger må også alltid vurderes: De må ha tilsvarende gjennombrenningstid: Se prNS 3912 Utvendig brann beskyttelse av bygninger for anvisninger om slike elementer, herunder:

- Taktekking
- Taktro
- Grunnmur
- Åpninger og gjennomføringer
- Tårnhus og spir



Kledning ute

5 minutter: Vanlig tømmermannspanel <19 mm med lite omlegg, eller not og fjær. Tilløp til sprik mellom bord eller mellom over og underligger som kan utbedres. Bord-ender sikret med vanlig spiker.

10 minutter: Som 5 min, men har tykkere bord, og bedre omlegg. Utbedrede sprik. Bord-ender (horisontalt eller vertikalt) sikret med spiker/skruer som gir bedre hold enn løpende fester til lekter.

15 minutter: Som 10 minutt, men særskilt vurdert bordtykkelse, omlegg og spiker/skruer i bord-ender. Intumescentpakning i omlegg dersom omlegg er usikre mhp. vridning i bord over brukstid eller under brann.

For alle situasjoner er det selvsagt at alle åpninger og gap og så videre blir sikret. Det kan benyttes brannfugemasse der det ikke hindres av bygningsvernet. Fortrinnsvis benyttes nye og tilpassede bord over eller i åpninger.

Panel-kledning inne

Se anbefalinger for kledning ute.

Panel inne kan være tynnere, eksempelvis 12 mm, men er normalt renere tilpasset og kan i så fall vurderes til minst 5 minutt. Not-fjær med godt spikerhold i endene kan vurderes opp mot 10 minutter. Selvsagt at alle åpninger og gap branntettes. Det kan benyttes brannfugemasse når akseptert for bygningsvernet. Fortrinnsvis benyttes nye og tilpassede bord over eller i åpninger.



Takutstikk, gavltilslutninger

Trekledning medfører de kraftigste brannpåkjenninger som forekommer i vanlige bygg når brann møter takutstikk og gavlbord. Utførelsen av disse må ikke bare tilsvare den for veggkledning, men være bedre. Det kan skje ved å skifte ut strategiske deler slik at gjennombrenningstiden øker pga at tilslutninger blir forsterket av lekter på oversiden og/eller av økt tykkelse av de mest utsatte tre-elementene.

Vinduer og dører

Vinduer er i utgangspunktet sårbare ved brann i de gamle kirkene, men hvis de har flere lag glass kan de holde lenge uten å knuse. Når de knuser er det sjelden noe lett brennbart på innsiden, så det tar noe tid å utvikle brann i overkarm/vegg inne i kirkerom. For gjennombrenningstider over 10 minutt bør forsterkede vinduer skje med E 30 glass montert i egne glasslister av hardt tre på innvendig karm. En bør tilse at det blir mest mulig reversibelt utført.

Dører har sjelden noe brennbart direkte i kontakt med dem, men glipper bør ikke være over 2 mm. En enkel metode er tettelisten mot trekk og varmetap i neopren/-gummi. Dører må avrettes til å passe i karm.



3. Mulige håndverksmessig egnede brannstoppløsninger

To kjente håndverkere med spesialitet i tradisjonell trebygging er konferert:

Torgeir Moslet, Tradisjonsbygg Trondheim:

Moslet påpeker at kledning på kirker fra tidsperioden 1600–1900 nærmest alltid er tett og ikke-luftet. Ventileringen er da ivaretatt ved at vegg puster mot innvendige rom gjennom uisolerte tømmerkonstruksjoner. Konstruksjonen har sannsynlig god kvalitet med tanke på brann, sannsynligvis på grunn av tett ved, tette tilslutninger og fuger som er tettet slik at gnister og flammer ikke passerer så lett. Han er åpen for å se nærmere på branntetting og brannmotstand i samarbeidet, inklusive nyere luftede kledninger.

Moslets vurdering går ut på at der det er nyere luftet kledning er det tradisjonelt sjelden mindre åpninger enn 28 millimeter. Videre vurderer han at minste spalte for drenering må være 6 millimeter eller større for å unngå at vanndråper ikke «slipper».



Halvar Skogmo, Sjøenget Sagbruk i Ekne:

Utførelser for luftet kledning ble drøftet, også eventuell sikring mot brannspredning i luftgap bak tett kledning. Han viser til at det er brukt liggende panel fra bunnsvill og opp til brystningshøyde i noen tilfeller, og over det stående panel.

For liggende luftet kledning mener han det er kurant å fjerne nederste liggende bord og sette det på igjen. Eventuelt, hvis det oppstår skader, lages det en nøyaktig kopi av profilen som monteres. De fleste snekkere kan ta av og sette på bord, og ved behov lager Skogmo nøyaktig kopi med en tradisjonell maskin med trinnløs innstilling. Det gir større fleksibilitet enn nye automatiske maskiner.

Skogmo viste til riksantikvar Holme som klart angir at stående panel ned mot nederst liggende vannbord (se 1.1. og figur 1) må gå helt ned og slutte tett (gamle trehus i Levanger). Skogmo viser til at det ofte ble utført med cirka 4 millimeter åpen spalte der.

Løsningene som foreslås i kapittel 4 er delvis basert på bidrag fra Moslet og Skogmo.

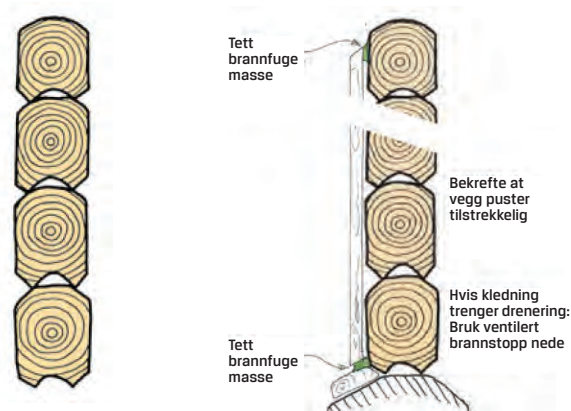


4. Anbefalte løsninger for å hindre brannspredning

4.1 Tette kledninger

Yttervegger der kledning ikke er luftet medfører en risiko for at eventuell fukt som trenger gjennom kledningen får hindret uttørring. Dersom veggen ikke har dampsperre eller andre innvendige damprette sjikt, kan fukten tørke innover i veggen. Det antas at det ikke er stor risiko for akkumulering av fukt i slike uluftede konstruksjoner dersom det ikke har vært, eller er påvist, fuktproblemer i veggen. Der kledningen ikke blir luftet bør det benyttes trepanel som er egnet til slik bruk.

Vi har likevel drøftet mulige måter å montere ventiler-te brannstopp på i ikke-luftet kledning. Figur 9 viser hvordan ikke-luftet kledning kan branntettes.

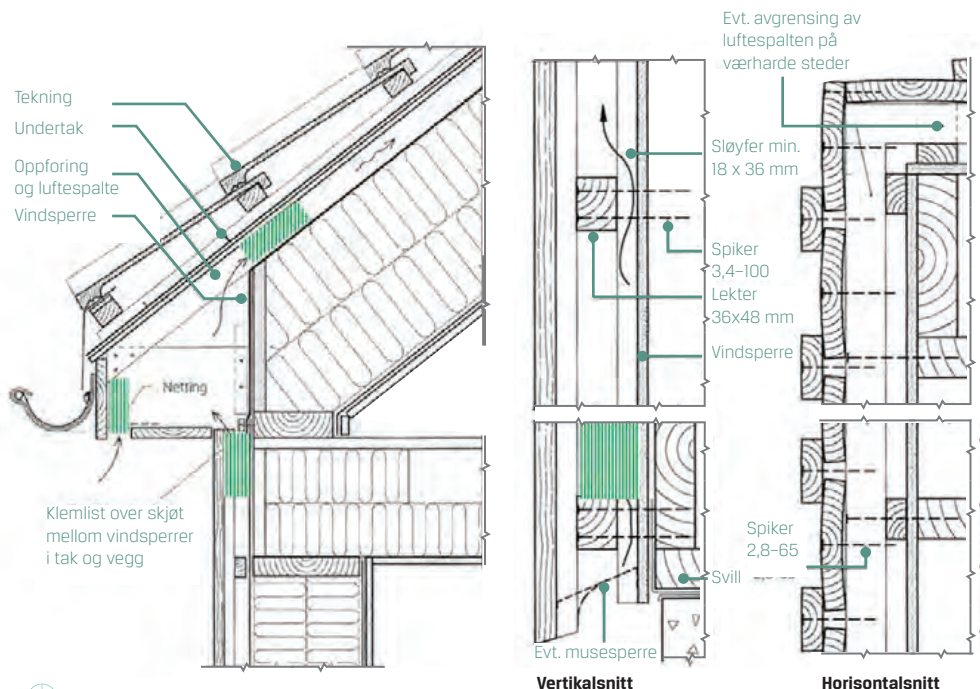


Figur 9. Når kledning ligger helt/nesten tett på tømmeret i kirker hvor ventilering i konstruksjonen er utilstrekkelig, og veggen kan puste på tvers i veggen, og ikke behøver dreneres, kan den branntettes med tett fugemasse.

4.2 Luftede kledninger

Yttervegger med luftet kledning er som regel bygningsfysisk sikre konstruksjoner mot fukt og råte/sopp. For å hindre farlig brannspredning må det være horisontale ventilerte brannstopp, primært ved bunnsvill.

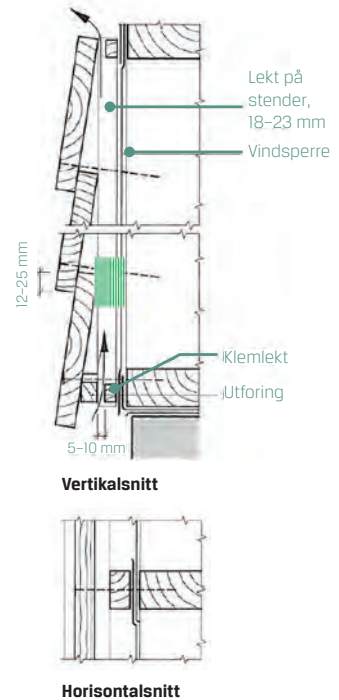
Figur 10. Alternative plasseringer av ventilert brannstopp i takfot og i stående luftet panel. Den i undertaket er ikke nødvendig hvis de andre to viste brannstoppene er montert. Hvis det er brannstopp ved bunnsvill kan en vurdere å ikke montere brannstopp ved luftenåpningen øverst i kledningen.



Der det er ordinære konstruksjoner som vist i figurene 10 og 11 er de retningsgivende. Men for kirkene fra år 1600–1900, som har tømmerkasse, er det foreslått å frese smale spor på cirka 4–8 millimeter for brannstopp i/ved vannbord, sågar også i tømmeret (figur 9).



Figur 12 (venstre). Fullskalatest med liggende, luftet panel og med ventilert brannstopp ved bunnsvill. Bilde 1 er tatt før branntest SP 105, mens de neste to bildene (2–3) er tatt fra den cirka 15 minutt varige brannpåkjenningen (opp mot 5 MW). Det siste bildet (4) er tatt etter brannen var over, der panelet er fjernet. En kan se at det knapt er sot på vindsperre over ventilert brannstopp. Brannstopp var montert ved luftinntak nederst i kledningen, som er vanligst.



Figur 11 (over). Ventilert brannstopp i liggende panel.

Cavity barrier categories and designs

Labyrinth of Baffles:

Narrow Gap:

Variations on Narrow Gap:

Fire Dynamic Design:

Multiple Barrier Design:

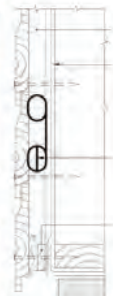
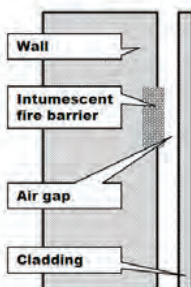
Germany (facades). USA (WUI eaves)

Austria, Germany, Finland, Sweden, Norway, Denmark

England, Austria, Germany, Denmark

Finland (eaves)

Norway, Sweden, Finland (fire+direct flame resistance rated)



Figur 13. Ventilerte brannstopp i luftegap i fasader. Denne rapporten er utarbeidet med utgangspunkt i Securo type FBH til høyre som blokkerer flammer momentant og er gnistvern.

SINTEF Byggforsk, blad 700.620, gir generelle råd til luftet kledning [11]:

«Utskifting av eksisterende tradisjonell kledning av malte trebord med for eksempel brannimpregnerte bord, eller påføring av brannhemmende maling på eksisterende bord, kan bidra til å minske brannspredningsrisiko. Det må vurderes spesielt om slike tiltak egner seg for verneverdig bebyggelse, fordi de kan komme i konflikt med antikvariske krav. For å hindre brannspredning mellom sammenbygde bygninger langs takutstikk eller gesims-kasse kan man underkle takutstikk med tett, ubrennbar eller begrenset brennbar kledning av for eksempel gips. Brannklassifiserte takfotventiler kan benyttes for å luft loft. Se Byggetaljer 525.106 om skrå tretak med kaldt loft. Se også pkt. 442 om løsninger for hulrom bak kledning».

En kan i stor grad bruke generelle anvisninger for trehus (*Brandsäkra trehus* 3 eller Byggforskserieblad i henvisningslisten) for brannstoppløsninger i takfot, når utførelsen er konvensjonell. Ventilert horisontal brannstopp legges rundt hele kirken i luftinntaket for kledningen ved bunnsvill. Montering må følge produsentanvisning.

Ventilerte brannstopp fins i to typer, de som konvensjonelt brukes inne i rom og de som kan utsatt for brå, direkte flamme og må stoppe flamme momentant. De siste må benyttes i brannskall, som ute ved kirker, og dokumenteres iht ASTM E3912 eller normert metode Annex D i CEN prEN 1364-6.

Etter tverrfaglig seminar ble følgende referert:

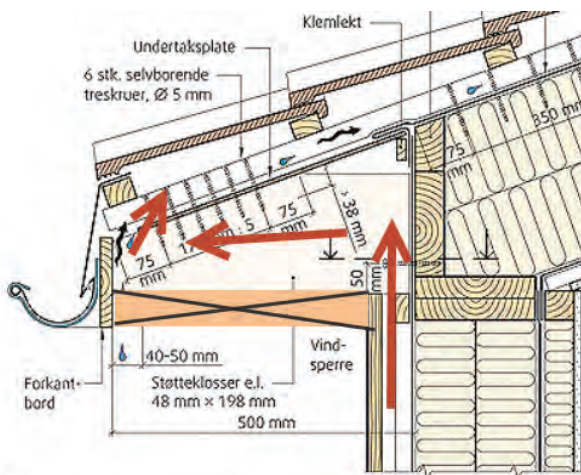
Kirker med liggende kledning eller nyere kirker / rehabiliterte fasader med stående kledning er ofte luftet med åpning oppe og nede. Her er det aktuelt å benytte hulromsventil horisontalt ved bunnsvill. Dette vil hindre brannen å spre seg oppover bak kledningen. Dersom det er behov for å hindre brann utvendig på kledning over flere etasjer/brannceller, er det aktuelt å montere hulromsventil også ved gesims og/eller ved etasjeskillere. Der hvor lufting i yttervegg er kombinert med lufting av yttertak, kan en legge hulromsventil i overgangen fra luftet veggkledning til luftet gesimsskasse hvorfra luft passerer til luftet tak. Tykke og tette trebord i gesimsskasse er da viktig, se figur 14. Dette må vurderes i sammenheng med eventuelt redusert lufting av yttervegg og tak.



Hulromsventil må monteres mot tette tilslutninger, det må ikke være åpninger større enn 2 millimeter. Det kan benyttes intumescentpakninger for å tette mot lekter. Hulromsventilen vil i liten grad forringe lufting av kledning, den kommer i ulike brannklasser, opp til EI 90, og er tilpasset ulike lektetykkelser.

Ved montering av hulromsventil må kledningen tas av. Ventil kan dyttes inn for hånd uten å ta av kledningen da den er tykkere enn luftespalten for god tilslutning. Det kan være enkelt å montere hulromsventil ved liggende kledning, men utfordrende ved stående kledning.

Figur 14. Den skisserte løsningen ble drøftet på stedet og kan være rasjonell. Eventuell bruk må vurderes nøye: Lufteåpning ytterst på taktekkingen som vist kan lede gnister inn i gesimskasse. I vist konstruksjon kan gjenombrenning i vegg- og takisolasjon ta noe tid, men ved kaldt loft kan brann spre seg hurtig inn i loftet.



Det presiseres at hver kirke må vurderes separat, særlig i forhold til utformingen av takfot. Det må undersøkes oppbygning, og om det blant annet er utført ulike tiltak i nyere tid (etterisolering, montering av dampsperre og lignende), samt hvilken type innvendig kledning/maling som er benyttet. Takfotventil med brannmotstand kan være hulromsventil eller rektangulære ventiler. Hulromsventil kan også monteres der luft går inn i takutstikket, for å lufte over isolert tak der de er aktuelt.

Lufterister i grunnmur, gavlventiler og lignende bør sikres med ventiler for brannmotstand når det er brennbart materiale i kryperom eller loft.

Det var forslag om å slisse i bunnsvill for å gi plass til hulromsventil med brannmotstand, men man er enig om at det ikke kan være en regel og at det bare må skje etter vurdering av alternativer i hvert tilfelle.

Det var enighet om at hulromsventil med brannmotstand er godt egnet når den kan monteres i forbindelse med at kledning tas av og settes på eller fornyes. Tilpasset vann- stokk og grunnmur som gir plass til ventil er en mulighet. Å bende panelbord ut for å plassere ventil før en fester bord på nytt ble ansett som nesten umulig, men det er bra om det lar seg gjennomføre.

Ved befaring i Artillerihuset ved Erkebispegården pekte COWI på at vanlig buet stein i takteking tillater gnister å trenge inn og legge seg i fuglereir, på ansamlet rusk og



Figur 15. Ikke-sikrede lufteåpninger i grunnmur bør sikres med ventiler for brannmotstand når det er brennbart materiale på innsiden.

på antenner. Det er usikkert om vanlig membran klasse BROOF(t2) da vil motstå gjennombrenning.

Moslet og Nordsteien foreslo montering av lufteventil med brannmotstand bak eller under vannstokk om den kan tilpasses uten vesentlige fysiske eller synlige inngrep. Ut i fra denne anbefalingen ble det laget prinsippsskisser som fremgår av figur 17.





Løsninger for reversibel montering av ventilerende brannstopp ved bunnsvill/syllstokk

Hver løsning kan gjøre det mulig å unngå utbending, hel eller delvis utskifting av panel eller de- og remontering av panel. I beste fall kan brannstopp monteres reversibelt, uten fysiske eller estetiske inngrep. Eksempelvis i lengder på 1 200 millimeter som produsert og uten utfresing eller kapping av lekter/sløyfer.

Utfordringen er derimot (eller kun) å skifte vannbord og tilpasse det i henhold til skisser og eksisterende forhold ved det særskilte bygg. Å skifte vannbord er nærmest en vedlikeholdsrutine som bør være akseptabel. Det er utfordringer med monteringsdetalj av vannbord som ikke framkommer på tverrsnitt. Det må ikke bli kanter som kan samle vann mellom panel og vannbord eller ved feste av støttelekt for brannstopp.

Figur 16 a (venstre side) og b (høyre side).

Etter flerfaglig seminar ved Artillerihuset ved Erkebispegården ble hulromsventil med brannmotstand montert mellom vegg og vannstokk. Luft passerer mellomrom mellom overbord og lekt som framgår. Det løser komplikasjoner med montering av ventilert brannstopp ved vertikale kledninger som har vannstokk, typisk for de eldre kirkene (Moslet).

Figur 17. 12 mm (øverst) og 20 mm diameter med flamme-, gnist- og brannstopp i varierende åpninger. Begge kan benyttes ned til 2 mm spalt. Dyttes fra innside, eller langt inn, for må unngå å plukkes i.

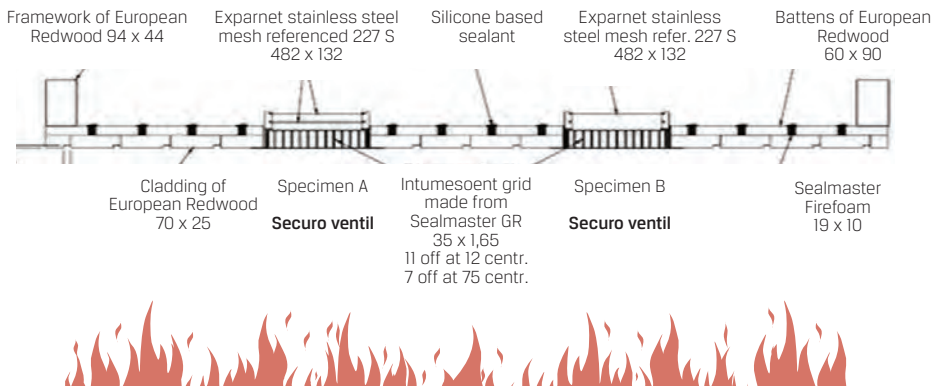
1800 tall-kirkene er bestående bygninger og luftet eller avrettet panel-kledning i tre består i mange tiår. For å hindre spredning i luftespalt uten å ta ned kledning: Ventilende fugeventil med brannmotstand ettermonteres ved å dyttes for hånd inn i luftespalt nedenfra. Leverandøranvisning må følges og er ulik etter type panel. Avhengig av dimensjon kan slike luftespalt-ventiler også brukes til kombinert gnist- og brannstopp i steinmur.



4.3 Luftet takfot

Der det er vanlig luftet underkledning i takfot, kan det ettermonteres lineær takfot-brannstopp eller rektangulære takfotventiler med brannmotstand (se vedlegg B).

I forbindelse med en test av horisontale lufteventiler for takfot ved standard brannpåkjenning (hardere enn i vertikal test) ble det brukt horisontal trekledning i takfot med 19 millimeter underliggere og 25 millimeter overliggere. Konstruksjonen oppnådde EI 47 før svikt i henhold til ISO-kriteriene (ventil sviktet ikke), se bilder (Warrington).



Figur 18. Takfot med brannmotstand EI 47: Fullskala test med takfot med underkledning i tre som er branntett og har to ventilerte brannstopp, type Securo FBT.

Bildet av avsgd snitt viser at overliggerne etter 47 minutter ble vesentlig fortært av brann, underliggerne lite. I denne kledningen lå overliggerne tett, mens underliggerne lå relativt tett, skilt av myke intumescentiskumremser.

Konstruksjonen omkring ventilene kan være største utfordring. Det ble konstatert av SINTEF Byggforsk i en serie takfot-branntester i 2004: Best utførelse av takfot klarte 15 min, ventil (i standard test) 47 min.

4.4 Tårn, loft, tak og ytterdører

Her følger veiledning om hvordan vi kan hindre eller forsinke antenning og spredning av brann i kirkens bygningsskall utover fasade; særlig tak, loft og tårnbygg.

Et viktig prinsipp er å *branntette* bygningskallet helt. – Ikke alltid med stor brannmotstand, men det er viktig å tette mot gnistregn, antenning og spredning. Å branntette eksisterende åpninger er generelt sett enklest utenfra.

Tett kledning: Her definert som kledning rett på bærende vegg, uten sløyfer/lekter og uten dampsperre i vegg. Tillater tørking via pusting mot kirkerom.

Branntett: Her definert som kledning som enten har brannmotstand i luftespalte (det vil si med ventilert brannstopp/hulromstopp) eller som er branntettet oppe og nede, og på sidene med brannfugemasse (det vil si tett kledning).



Generelt for branntetting av bygningskallet

Tilslutningsåpninger kan være mange i bygningsskallet til en kirke, særlig ved gavltak, takfot, hjørner og kryperom. Brannfugemasse påført utenfra anses derfor enklest.

Ved stående, utlektet panel utgjøres ofte luftinntaket av mellomrom mellom underliggere og tilsvarende for utluft i avslutning under takfot. På grunn av oppdrift i luftespaltene kan gnister *trekkes* opp gjennom luftåpningene. Det kan være nok å etablere ventilert brannstopp bak kledning rett over inntak for å hindre dette, men det beste er å ha samme i toppen for å hindre gnister i å falle ned i luftespalten.



Figur 19. Grip stavkirke: Fasadekledning og tak av nyere dato beskytter de eldste delene.

I prinsippet kan ventilasjonsåpningene i grunnmur under gulv trekke gnister inn, noe som er kritisk hvis det er noe løst brennbart i kryperom som kan antennes av gnistene. Overstrømsventiler med brannmotstand er egnet her.

Det er ingen standard branntest-påkjenning mot faser utenom fullskallatester. De fleste produkter som har dokumentert brannmotstand er testet i en testovn som etterlikner påkjenningen av full brann inn i et rom. Påkjenning av brann utenfra er generelt snillere eller mer kortvarig. Tre kan eksempelvis forkulles raskere i et rom der varme holdes tilbake og det er nok tilgang på luft.

Spesifikke råd for luftet og tett kledning er gitt i avsnitt 4.1 og 4.2.

Tårnbygg

Tårnbygg har ofte mange utettheter og fungerer som en pipe for brukluft og brann i bygget. Disse har en viktig funksjon for å tørke konstruksjonen. De kan tettes med ventiler med brannmotstand, som kan erstatte luker, eller monteres innenfor glugger uten at det synes godt utenfra.

Et tett innvendig horisontalskille mellom oppvarmede våpenhus og tårn over, er svært viktig for innvendig spredning, og bør helst ha brannmotstand. Lite er bedre enn ingenting, men målet bør være 60 minutter. Det er også svært viktig med tilsvarende brannskillevegg mellom loft(ene) og tårnbygg.



Alle lufteåpninger i brannskallet – og ikke minst i tårn – må vurderes; alle luker, rister, ventiler, gap, tilslutningsfeil og så videre. Gnister eller flammer som passerer kan antenne brennbart materiale inne i bygget. Hvis åpningene må være der kan de sikres med klassifiserte ventiler med motstand mot brann, gnister og gnagere.

Utførelse av fasadepanel ved utskifting

For vertikal veggkledning som er i god stand kan en også vurdere en slik oppgradering av panelet. Særlig dersom kirken er truet av nærstående bygg som er i brann; Ta av overliggere og montér brannstopp av intumescent før de legges på igjen / fornyes. For tett-kledning må en påse at det ikke hindrer tørking i sjikt mellom kledning og vegg. For utlektet kledning må luftespalten ha ventilerte hulrom-brannstopp.

Merk: Brannstoppremser og andre endringer må avklares/ tillates av vernemyndighet (fylkeskommunen,

Figur 20. Mange kirkebygg har en glippe under vannbord hvor fasadebrann lett kan spre seg bak kledningen. For noen kirkebygg er dette en del av den nødvendige luftingen hvor man kan tette med brannstoppen-til. For andre er det forskyvninger i treverket gjennom årene som har forårsaket åpningene, da kan de tettes for eksempel med plank eller brannfugemasse.





Figur 21. Mange eldre kirkebygg har unødvendige glipper og åpninger i den ytre fasaden. Dette er åpninger hvor en brann vil spre seg raskt til loft og takkonstruksjonen.

Riksantikvaren, byantikvar, kulturminneforvalter). For de eldste kirkene er trekledninger ofte som et verneskall for eldre bærende konstruksjoner. Ny utførelse av verneskall kan bli akseptabelt hvis det gir bedre vern av kirkebygning.



Testeksempler av trepanel finnes det flere av. Budskapet er uansett: *Trebord* i kledning kan selv motstå brann lenge. Det er eventuelle glipper, sprekker eller åpninger i tilslutninger som avgjør gjennombrenningstid. Derfor oppnås mye sikkerhet for en liten investering *hvis en kan* branntette alle svake detaljer utenfra.

Ytterdører

Ytterdører bør vurderes: Dører til våpenhus er mindre kritiske fordi det som regel ikke er noe lett antennelig innenfor og dørene er tunge og tykke. Dører til sakristi og b-innganger er svakere: Dørblad og karm kan i seg selv gi mer enn god nok brannmotstand mot påtenning, men tilslutninger mot karm gir åpninger for gnister eller tidlig gjennombrenning ved etablert brann inntil. Vanlig løsning her er enten tynne intumescentstrips som limes på trekarmen eller som freses inn i trekarmen sammen med børstekam. Derved oppnås beskyttelse mot gnister før intumescentmaterialet varmes opp og tetter varig.

Tak

Det hindrer ikke gnister på størrelsen 1,5–3 millimeter fra ekstern brann å antenne lettantennelig støv og rusk inne, eller takbelegg under takstein. Det kan heller skape en vei inn i kirken for brannen. Loftet er klart det mest kritiske rommet å etablere brann i for kirker – det ender ofte med totalskade. I land som stiller krav til motstand mot utvendig antenning av bygg, er åpninger på maks 2 millimeter det vanligste ytelseskravet. Det vil si at større åpninger må sikres.





5. Oppsummert om brann i fasade og hulrom

Når det gjelder flere kirkebranner, samt fasadebranner i eldre trehus, har arbeidsgruppen konkludert med at brannstopp tiltak i fasadeåpninger kunne ha hindret eller dempet spredning i hulrommene mellom kledning og tømmerkasse. Arbeidsgruppen anbefaler derfor brannsikringstiltak slik beskrevet i denne veilederen.

Testeksempler av trepanel finnes det flere av, men budskapet er uansett: Trebord i kledning kan alene motstå brann over en lenger periode. Det er eventuelle glipper, sprekker eller åpninger i tilslutninger som avgjør gjennombrenningstid. Derfor oppnås mye sikkerhet for en liten investering hvis en kan branntette alle svake detaljer utenfra. Denne veilederen viser til noen konkrete passive brannsikringsløsninger i eldre trekirker:

- Åpninger som sprekker og hull i selve panelkledningen, kan tettes med dertil egnet trekitt.
- Åpninger som er bygget for lufting, kan tettes med gitter eller hulromsventil (en brannstoppventil hvor luftingen ivaretas).
- Åpninger i ikke-luftede kledninger, kan tettes med brannfugemasse.
- Andre åpninger og glipper som skylles at trekirken har forskjøvet seg gjennom årene, kan tettes med plank og/eller brannfugemasse. Særlig finnes slike åpninger nede ved grunnmuren under vannbordet og oppe ved gesims under takutstikk.





Bilag A: Noen eksempler på kirkebranner der fasadekledning var involvert



A.1. Hvordan har brannen utviklet seg?

A.1.1. Grue kirke

Første pinsedag (26. mai) i 1822 brant Grue kirke ned, en korskirke med delvis sinklaftede vegger. Den eldste delen av kirken ble bygget på 1200-tallet i stavteknikk, og omkring 1600 ble kirken påbygd med et høyt sentraltårn. Midt under sogneprest Iver Hesselbergs preken begynte det å brenne i ytterveggen på sørskipet, og brannen slo raskt inn. I løpet av 10–15 minutter var kirken fullstendig overtent. Den brant raskt ned til grunnen, og minst 113 mennesker omkom. Brannfelle: innadgående dører og tjæreinnsett (Wikipedia og Kirkebyggdatabasen).

En rekke kirkebranner har også etter den tragiske brannen i Grue, startet i ytre fasade. Videre vises det til noen storbranner fra nyere tid.

A.1.2. Kopervik kirke

Brannen i Kopervik kirke startet rundt klokken 12 på formiddagen den 28. mai i 2010. Kirken, som ble bygget i 1861, hadde en konstruksjon av tømmerkasse med en ytre liggende kledning. Den hadde ingen vannbrett på nederste del av den ytre fasaden, og det var åpninger fra grunnmur opp mellom tømmerkasse og panel. Det er usikkert hvor mye av disse åpningene som var konstruksjonsmessig bygget, og hvor mye som hadde utviklet





seg på grunn av tømmerbyggets bevegelse gjennom 150 år. Mellom tømmerkasse og ytre panel var det brukt tjærepapp som isolering, og deler av denne gikk helt ned til grunnmuren.

Politiet har i ettertid konstatert at brannårsaken skyldtes en gassdrevet ugressfjerner som ble brukt nær kirkeveggen i timene før brannen ble oppdaget. Ugressfjernerens avga små gnister ved bruk, som igjen antente tjærepappen mellom tømmerkassen og det ytre panelet.

Det er usikkert hvor lenge brannen spredde seg i hulrom bak kledning før den ble oppdaget av besøkende på kirkegården som etter hvert fikk øye på et tynt røyklag liggende over deler av taket. Brannvesenet ble raskt varslet, og kom til kirken etter få minutter. Ved en slik brannutvikling, og grunnet manglende deteksjon på fasaden av kirken og manglende automatisk slokkeanlegg, tok det lang tid før deteksjonen på loftet utløste brannalarmen. Brannvesenet kjempet en lang kamp mot brannspredningen bak den ytre kledningen, men måtte til slutt gi tapt og la kirken brenne ned til grunnen.



A.1.3. Østre Porsgrunn Kirke

Østre Porsgrunn kirke, som var en av landets største trekirker, brant ned til grunnen natt til 11. april 2011 – nesten 250 år etter at den ble bygget. Brannen var påsatt ved hjelp av to søppelkonteinere i plast som var påtent og plassert inntil fasaden. Dette skapte en høy og kraftig flamme som tok veien inn til loftsrommet via åpninger i gesimsen. Brannalarmanlegget varslet brannvesenet, som ankom den verneverdige kirken etter 10 minutter. Tross rask innsats, fikk kirken en overtenning etter meget kort tid, og ble totalskadd.



A.1.4. St. Jørgens kirke

I 2013 ble St. Jørgens kirke, en cirka 350 år gammel klassisk tømmerkirke, i Bergen påtent. Kvinnen som tente på kirken hadde laget et bål nede ved grunnmuren, noe som førte til at brannen spredde seg opp til loftet via hulrommet mellom kledning og tømmerkassen. Kirken var sikret med sprinkleranlegg, og dysene på fasade og loft slokket brannen raskt. Så selv om kirken fikk noen vannskader etter sprinklerutløsning, hadde kirken vært sjanseløs uten sprinkler.



Etter at brannen ble slokket er det få ytre synlige skader på kirken. Inne i kirken er det nesten ikke fukt eller røyklukt, og det er minimale brannskader på loftet. Uten et godt fungerende sløkkeanlegg, hadde kirken mest sannsynlig vært totalskadd.



A.1.5. Våler kirke

Våler kirke, som var en korskirke fra 1806 med laftekonstruksjon og ytre kledning, brant ned til grunnen natt til 29 mai 2009. Brannen var påsatt, og hadde en brannstart ved grunnmuren ved sakristiinngangen. Brannen spredde seg bak ytre panel og videre opp til loftet og takkonstruksjonen. Da brannvesenet ble varslet av kirkens brannalarm, var innsatstiden kun 10 minutter. De jobbet lenge for å forsøke å få kontroll på brannspredningen mellom tømmerkasse og ytre panel, samt i hulrom i takkonstruksjon. Dessverre, etter iherdig innsats, måtte brannvesenet gi tapt, og la kirken brenne kontrollert ned.



A.15. Fiksdal kirke

Klokken 23.12. den 5. juni 2016 utløste den automatiske brannalarmen i Fiksdal kirke – en tømmerkirke fra 1866. Alarmen var direkte koblet til brannvesenet, som 12 sekunder tidligere hadde fått telefonoppringning om brannen av en nabo.

Det var tre-fire naboer som kom til kirken kun minutter etter at brannen hadde startet. To av dem holdt på å kjøre inn halmballer og passerte derfor kirken hvert femte minutt på vei mellom gården og jordet. Med bakgrunn i dette vet vi at første nabo kom til brannstedet om lag fire minutter etter at brannen hadde startet. Når de to første naboene kom til kirken, brant det langs hele vannbordet på den sørlige fasaden. Det brant også langs vannbordet ved inngangen til sakristiet, som er en

forlengelse av sørlige fasade.

Ytterligere to naboer kom til brannstedet og sammen startet de slokking med medbrakt skum og pulverhånd-slokkere. Den ene naboen hadde med et spett som ble brukt til å løsne kledningen med, slik at de fikk spylt pulver og skum inn i hulrommet mellom panel og tømmerkasse. Det skal ha spraket bak panelet og naboene kunne høre brannen som jobbet seg oppover mot taket. De så også at det sev ut røyk fra sprekker i panelet lenger opp mot gesims.

Ildspåsetteren hadde brukt brennbar væske på vannbordet, men naboene klarte raskt å slokke den brennende stripen her samt noen mindre småbranner på gresset. Det var i hovedtrekk ved/bak kassekledningen til tømmereskjøtene på langsiden av fasaden brannen fikk tak, og det er først og fremst her naboene brøt opp kledningen og spylte på skum og pulver. I tillegg var det et område ved sakristiinnngangen hvor brannen fikk tak i tømmeret bak kledningen. Dette skyldes nok at denne kledningen var nyere enn langsiden. Kirken, som er 150 år, ble bygget på for om lag 50 år siden. Mens kledningen i den eldre delen er tett har kledningen i den nyeste delen over- og underliggende panel, noe som førte til at brannen fikk bedre tak bak kledningen i dette området.

Om lag 14–15 minutter etter at alarmen hadde utløst ankom brannvesenet kirken. Brannvesenet brøt umiddelbart opp hoveddøren, og første brannmann inn i kirken



Brannen fikk best tak bak kledningen på veggen ved sakristi-døra på grunn av over- og underliggende panel. Bildet til venstre viser den gamle kledningen hvor brannen ikke klarte å trenge gjennom til tømmerkassen.

fortalte at gulvet opp til overkant av benkeradene var dekket av kaldrøyk. Denne hadde sevet inn gjennom veggene (i hovedsak sakristivegg) og gulvet. Kryp kjeller under kirken var også full av røyk.

Brannvesenet fortalte at de umiddelbart igangsatte slokking med skumslanger utendørs, men at naboenes innsats var så god at det meste av brannen allerede var slokket når de ankom kirken. Brannvesenet fryktet en stund at brannen hadde spredd seg til takkonstruksjonen i sakristiet, fordi det seiv røyk ut av luftepipe, men det viste seg å bare være overskuddsrøyk fra brannen i sakristiveggen. Mens de overtok slokkingen hadde det kommet flere naboer til brannstedet. Noen av dem satte i gang med å bære ut gjenstander fra kirken, og iverksatte slik en spontan redningsaksjon av inventaret. I løpet av kort tid hadde brannvesenet slokket alt av branntilløp.



Bilag B: Oversikt over brannspredning og ventilerte brannstopp i luftede kledninger generelt (ikke kirker)



Problemet hulrom og åpninger ved brann

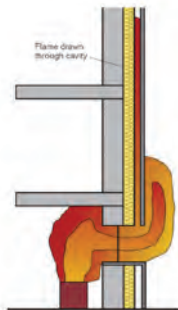
Rekkehusbranner i Norge

Av de branner som spredte seg ut av branncellen spredte 80 % seg via loft eller takkonstruksjon (SINTEF Byggforsk 1998)

VTT

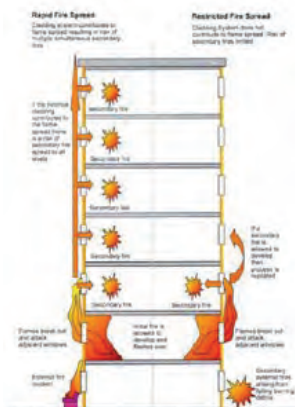
Spredningshastigheter i hulrom 2–8 m/s (VTT)

Start på brannutvikling i ventilerte hulrom sammenfaller best med hydrokrabon-test kurven (VTT)



Brann i luftspalt i utelettet kledning: 5–10 ganger høyere flammespredning enn brann på utsiden
– uavhengig av typer overflater i luftspalt (BRE)

Problemet brann utvendig

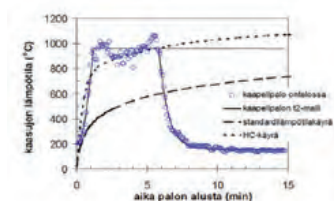


Scenarier for utvendig branneksponering

- Brannspredning på utvendige flater
- Brannspredning vindu-til-vindu-til-takfot
- Horisontal brannspredning ved balkonger/korridorer
- Brannspredning i luftespalter i fasadebekledning
- Brannspredning i skillet ved yttervegg/gulv
- Brannspredning gjennom takfot og til vinduer
- Antennning av tak og brannspredning i ventilerte takbekledning
- Brannspredning via utvendige innerhjørner

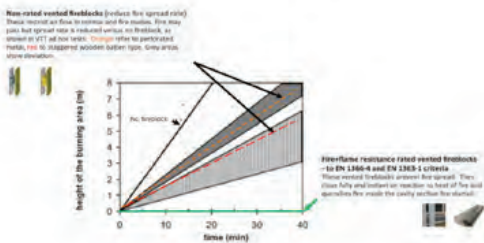
Brannspredning på overflater med trefasade behandles i annet avsnitt

Nye erfaringer: Brannspredning i hulrom og effekt av brannstopp



Brannforløp inne i hulrom

Figur fra VTT viser temperaturforløp i hulrom under ad hoc test – i forhold til standard tid-temperatur kurver for test i lvn.



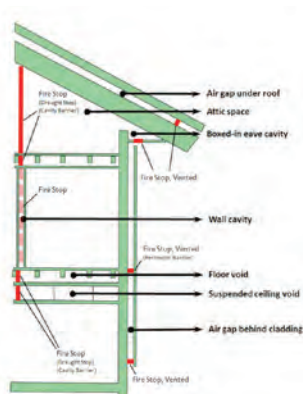
Effekt av ulike brannstopp i hulrom

Figur (basert VTT) viser hvor høyt brann i vertikale hulrom sprer seg som funksjon av tid.

- Skrå linjer angir «brandfördöröyande brannstopp»
- Grå felt indikerer spredning i måleresultat.
- Grønn linje angir «brandavskiftande (tette/ventilerade) brannstopp»

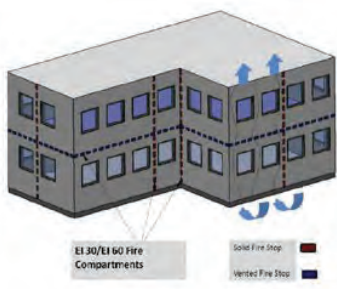
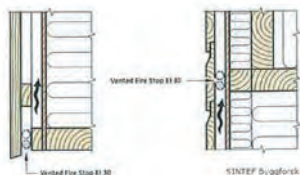
Løsninger for å hindre branntap ved spredning i hulrom

- Hulrom sprer brann hvis de ikke branntettes og oppdeles i felt slik at brannomfanget begrenses.
- Hulrom må ikke spre brann til andre brannceller.
- Mange detaljer ved hulrom er utfordrende.
- Håndboken anbefaler løsninger basert på de siste erfaringer og dokumentert testing.



Brannstopp i fasader

- Hulrom bak fasadekledning anbefales oppdelt med **vertikale tette brannstopp** (trestendere) slik at naturlig ventilering tørker konstruksjonen.
- I store fasader og i fasadekonstruksjon som kan spre brann mellom brannceller, anbefales **horisontale ventilerte brannstopp**, slik at naturlig ventilering tørker konstruksjonen, men begrenser spredning i tilfellet brann.

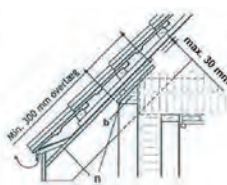
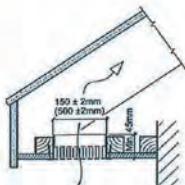
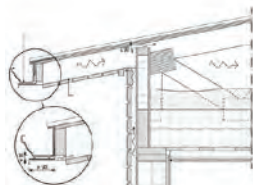


Brann i takfot og loft (vind)



Figurene med urviser:

- Ikke-ventilert takfot
- Ventilert takfot
- Takfot med ventilert brannstopp
- Dynamisk brannstopp i takutstikk
- Takfot med ventilert brannstopp
- Takutstikk med ventilert brannstopp



Bilag C: Tverrfaglig miniseminar i Trondheim 14. mars 2014

Miniseminar – passiv brannbeskyttelse av eldre trefasader

COWI for Kirkelig arbeidsgiver og interesseorganisasjon (KA)

Fredag 14. mars 2014

Deltakere

Ingrid Staurheim	KA
Karin Axelsen	Riksantikvaren
Jon Nordsteien	Kulturminneforvalter Røros
Kolbjørn Vegar	Bygningsvernsenteret, Rørosmuseet (Nordsteien eller Vegar eller begge deltar)
Helge Aarset	Arkitekt/Fylkeskonservator MR (usikkert om kan delta)
Torgeir Moslet	Tradisjonsbygg Trondheim (tømrer, leder)
Jorunn Moslet	Tradisjonsbygg Trondheim (spesialist maling)
Hallvar Skogmo	Sjøenget Sagbruk
Frode Resve	Securo
Maret Gaare	COWI
Geir Jensen	COWI

Det er håndterbart med cirka fem personer til, men kontakt meg før du vil inviterer flere.

Sted

Del 1: 1000-1230 COWI Trondheim, Otto Nielsens veg 12 ("Telenorbygget Tyholt")

Del 2: 1200-1530 Artilleribygget. Erkebispegården, Trondheim

Underlag

Raport COWI for KA 19.02.2014 Versjon 5

Mål

KA Veileder om brannsikring eldre trefasader: Møtet skal gi innsikt i praktiske muligheter/begrensninger ved at tømrere, leverandører, rådgivere og eiere møtes på stedet.



Litteratur

- [1] Byggforskserien (BKS) 723.305, *Eldre vegger av reisverk. Metoder og materialer*, 2015.
- [2] Byggforskserien (BKS) 723.304, *Eldre laftede vegger. Metoder og materialer*, 2015.
- [3] Byggforskserien (BKS) 742.111, *Eldre, utvendig bordkledning. Profiler og utførelse*, 2016.
- [4] Byggforskserien (BKS) 542.101, *Stående trekledning*, 2011.
- [5] Kirkesøk, www.kirkebyggdatabasen.no, lastet 31.05.13.
- [6] Byggforskserien (BKS) 723.306, *Eldre vegger av bindingsverk*, 2015
- [7] Byggforskserien (BKS) 542.102, *Liggende trekledning*, 2012
- [8] SINTEF Byggforsk rapporter, *Luftede kledninger*, 2007.
- [9] KA: *Vel bevart? – en tilstandsrapport for norske kirker 2009/2010*
og *Felles eie – felles ansvar – en tilstandsrapport for norske kirker 2013–2014*.
- [10] Colwell BRE, versjon 2013
- [11] Byggforskserien (BKS) 700.620, *Brannsikring av eldre, tett trehusbebyggelse*, 2011.
- [12] Jensen G.; Tamim A.: *Addressing Fire Risks of Air Transfer Openings*. For ASTM and CEN.
- [13] Anderson E., Jensen G.: *Brandsäkra Trähus versjon 3. Brannsikring i skjulte rom og luftgap*. Presentasjon. Introduksjonsseminar SP, Stockholm.
- [14] ASTM International, ASTM E2912: *Standard Test Method for Fire Test of Non-Mechanical Fire Dampers Used in Vented Construction*.
- [15] SP 105 Fullskala branntest fasader.
- [16] *Brannspredning i bygninger*. Byggforsk 1998 (usikkert om åpen).
- [17] *International Fire Safety of Facades. Proceedings 2013*. CSBT. Paris 2013.
- [18] Tsandaridis, Lazaros: *Fire performance of external wooden roofs*. SP Report 2012:34
- [19] Quarles, S. L.: *Conflicting Design Issues in Wood Frame Construction*. University of California Forest Products Laboratory. 9th Durability Building Materials Conference, 2002.
- [20] Jensen, G.: Møtereferat - *Miniseminar om passiv brannbeskyttelse av eldre trefasader*. Endelig versjon etter kommentarer 14.04.2014. COWI.





BRANNVESEN

EGGES





OM DENNE VEILEDEREN

Mange av de store alvorlige kirkebrannene har startet med en mindre fasadebrann som har spredd seg gjennom hulrom i kledningen og slik gjort det vanskelig for brannvesenet å få kontroll over brannspredningen.

Denne veilederen viser hvordan spredning av brann i den ytre fasaden og hulrom i eldre trekirker kan unngås eller reduseres. Det oppnås mye sikkerhet for en liten investering hvis en kan branntette alle svake detaljer utenfra.



KA: www.ka.no / 23 08 14 00 / ka@ka.no
Riksantikvaren: www.ra.no / 22 94 04 00 / postmottak@ra.no