

## BRANNTEKNISKE KONSTRUKSJONER FOR TAK Eksempler på løsninger utført etter veiledning til Teknisk forskrift 1997

Informasjonsblad Nr. 6 Rev. - 2006

*Sist korrigert desember 2006*

*Erstatter tidligere utgaver med samme nr.*

**Takprodusentenes Forskningsgruppe**

Sekretariat:

Norges byggforskningsinstitutt

Trondheim

Høgskoleringen 7b

7491 TRONDHEIM

Telefon: +47 73 59 33 90

Telefax: +47 73 59 33 80

*Dette informasjonsbladet er laget av Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) i samarbeid med Norges byggforskningsinstitutt (NBI)*



Foto: Rune Lysø

### INNLEDNING

Bladet bygger på funksjonskrav og ytelsesnivåer gitt i Teknisk forskrift til plan og bygningsloven 1997 med tilhørende veiledning. Konstruksjonseksempelene er basert på brannteknisk prøving, vurderinger og praktiske erfaringer, og samsvarer i hovedsak med løsninger som tidligere er anbefalt av Statens bygningstekniske etat. Løsningene vist i dette bladet vil derfor vanligvis kunne brukes uten ytterligere dokumentasjon.

Det kan i enkelte tilfeller være aktuelt å fravike fra de ytelsesnivåene som er gitt i veiledning til Teknisk forskrift 1997 bl.a. når det gjelder brannmotstand for bærende konstruksjoner i tak. Det må da framlegges utførelse dokumentasjon for at funksjonskrav gitt i Teknisk forskrift er oppfylt.

Dette bladet er blitt til gjennom et faglig samarbeid mellom TPF, Statens bygningstekniske etat og Norges byggforskningsinstitutt og er en utvidelse og oppdatert versjon av tidligere utgave fra 1992 og 1997 med samme nr. Arbeidet er finansiert av Norges forskningsråd og TPF.

Bladet er laget for å vise eksempler på riktig brannteknisk utførelse av tak. Store takbranner kan unngås med riktig konstruksjon og materialbruk.

I dette bladet er dampsperra vist skjematisk på alle konstruksjoner med betongelementer eller stålkonstruksjoner. For korrekt utførelse av dampsperra henvises det til TPF informerer nr. 7.

## Hva er TPF?

Takprodusentenes Forskningsgruppe (TPF) er en sammenslutning på frivillig basis av bedrifter som arbeider med taktekking i form av produksjon og leveranse av materialer eller utførelse av tekkearbeider.

Hensikten med TPF er å dekke et behov medlemmene har for forskning og utvikling av isolasjons- og tekkesystemer, og å utgi informasjon om riktig bruk av disse.

## Bedrifter tilsluttet TPF

### Produsenter av isolasjonsmaterialer:

A/S Rockwool,	0401 OSLO
Brødr. Sunde as,	6022 ÅLESUND

### Produsenter av tekningsmaterialer med tekkeavdelinger:

Icopal as,	1472 FJELLHAMAR
Isola as,	3945 PORSGRUNN
Protan A/S,	3002 DRAMMEN

Taktentreprenørens forening (TEF) med sine ca. 50 bedrifter er kollektive medlemmer i TPF

### Assosierte medlemmer:

EJOT Festesystemer A/S,	NO-0701 OSLO
K-Plast Verktøy & Beslag AB,	SE-645 42 Strängnäs
SFS Stadler A/S,	NO-1473 SKÅRER
Sjong Fasteners A/S,	NO-1009 OSLO
Alkor Nordic K/S,	DK-2620 Albertslund
Eurotak A/S,	NO-7075 TILLER
Sarnafil Nordic A/S	DK-2630 Taastrup
Paroc AS	NO-0619 OSLO

INNHOLD	Side
<b>1. Krav knyttet til takkonstruksjoner og taktekning</b>	<b>3</b>
1.1 Prosjektering og utførelse	3
1.2 Tiltak som er unntatt fra søknads- og meldeplikten	3
1.3 Takkonstruksjoner generelt	3
1.4 Isolasjonsmaterialer	4
1.5 Tekningsmaterialer	5
1.6 Konstruksjonstyper	6
1.6.1 Oppføre, kalde takkonstruksjoner	6
1.6.2 Kompakte, varme tak	6
1.6.3 Omvendte tak	6
1.6.4 Terrasser	6
1.7 Oppsummering av branntekniske regler	7
<b>2. Eksempler på løsninger</b>	<b>9</b>
2.1 Oppfôret tretak	9
2.2 Kompakte tak	10
2.3 Omvendte tak	12
2.4 Akustiske plater	12
2.5 Gjennomføringer og parapeter, krav til tetting	13
2.6 Branncellebegrensende vegg i tilslutning mot bærende stål-platetak	15
2.7 Seksjoneringsvegg eller brannvegg mot tak EI 60 i ubrennbare materialer	16
2.8 Seksjoneringsvegg eller brannvegg ført gjennom tak	17
2.9 Rehabilitering og etterisolering av varme tak	18
2.10 Terrasser	19
2.10.1 Større terrasser	19
2.10.2 Terrasser for én bruksenhet eller boenhet i bygninger med flere brannceller	19
2.10.3 Mindre terrasser	19
<b>3. Unngå brannspredning til takkonstruksjoner</b>	<b>20</b>
<b>4. Branntrygg utførelse av tekkearbeider</b>	<b>21</b>
4.1 Generelle forholdsregler i forbindelse med tekkearbeider	21
4.2 Spesielle retningslinjer ved tekking med asfalt takbelegg	21
4.2.1 Gassflasker og -slinger	21
4.2.2 Sveising	21
4.3 Tekkearbeidene	22

# 1. Krav knyttet til takkonstruksjoner og taktekning

## 1.1 Prosjektering og utførelse

### Søknadspliktige tiltak

De profesjonelle aktørene i en byggesak skal sørge for at et byggverk tilfredsstillende krav gitt i Teknisk forskrift (TEK). Dokumentasjon for dette foregår på tre nivåer, se henhold til figuren nedenfor:

- brannsikkerhetsstrategi (nivå A)
- detaljprosjektering (nivå B)
- utførelse (nivå C)

I tillegg skal forutsatt sikkerhetsnivå opprettholdes i bruksfasen (nivå D). Endringer eller erfaringer i bruksperioden (E) kan medføre behov for revurdering av brannsikkerhetsstrategi og tekniske eller organiske tiltak.



Nivåer for dokumentasjon av brannsikkerhet i byggeprosjekter og i bruksfasen

TEK er en funksjonsbasert forskrift og åpner dermed for flere alternative løsninger. Det er et generelt krav at det skal utarbeides dokumentasjon som viser at tiltaket oppfyller kravene. Dersom det gjøres fravik fra forhåndsdokumenterte løsninger vist i f.eks veiledningen til TEK, Byggforskeriens Byggdetaljer eller TPF informerer nr 6, må det framlegges dokumentasjon som bekrefter at sikkerhetsnivået i det ferdige bygg ikke er redusert pga. fraviket. Ansvarlig for kontroll av hhv prosjektering og kontroll har ansvar for å påse at det foreligger dokumentasjon og skal gjennomgå denne. Manglende dokumentasjon av valgte løsninger kan anses som en alvorlig overtredelse.

Brannsikkerhetsstrategien skal dokumentere at hovedutforming av et byggverk tilfredsstillende funksjonskravene i TEK. Strategien danner grunnlag for detaljprosjektering. Valg av isolasjonsmaterialer i tak bør vurderes og angis ved utarbeidelse av brannsikkerhetsstrategien. De viktigste funksjonskravene som angår materialvalg finnes i TEK §7-24. Det kreves blant annet at det skal velges materialer og overflater som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Det legges vekt på tid til overtenning, varmeavgivelse, røykproduksjon og utvikling av giftige gasser.

Bruk av brennbar isolasjon utover det som er angitt i veiledningen til TEK og i denne anvisningen krever at ansvarlig prosjekterende for strategien (brannteknisk rådgiver) dokumenterer at funksjonskrav i TEK er ivarettet. Fravik fra veiledningen kan vurderes ved en konsekvensanalyse, se Byggforskerien *Planløsning* 321.026. Den bygningsmessige detaljprosjekteringen utføres av arkitekt eller rådgivende ingeniør for byggeteknikk.

Disse må dokumentere at valgte tekniske løsninger tilfredsstillende ytelsesnivåene (for eksempel brannmotstand REI 60) som er definert i brannsikkerhetsstrategien. Dersom brannsikkerhetsstrategien angir ubrennbar isolasjon, kan ikke de detaljprosjekterende endre dette til brennbar isolasjon. Dersom en slik endring er ønskelig, må saken tilbake til den ansvarlige for brannsikkerhetsstrategien for vurdering/analyse og dokumentasjon.

Under bygging må det dokumenteres at utførelsen av tekniske løsninger er i samsvar med tegninger og beskrivelser som er utarbeidet under detaljprosjekteringen. Den utførende kan ikke gjøre endringer, for eksempel med hensyn til materialvalg, uten at dette er vurdert og akseptert av de prosjekterende.

## 1.2 Tiltak som er unntatt fra søknads- og meldeplikten

Omtrekking eller utskifting av taktekning med ny, og eventuelt tilleggisolering, som ikke medfører endring i byggets utseende, er fritatt fra søknads- og meldeplikt. Tiltakshaver har ansvaret for sikringstiltak og at krav i TEK blir fulgt. Takentreprenøren skal i slike tilfeller velge løsninger som er dokumentert, for eksempel løsninger fra TPF Informerer nr 6.

## 1.3 Takkonstruksjoner generelt

Krav til takkonstruksjoner er hjemlet i forskriftens overordnede funksjonskrav til byggverk for å redusere faren for spredning av brann og røyk. Det skal velges materialer og utførelser som ikke gir uakseptable bidrag til brannutviklingen. Byggverk skal deles opp i brannceller og brannseksjoner for å begrense brannspredningen og hindre uakseptable økonomiske eller materielle tap. Bærende konstruksjoner skal dessuten tilfredsstillende forskriftens krav til bæreevne og stabilitet.

Denne anvisningen er basert på anbefalte ytelsesnivåer gitt i veiledningen til TEK. Takkonstruksjon må da dimensjoneres i samsvar med Tabell 1. Bygninger i brannklasse 4 krever utførlig dokumentasjon. Takkonstruksjonen må da vurderes spesielt i hvert enkelt tilfelle.

Tabell 1

Bærende bygningsdelers brannmotstand utfra bygningens brannklasse (Utdrag av Veiledning til forskrift §7-23 tabell 1), jfr. pkt. 1.5.

Bygningsdel	Brannklasse		
	1	2	3
Bærende hovedsystem <sup>1,4</sup>	R30 <sup>3</sup> [B30]	R60 <sup>2</sup> [A60]	R90 <sup>2</sup> [A90]
Sekundære, bærende bygningsdeler, etasjeskillere <sup>4</sup>	R30 [B30]	R60 [B60]	R60 <sup>2</sup> [A60]

*Takkonstruksjonen er å anse som sekundært bærende bygningsdel, når den ikke er en del av byggets hovedbæresystem eller medvirker til å stabilisere dette.*

1. *I bygning uten loft eller med loft som bare kan benyttes som lager, kan takkonstruksjon oppføres uten brannmotstand, forutsatt at denne ikke har avgjørende betydning for bygningens stabilitet i rømningsfasen, og ett av følgende kriterier er til stede:*
  - *takkonstruksjon er skilt fra underliggende plan med branncellebegrensende bygningsdel dimensjonert for tosidig brannbelastning*
  - *bygningen er i brannklasse 1 og takkonstruksjon er utført i A2-s1,d0 [ubrennbar materiale]*
  - *bygningen er i brannklasse 1 og takkonstruksjon er beskyttet nedenfra med kledning K10/B-s1,d0 [K1]. Bygning i risikoklasse 4 kan ha kledning K10/D-s2,d0 [K2]. Isolasjonen må være i A2-s1,d0 [ubrennbar materiale]*
2. *Bygninger i 1 etasje i risikoklasse 2, 3 og 5 kan ha hoved- og sekundærbære-system i R 15. Tilsvarende kan bygninger i BKL 1 og risikoklasse 4 ha hoved- og sekundærbære-system i R 15. Bygninger i BKL 1 og risikoklasse 2 kan tilsvarende oppføres uten brannmotstand når bærekonstruksjonen er utført i brannklasse A2-s1,d0 [ubrennbar materiale].*
3. *Bygninger med middels brannbelastning (høyst 400 MJ/m<sup>2</sup>), som har åpne veggflater mot det fri, slik at brann- og røykgasser lett ventileres bort og ikke bidrar til rask brannvekst, kan oppføres med lavere brannmotstand enn angitt i § 7-23 tabell 1. Eksempelvis kan parkeringshus med mer enn 1/3 av veggflatene åpne oppføres med brannmotstand R 15/A2-s1,d0 [ubrennbar materiale]. Åpningene må være fordelt og de enkelte plan ha slik form at en oppnår god gjennomlufting. Bygningen må ikke være høyere enn at slokkemannskapene kan komme lett til med sitt stigemateriell.*

Yttertak som er med på å stabilisere bygning, eller deler av denne, blir å anse som del av bygningens bærende hovedsystem. Yttertak som bare bærer sin egen vekt og snølast blir å anse som sekundært bærende bygningsdel.

Ingen av eksemplene som er vist er angitt med brannmotstand til selve det bærende underlaget. Dette må vurderes/dimensjoneres i hvert enkelt tilfelle.

## 1.4 Isolasjonsmaterialer

### A) Generelt

Isolasjonsmaterialer i takkonstruksjoner skal som hovedregel være ubrennbare. Ubrennbar isolasjon kan benyttes i:

- Brannklasse 1-3 på bærekonstruksjoner av plassstøpt betong
- Brannklasse 1-3 på bærekonstruksjoner med betongelement
- Brannklasse 1-3 på konstruksjon av bærende stålplater.

Brennbar isolasjon av plast (for eksempel EPS eller XPS) eller celluloseprodukter, kan likevel brukes dersom dette ikke bidrar til uakseptabel brannspredning. For å tilfredsstille dette grunnleggende kravet må ett av følgende hovedprinsipper legges til grunn:

- Tildekking (på begge sider) med ubrennbar isolasjon eller andre ubrennbare materialer slik at oksygentilførsel forhindres.
- Oppdeling i arealer på høyst 400 m<sup>2</sup>.

Bruk av ubrennbar isolasjon er den branntekniske beste løsningen. Når brennbar isolasjon benyttes er løsning med tildekking foretrukket.

For øvrig vil et ubrennbart sjikt over brennbar isolasjon dessuten bidra til å hindre branntilløp og brannspredning ved varme arbeider.

### B) Brennbar isolasjon som er tildekket

Når denne leggemåten velges, må brennbar isolasjon tildekkes med eller bygges inn mellom ubrennbare materialer slik at oksygentilførselen hindres.

Tilstrekkelig tildekking på oversiden:

- Minimum 30 mm ubrennbar isolasjon
- Singel med tykkelse 50 mm
- Betongheller lagt tett.

Det må påseses at det heller ikke er oksygentilgang under isolasjonen. Tilstrekkelig tildekking på undersiden:

- Plasstøpte betongkonstruksjoner med tetting ved gjennomføringer
- Betongelementer med tetting av fuger og ved gjennomføringer
- Minimum 30 mm ubrennbar isolasjon på bærende stålplater.

Når brennbar isolasjon er tildekket som beskrevet her er oppdeling i arealer på høyst 400 m<sup>2</sup> ikke nødvendig.

Over seksjoneringsvegg eller brannvegg må brennbar isolasjon erstattes av ubrennbar isolasjon i et felt med bredde minst 2,4 m.

For øvrig vil et ubrennbart sjikt over brennbar isolasjon dessuten bidra til å hindre branttilløp og brannspredning ved varme arbeider.

Brennbar isolasjon som er tildekket og med detaljløsninger som beskrevet i kapittel 2 kan benyttes i:

- Brannklasse 1-3 på bærekonstruksjoner av plassstøpt betong
- Brannklasse 1-3 på bærekonstruksjoner med betongelementer
- Brannklasse 1-2 på konstruksjoner av bærende stålplater.

#### C) Brennbar isolasjon som er oppdelt i arealer på høyst 400 m<sup>2</sup>

Som et alternativ til løsning beskrevet under B), kan takflater med brennbar isolasjon deles opp i arealer på høyst 400 m<sup>2</sup>. Oppdelingen gjøres ved at det legges inn felter av ubrennbar isolasjon med bredde minst 2,4 m. Oppdelingen av takflaten bør være sammenfallende med underliggende branncelleinndeling og/eller seksjonering av bygningen.

Det må påseses at det ikke er oksygentilgang til undersiden av brennbar isolasjon. Tilstrekkelig tildekking på undersiden er:

- Plassstøpte betongkonstruksjoner med tetting ved gjennomføringer
- Betongelementer med tetting av fuger og ved gjennomføringer
- Minimum 30 mm ubrennbar isolasjon på bærende stålplater.

Brennbar isolasjon som er oppdelt og med detaljløsninger som beskrevet i kapittel 2 kan benyttes i:

- Brannklasse 1-3 på bærekonstruksjoner av plassstøpt betong
- Brannklasse 1-3 på bærekonstruksjoner med betongelementer
- Brannklasse 1-2 på konstruksjoner av bærende stålplater.

#### D) Fellesregler for brennbar isolasjon

Felles for alternativene B) og C) er at brennbar isolasjon må hvis ikke annet er vist her alltid erstattes med ubrennbar isolasjon med bredde minst 0,6 m på følgende steder:

- mot brannvegg eller seksjoneringsvegg som er ført over tak
- rundt gjennomføringer (piper, kanaler m.v.)
- rundt takvinduer, takluker etc.
- mot brennbar vegg, fasade eller gesims

Mot uklassifisert glassvegg/glassfasade anbefales ubrennbar isolasjon minst 5 m ut fra vegg/fasade.

## 1.5 Tekningsmaterialer

Hensikten med å stille branntekniske krav til taktekningen er å hindre at:

- flygende, brennende gjenstander som transporteres av den turbulente luftstrømmen når bygninger brenner, skal antenne taktekning.
- flygende, brennende gjenstander forårsaker spredning gjennom taktekningen / takkonstruksjonen og eventuelt antenner resten av bygningen.
- brann på tak sprer seg over større arealer.

Hovedregelen er at taktekningen skal være ubrennbar eller ha klasse B<sub>ROOF</sub> (t2) [Ta]<sup>1</sup>, jfr. Veiledning til Tekniske forskrifter § 7-24 pkt. 2.

Nye europeiske standarder for prøving og klassifiseringer utgitt. Taktekninger prøves nå i henhold til europeisk førstandard ENV 1187, metode 2, som er den samme som NS-INSTA 413, og klassifiseres i henhold til NS-EN 13501, del 5. Brannteknisk klasse for taktekninger er nå B<sub>ROOF</sub> (t2).

I en overgangsperiode benyttes også fortsatt brannteknisk klasse Ta, det vil si at tekningen er prøvd i henhold til metode NS-INSTA 413 og klassifisert etter NS 3919.

Taktekningen skal tilfredsstillende kravene til B<sub>ROOF</sub> (t2) [Ta] ved prøving på det aktuelle underlag. Enkelte taktekninger tilfredsstiller klasse B<sub>ROOF</sub> (t2) [Ta] uten at dette dokumenteres ved prøving, se nedenfor.

Taktekningen kan sertifiseres dersom det foreligger tilfredsstillende brannteknisk prøvingsrapport for materialet. Sertifiseringen forutsetter også at produktet blir underlagt ekstern kontroll av anerkjent inspeksjonsorgan.

Sertifiseringen er frivillig. Dersom det skal benyttes taktekningsmaterialer som ikke er sertifisert eller godkjent, må produsentene dokumentere ved brannteknisk prøve at kravene til klasse B<sub>ROOF</sub> (t2) [Ta] tilfredsstilles. Dokumentasjonen må skje i hvert tilfelle og produsenten må også dokumentere tilfredsstillende system for kvalitetssikring.

<sup>1</sup> Ny betegnelse på brannteknisk klasse for takbelegg er: B<sub>ROOF</sub> (t2). Tidligere betegnelse [Ta] vil bli benyttet i en overgangsperiode. I teksten er begge betegnelser benyttet, på tegningene bare Ta.

Taktekningsmaterialer som er  $B_{\text{ROOF}}(t_2)$  [Ta] uten klassifisering:

- teglstein
- betongtakstein
- skifertak
- metallplater.

Taktekningsmaterialer som ikke er  $B_{\text{ROOF}}(t_2)$  [Ta]:

- tretak (takspion, bordtak)
- stråtak
- torvtak.

Taktekning kan likevel være uklassifisert der faren for smittebrann er liten. Dette gjelder bl.a. boligområder med småhus (eneboliger og tomannsboliger inntil tre etasjer) der avstanden mellom de enkelte bygninger er minst 8 meter og høydeforskjellen mellom bygningene er små.

I områder med konsentrert eller større bebyggelse, for eksempel rekkehusområder, må det foretas særskilt vurdering i hvert enkelt tilfelle.

En vurdering av risiko for smittefare må basere seg på følgende:

- bygningstype
- bygningens innhold
- bruk av bygningen
- bygningens størrelse
- bygningens utførelse (kledning m.m.).

## 1.6 Konstruksjonstyper

Ulike konstruksjonstyper er kort omtalt nedenfor. Oppsummering av branntekniske regler er gitt i tabell i kap. 1.7. Brennbar isolasjon må oppdeles, tildekkes og beskyttes ved gjennomføringer etc. i henhold til regler gitt i punkt 1.4.

### 1.6.1 Oppførede, kalde takkonstruksjoner

Med oppførede tak menes i alminnelighet lette yttertak-konstruksjoner (vanligvis tre) som bæres av et undertak, vanligvis et dekke av plasstøpt betong eller betongelementer. Varmeisolasjonen ligger på undertaket og tekningen på yttertaket. Mellom varmeisolasjonen og yttertaket er det et luftet rom.

Hensikten med oppføringen/luftrommet er å gjøre yttertaket kaldt og samtidig få tilstrekkelig fall på taket for tilfredsstillende avrenning. Taket kan bygges opp med ensidig eller tosidig fall og alternativt innvendig nedløp.

Det stilles ingen branntekniske krav til selve oppføringen og yttertaket dersom undertaket er utført som branncellebegrensende bygningsdel dimensjonert for brannpåkjenning fra vilkårlig side.

### 1.6.2 Kompakte, varme tak

Med kompakte, varme tak menes tak der det ikke er lufting mellom isolasjon og tekning. De utføres med innvendig nedløp for regn og smeltevann. Takene kan være flate eller skrå, men må tekkes med en tekning som periodevis kan motstå vanntrykk og oppdemt vann. Som hovedregel skal taktekingen være ubrennbar eller ha klasse  $B_{\text{ROOF}}(t_2)$  [Ta], se kapittel 1.5.

### 1.6.3 Omvendte tak

Omvendte tak er kompakte tak hvor tekningen ligger beskyttet under et lag isolasjon. Omvendt takløsning anvendes spesielt i forbindelse med flate tak og takterasser.

Siden tekningen er tildekket stilles ikke krav om klasse  $B_{\text{ROOF}}(t_2)$  [Ta].

### 1.6.4 Terrasser

Terrasser skal utføres på samme måte som tak for øvrig med tanke på utskifting av brennbar isolasjon med ubrennbar isolasjon mot tilstøtende vegger, parapeter og ved sluk. I tillegg må terrasser utføres med tanke på beskyttelse av tekningen mot ekstra belastninger fra persontrafikk og bruk. Se mer om terrasser i kapittel 2.10.

## 1.7 Oppsummering av branntekniske regler

En oppsummering av branntekniske regler for tak er gitt i tabell 2: Forklaring til begrep brukt i tabellen (jfr.

Byggforskserien Byggdetaljer 520.320):

Fire basiskriterier karakteriserer brannmotstanden til en bygningsdel. Kriteriene er bæreevne, integritet (for å opprettholde funksjonen, for eksempel tetthet mot flammer/branngasser), isolasjon (begrensning av temperaturstigningen på ikke-eksponert side) og mekanisk motstandsevne (evne til å tåle påkjenning ved sammenstyrning av bygningsdeler). Symbolene er:

R for bæreevne

E for integritet

I for isolasjon

M for mekanisk motstandsevne (aktuelt for brannvegger og seksjoneringsvegger) etterfulgt av motstandstiden i minutter som uttrykkes ved tall: 15, 30, 60, 90, 120, 180 osv.

Eksempler på angivelser av brannmotstand:

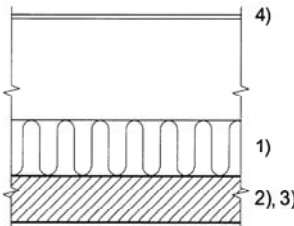
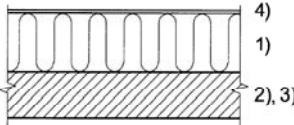
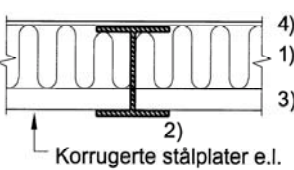
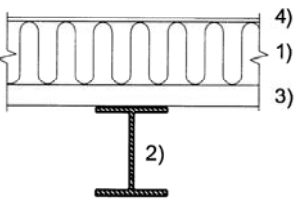
- Bærende bygningsdeler (søylar og bjelker):  
R 15, R 30, R 60, R 90 osv.
- Brannskillende bygningsdeler (vegger og dekker):  
EI 30 og EI 60
- Bærende og brannskillende bygningsdeler:  
REI 30 og REI 60
- Seksjoneringsvegg eller brannvegg:  
REI 120- M, REI 180- M osv.

I tilfeller der det forutsettes ubrennbare eller begrenset brennbare materialer (A2-s1,d0), må det angis spesielt. Seksjoneringsvegger og brannvegger skal i henhold til veiledningen til teknisk forskrift til pbl alltid være utført av ubrennbare materialer.

Betegnelsene R, E, I og M er formelt sett knyttet til nye prøvings- og klassifiseringsstandarder som er under utvikling, men pr. mai 2003 ikke vedtatt i Europa. Ved sertifisering i Norge vil betegnelsene A, B og F brukes så lenge prøving og klassifisering skjer etter gamle standarder. Vanligvis kan man likevel anta at bygningsdeler vil få samme brannmotstandstid etter gamle og nye standarder med mulig unntak for bygningsdeler som tilfredsstillt dagens kriterier med knapp margin.

Med unntak for dører vil derfor bygningsdeler som er angitt med den tidligere A-klasse, vanligvis tilfredsstillt betingelsene for (R)EI-klasse i samme tidsrom. Det vil si at en bærende A 60 vegg vil tilsvare en REI 60 vegg, og en A 60 søyle vil tilfredsstillt en R 60 søyle. Tilsvarende vil bygningsdeler som er angitt med B-klasse, vanligvis tilfredsstillt betingelsene for (R) EI-klasse i samme tidsrom. Bygningsdeler med B-klasse kan imidlertid ikke brukes dersom det er angitt bruk av ubrennbare eller begrenset brennbare materialer eller konstruksjoner (A2-s1,d0). Taktekning skal vanligvis tilfredsstillt klasse B<sub>ROOF</sub> (t2) [Ta]. Unntak gjelder der faren for brannspredning er liten.

**Tabell 2. Oppsummering av branntekniske regler**

	Brannklasse 1	Brannklasse 2	Brannklasse 3
<p>Oppføret takkonstruksjon</p>  <p>Varmt tak/omvendt tak:</p>  <p>1) Isolasjon 2) Bærende hovedsystem 3) Sekundært bærende bygningsdel 4) Tekning</p>	<p>1) Ubrennbar/brennbar<sup>2*</sup></p> <p>2) R 30 / EI 30<sup>**</sup></p> <p>3) R 30 / EI 30<sup>**</sup></p> <p>4) B<sub>ROOF</sub> (t2) [Ta] (unntak: se pkt. 1.5)</p> <p><u>Unntak:</u> Ingen krav til brannmotstand dersom det brukes bare ubrennbare materialer eller det brukes ubrennbar isolasjon og takkonstruksjonen beskyttes nedenfra med kledning K10/B-s1, d0 [K1] (K10/D-s2, d0 [K2] i risikoklasse 4).</p>	<p>1) Ubrennbar/brennbar<sup>*</sup></p> <p>2) R 60 / EI 60<sup>**</sup>, ubrennbar</p> <p><u>Unntak:</u> Bygning i inntil tre etasjer i risikoklasse 4 kan ha brennbar konstruksjon.</p> <p>3) R 60 / EI 60<sup>**</sup></p> <p>4) B<sub>ROOF</sub> (t2) [Ta]</p>	<p>1) Ubrennbar/brennbar<sup>*</sup></p> <p>2) R 90<sup>***</sup> / EI 60<sup>**</sup>, ubrennbar</p> <p>3) R 60 / EI 60<sup>**</sup>, ubrennbar</p> <p>4) B<sub>ROOF</sub> (t2) [Ta]</p>
<p>Varmt tak:</p>   <p>1) Isolasjon 2) Bærende hovedsystem 3) Sekundært bærende bygningsdel 4) Tekning</p>	<p>1) Ubrennbar/brennbar<sup>*</sup></p> <p>2) R 30</p> <p>3) R 30</p> <p>4) B<sub>ROOF</sub> (t2) [Ta] (unntak: se pkt. 1.5)</p> <p><u>Unntak:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R15 i risikoklasse 4 og énetasjes bygning i risikoklasse 2, 3 og 5.</li> <li>• Ingen krav til brannmotstand dersom det brukes bare ubrennbare materialer eller det brukes ubrennbar isolasjon og takkonstruksjonen beskyttes nedenfra med K10/B-s1, d0 [K1] (K10/D-s2, d0 [K2] i risiko-klasse 4).</li> </ul>	<p>1) Ubrennbar/brennbar<sup>*</sup></p> <p>2) R 60, ubrennbar</p> <p><u>Unntak:</u> Bygning i inntil tre etasjer i risikoklasse 4 kan ha brennbar konstruksjon.</p> <p>3) R 60</p> <p>4) B<sub>ROOF</sub> (t2) [Ta]</p>	<p>1) Ubrennbar</p> <p>2) R 90<sup>***</sup>, ubrennbar</p> <p>3) R 60, ubrennbar</p> <p>4) B<sub>ROOF</sub> (t2) [Ta]</p>
* Krav til oppdeling og/eller tildekking av brennbar isolasjon, jfr. pkt. 1.3			
** Dimensjoneres for brannpåkjenning fra vilkårlig side			
*** I bygning inntil åtte etasjer eller møne-/gesimshøyde maksimalt 24 m over gjennomsnittlig planert terreng, kan etasjeskiller ha brannmotstand R 60. Tilsvarende reduksjon kan vanligvis også gjøres for takkonstruksjon.			

<sup>2</sup> Ubrennbart og begrenset brennbart materiale = klasse A2-s1,d0 i henhold til NS-EN 13501-1

## 2. Eksempler på løsninger

### 2.1 Oppfôret tretak

Oppfôrede tretak bør alltid luftes for å fjerne byggfukt og eventuelt annen fukt som måtte komme inn i taket i byggets levetid. Oppdeling av tak kan gjøres som vist på fig. 1, 3 og 4. For å forsinke brannspredningen til takkonstruksjonen bør lufteåpninger (se fig. 2) plasseres på fasader eller fasadepartier hvor det ikke er underliggende vinduer. Direkte over og minst 1,8 m til hver side for vinduer (erfaring viser helst 3,0 m) bør gesimsen være tett og ha ubrennbar innkledning. Likeledes må overdekning over balkong være utført i ubrennbare materialer direkte over og minst 1,8 m til hver side.

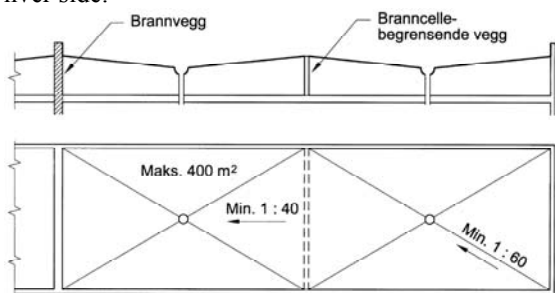


Fig. 1  
Branncellebegrensende vegger i taket bør plasseres i høydebrykkene.

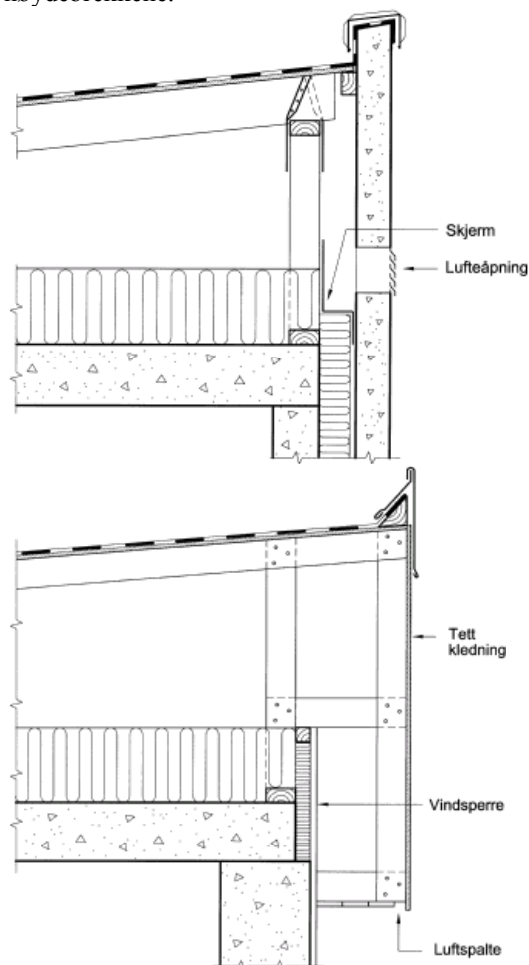
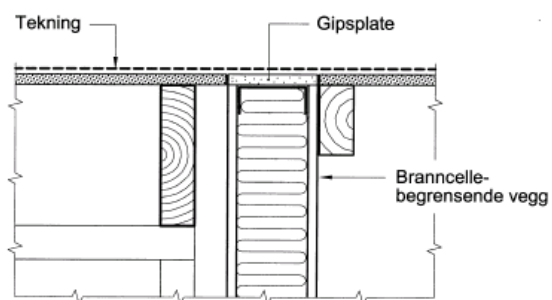
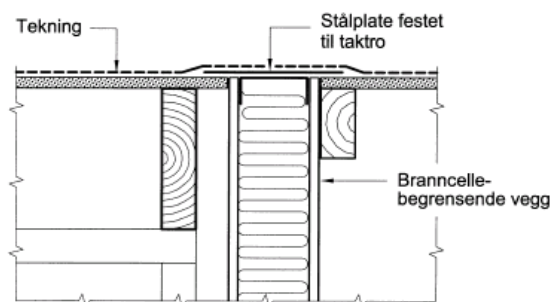


Fig. 2  
Eksempel på avslutning av tretaket mot gesims med lufteåpning.



Alternativ utførelse

Fig. 3

Branncellebegrensende vegg, ført helt opp til underkanten av tekningen.

En stålplate legges over vegg for å gi et underlag for tekningen der taktroa er brutt.

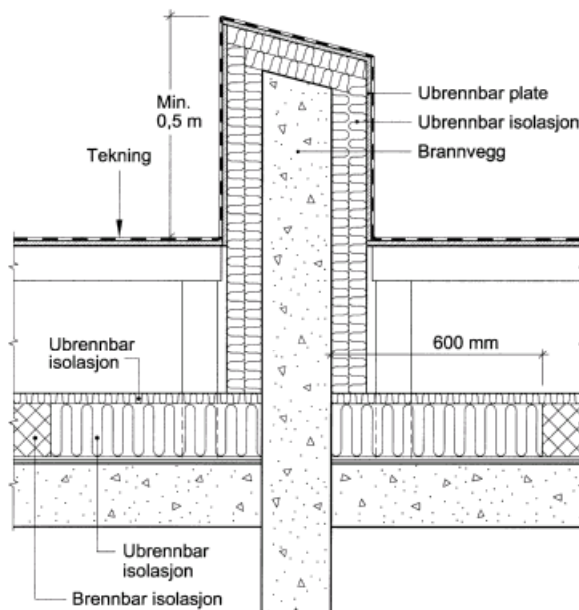


Fig. 4

Brannvegg, for eksempel av lettbetong, som avsluttes over tak

- ⇒ Vegg 0,5 m over tak
- ⇒ Seksjoneringsveggen over tak isoleres med minimum 50 mm ubrennbar isolasjon som kuldebryting.
- ⇒ Brennbar isolasjon må tildekkes av min 30 mm ubrennbar isolasjon. (ev. det må oppdeles i areal på høyst 400 m<sup>2</sup>)
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 – 3.

## 2.2 Kompakte tak

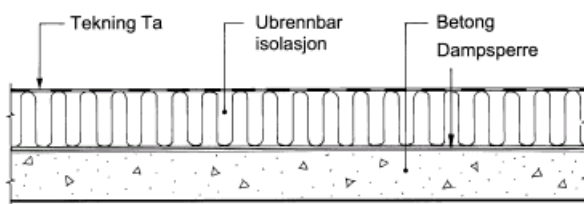


Fig. 5  
Ubrennbar isolasjon på betongdekke

⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

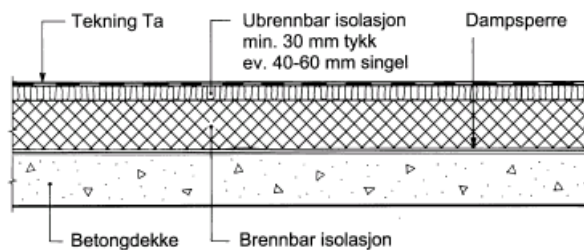


Fig. 6  
Brennbar isolasjon på betongdekke uten oppdeling

⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

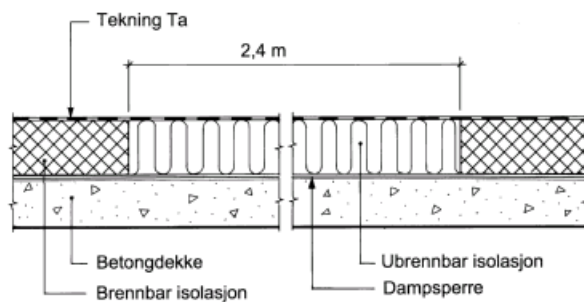


Fig. 7  
Brennbar isolasjon på betongdekke med oppdeling

⇒ Brennbar isolasjon må oppdeles i areal på høyst 400 m<sup>2</sup>  
 ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

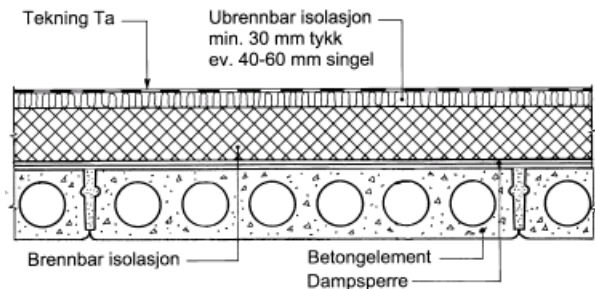


Fig. 8  
Brennbar isolasjon på elementdekke tildekket med 30 mm ubrennbar isolasjon, eventuelt med 40 - 60 mm singel.

⇒ Ingen krav til oppdeling  
 ⇒ Fugetetting kreves dersom elementene ikke har not og fjær  
 ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

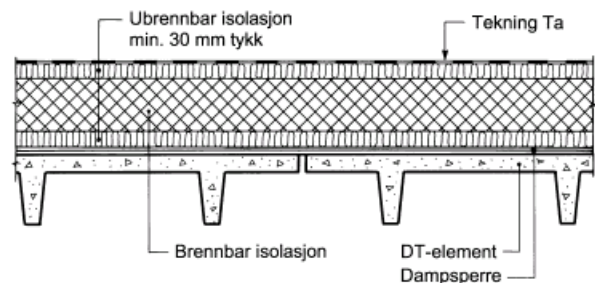


Fig. 9  
Brennbar isolasjon på DT-elementer

⇒ Brennbar isolasjon beskyttet over og under med 30 mm ubrennbar isolasjon  
 ⇒ Ikke krav til ytterligere tetting av fugene  
 ⇒ Ikke krav om oppdeling av brennbar isolasjon  
 ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

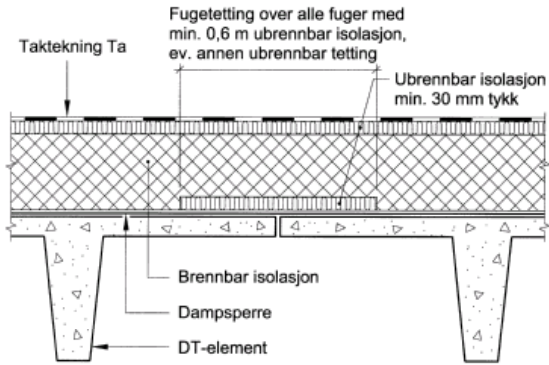


Fig. 10

Brennbar isolasjon på DT-elementer beskyttet på oversiden med ubrennbar isolasjon min. 30 mm tykk

- ⇒ Ekstra fugetetting er nødvendig
- ⇒ Ved fuger < 10 mm legges det en stripe av kaolinbånd eller glassfibervev over fugen. Dette festes til det ene elementet.
- ⇒ Ved fuger > 10 mm legges en 30 mm tykk, hard mineralullplate med densitet 180 kg/m<sup>3</sup> i min. bredde 0,6 m over fugen.
- ⇒ Ikke krav om oppdeling av brennbar isolasjon
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

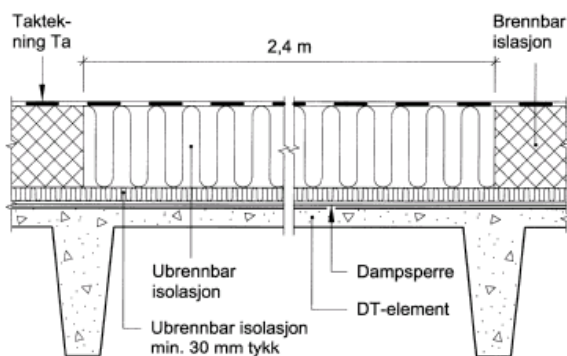


Fig. 11

Brennbar isolasjon på DT-elementer beskyttet på undersiden med ubrennbar isolasjon min. 30 mm tykk

- ⇒ Ikke krav til ytterligere tetting av fuger
- ⇒ Brennbar isolasjon må oppdeles i areal på høyst 400 m<sup>2</sup>
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

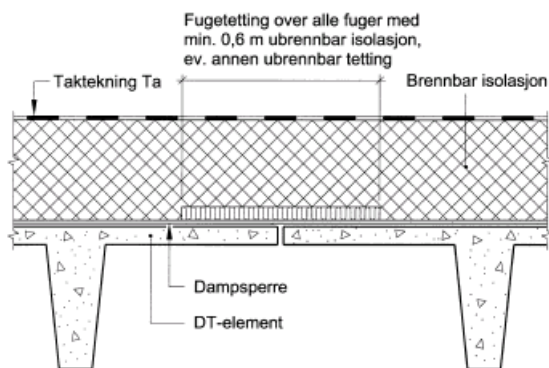


Fig. 12

Brennbar isolasjon på DT-elementer

- ⇒ Brennbar isolasjon må oppdeles i areal på høyst 400 m<sup>2</sup> (som vist på fig. 7)
- ⇒ Ekstra fugetetting er nødvendig, kfr. fig. 10
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

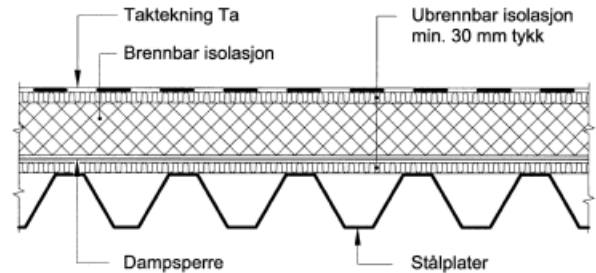


Fig. 13

Brennbar isolasjon på stålplatetak tildekket på over- og underside

- ⇒ Ikke krav til oppdeling når brennbar isolasjon på stålplatetak er tildekket med min. 30 mm ubrennbar isolasjon på begge sider.
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 2.

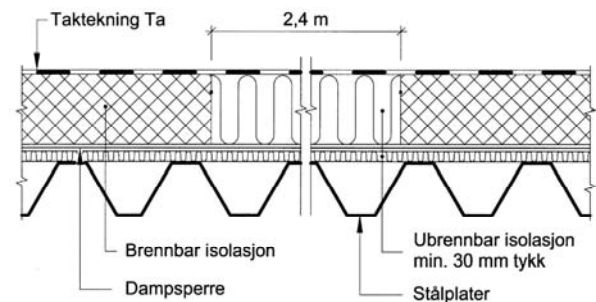


Fig. 14

Oppdeling av brennbar isolasjon på stålplatetak

- ⇒ Mellom stålplatene og brennbar isolasjon legges min 30 mm ubrennbar isolasjon.
- ⇒ Brennbar isolasjon må oppdeles i areal på høyst 400 m<sup>2</sup>
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 2.

Den tidligere benyttede løsningen i brannklasse 1 uten hel plate av minimum 30 mm ubrennbar isolasjon mellom profilert stålplate og brennbar isolasjon, men med fylling av rillene under oppdelingen med ubrennbar isolasjon er ikke lenger akseptert!

## 2.3 Omvendte tak

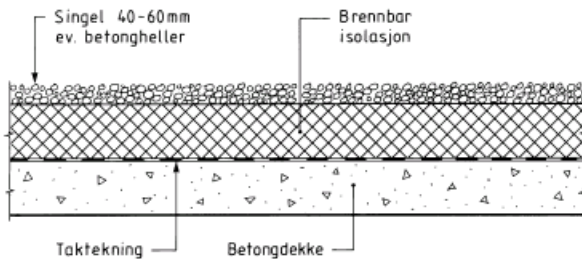


Fig. 15  
Omvendt tak med brennbar isolasjon (XPS) på betongdekke.

- ⇒ Brennbar isolasjon tildekkes med singel min. 40 - 60 mm eventuelt med betongheller som er lagt tett inntil hverandre.
- ⇒ Ikke krav til oppdeling av brennbar isolasjon
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

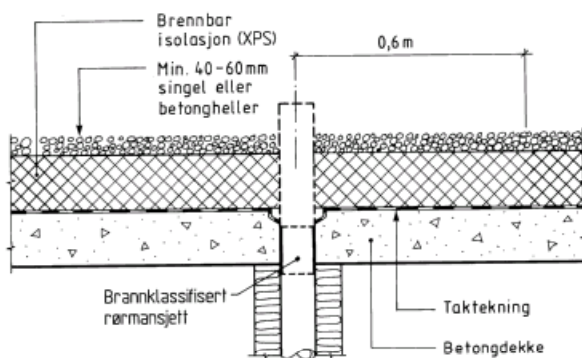


Fig. 16  
Omvendt tak med brennbar isolasjon (XPS) på betongdekke.

- ⇒ Tetting rundt rørgjennomføringen sikres ved bruk av brannklassifisert rørmansjett.
- ⇒ Brennbar isolasjon behøver ikke erstattes med ubrennbar isolasjon rundt gjennomføring.
- ⇒ Brennbar isolasjon tildekkes med singel min. 40 - 60 mm eventuelt med betongheller som er lagt tett inntil hverandre.
- ⇒ Ikke krav til oppdeling av brennbar isolasjon.
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

## 2.4 Akustiske plater

Perforerte stålplater kan brukes der hvor stålplater generelt kan benyttes. Dersom det benyttes ubrennbar isolasjon på perforerte stålplater, er det ikke krav om spesielle tiltak. Brennbar isolasjon kan ikke benyttes på perforerte stålplater uten ytterligere tiltak.

Perforeringen i platene vil resultere i at oksygen tilføres den brennbare isolasjonen under brann. Termoplastisk isolasjon smelter ved relativt lave temperaturer. For polystyren ligger smeltepunktet på 115 °C. Polystyren spaltes ved temperaturer på 240 - 400 °C (pyrolyse). Polyuretan spaltes ved temperaturer på 200 - 340 °C. I spaltingsprosessen dannes brennbare gasser.

Smeltet termoplast vil på grunn av perforeringen i stålplatene renne gjennom og antenne brennbare materialer under (brennbar innredning m.m.). Dersom brennbar isolasjon benyttes på perforerte stålplater, må isolasjonen derfor beskyttes nedenfra med ubrennbar isolasjon, minimum 30 mm tykk, eller med en ubrennbar eller begrenset brennbar kledning.

Krav til himlingers lydabsorberende egenskaper vil variere sterkt avhengig av blant annet bruksområde, spesifiserte byggherrekraav og lydabsorberende egenskaper til andre overflater. I lokaler for industri, håndverk og lignende, må midlere absorpsjonsfaktor for overflatene i rommet være  $\geq 0,2$  i henhold til teknisk forskrift. Dette kravet vil vanligvis tilfredsstilles hvis himlingsløsningen gir midlere absorpsjonsfaktor større enn 0,4/0,5.

Løsning vist i figur 17 vil gi midlere absorpsjonsfaktor anslått til ca. 0,4 - 0,5. Ønskes høyere absorpsjonsfaktor enn det, må det benyttes mineralull i hele isolasjonstykkelsen. Mineralull som lydabsorbent kan også plasseres som staver i profilene.

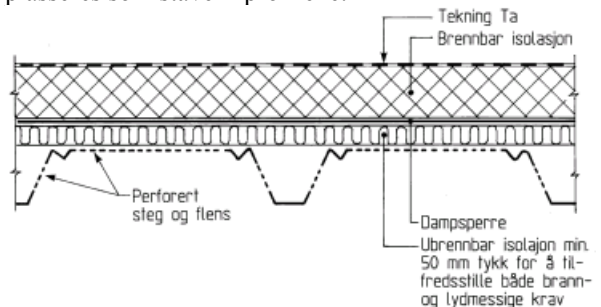


Fig. 17

Mineralullisolasjon på perforert stålplatetak

- ⇒ Stålplater med profilhøyde 100 - 200 mm og perforert steg og flens, perforeringsgrad minimum 12 %
- ⇒ Ubrennbar isolasjon minimum 50 mm med densitet maksimalt ca. 80 kg/m<sup>2</sup> (Under PE-folie og brennbar isolasjon. Dampsperra må av fukttekniske grunner ikke plasseres lenger opp i taket enn at ¼ av total isolasjonstykkelse ligger på utsiden av den.)
- ⇒ Brennbar isolasjon oppdeles i areal på høyst 400 m<sup>2</sup>.
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 2.

## 2.5 Gjennomføringer og parapeter, krav til tetting

Med gjennomføring forstås enhver åpning i taket, f. eks. alle takoppbygg, overlys, brannventilasjon, takhatter for santiæranlegg, ventilasjonslyrer/kanaler, taknedløp, piper, samt mindre åpninger for TV og radiosamband o.l.

En brann i takkonstruksjonen vil kunne medføre at brann- og røykgasser sprer seg til underliggende rom via utette gjennomføringer. Et spesielt problem knytter seg til brennbar termoplastisk isolasjon, for eksempel polystyren. Ved tilstrekkelig temperatur vil plasten smelte. På grunn av åpninger i dekke/tak kan smeltet plast renne gjennom og antenne underliggende brennbare materialer.

Det er derfor en forutsetning at alle typer gjennomføringer er tettet ved gjenstøping eller ved bruk av spesielt godkjente tettemetoder. Tilsvarende gjelder ved tilslutning mellom dekke og gesims/parapet. Dersom det ikke er mulig å få denne helt tett, må det brukes ubrennbar isolasjon 0,6 m inn fra gesims/parapet.

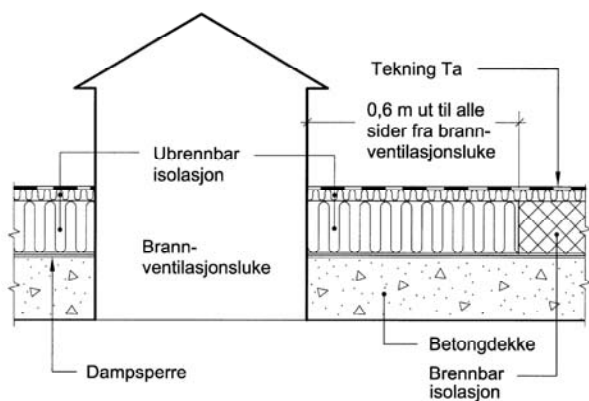


Fig. 18  
Brannventilasjonslukke på betongdekke

- ⇒ Betongdekke isolert med brennbar isolasjon
- ⇒ Tildekket med minimum 30 mm ubrennbar isolasjon, eventuelt det må oppdeles i arealer på høyst 400 m<sup>2</sup>.
- ⇒ Brennbar isolasjon erstattes med ubrennbar isolasjon min. 0,6 m ut til alle sider fra brannventilasjonslukke
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

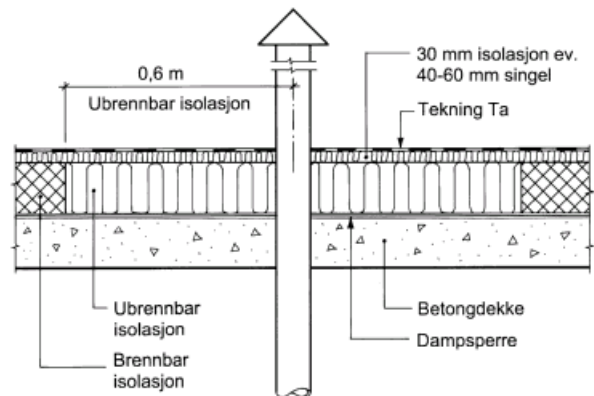


Fig. 19  
Gjennomføring i betongdekke med brennbar isolasjon

- ⇒ Betongdekke isolert med brennbar isolasjon tildekket med 30 mm ubrennbar isolasjon på oversiden
- ⇒ Vanskelig å få tettet mellom gjennomføring og tak
- ⇒ Brennbar isolasjon må derfor erstattes med ubrennbar isolasjon 0,6 m ut fra gjennomføring
- ⇒ Forøvrig ingen krav til oppdeling
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

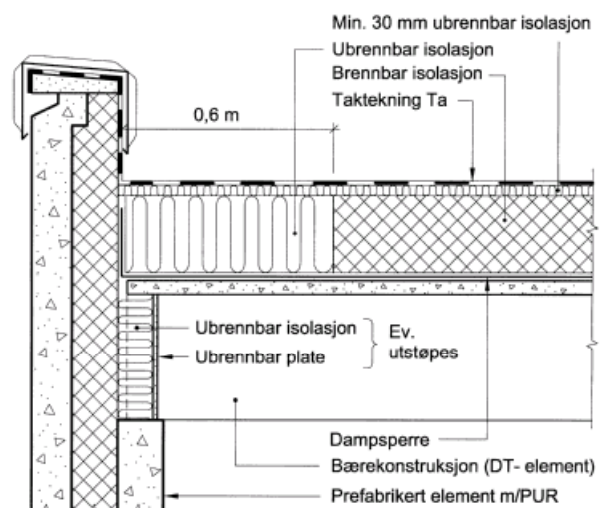


Fig. 20  
DT-elementer med brennbar isolasjon mot en parapet laget som en forlengelse av yttervegg

- ⇒ Betongdekke isolert med brennbar isolasjon tildekket av min 30 mm ubrennbar isolasjon
- ⇒ Ekstra fugetetting er nødvendig, se fig. 10
- ⇒ Brennbar isolasjon må skiftes ut med ubrennbar isolasjon i en bredde på minimum 60 cm langs parapet
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1- 3.

Samme løsning må velges der yttervegg er utført av sandwich-elementer av stålplater med PUR-isolasjon.

Tilsvarende tetteproblem oppstår når brannvegger og seksjoneringsvegger føres gjennom takflater, ved gesimskasser som føres forbi og over taket og når taket er utført av takelementer (DT - elementer, lettbetong- og betongelementer) og perforerte stålplater. Brannvegger og seksjoneringsvegger som føres gjennom takflaten samt gesimskasser som kan spre brann fra vegg til tak, blir i denne sammenheng å anse som gjennomføring. Dersom for eksempel skumplastisolasjon benyttes i forbindelse med slike løsninger, må det treffes tiltak for å hindre at smeltet skumplastisolasjon antenner brennbare materialer som ligger inntil eller under.

Tilstrekkelige og nødvendige tiltak vil være (se også under pkt. 1.4):

- Brennbar isolasjon skiftes ut i en bredde på minst 0,6 m rundt alle gjennomføringer i takflaten. Kravet gjelder også mot (høyere) brennbare vegger, mot brennbar parapet og mot brannvegg eller seksjoneringsvegg som går gjennom taket.
- I elementtak med vertikale fuger er ekstra fugetetting nødvendig. Ved fugebredder maks. 10 mm benyttes kaolinbunden glassfibervev over fugene eller det kan brukes brannklassifisert fugetetting. For fuger større enn 10 mm benyttes ekstra fugetetting ved hjelp av en underlagsplate min. 30 mm tykk (mineralull) i en bredde min. 0,6 m over fugene. Samme krav til tetting gjelder mellom DT-element og parapet. Alternativt til fugetetting er at det legges min. 30 mm ubrennbar isolasjon mellom elementtaket og den brennbare isolasjonen. Når fugene er små og utført med not og fjær, er det ikke nødvendig med ekstra fugetetting.

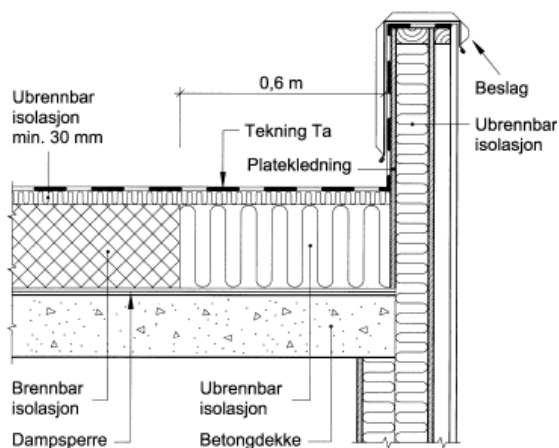


Fig. 21

Parapet som forlengelse av vegg.

Brennbar isolasjon på betongdekke med parapet i trekonstruksjon for eksempel ved at trekonstruksjonene i vegg er ført ubrutt forbi dekket, ofte isolert med mineralull. Løsningen krever utskifting av brennbar isolasjon med ubrennbar, uavhengig av type platekledning (altså selv om to lag gips er benyttet).

- ⇒ Brennbar isolasjon tildekket med 30 mm ubrennbar isolasjon
- ⇒ Brennbar isolasjon erstattes med ubrennbar isolasjon min. 0,6 m ut fra brennbar parapet
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

I en takkonstruksjon med brennbar isolasjon er det ikke nødvendig å skifte brennbar isolasjon med ubrennbar når overgangen tak/parapet/yttervegg er utført som vist i fig. 22 og 23.

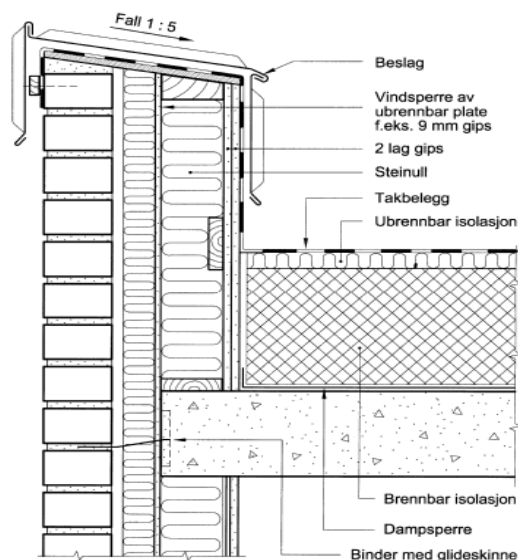


Fig. 22

Parapet satt ned på betongdekke.

Brennbar isolasjon på dekke av plaststøpt betong eller hulldekkeelementer med utstøpte fuger på søyle/bjelkekonstruksjon

- ⇒ Brennbar isolasjon må tildekkes av min 30 mm ubrennbar isolasjon. (ev. det må oppdeles i areal på høyst 400 m<sup>2</sup>)
- ⇒ Brennbar parapet skilles fra brennbar isolasjon på taket med to lag gips, ev ett lag branngips med sparklede skjøter og mothold bak plateskjøtene
- ⇒ Vindspærre i yttervegg føres helt opp på parapet ved bruk av ubrennbar plate (f.eks GU-plate).
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

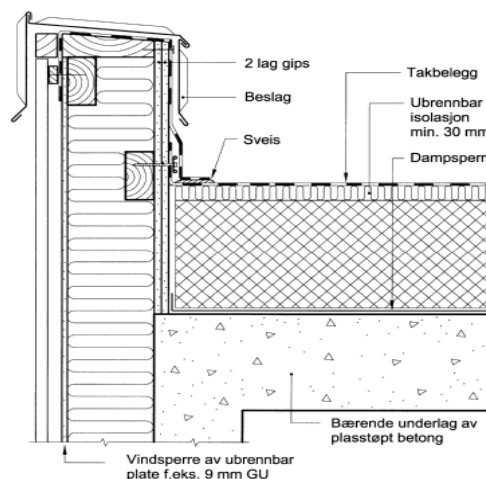


Fig. 23

Brennbar isolasjon på dekke og yttervegg av plaststøpt betong.

- ⇒ Brennbar isolasjon må tildekkes av min 30 mm ubrennbar isolasjon. (ev. det må oppdeles i areal på høyst 400 m<sup>2</sup>)
- ⇒ Brennbar parapet skilles fra brennbar isolasjon på taket med to lag gips, ev ett lag branngips med sparklede skjøter og mothold bak plateskjøtene
- ⇒ Vindspærre i yttervegg av ubrennbar plate (f.eks GU-plate) føres helt opp på parapet.
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

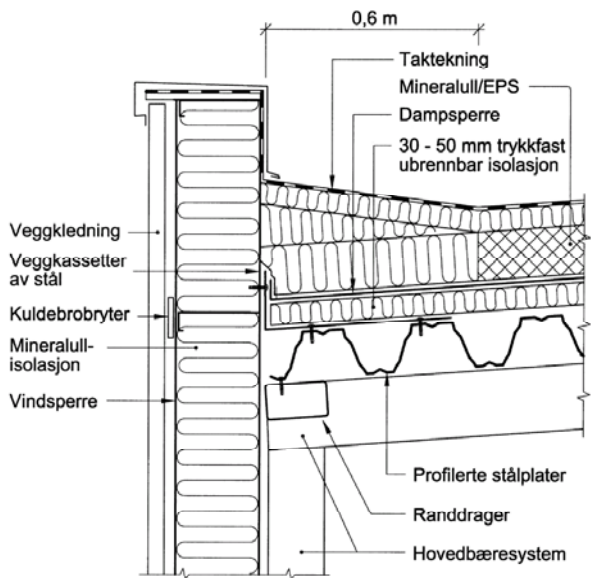


Fig. 24  
Brennbar isolasjon på stålplatetak inn mot vegg og parapet

- ⇒ Brennbar isolasjon må tildekkes av min. 30 mm ubrennbar isolasjon (eventuelt det må oppdeles i arealer på høyst 400 m<sup>2</sup>)
- ⇒ Brennbar isolasjon erstattes med ubrennbar isolasjon min. 0,6 m ut fra brennbar parapet
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 – 2.

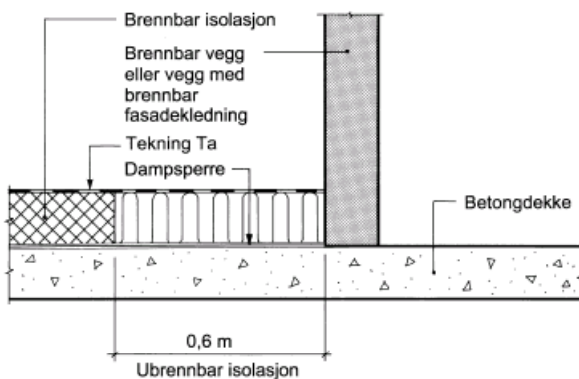


Fig. 25  
Tak mot brennbar vegg

- ⇒ Betongdekke isolert med brennbar isolasjon mot brennbar vegg.
- ⇒ Brennbar isolasjon må erstattes med ubrennbar isolasjon mot brennbar vegg (brennbar fasadekledning) i en bredde min. 0,6 m ut fra veggen. Hvis det benyttes ubrennbar fasadekledning og to lag 9 mm gipsplater el. tilsvarende som underkledning, behøver ikke brennbar isolasjon å bli erstattet med ubrennbar isolasjon.
- ⇒ Brennbar isolasjon må forøvrig oppdeles i areal på høyst 400 m<sup>2</sup>.
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

## 2.6 Branncellebegrensende vegg i tilslutning mot bærende stålplatetak

Når taket er utført med bærende, profilerte stålplater og brennbar isolasjon tildekket på begge sider eller oppdelt i areal på høyst 400 m<sup>2</sup>, vil en utførelse som vist ta vare på tetthetskravet for å hindre spredning av brann og røkgasser. Brennbar isolasjon må her skiftes ut med ubrennbar i bredde 0,6 m på hver side.

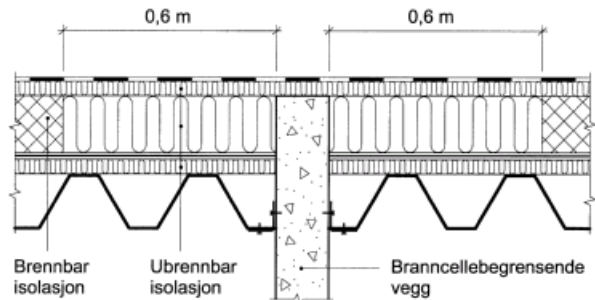


Fig. 26  
Stålplatetak inntil branncellebegrensende vegg

- ⇒ Vegg ført opp i isolasjonssjiktet
- ⇒ Brennbar isolasjon beskyttet og tildekket på oversiden med minimum 30 mm ubrennbar isolasjon (eventuelt oppdelt i arealer på høyst 400 m<sup>2</sup>)
- ⇒ Undersiden av isolasjonen beskyttet med minimum 30 mm ubrennbar isolasjon
- ⇒ Vanskelig å få tilfredsstillende tetting mellom vegg og stålplatetak. Derfor ubrennbar isolasjon 0,6 m på begge sider av vegg
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 – 2.

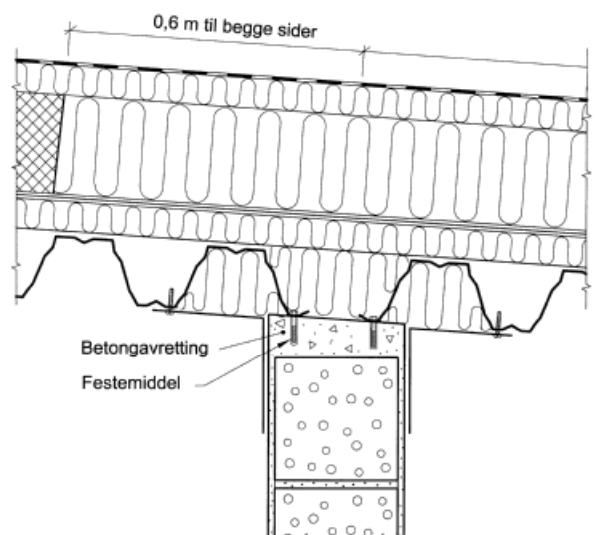


Fig. 27  
Branncellebegrensende vegg avsluttet under bærende profilerte stålplater

- ⇒ Vegg avsluttet under stålplatetak. Platetaket må brytes over veggen, det vil si plater skal ikke føres kontinuerlig over opplegget.
- ⇒ For øvrig samme krav som beskrevet for fig. 26.

## 2.7 Seksjoneringsvegg eller brannvegg mot tak EI 60 i ubrennbare materialer

Når taket utføres i klasse EI 60, i ubrennbart materiale, kan seksjoneringsvegg og brannvegg avsluttes mot taket. Brennbar isolasjon må skiftes ut med ubrennbar isolasjon i en bredde på min. 2,4 m over veggene (1,2 m til hver side fra senter vegg).

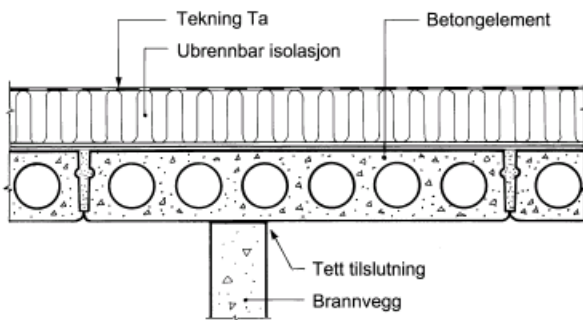


Fig. 28  
Dekke av betongelement over seksjoneringsvegg eller brannvegg

- ⇒ Ubrennbar isolasjon
- ⇒ Ingen krav til fugetetting
- ⇒ Forbindelsen vegg-tak må ha tett utførelse
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

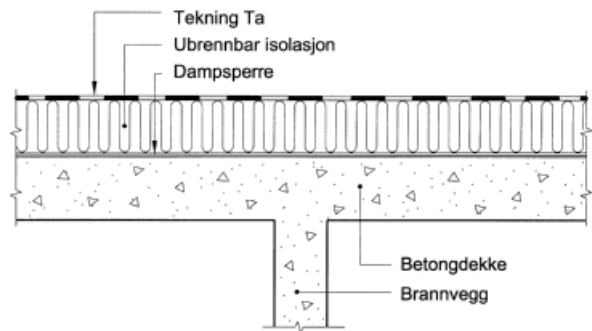


Fig. 30  
Betongdekke over seksjoneringsvegg eller brannvegg

- ⇒ Ubrennbar isolasjon over betongdekke
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

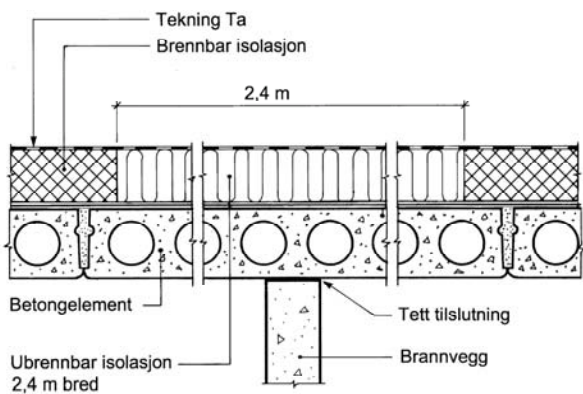


Fig. 29  
Dekke av betongelement over seksjoneringsvegg eller brannvegg

- ⇒ Brennbar isolasjon
- ⇒ Ubrennbar isolasjon, 2,4 m bred, skal være plassert midt over vegg
- ⇒ Fugetetting kreves for elementer som ikke har not og fjær
- ⇒ Brennbar isolasjon oppdeles forøvrig i areal på høyst 400 m<sup>2</sup>
- ⇒ Forbindelsen vegg-tak må ha tett utførelse
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

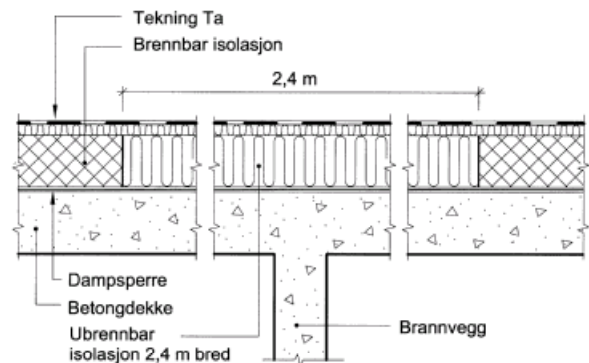


Fig. 31  
Betongdekke over brannvegg eller seksjoneringsvegg

- ⇒ Brennbar isolasjon
- ⇒ Ubrennbar isolasjon, 2,4 m bred skal være plassert midt over vegg
- ⇒ Brennbar isolasjon for øvrig beskyttet og tildekket på oversiden med minimum 30 mm ubrennbar isolasjon (eventuelt oppdelt i arealer på høyst 400 m<sup>2</sup>)
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

## 2.8 Seksjoneringsvegg eller brannvegg ført gjennom tak

Brennbar isolasjon må skiftes ut med ubrennbar isolasjon i en bredde på min. 0,6 m til hver side for vegg.

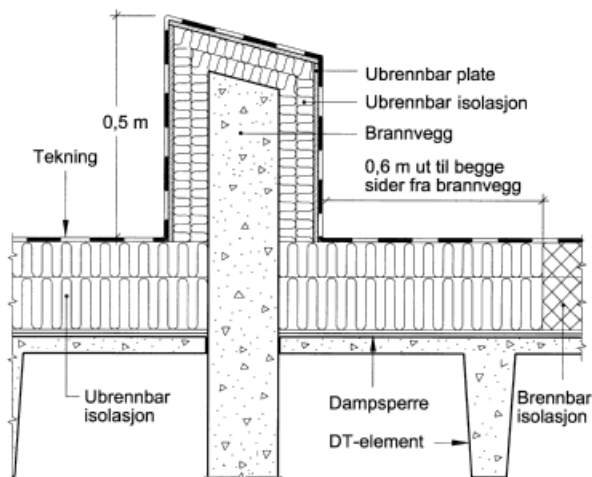


Fig. 32  
DT-element inntil seksjoneringsvegg eller brannvegg

- ⇒ Vegg 0,5 m over tak
- ⇒ Når DT-element benyttes er det nødvendig med ekstra tetting av fugene mellom elementene (se fig. 12)
- ⇒ Ved fuger < 10 mm legges det en stripe av kaolinbånd eller glassfibervev over fugen. Dette festes til det ene elementet.
- ⇒ Ved fuger > 10 mm legges en 30 mm tykk, hard mineralullplate med densitet 180 kg/m<sup>3</sup> i min. bredde 0,6 m over fugen
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

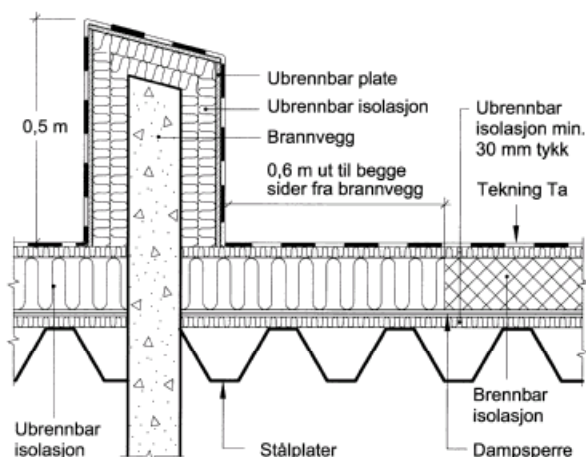


Fig. 33  
Stålplatetak inntil seksjoneringsvegg eller brannvegg

- ⇒ Vegg 0,5 m over tak
- ⇒ Brennbar isolasjon beskyttet og tildekket på over- og undersiden med minimum 30 mm ubrennbar isolasjon
- ⇒ Vanskelig å få tilfredsstillende tetting mellom vegg og stålplatetak. Derfor ubrennbar isolasjon 0,6 m på begge sider av vegg
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 2.

På en konstruksjon av plasstøpt betong utført uten spalter og fare for spredning til innsiden, kan utskifting av brennbar isolasjon med ubrennbar reduseres som vist på fig. 32.

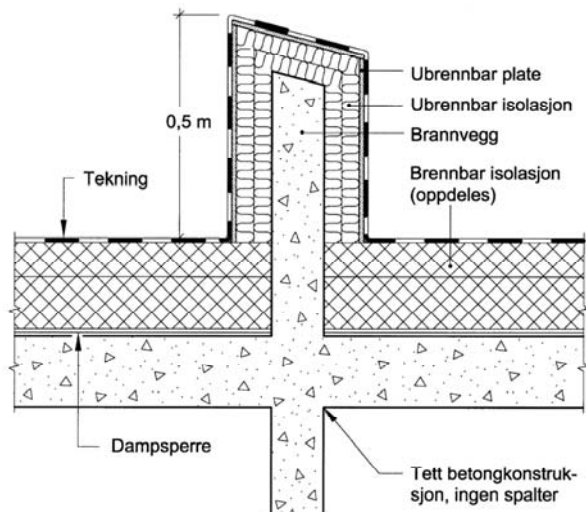


Fig. 34  
Plasstøpt betongkonstruksjon med seksjoneringsvegg eller brannvegg

- ⇒ Vegg 0,5 m over tak
- ⇒ Seksjoneringsveggen over tak isoleres med minimum 50 mm ubrennbar isolasjon som kuldebryting.
- ⇒ Brennbar isolasjon må tildekkes av min 30 mm ubrennbar isolasjon (eventuelt det må oppdeles i areal på høyst 400 m<sup>2</sup>)
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

## 2.9 Rehabilitering og etterisolering av varme tak

Ved rehabilitering av eldre tak har man muligheten til å forbedre så vel takteknings, takets varmeisolerende evne som dets branntekniske egenskaper.

Etterisolering av tak opp til det nivået som kreves iht. Teknisk Forskrift 1997, innebærer at takets U-verdi må være høyst  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$  (over rom med innnetemperaturer over  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Dette oppnås for eksempel med en total isolasjonstykkelse på 250 mm (forutsatt isolasjon klasse 37). Slik etterisolering kreves bare ved mer omfattende ombygningsarbeider (hovedombygging), men vil ofte være lurt dersom taket likevel skal tekkes om.

Av branntekniske hensyn er det fordelaktig å redusere mengden av brennbare materialer som finnes i takkonstruksjonen.

Hvis tak tekkes med brennbar isolasjon etterisoleres med ubrennbar isolasjon, vil det ikke være nødvendig å fjerne gammel tekning før ny ubrennbar isolasjon legges. I dette tilfellet vil det heller ikke være nødvendig med oppdeling av gammel brennbar isolasjon.

Hvis tak tekkes med brennbar isolasjon etterisoleres med brennbar isolasjon, vil det ikke være nødvendig å fjerne gammel tekning hvis min 30 mm ubrennbar isolasjon legges på toppen under ny tekning. I dette tilfellet vil det ikke være nødvendig med oppdeling av gammel brennbar isolasjon, men utskifting må skje ved gjennomføringer og langs brennbar parapet.

Uten tildekking med ubrennbar isolasjon må brennbar isolasjon oppdeles i areal på høyst  $400 \text{ m}^2$  med ubrennbar isolasjon min, 2,4 m bred. Oppdelingen utføres slik at den omfatter både gammel og ny brennbar isolasjon. Slik utskifting må også skje ved gjennomføringer og langs brennbar parapet. Ved rehabilitering av varme tak med brennbar isolasjon tekkes med asfaltbelegg, bør i tillegg gammel takteknings fjernes før taket etterisoleres med brennbar isolasjon for ikke å bidra til en uakseptabel brannspredning.

Hvis et tak skal tekkes om og dette gjøres ved at ny tekking legges direkte på gammel tekking, eventuelt med et mellomlegg av filt, så er ingen spesielle branntekniske tiltak påkrevd.

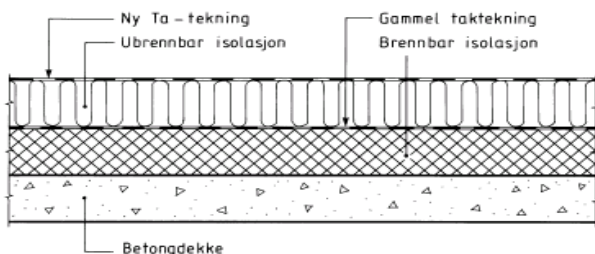


Fig. 35

Ettersolering med ubrennbar isolasjon

- ⇒ Betongdekke med brennbar isolasjon og asfalt takteknings etterisoleres med ubrennbar isolasjon
- ⇒ Ingen krav til oppdeling
- ⇒ Ikke nødvendig å fjerne gammel tekning.

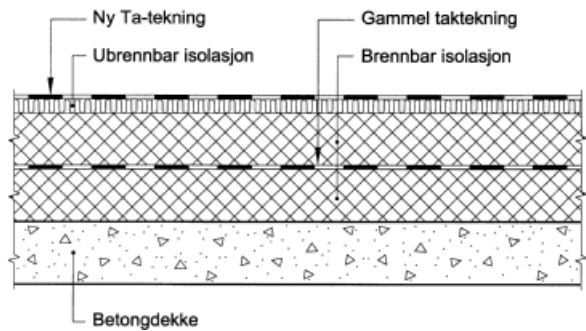


Fig. 36

Ettersolering med brennbar isolasjon tildekket med 30 mm ubrennbar isolasjon

- ⇒ Betongdekke med brennbar isolasjon og asfalt takteknings etterisoleres med brennbar isolasjon tildekket med min 30 mm ubrennbar isolasjon
- ⇒ Ingen krav til oppdeling
- ⇒ Ikke nødvendig å fjerne gammel tekning.

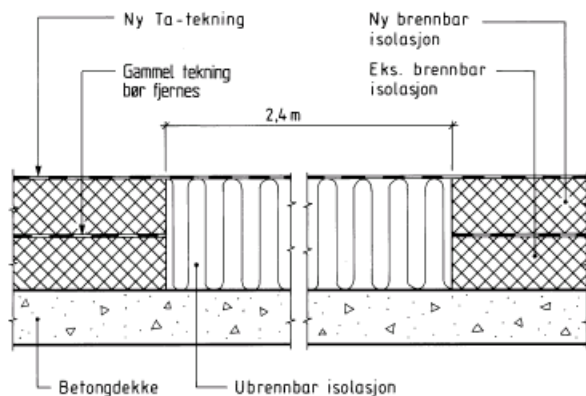


Fig. 37

Ettersolering med brennbar isolasjon

- ⇒ Betongdekke med brennbar isolasjon etterisoleres med brennbar isolasjon
- ⇒ Gammel asfalt takteknings bør fjernes
- ⇒ Gammel og ny brennbar isolasjon oppdeles i areal på høyst  $400 \text{ m}^2$ .

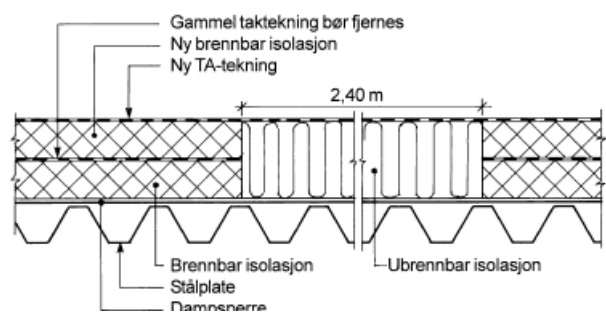


Fig. 38

Ettersolering med brennbar isolasjon

- ⇒ Stålplater med brennbar isolasjon etterisoleres med brennbar isolasjon
- ⇒ Gammel asfalt takteknings bør fjernes
- ⇒ Gammel og ny brennbar isolasjon oppdeles i areal på høyst  $400 \text{ m}^2$
- ⇒ Konstruksjonen kan bare brukes i brannklasse 1.

## 2.10 Terrasser

### 2.10.1 Større terrasser

Større takterrasser og liknende, med areal over 50 m<sup>2</sup>, kan utføres med brennbar isolasjon når utførelsen er i henhold til pkt. 1.4 i dette bladet. Alternativt kan isolasjonen tildekkes på oversiden med påstøp eller sementbasert (uorganisk / ikke fuktømfintlig) platemateriale klassifisert som K10/A2-s1,d0 (K1-A).  
Se også Byggedetaljer 525.304 og 525.305.

### 2.10.2 Terrasser for én bruksenhet eller boenhet i bygninger med flere brannceller

Terrasser for én bruksenhet eller boenhet i bygninger med flere brannceller, for eksempel flermannsboliger og terrassehus, kan utføres med brennbar isolasjon. Mot underliggende rom forutsettes det at den brennbare isolasjonen legges på en etasjeskiller med brannmotstand som krevd for branncellebegrensende konstruksjon i den aktuelle brannklassen. En slik etasjeskiller kan være:

- betong- eller lettbetongdekke
  - massivtredekke
  - minst 30 mm steinullisolasjon på stålplater
  - trebjelkelag med taktro av bord eller plater
- Det forutsettes at den brennbare isolasjonen brytes ved skillevegger mellom ulike bruks-/boenheter på terrassen, for eksempel ved at skilleveggene føres ned til etasjeskiller. Det forutsettes videre at den brennbare isolasjonen byttes ut med steinullisolasjon i en bredde på minst 300 mm mot yttervegg/fasade, skillevegg og gesims som inneholder brennbare materialer, se fig 39. Isolasjonen må tildekkes på oversiden på en av følgende tre måter:
- minst 30 mm steinullisolasjon
  - betongheller lagt tett
  - singel med tykkelse minst 50 mm

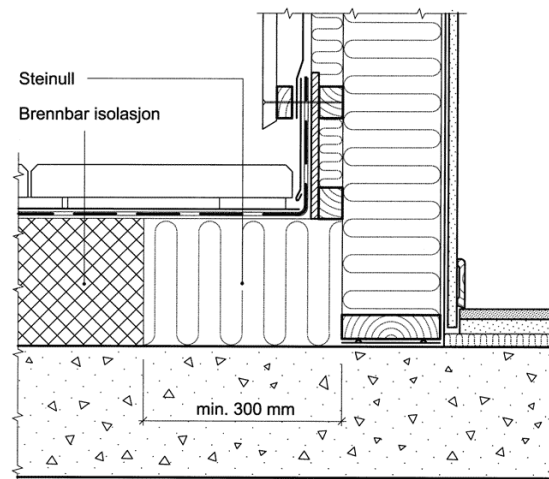


Fig. 39

Isolering av terrasse mot vegg av brennbart materiale

- ⇒ Betongdekke isolert med brennbar isolasjon mot brennbar vegg.
- ⇒ brennbare isolasjonen brytes ved skillevegger mellom ulike bruks-/boenheter på terrassen.
- ⇒ Brennbar isolasjon erstattes med ubrennbar isolasjon min. 0,3 m ut fra brennbar parapet
- ⇒ Isolasjonen tildekkes på oversiden f.eks med betongheller lagt tett.
- ⇒ Konstruksjonen kan brukes i brannklasse 1 - 3.

### 2.10.3 Mindre terrasser

Mindre terrasser over oppvarmet rom i bygning med bare én boenhet (eneboliger) kan utføres med brennbar isolasjon. Det forutsettes at den brennbare isolasjonen legges på:

- betong- eller lettbetongdekke
- massivtredekke med tykkelse minst 100 mm
- minst 30 mm steinullisolasjon på stålplater
- trebjelkelag med taktro av bord eller plater

For å redusere sannsynligheten for antennelse på oversiden bør isolasjonen tildekkes som angitt i pkt. 2.10.1 og 2.10.2

Se også Byggedetaljer 525.304 og 525.305.

### 3. Unngå brannspredning til takkonstruksjoner

Vindu er et brannteknisk svakt punkt. På grunn av termisk utvidelse i glasset, vil dette raskt sprekke og falle ut ved overtenning.

Allerede tidlig i en brann vil flammer gjennom vindu antenne brennbare materialer utenfor vinduet. Flammene vil deretter lett antenne en brennbar takkonstruksjon. En brann vil således spre seg raskt til loft og hulrom under oppførede tretak, og særlig raskt i gesims som er luftet. Se figur 39.

Det mest effektive tiltak mot brannutvikling og brannspredning er sprinkling. I bygninger som er fullsprinklet er andre tiltak for å hindre brannspredning til kalde loft eller yttertak ikke nødvendig. Det forutsettes da at det ikke er tennkilder på loftet (for eksempel ventilasjonsaggregater).

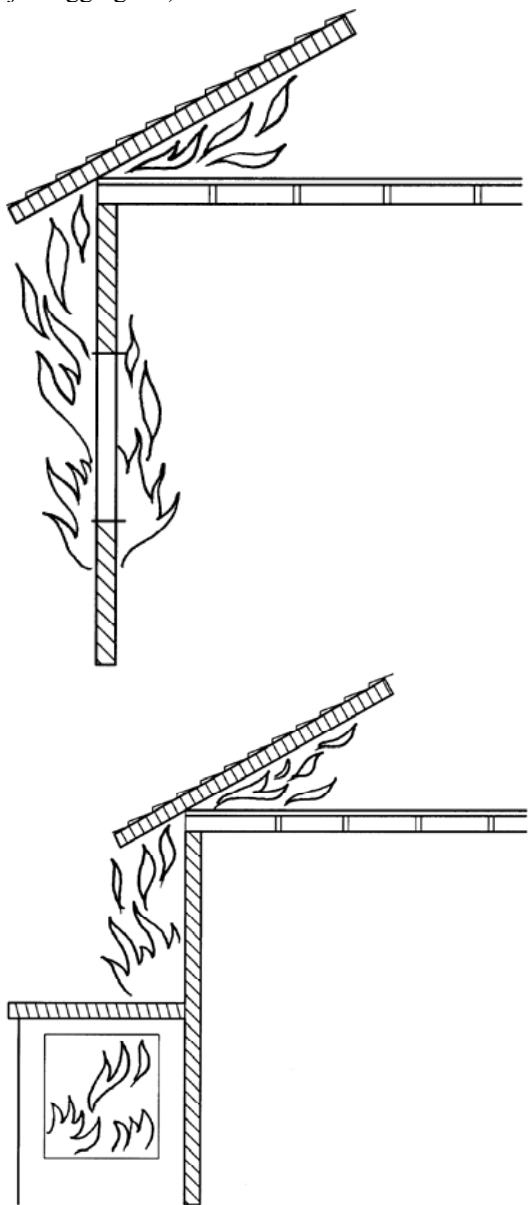


Fig. 39  
Brannspredning fra underliggende rom til tak

I bygninger som ikke er sprinklet må det treffes tiltak for å forsinke brannspredningen fra underliggende rom til brennbar takkonstruksjon. Der loftet skal utgjøre egen branncelle, kan ett tiltak være å kle inn gesimskassa med ubrennbar eller begrenset brennbar kledning. Innkledningen må være helt lufttett for å kunne fungere som brannskille. Lufting av loft kan skje på gavlvegg. Kaldt tak oppnås ved lufting under yttertekkingen og uttørkingsmulighet kreves ved hjelp av et dampåpent undertak.

Dersom loftet tilhører samme branncelle som underliggende etasje, dvs. at vertikalt skille mellom brannceller er ført helt opp til taktekningen, er det i henhold til Veiledning til Teknisk forskrift tilstrekkelig å kle inn gesimskassen 1,8 m ut til hver side fra branncellebegrensende vegg. Dersom undertaket er tilstrekkelig dampåpent kan takfoten tettes helt.

Som et alternativ til tradisjonelle løsninger med kalde loft bør det, spesielt i større bygninger med flere brannceller, heller velges isolerte skråtak, se fig. 40. Ved å bygge på denne måten begrenses brannspredningen, bl.a. ved at man unngår store hulrom som er vanskelig tilgjengelig for brannvesenet.

For øvrig vises til Byggforskseriens blad 321.090, 525.101, 525.102, 525.10, 525.107 og 720.311.

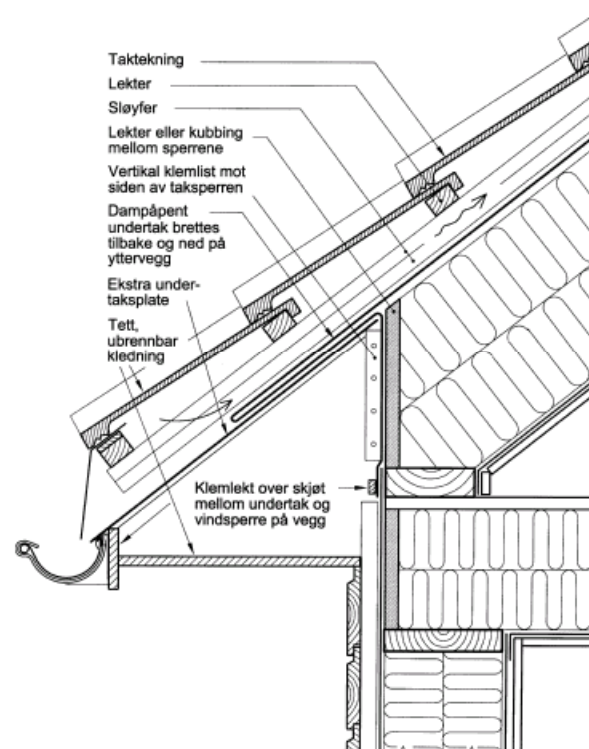


Fig. 40  
Isolert skråtak bør velges istedenfor kaldt loft

## 4. Branntrygg utførelse av tekkearbeider

For å redusere muligheten for antennelse og brannskader i forbindelse med utførelsen av tekkearbeider, bør nedenstående retningslinjer følges (kap. 4.1 og 4.2 nedenfor, er utdrag av retningslinjer fastsatt av Direktoratet for Brann- og eksplosjonsvern).

I samarbeid med skadeforsikringsselskapene i Norge gjennom Norges Forsikringsforbund, er det etablert en sertifiseringsordning for personell som utfører varmearbeider. Med varmearbeider menes sveising, skjæring, lodding, taktekking med åpen flamme og annen bruk av åpen ild eller varme verktøy. Sveising med varm luft er ikke sertifikatpliktig. Etter 1. januar 1999 er krav om å benytte sertifisert personell innarbeidet i forsikringsselskapenes sikkerhetsforskrifter. Hvis det oppstår brann og denne har sammenheng med at det ikke er benyttet sertifisert personell, vil forsikringstakeren få redusert erstatning.

### 4.1 Generelle forholdsregler i forbindelse med tekkearbeider

- Før arbeidet påbegynnes må en undersøke om det foreligger særlige omstendigheter som gjør at risikoen for brann er større enn vanlig. Hvis man er i tvil, bør brannvesenet kontaktes.
- Det må undersøkes om det foreligger noe forbud mot bruk av ild på det sted hvor arbeidet skal utføres.
- Det må undersøkes hvordan brannvesenet lettest varsles.
- Slokningsredskaper eller -midler skal være lett tilgjengelige og medbringes på taket når det brukes åpen ild eller når det smeltes asfalt.
- Orden og renhold. Brennbar avfall og avfall som kan selvantennes, skal legges i egnede beholdere.
- Kontroll etter arbeids slutt. Etter ordinær arbeidsoperasjons slutt skal det påsees at påbudte sikringstiltak er oppfylt.

## 4.2 Spesielle retningslinjer ved tekking med asfalt takbelegg

### 4.2.1 Gassflasker og -slanger

- Gassflasker skal anbringes på et stabilt underlag. Det skal ikke oppbevares flere flasker på taket enn det som til enhver tid er nødvendig for å utføre arbeidet.
- Gassflasker i bruk, og eventuelt reserveflasker, skal stå oppreist og være sikret mot å velte. Tømte flasker skal straks fjernes fra taket.
- Det skal kun benyttes typegodkjent utstyr. Gassflaske skal være utstyrt med regulator for gasstrykk. Av hensyn til faren for uforbrent gass, skal det ikke brukes større gasstrykk enn det brenneren er beregnet til. Vanligvis 2 til 4 bar. Slangene skal kontrolleres daglig og skadde slanger må straks skiftes ut. Lekkasjesøking må under ingen omstendighet skje ved hjelp av åpen ild. Det kan for eksempel benyttes såpevann.
- Væskebrenner skal ikke benyttes.
- Gassflasker skal ikke oppvarmes med brenner.

### 4.2.2 Sveising

- Før sveisearbeid påbegynnes må det undersøkes om det under tak eller bak loddrette flater finnes brennbar materiale. Revner og sprekker skal tildekkes slik at åpen flamme eller sveiseflamme ikke kan trenge inn og antenne brennbar materiale uten tildekking. Åpen flamme skal ikke benyttes nærmere enn 1 m fra brennbar materiale uten tildekking. Lettantennelige stoffer fjernes. Dersom det foreligger risiko for antennelse skal det plasseres brannvakt med slokningsmaterieell.
- Ved anvendelse av sveiseverktøy skal det utvises den største forsiktighet. Varme må ikke rettes mot samme sted i lengre tid.
- Sveising med gassbrenner skal alltid utføres med nok tilførsel av luft til sveiseflammen slik at gassen forbrennes fullstendig.
- Sveiseverktøy må alltid avstenges når arbeidsstedet forlates.
- Slokningsmidler skal være lett tilgjengelig der hvor arbeidet utføres. Minimum 2 stk. 6 kg ABC-håndslukkeapparater eller 25 mm vannslange med påsatt trykk.
- Etter at arbeidet er avsluttet skal det foretas grundig ettersyn av arbeidsstedet, samt av underliggende og tilstøtende rom. Der det er brennbare materialer med fare for ulmebrann skal brannvakt holde stedet under oppsikt i minst 1 time. Ved bruk av varmluft, minst ½ time.

### 4.3 Tekkearbeidene

Det er ikke mulig å gi nøyaktige angivelser for alle situasjoner. Hensikten er derfor å gi hovedregler for å unngå risiko for:

- Direkte antennelse av brennbare materialer
- Etterbrenning i skjulte hulrom
- Spredning av uforbrent gass i skjulte hulrom
- Antennelse i skjulte hulrom.

Den enkelte taktekker må bruke sin egen fagkunnskap sammen med disse rådene for å unngå antennelse.

For å vurdere risiko er kunnskap om underliggende og tilstøtende konstruksjoner av helt avgjørende betydning.

Spesiell antennelsesrisiko har vi på brennbar isolasjon og ved sprekker, hull og åpninger til skjulte rom.

Ved omtekkingsarbeider må det tas hensyn til usikkerhet til oppbygging av de gamle konstruksjonene. Konsekvensene ved brann i eksisterende bygg kan ofte være større enn ved nybygg.

Gassbrennere kan hvis de ikke brukes riktig, avgi uforbrent gass. For å unngå dette må gasstrykket være korrekt i forhold til hva brennerhodet er beregnet for. Videre må brenneren holdes slik at det er nok lufttilførsel til forbrenningsprosessen.

Risiko for øvrig:

- Bruk din egen fagkunnskap
- Spør kollegaer med lang erfaring
- Spør arbeidsgiver hvis du er usikker
- Ta ingen sjanser. Sveis med varmluft på usikre steder.

Noen eksempler på praktiske utførelser som anbefales er vist i figurene 41 til 45:

Der brennbart materiale ikke er tildekket skal det ikke brukes åpen flamme nærmere enn 1 m

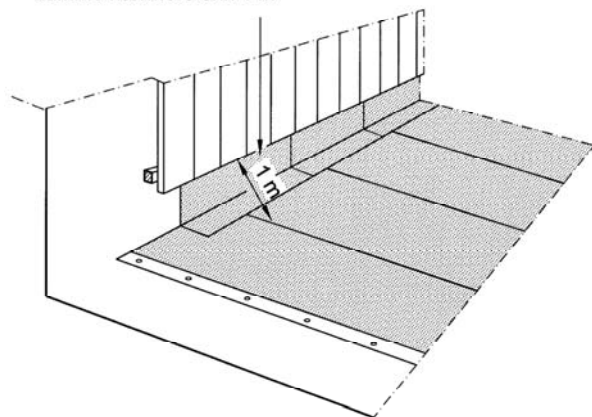


Fig. 41  
Under utlektet kledning på vegg

Ingen flamme nærmere enn 1,0 m fra vegg.  
I tillegg skal åpning under veggkledning dekket med steinullplate.

Når brennbart materiale i hulkil på vegg og flate er tildekket kan det sveises med åpen flamme

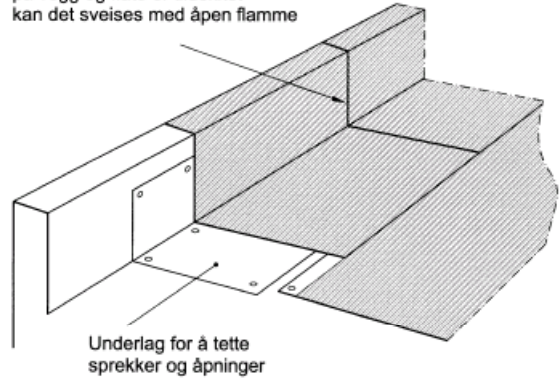


Fig. 42  
Andre oppkanter

Brennbart materiale skal tildekkes. Sprekker og åpninger i gammel tekning skal tettes før bruk av åpen flamme.

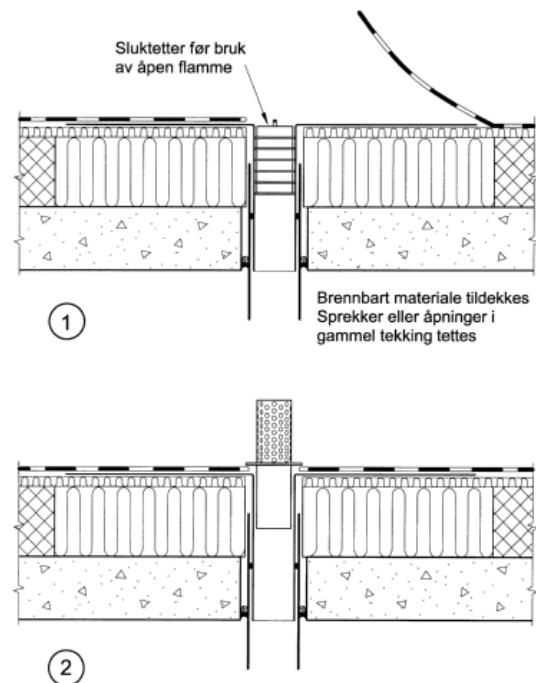


Fig. 43

Sluk

Skal tettes og åpninger skal tildekkes før bruk av åpen flamme. Hvis ikke må det sveises med varmluft.

Gammel takpapp eller bordtak  
Sprekker og åpninger tettes  
før bruk av åpen flamme

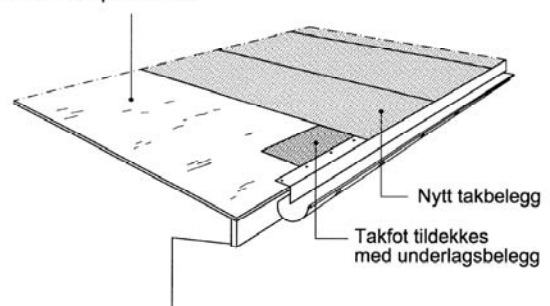


Fig. 44

Takfot på ventilerte takflater

Tildekkes med underlagsbelegg før bruk av åpen flamme. I stedet kan sveising med varmluft benyttes.

Åpninger ved gavl tildekket med underlagsbelegg

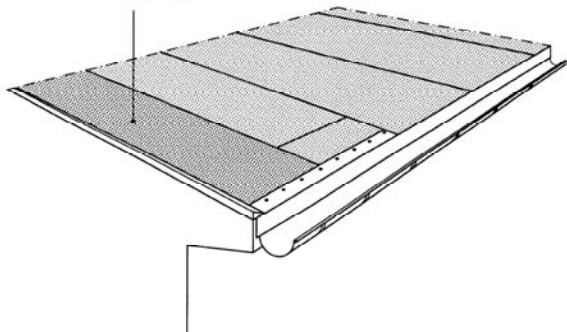


Fig. 45  
Gavl på ventilerte takflater  
Tildekkes med underlagsbelegg i en bredde på minimum 1 m før bruk av åpen flamme. I stedet kan sveising med varmluft benyttes.

Tabell 3  
Når det ikke må brukes åpen flamme

Unngå bruk av åpen flamme	Unntak
<p>Pkt. 1</p> <p>a. På brennbare flater</p> <p>b. På brennbare flater som har gammel tekning med sprekker eller hull.</p>	<p>Flate som er tildekket med underlagsbelegg eller spesiell beskyttelsesrim, beregnet til formålet.</p> <p>Gammel tekning hvor hull og sprekker er tettet.</p> <p>I tillegg skal rom på baksiden kunne inspiseres.</p>
<p>Pkt. 2</p> <p>Nærmere enn 1,0 m fra nedestående detaljer som ikke er tildekket med underlagsbelegg.</p> <p>a. Sluk</p> <p>b. Gesims</p> <p>c. Gjennomføringer</p> <p>d. Bordtakbeslag til utvendig takrenne</p> <p>Åpninger til underliggende eller bakenforliggende rom eller hulrom, skal alltid være lukket for flamme eller gassinntrengning når flamme brukes nærmere enn 1,0 m.</p>	<p>Når tekkingen utføres på nybygg med varmt, kompakt tak som er isolert i henhold til TPF nr. 6</p>
<p>Pkt. 3</p> <p>Nærmere enn 1,0 m fra følgende detaljer, selv om de er tildekket:</p> <p>a. Luftinntak til ventilasjonsanlegg</p> <p>b. Underkant på utlektet trekleddning (brennbar kledning) på vegg.</p> <p>Luftinntak (a) skal i tillegg være lukket for flamme og gassinntrengning.</p>	<p>Ingen unntak. Bruk varmluft</p>

**FORHOLDSREGLER FOR VARME ARBEIDER VED TAKTEKKING (sjekklister)**

Prosjekt: .....

Bygningsdel: .....

Følgende punkter skal kontrolleres før utførelse av varme arbeider på tak: Alle punktene vurderes for hver jobb. Hvis tiltaket anses for unødvendig, eller hvis det tas spesielle foranstaltninger, skrives dette under "Kommentarer" på baksiden.

L.Nr	Sjekkpunkt	Ikke aktuelt	Ja	Nei	Hvis nei, hva gjøres og når	Angi hvem som evt. er ansvarlig
1	Er byggherren kjent med hvordan sveisearbeidet blir utført?					
2	Har byggherren oppnevnt brannansvarlig person?					
3	Er byggherren spurt om bygningskonstruksjonens oppbygging?					
4	Er bygningskonstruksjonen kjent?					
5	Har den som skal utføre arbeidene gyldig sertifikat?					
6	Er arbeidsstedet og de nærmeste omgivelsene ryddet for brennbart, uvedkommende materiale eller avfall?					
7	Er åpninger tildekket med hensyn til brannfare?					
8	Er godkjent slokkeutstyr, minimum 2 stk. 6 kg ABC-håndslukkeapparat eller brannslange 25 mm med påsatt trykk, plassert lett tilgjengelig på arbeidsplassen?					
9	Er det ordnet med brannvakt: a) Under arbeidet? b) I pauser? c) Minst 1 time etter at sveisingen er avsluttet!?					
10	Står alle propanflasker oppreist både under bruk og lagring?					
11	Er sveiutstyret av godkjent type?					
12	Er slanger, regulatorer og brennere i orden og i riktig forhold til hverandre?					
13	Bli propantilførselen stengt når brenneren forlates?					
14	Bli automatisk brannalarm utkoblet under arbeidets gang?					
15	Bli automatisk brannalarm innkoblet etter endt arbeid?					
16	Er bygningskonstruksjonen av en slik art at nærmeste brannvesen bør varsles om de varme arbeidene?					
17	Er det vurdert om det er tilstrekkelige rømningsveier? Konf. Arbeidsmiljøvernloven § 8 pkt. g?					

Kontroll utført av:..... Dato: .....

Underskrift:.....