

PROSJEKTERINGSANVISNING

BRANNSIKRING AV TRE



PAROC[®]

INNHold:

| | |
|---|----|
| 1. Brannbeskyttelsesveiledning/lette og bærende trekonstruksjoner | 3 |
| 2. Bestemmende beskyttelsesmetode..... | 4 |
| 3 Bærende konstruksjoner, brannsikring (R)..... | 5 |
| 4 Konstruksjoner delvis isolert med steinull..... | 10 |
| 5 Tak med steinullisolasjon..... | 10 |
| 6 Krysslimt tre..... | 11 |
| 7 Skillende funksjon..... | 18 |
| 8 Antennelsesbeskyttende kledning K ₂ | 24 |
| 9 Paroc-løsninger..... | 25 |
| 10 Brannisolering av ventilasjonskanaler..... | 35 |

1. BRANNBESKYTTELSESVÆILEDNING FOR LETTE OG BÆRENDE TREKONSTRUKSJONER

Riktignok er tre klassifisert som brennbart materiale, men en korrekt bygd trekonstruksjon tåler en brann svært godt. En lett trekonstruksjon er vanligvis beskyttet mot brann ved hjelp av ikke-brennbare materialer. En massiv trekonstruksjon har en bedre egen brannmotstand fordi det dannes et forkullet lag som bremser varmeinntrengningen.

Når massive trekonstruksjoner utsettes for brann, vil det ytre laget av treet nå sitt brennpunkt ved omtrent 300 °C, og da antennes treet og brenner raskt. Det brente treverket blir til et forkullet lag som mister all styrke, men som likevel har en rolle som isolerende lag og hindrer altfor kraftig temperaturøkning i kjernen. Forkullingsgraden er mer eller mindre konstant. Det avhenger av tettheten og fuktinnholdet i treverket samt varmeeksponeringen.

Brannmotstandskravet for en bygning angis som brannmotstandstid med en verdi i minutter (30, 60, 90 osv. opptil 120 minutter). Denne informasjonen er vanligvis inkludert i lokale byggeforskrifter og avhenger av bygningens type og høyde samt antall personer som oppholder seg i bygningen. I praksis går den ut på at rammekonstruksjonen må opprettholde sin bæreevne under hele brannen, inkludert den avtakende fasen. Det er konstruktørens ansvar å spesifisere, ved hjelp av konstruksjonsnormer som EN 1995-1-2, Eurokode 5 del 1-2 (Brannteknisk dimensjonering), de riktige grensene eller bruddtemperaturen for en bestemt konstruksjon.

Materialer testes vanligvis med en standard brannkurve i henhold til EN 1363 som viser hvordan en virkelig brann utvikler seg.

Resultatene av brannmotstandstesten uttrykkes som tidspunktet da ett eller flere av de tre kriteriene ikke lenger oppfylles:

- Bæreevne (R)
- Integritet (gjennomgang av varme gasser/flammer) (E)
- Isolasjon (temperaturøkning) (I)

I bærende konstruksjonselementer som bjelker og søyler hindrer motstanden R at konstruksjonen kollapser. Generelt gjelder skillefunksjonen (E og I) for konstruksjoner som danner en integrert del av rommets vegger og tak, for eksempel vegger og bjelker.

For å unngå at det skal kreves brannsikkerhetstest for hvert byggeprodukt, er det utviklet beregningsmetoder for å definere termiske og mekaniske påkjenninger, og dermed evaluere brannmotstanden i konstruksjoner laget av betong, stål, stål/betong blandet, tre, tegl og aluminium. Disse beregningsmetodene finnes i Eurokodes avsnitt om brannegenskaper.



2. FASTSETTE BESKYTTELSMETODE

Det er tre forskjellige måter å forbedre brannmotstanden til trekonstruksjoner:

- ved å bruke massive tverrsnitt
- overdimensjonere tverrsnittet
- beskytte konstruksjonene med ikke-brennbare materialer.

a. Ikke-beskyttet tre; massive trekonstruksjoner

Dersom et massivt treelement må være helt eller delvis eksponert eller hvis isolasjonsmaterialene ikke kan gi den nødvendige brannmotstanden, kan selve treelementet utstyres med egen brannmotstand ved tilføring av buffertre som øker treelementets bredde og/eller dybde.

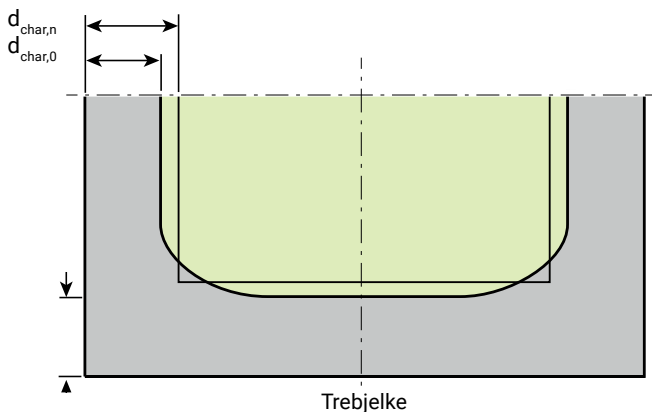
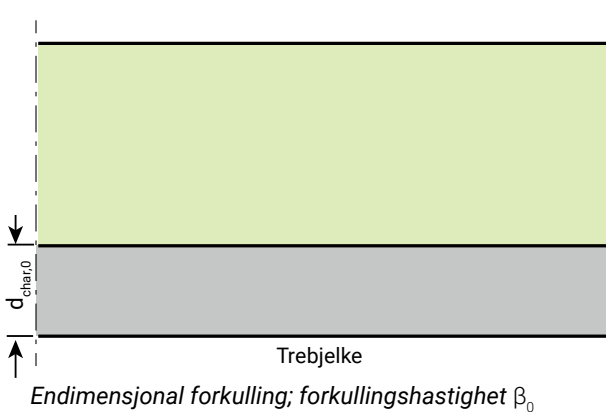
Eurokode 5 (EN 1995-1-2) gir noen enkle beregningsmetoder for å fastsette forkullingshastigheten og -dybden for ulike treseksjoner.

Forkullingsdybden d_{char} uttrykkes som:

$$d_{char} = \beta t$$

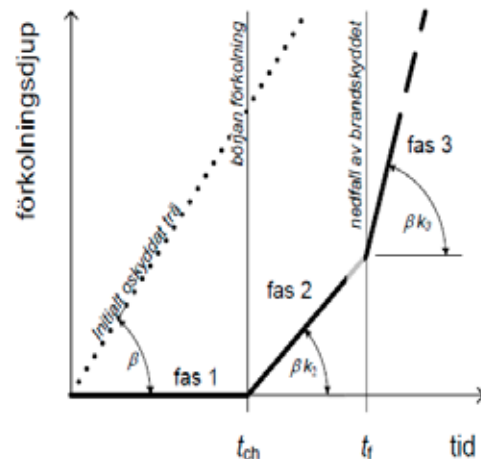
Der β er forkullingshastighet (i mm/min) for mykt tre, f.eks. 0,7-0,8 mm/min, og t er tidspunktet for branneksposering.

For mykt tre angis den (endimensjonale) forkullingsgraden for Eurokode 5 uavhengig av treslag og tetthet. Forkullingsforholdet er rimelig godt nok for rektangulære tverrsnitt (todimensjonal forkulling) som eksponeres på tre eller fire sider, eller plater (endimensjonal forkulling) som eksponeres på den ene siden.



b. Beskyttet tre:

Med denne metoden beskyttes tre mot brannen i en viss brannmotstandstid. Begynnelsen på forkullingen forsinkes frem til tiden t_{ch} .



Charring depth $d_{char,0}$ or $d_{char,n}$ (mm)

For beskyttet tre bør forskjellige forkullingshastigheter brukes i ulike faser av branneksposeringen. Hvis treet er beskyttet av en kledning, blir begynnelsen av forkullingen forsinket. Hvis kledningen faller av, antas forkullingen å skje dobbelt så fort (sammenlignet med forkulling av opprinnelig ubeskyttede overflater) så lenge forkullingsdybden ikke er større enn 25 mm ($k_3 = 2$). Videre, etter denne forkullingsdybden, fortsetter forkulling med den hastigheten som gjelder for opprinnelig ubeskyttet tre.

Hvis beskyttelsen blir igjen etter at forkulling har begynt, for eksempel ved bruk av gipsplater type F, som har lav varmeledningsevne ved høye temperaturer, følger en fase med redusert forkulling etter begynnelsen på forkulling ($k_2 < 1$).

Når beskyttelsen går i stykker, kan det skje på to måter: termisk nedbrytning av beskyttelsen eller uttrekking av festemidler fordi treverket bak beskyttelsen forkulles. Når det gjelder uttrekking av festemidler, skal inntrengningslengden i ubrent treverk alltid være minst 10 mm.

I Eurokode 5 er det spesifikke branndimensjoneringsmetoder for ulike bruksområder:

- Bjelker og søyler
- Isolerte og uisolerte vegger og bjelkelag

3. BÆRENDE TREKONSTRUKSJONER, BRANNSIKKERHET (R)

Ifølge Eurokode 5 skal beregningsmodellen ikke brukes til en høyere klasse enn R60, men i Brannsikre Trehus versjon 3, som utfyller Eurokode 5 i Sverige, finnes det ingen slik begrensning. Det er vist at modellen har blitt brukt i flere veggtester for R90 og lenger.

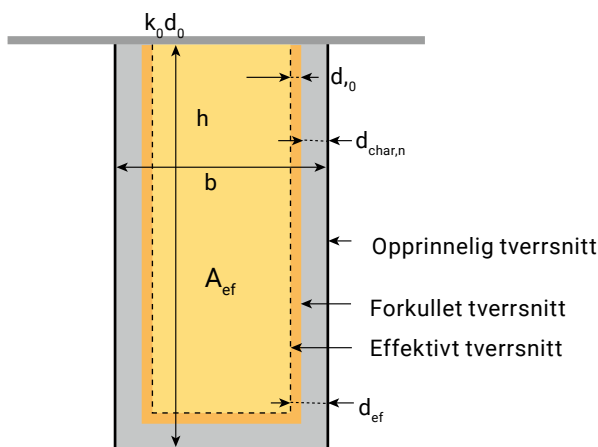
I teksten nedenfor har vi studert forkulling av massive og brannbeskyttede tverrsnitt for å lette dimensjoneringen. Ikke-skillende bærende konstruksjoner skal utformes for å motstå branneeksponering på begge sider samtidig.

a. Forkulling i massive og brannbeskyttede bjelker og søyler

Massive bjelker og søyler uten brannbeskyttelse

For metoden med redusert tverrsnitt beregnes et effektivt tverrsnitt ved å redusere det opprinnelige tverrsnittet med den effektive forkullingsdybden d_{ef} fra alle eksponerte sider på bjelken eller søylen.

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$



$$d_{char,n} = \beta_n t$$

β_n = tabellverdi i EK5-tabell 3.1

t = tid for branneeksponering

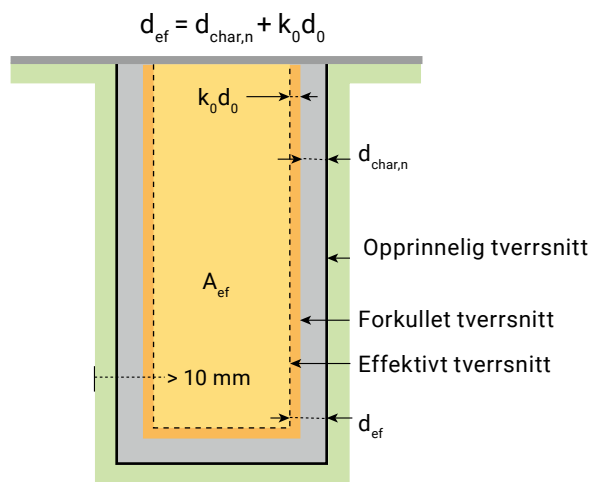
Dimensjonering foretas for det reduserte tverrsnittet. Dimensjoneringsmetoden kan brukes for alle brannmotstandsklasser (R).

$A_{ef} = (h - 2d_{ef})(b - 2d_{ef})$, når bjelken eller søylen eksponeres fra fire sider

$A_{ef} = (h - d_{ef})(b - 2d_{ef})$, når bjelken eller søylen eksponeres fra fire sider

Bjelker og søyler med brannbeskyttelse

Hvis bjelken eller søylen er beskyttet mot brann, begynner forkullingen av tre senere. For dimensjonerende beregninger er det viktig å vite når forkullingen bak brannbeskyttelsen begynner t_{ch} , når brannbeskyttelsen svikter t_r , hvor raskt forkulling oppstår bak beskyttelsen (k_2) og hvor raskt forkulling oppstår etter at beskyttelse har sviktet (k_3). Når disse verdiene er kjent, er det mulig å beregne forkullingsdybden og kontrollere virkningen av den på bjelkens eller søylens mekaniske egenskaper.



$$t_{ch} = 0,8h_{ins} + 3,4$$

t_{ch} = starttid for forkulling (min)

h_{ins} = tykkelsen på steinullaget (mm), >20 mm

ρ_{ins} = steinullens tetthet (kg/m^3)

For trebjelker og trestolper beskyttet med steinullplater bør vanligvis tidspunktet for begynnelsen av forkulling t_{ch} beregnes med formelen (EK5 3.13) $t_{ch} = 0,07(h_{ins} - 20)\sqrt{\rho_{ins}}$

Branntester og analyser av RISE har vist at vi kan bruke følgende gunstigere formel for PAROC FPS 17 Brannplate 170:

Hvis bjelker eller søyler beskyttes med **plater av type A, F eller H**, kan starttidspunktet for forkulling beregnes ved hjelp av formelen (EK5 3.11)

$$t_{ch} = 2,8 h_p - 14, \text{ fuge} \leq 2 \text{ mm}$$

$$t_{ch} = 2,8 h_p - 23, \text{ fuge} > 2 \text{ mm}$$

Hvis brannbeskyttelsen utgjøres av mer enn ett lag gipsplater, reduseres tykkelsen på den andre platen i beregningen. Ved double lag av gips type A eller H reduseres tykkelsen på det andre laget til halvparten. I en konstruksjon med dobbelt lag av gips hvorav minst ett er type F, er det viktig at det beste gipslaget (type F i dette tilfellet) brukes som ytre lag. På denne måten kan det indre gipslaget reduseres med bare 20 %. Dersom det ytre laget består av type A eller H og det indre laget av type F, bør begge lagene antas å være type A eller H og reduseres med 50 %.

Tabellen nedenfor inneholder noen ferdigberegnete t_{ch} -verdier for bjelker og søyler med forskjellig brannbeskyttelse:

| Type beskyttelse | Tykkelse på 1. plate (som utsettes for brann) (mm) | Tykkelse på 2. plate (mm) | h_p (mm) | t_{ch} (når fugen er ≤ 2 mm) (min) |
|-----------------------|--|---------------------------|----------------|---|
| A (normal) | 12,5 | - | 12,5 | 21 |
| 2 x A | 12,5 | 12,5 | 18,75 | 38 |
| F + A | 15 | 12,5 | 25 | 45 |
| F (brann) | 15 | - | 15 | 28 |
| 2 x F | 15 | 15 | 27 | 61 |
| H (vindspærre) | 9 | - | 9 | 11 |
| | | | h_{ins} (mm) | t_{ch} |
| PAROC FPS 14 | 60 | - | 60 | 33 |
| PAROC FPS 17 | 30 | - | 30 | 19,4 |
| PAROC FPS 17 | 50 | - | 50 | 43,3 |
| PAROC FPS 17 | 60 | - | 60 | 51,4 |

h_p = total tykkelse på alle beskyttende lag i mm

h_{ins} = tykkelse på isolasjonslaget

Hvis brannbeskyttelsen foretas med gipsplater av type A eller H, begynner forkullingen samtidig som beskyttelsen faller, i dette tilfellet trenger ikke verdien k_2 å beregnes ettersom $t_{ch} = t_f$. Når beskyttelsen faller, skjer forkullingen med dobbel hastighet til dybden av forkullingen er 25 mm. Derfor multipliseres de nominelle forkullingshastighetene i EK5-tabell 3.1 med $k_3 = 2$ til forkullingsdybde 25 mm er nådd (t_a). Etter øyeblikket t_a fortsetter forkullingen i henhold til tabellverdiene til β_n .

Med steinull og gipsplater av type F begynner forkullingen ved t_{ch} med redusert hastighet når beskyttelsen fortsatt er intakt. For det tidspunktet da forkullingen starter og før beskyttelsen faller, bør forkullingshastighetene i EK5-tabellene multipliseres med en faktor på k_2 .

Hvis brannbeskyttelsen består av gipsplater av type F, skal de nominelle verdiene for forkullingshastighet i EK5-tabell 3.1 multipliseres med k_2 til forkullingen når 25 mm dybde (t_a). Nedfallstid t_f for gipsplater av type F skal oppgis av produsenten.

$$k_2 = 1 - 0,018 h_p$$

Hvis trebjelker og trestendere er beskyttet av plater av steinull med en tykkelse på minst 20 mm og tetthet på minst 26 kg/m³ (som tåler varme opp til 1000 °C), vises verdien k_2 i tabellen nedenfor.

Tykkelse på isolasjon av steinull (h_{ins}) (EK5-tabell 3.2)

| h_{ins} (mm) | k_2 |
|----------------|-------|
| 20 | 1 |
| 25 | 0,92 |
| 30 | 0,84 |
| 35 | 0,76 |
| 40 | 0,68 |
| ≥ 45 | 0,6 |

Som tidligere nevnt er det spesielle branntester og analyser utført av RISE på Paroc brannplate FPS 17. Disse viser at hvis brannbeskyttelsen består av PAROC FPS 17, kan følgende verdi av k_2 brukes:

$$k_2 = 0,9 - 0,007 h_p$$

En tabell for verdier av k_2 for brannbeskyttelse av PAROC FPS 17:

| h_{ins} (mm) | k_2 |
|----------------|-------|
| 20 | 0,76 |
| 25 | 0,725 |
| 30 | 0,69 |
| 35 | 0,62 |
| 40 | 0,55 |
| ≥ 45 | 0,48 |

I trinnet etter at beskyttelsen svikter, skal verdiene av forkullingshastigheten i tabellen multipliseres med $k_3 = 2$. (EK5 3.1)
Hvis noen steinullplater ikke er testet for dette formålet, er det mulig å anta at $t_f = t_{ch}$

Tidspunktet for når forkullingen når en dybde på 25 mm (t_a), kan beregnes med følgende formler:

$$t_a = \min \left\{ \begin{array}{l} 2t_f \\ 25/k_3 \beta_n + t_f \end{array} \right.$$

Hvis en beskyttelse av gipsplater type A faller etter 21 minutter, begynner forkullingen med dobbel hastighet $2 \times 0,8$ mm/min og 25 mm dybde av forkullingen nås på tiden $t_a = 25 \text{ mm} / 2 \times 0,8 \text{ mm/min} + 21 \text{ min} = 36,6 \text{ min}$. Dermed nås en forkullingsdybde på 25 mm etter 36,6 minutter.

For gipsplater av type F må verdien t_f fås fra produsenten (eller fra Brannsikre Trehus 3). Tiden t_a til en forkullingsdybde på 25 mm kan beregnes ved hjelp av følgende formel:

$$t_a = [25 - (t_f - t_{ch})k_2 \beta_n / k_3 \beta_n] + t_f$$

Regneeksempel:

Trebjelken er beskyttet med brannbeskyttelsesplater på tre sider. Når begynner forkullingen av treet?

- Beskyttelsen består av et lag med 12,5 mm gipsplater (A, F eller H), med mindre fuge enn 2 mm:

$$t_{ch} = 2,8 h_p - 14 = 2,8 \times 12,5 - 14 = \mathbf{21 \text{ min}}$$

- Beskyttelsen består av to lag: Ytterst en 15 mm gipsplate (F) og innenfor en 12,5 mm gipsplate (A): $h_p = 15 \text{ mm} + 0,8 \times 12,5 \text{ mm} = 25 \text{ mm}$ (i beregningen er det tillatt å bruke 80 % av tykkelsen på den indre platen) så lenge den ytre platen består av branngips type F. $t_{ch} = 2,8 h_p - 14 = 2,8 \times 25 \text{ mm} - 14 = \mathbf{\sim 56 \text{ min}}$

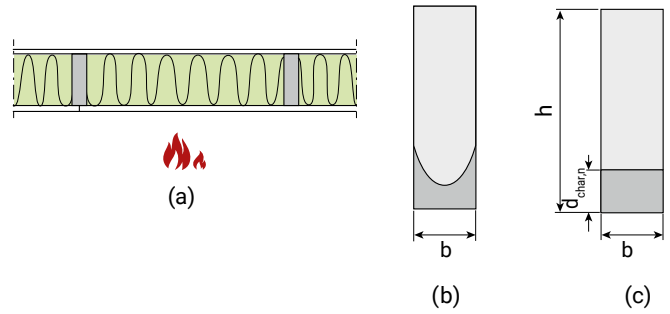
- Bjelker og søyler som beskyttes med steinull, isolasjonstykkelser (ρ_{ins}) 170 kg/m³, tykkelse (h_{ins}) 60 mm:

$$t_{ch} = 0,8 h_{ins} + 3,4 = 0,8 \times 60 + 3,4 = \mathbf{51 \text{ min}}$$

b. Vegger og bjelkelag isolert med steinull

Trestendervegger består vanligvis av trestendere og en kledning som sitter på begge sider av trestenderne. Hulrommene kan være tomme, delvis eller helt fylt med isolerende steinull.

For yttervegger i høye trebygninger kreves det generelt minst isolasjon med brannklassifisering A2-S1, d0 av brannsikkerhetshensyn. Ifølge Eurokode 5 kan bare ikke-brennbar steinullisolasjon (>26 kg/m³) forbedre brannmotstanden til veggkonstruksjonen. Steinull motstår brann ekstremt godt, og beskytter dermed veggstenderne fra de isolerte sidene, slik at forkulling bare oppstår på kortsiden av veggstolpen. Med alle andre isolasjonsmaterialer foretas beregningen som om det ikke er isolasjon i hulrommet. Dette betyr at også de lange sidene på veggstenderne sannsynligvis forkulles.



Tversnitt av tverrammeenhet med hulrom isolert helt med steinull (a) og forkulling av treelementer med virkelig (b) og tilsvarende (teoretisk) gjenstående tversnitt (c).

Også for dimensjonerende beregninger av vegg- og bjelkelagskonstruksjoner

er det viktig å vite når forkullingen bak brannvernet begynner t_{ch} , nedfallstiden for brannbeskyttelsen t_f , hvor raskt forkulling skjer bak beskyttelsen (k_2) og hvor raskt forkulling skjer etter at beskyttelsen har falt ned (k_3).

Teoretisk forkullingsdybde for trestendere i vegger eller gulv isolert med steinull beregnes ved hjelp av følgende formler:

$$d_{char,n} = \beta_2 (t_f - t_{ch}) + \beta_3 (t - t_f)$$

$\beta_2 = k_s k_2 k_n \beta_0$ = teoretisk forkullingshastighet før brannbeskyttelsen faller ned ($t_{ch} \leq t \leq t_f$)

$\beta_3 = k_s k_3 k_n \beta_0$ = teoretisk forkullingshastighet når brannbeskyttelsen har falt ned ($t \geq t_f$)

t_{ch} = tid når forkulling av trestenderne begynner

t_f = tidspunkt når beskyttelsen faller ned.

- Hvis en trekonstruksjon beskyttes med gipsplater av type A, F eller H, kan startpunktet for forkulling beregnes ved hjelp av formelen (EK5 3.11)

$$t_{ch} = 2,8 h_p - 14, \text{ mindre fuge enn 2 mm}$$

$$t_{ch} = 2,8 h_p - 23, \text{ større fuge enn 2 mm}$$

Hvis brannbeskyttelsen består av mer enn ett lag gipsplater, reduseres tykkelsen på den andre platen i beregningen (se instruksjonene for bjelker og søyler).

- Bruddtid for brannbeskyttelse av gipsplater av type A eller H kan beregnes ved hjelp av samme formel som t_{ch} (EK5 Formel C.8):

$$t_f = 2,8 h_p - 14$$

- For gipsplater av type F $t_{ch} < t_f$. Bruddtid t_f for gipsplater av type F skal oppgis av produsenten.
- Tverrsnittsfaktoren k_s tar hensyn til bredden på det opprinnelige tverrsnittet. Verdier for k_s som trengs for beregningen, vises i tabellen nedenfor (EK5-tabell C.1):

| b(mm) | k_s |
|-------|-------|
| 38 | 1,4 |
| 39 | 1,39 |
| 40 | 1,37 |
| 41 | 1,36 |
| 42 | 1,34 |
| 43 | 1,33 |
| 44 | 1,31 |
| 45 | 1,3 |
| 46 | 1,29 |
| 47 | 1,27 |
| 48 | 1,26 |
| 49 | 1,25 |
| 50 | 1,23 |
| 51 | 1,22 |
| 52 | 1,21 |
| 53 | 1,19 |
| 54 | 1,18 |
| 55 | 1,17 |
| 56 | 1,15 |
| 57 | 1,14 |
| 58 | 1,13 |
| 59 | 1,11 |
| 60 | 1,1 |

For dimensjoner $b > 90$ mm, $k_s = 1$

Alternativt kan k_s beregnes slik:

$$k_s = 0,000167b^2 - 0,029b + 2,27 \quad \text{for } 38 \text{ mm} \leq b \leq 90 \text{ mm}$$

- For gipsplater av type A eller H er det ikke behov for isolasjonsfaktor k_2 fordi forkullingen begynner samtidig som brannbeskyttelsesplaten brister. For gipsplater av type F beregnes k_2 ved hjelp av følgende formler (EK5-formel C.3 og C.4):

$k_2 = 1,05 - 0,0073 h_p$ (hvis fugene er beskyttet av andre plater eller hvis det ikke er fuger i brannbeskyttelseslaget i det hele tatt)

$k_2 = 0,86 - 0,0037 h_p$ (hvis fugene er beskyttet av trestendere eller en annen underliggende plate, for eksempel F+A)

- Hvis konstruksjonen er isolert med steinull, som fortsatt er intakt etter at gipsplaten er ødelagt, kan faktoren etter

ødelagt beskyttelse k_3 beregnes med følgende formel (EK5-formel C.5):

$$k_3 = 0,036 t_f + 1$$

- Det uregelmessige resttverrsnittet må omdannes til et teoretisk rektangulært tverrsnitt. Til dette formålet er det en konstantverdi som angis i EK5 C.2.1:

$$k_n = 1,5$$

- β_0 nominell forkullingshastighet for treverk fremgår av EK5-tabell 3.1

Regneeksempel: Forkullingsdybde på trestender i bærende skillevegg etter 30 minutters ($t=30$) branneksponeing.



- Bærende trestendere 45×145×2800 mm C24 cc600,
- Gipsplater 12,5 mm av type A på begge sider av vegg
- Isolasjon av steinull 145 mm (tetthet 30 kg/m³)

Først må vi beregne den teoretiske forkullingshastigheten før og etter at det brannbeskyttende laget av gipsplater faller ned:

For kledningsplater laget av tre og gips av type A eller H: $t_{ch} = t_f$ skjer det derfor ingen forkulling før gipsplaten faller. (Gjelder gipsplater av type A eller H: EK5 C.8)

$$\beta_2 = 0 \text{ mm/min}$$

$t_f = 2,8 \times h_p - 14 = 2,8 \times 12,5 \text{ mm} - 14 = 21 \text{ min}$ ($t_{ch} = t_f$). Etter 21 minutter faller gipsplaten, og forkulling begynner i den synlige delen av trestenderen.

Forkullingshastighet etter at de beskyttende gipsplatene faller:

$$\beta_3 = k_s k_3 k_n \beta_0 = 1,3 \times 1,756 \times 1,5 \times 0,65 = 2,23 \text{ mm/min}$$

$k_s = 1,3$ (tverrsnittsfaktor for trestender basert på dimensjoner, EK5-tabell C.1)

$k_3 = 0,036 \times t_f + 1 = 1,756$ (faktor etter nedfall av beskyttelsen hvis steinull brukes som isolasjon i hulrom. EK5-formel C.5)

$k_n = 1,5$ (faktor for å konvertere det uregelmessige resttverrsnittet til et teoretisk rektangulært tverrsnitt. EK5 C.2.1)

$\beta_0 = 0,65 \text{ mm/min}$ (endimensjonal forkullingshastighet for tre,

EC-tabell 3.1). Etter 30 minutters brannekspnering ($t=30$ min) er forkullingsdybden på synlig treverk:

$$d_{\text{char,n}} = \beta_2 (t_f - t_{\text{ch}}) + \beta_3 (t - t_f) = 0 + 2,23 \text{ mm/min} \times (30 - 21 \text{ min}) = 20,07 \text{ mm}$$

Tidspunkt for når forkullingsdybden er 25 mm $t_a = 25 / (k_s k_3 k_n \beta_0) + t_f = 25 / 2,226 + 21 = 32,2$ min

Nedfallstider fra databasen

I håndboken Brannsikre Trehus, versjon 3 presenteres 3 tabeller

Nedfallstider for gipsplater t_f i millimeter med platetykkelse h_p og total platetykkelse $h_{p,\text{tot}}$ i millimeter

| Kledning | Vegger | | Bjelkelag | |
|-------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------|--|
| | t_f | Gyldighet | t_f | Gyldighet |
| Gipsplater Type F, ett lag | $4,5 h_p - 24$ | $9 \text{ mm} \leq h_{p,\text{tot}} \leq 18 \text{ mm}$ | $h_p + 10$ | $12,5 \text{ mm} \leq h_{p,\text{tot}} \leq 16 \text{ mm}$ |
| | 57 | $h_p > 18 \text{ mm}$ | 26 | $h_p > 16 \text{ mm}$ |
| Type F, to lag | $4 h_{p,\text{tot}} - 40$ | $25 \text{ mm} \leq h_{p,\text{tot}} \leq 31 \text{ mm}$ | $2t_{p,\text{tot}} - 3$ | $25 \text{ mm} \leq h_{p,\text{tot}} \leq 31 \text{ mm}$ |
| | 84 | $h_{p,\text{tot}} \geq 31 \text{ mm}$ | 59 | $h_{p,\text{tot}} \geq 31 \text{ mm}$ |
| Type F + Type A ^a | 81 | $h_p \geq 15 \text{ mm}^b$ $h_{p,\text{tot}} \geq 27 \text{ mm}$ | 50 | $h_p \geq 15 \text{ mm}^b$ |
| Type A, ett lag | $1,9 h_p - 7$ | $9 \text{ mm} \leq h_{p,\text{tot}} \leq 15 \text{ mm}$ | $1,8 h_p - 7$ | $12,5 \text{ mm} \leq h_{p,\text{tot}} \leq 15 \text{ mm}$ |
| | 21,5 | $h_p > 15 \text{ mm}$ | 20 | $h_p > 15 \text{ mm}$ |
| Type A, to lag | $2,1 h_{p,\text{tot}} - 14^c$ | $25 \text{ mm} \leq h_{p,\text{tot}} \leq 30 \text{ mm}$ | - ^d | |
| | 49 | $h_{p,\text{tot}} \geq 30 \text{ mm}$ | | |
| Type A, tre lag | 55 | $h_{p,\text{tot}} \geq 37,5 \text{ mm}$ | - ^d | |
| Gipsfiberplater ett lag | $2,4 h_p - 4$ | $10 \text{ mm} \leq h_{p,\text{tot}} \leq 12,5 \text{ mm}$ | - ^d | |

Starttider for forkulling t_{ch} i henhold til $t_{\text{ch}} = 2,8h_p - 14$ (Eurokode) og nedfallstider t_f fra Brannsikre trehus.

| Kledning | Tykkelse mm | Vegger | | Bjelkelag | |
|-----------------|----------------|-----------------|-------|-----------------|--------------------|
| | | t_{ch} | t_f | t_{ch} | t_f |
| Type A, ett lag | 12,5 | 16,8 | 16,8 | 15,5 | 15,5 |
| Type F, ett lag | 12,5 | 21,0 | 32,3 | 21,0 | 22,5 |
| | 15 | 28,0 | 43,5 | 25,0 | 25,0 |
| Type A, to lag | 25 | 31,5 | 38,5 | 31,5 | Ingen informasjon: |
| Type F + Type A | 25 | 37,8 | 50,8 | 36,0 | 36,0 |
| | 27,5 | 44,8 | 81,0 | 44,8 | 50,0 |
| Type F, to lag | 25 | 37,8 | 60,0 | 37,8 | 47,0 |
| | 30 | 50,4 | 80,0 | 50,4 | 57,0 |

Nedfallstider med hensyn til uttrekking av festemidler bør tas i betraktning

Hvis vi bruker samme eksempel som over, men med verdiene i tabellene som utgangspunkt, får vi:

$$d_{\text{char,n}} = \beta_2 (t_f - t_{\text{ch}}) + \beta_3 (t - t_f)$$

$$t_f = 16,8 \text{ min (ifølge tabell)}$$

$\beta_2 = 0$ (forkulling starter når gipsplaten faller)

$$\beta_3 = k_s k_3 k_n \beta_0$$

for nedfallstider for konstruksjoner med kledning av gipsplater. Informasjonen i tabellene er basert på evaluering av et stort antall fullskala branntester. Stenderne i branntestene hadde maksimum 600 mm senteravstand. Det finnes også verdier for begynnelsen av forkulling i databasen, men disse er konservative og bør i stedet beregnes i henhold til Eurokode.

$$k_3 = 0,036 \times t_f + 1 = 0,036 \times 16,8 + 1 = 1,605$$

$$\beta_3 = 1,3 \times 1,605 \times 1,5 \times 0,65 = 2,034 \text{ mm/min}$$

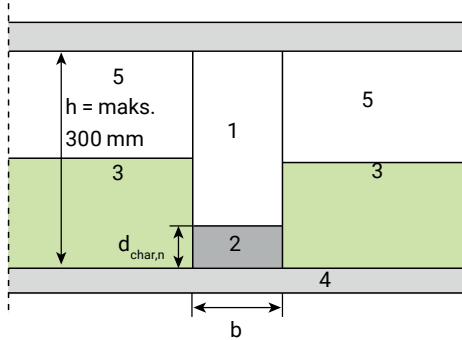
$$d_{\text{char,n}} = \beta_2 (t_f - t_{\text{ch}}) + \beta_3 (t - t_f) = 0 + 2,034 (30 - 16,8) = 26,85$$

Tidspunkt for når forkullingsdybden er 25 mm:

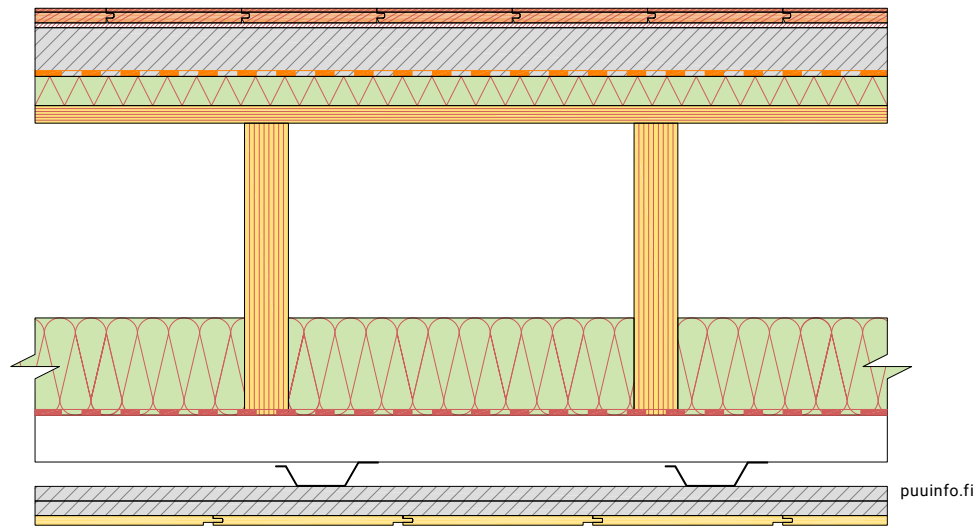
$$t_a = 25 / (k_s k_3 k_n \beta_0) + t_f = 25 / 2,034 + 16,8 = 29,1 \text{ min}$$

4. KONSTRUKSJONER DELVIS ISOLERT MED STEINULL

Hulrommet i veggen eller bjelkelaget kan også delvis fylles med steinullisolasjon. I slike tilfeller er det viktig at isolasjonen er tilstrekkelig tykk ≥ 100 mm (>26 kg/m³) og ligger på den brannutsatte siden av hulrommet. Spesielt i bjelkelag er det viktig å sikre at steinullisolasjonen er intakt etter at den underliggende kledningen har falt ned. Derimot tas det ikke hensyn til luftspalter mellom isolasjon og kledning som oppstår ved installasjon av glespanel eller akustikkprofiler



1. Teoretisk resttverrsnitt
2. Teoretisk forkullingslag
3. Steinullisolasjon
4. Brannbeskyttende lag
5. Hulrom



5. TAK MED STEINULLISOLASJON

Normale takstoler motstår en brann i mindre enn 10 minutter på grunn av svakheten hos forbindelser med spikerplater ved en brann. Når takstoler lastes som bærende konstruksjon (R30-R120), er underrammen på takstolen ment å fungere som bærende bjelke.

Dessverre gir Eurokode 5 ingen informasjon om brann-design for takkonstruksjoner med takstoler. På skråtak hvor isolasjonen er installert horisontalt, er det ikke noe gasstett lag på den skjulte siden av konstruksjonen. Ved brann kan derfor de varme gassene trenge gjennom porøse isolasjonsmaterialer

til loftet etter at beskyttelsesplatene på undersiden har gitt etter. I mellomliggende bjelkelag og vegger hindrer platen på den skjulte siden gassene i å gå gjennom konstruksjonen.

Brannmotstandsklasse (R): Brannbeskyttelse for bærende bjelker forbundet med takstoler kan installeres i henhold til EK5 vedlegg C (se anvisningene i kapittel 3).

Hvis brannen er på loftet over isolasjonslaget, beskyttes konstruksjonen først og fremst av det omkringliggende steinulllaget.

6. KRYSSLIMT TRE

Nedenfor er det en beregningsmodell for krysslaminert tre, som består av et ulikt antall sammenlimte trelag. Hvert lag er minst 15 mm tykt.

Fiberretningen i de ytre lagene og i annethvert lag går i lastbærende retning mens de andre lagene går på tvers av den lastbærende retningen. Ved brann antas ikke de tverrgående lagene å være bærende, men de samhandler med de bærende lagene gjennom de limte fugen som kan overføre skjærkrefter.



Ved simulering og testing av CLT i brann har det blitt oppdaget at ikke-lastopptakende laget d_0 for CLT ikke er konstant, slik det er beskrevet i EK5. For noen kombinasjoner av trelag har d_0 vist seg å være mer enn 7 mm og for andre mindre.

For å beregne forkullingen bør metoden for endimensjonal forkulling brukes så lenge laget av CLT består av paneler som er kantlimt eller hvis avstanden mellom to paneler er 2 mm eller mindre.

Hvis avstanden er større enn 2 mm, men mindre enn 6 mm, bør forkullingshastigheten bestemmes av uttrykket:

$$\beta_n = k_g \beta_0$$

Hvor avstandsfaktor $k_g = 1,2$.



Skulle spalten være 6 mm eller større, bør hvert panel betraktes som utsatt for brann på tre sider. Forkullingen kan da beregnes i henhold til avsnitt 3a. Noen limtyper kan forårsake et for tidlig nedfall av karbonlaget når forkullingen når en limfuge. Det kan da være aktuelt å øke forkullingshastigheten i tilsvarende grad.

I Brannsikre Trehus versjon 3 beskrives en forenklet metode for beregning av bæreevne. Den følger prinsippene til metoden for redusert tverrsnitt der det opprinnelige tverrsnittet reduseres med en effektiv forkullingsdybde.

Effektiv forkullingsdybde (d_{ef}) for et CLT-element beskyttet med steinull:

$$d_{ef} = d_{char,0} + k_0 d_0$$

eller:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

$d_{char,0}$ = endimensjonal forkullingsdybde $\beta_0 t$

$k_0 = \frac{t}{20}$ for ubeskyttet tre og beskyttet tre der $t_{ch} \leq 20$ minutter.
 $0 \leq k_0 \leq 1$

$k_0 = \frac{t}{t_{ch}}$ for beskyttet tre der $t_{ch} \geq 20$ minutter. $0 \leq k_0 \leq 1$

k_0 tar dermed hensyn til at d_0 ikke er fullt utviklet i løpet av de første 20 minuttene av brannen for ubeskyttet treverk eller til begynnelsen av forkullingen for beskyttet treverk.

Det ikke-lastopptakende laget d_0 kan også ta opp noen av lagene i CLT-panelet som går på tvers av de bærende lagene, altså de ikke-bærende lagene. Dette skyldes at den oppvarmede dybden kan være større enn tykkelsen på de enkelte lagene.

Metoden bør ikke brukes for brannforløp lengre enn 120 minutter. Hvis det ved forkulling er slik at det gjenværende laget i et enkelt lag er mindre enn 3 mm, bør det ikke regnes inn i h_{ef} .

For å bestemme d_0 et CLT-panel, er følgende informasjon avgjørende:

- Antall lag
- Tykkelsen på CLT-panelet
- Hvis det oppstår trekk eller kompresjon på den brannutsatte siden
- Temperaturgradient under karbonlaget, dvs. om laget er beskyttet eller ikke.

d_0 for CLT-er som er brannutsatt på en side, kan hentes fra tabellene nedenfor. CLT-er som er utsatt for brann på to sider, bør dimensjonere ved branntesting.

For vegger er d_0 kun angitt for branneksponeing på den trykte siden da vegger har en tendens til å bøye seg utover fra brannen. Trekk kan bare oppstå på den ueksponte siden av veggen.

Ikke-lastopptakende lag d_0 for $t = 0$ til 120 minutter for CLT med tre lag^a.

| Eksponeing på | Bjelkelag | | Vegger | |
|---------------|----------------------|---|-------------------------|---|
| | Ubeskyttet | Beskyttet ^b | Ubeskyttet | Beskyttet ^b |
| Trekkside | $\frac{h}{30} + 3,7$ | 10 | Ikke relevant | Ikke relevant |
| Trykkside | $\frac{h}{25} + 4,5$ | $\min \begin{cases} 13,5 \\ \frac{h}{12,5} + 7 \end{cases}$ | $\frac{h}{12,5} + 3,95$ | $\min \begin{cases} 14,5 \\ \frac{h}{12,5} + 7 \end{cases}$ |

^a d_0 og h er i mm

^b Verdier kan også brukes for $t > t_f$

Ikke-lastopptakende lag d_0 for $t = 0$ til 120 minutter for CLT med fem lag^a.

| Eksponeing på | Bjelkelag | | Vegger | |
|---------------|----------------------|--|-----------------------|------------------------|
| | Ubeskyttet | Beskyttet ^b | Ubeskyttet | Beskyttet ^b |
| Trekkside | $\frac{h}{100} + 10$ | For $75 \text{ mm} \leq h \leq 100 \text{ mm}$ $34 - \frac{h}{4}$ For $h > 100 \text{ mm}$ $\frac{h}{35} + 6$ | Ikke relevant | Ikke relevant |
| Trykkside | $\frac{h}{20} + 11$ | 28 | $\frac{h}{15} + 10,5$ | 20 |

^a d_0 og h er i mm

^b Verdier kan også brukes for $t > t_f$

Ikke-lastopptakende lag d_0 for $t = 0$ til 120 minutter for CLT med syv lag^a.

| Eksposering på | Bjelkelag | | Vegger | |
|------------------|--|------------------------|--|------------------------|
| | Ubeskyttet | Beskyttet ^b | Ubeskyttet | Beskyttet ^b |
| Trekkside | For $105 \text{ mm} \leq h \leq 175 \text{ mm}$ $\frac{h}{6} + 2,5$ For $h > 175 \text{ mm}$ 10 | Som ubeskyttet | Ikke relevant | Ikke relevant |
| Trykkside | For $105 \text{ mm} \leq h \leq 175 \text{ mm}$ $\frac{h}{6} + 2,5$ For $h > 175 \text{ mm}$ 13 | Som ubeskyttet | For $105 \text{ mm} \leq h \leq 175 \text{ mm}$ $\frac{h}{6} + 4$ For $h > 175 \text{ mm}$ 16 | Som ubeskyttet |

^a d_0 og h er i mm

^b Verdier kan også brukes for $t > t_f$



Nedfallstider for PAROC FPS 17

Kun PAROC FPS 17 i 60 mm tykkelse er testet for brannbeskyttelse av CLT-bjelkelag. Platene monteres da med 8 innfestinger per plate. Innfestingen består av skrue SPAX 5 x 100 og PAROC XFW 003 plateskive. Dette resulterer i følgende verdier:

- Start av forkulling $t_{ch} = 55$ minutter
- Forkullingshastighet $\beta_2 = 0,22$ mm/minutt
- Nedfallstid brannbeskyttelse $t_f = 99$ minutter

Regneeksempel 1:

Et CLT-bjelkelag bestående av syv lag, hver med en tykkelse på 15 mm (total $t_j = 105$ mm). Bjelkelaget eksponeres for brann i 60 minutter nedenfra og beskyttes av 30 mm PAROC FPS 17. CLT-panelene ligger tett sammen, og det oppstår ingen spalter mellom panelene.

Vi forutsetter at limet mellom lagene fungerer godt under hele brannen.

PAROC FPS 17 forskyver starten på forkullingen:

$$t_{ch} = 0,8h_{ins} + 3,4 = 0,8 \times 30 + 3,4 = 27,4 \text{ minutter}$$

Konservativt regner vi $t_f = t_{ch}$ (PAROC FPS 17 faller ved starten av forkullingen)

Tid til forkullingen når et 25 mm tykt beskyttet lag:

$$t_a = 25 \text{ mm} / 2 \times 0,65 \text{ mm/min} + 27,4 \text{ min} = 46,6 \text{ min}$$

Forkullingsdybde ved 60 minutter:

$$d_{char} = 25 + (t_{req} - t_a) \beta_0 = 25 + (60 - 46,6) \times 0,65 = 33,7 \text{ mm}$$

Ikke-lastoptakende lag lag bak forkulling, i henhold til tabell:

$$d_0 = \frac{h}{6} + 2,5 = \frac{105}{6} + 2,5 = 20 \text{ mm}$$

Det effektive resttverrsnittet:

$$h_{ef} = h - d_{char} - d_0 = 105 - 33,7 - 20 = 51,3 \text{ mm}$$

Kontroll av effektiv tykkelse av det fjerde laget:

$$h_{4,ef} = 51,3 - 3 \times 15 = 6,3 \geq 3 \text{ mm}$$

Hvis dette er mindre enn 3 mm, bør det ikke regnes med h_{ef}

Regneeksempel 2:

Samme forutsetninger som regneeksempel 1, men vi undersøker hva som skjer hvis limet ikke holder under brannen.

Fordi en antar at limet ikke tåler brannen og hvert lag i CLT-ski-ven er 15 mm tykt, vil et 25 mm lag karbon aldri kunne danne seg og en verdi av t_a finnes ikke. Når forkullingen når limet, slipper karbonlaget ut fra CLT-platen, og forkullingen fortsetter inn i neste lag.

PAROC FPS 17 forskyver starten på forkullingen som ovenfor med 27,4 minutter. Vi regner som før at PAROC FPS 17 faller ved starten av forkullingen $t_f = t_{ch}$

Siden limet ikke holder under brannen, dannes det aldri et 25 mm tykt lag karbon, og dermed fortsetter forkullingen med dobbel hastighet, $\beta_3 = k_3 \beta_0 = 2 \times 0,65$

$$d_{char} = (t_{req} - t_f) k_3 \beta_0 = (60 - 27,4) \times 2 \times 0,65 = 42,4 \text{ mm}$$

Ikke-lastoptakende lag lag bak forkulling, i henhold til tabell:

$$d_0 = \frac{h}{6} + 2,5 = \frac{105}{6} + 2,5 = 20 \text{ mm}$$

Det effektive resttverrsnittet:

$$h_{ef} = h - d_{char} - d_0 = 105 - 42,4 - 20 = 42,6 \text{ mm}$$

Kontroll av effektiv tykkelse av det femte laget:

$$h_{4,ef} = 42,5 - 2 \times 15 = 12,5 \geq 3 \text{ mm}$$

Hvis dette er mindre enn 3 mm, bør det ikke regnes med h_{ef}

Regneeksempel 3:

Et CLT-bjelkelag bestående av syv lag, hver med en tykkelse på 15 mm (total $t_j = 105$ mm). Bjelkelaget eksponeres for brann i 120 minutter nedenfra og beskyttes av 60 mm PAROC FPS 17. Denne tykkelsen er testet og gir følgende forutsetninger i bjelkelaget:

- Start av forkulling $t_{ch} = 55$ minutter
- Forkullingshastighet $\beta_2 = 0,22$ mm/minutt
- Nedfallstid brannbeskyttelse $t_f = 99$ minutter

Forkulling forskyves 55 minutter, deretter skjer forkullingen bak isolasjonsplaten med en hastighet på 0,22 mm/minutt til enten brannbeskyttelsestiden er oppfylt eller brannbeskyttelsesplaten faller.

Hvis brannbeskyttelsesplaten rekker å falle, dvs. hvis brannkravet er lengre enn 99 minutter, vil forkullingshastigheten være dobbel, $\beta_3 = k_3 \beta_0 = 2 \times 0,65$ til brannbeskyttelsestiden er oppfylt.

CLT-panelene ligger tett sammen, og det oppstår ingen spalter mellom panelene.

Vi forutsetter at limet mellom lagene fungerer godt under hele brannen.

PAROC FPS 17 forskyver starten på forkullingen:

$$t_{ch} = 55 \text{ minutter}$$

PAROC FPS 17 faller ved $t_f = 99$ minutter

Forkullingsdybde ved brandbeskyttelsens nedfallstid:

$$d_{char,f} = (t_f - t_{ch}) \beta_2 = (99 - 55) \times 0,22 = 9,7 \text{ mm}$$

Tid til forkullingen når et 25 mm tykt beskyttet lag:
 $t_a = (25 - 9,7) / 2 \times 0,65 \text{ mm/min} + 99 \text{ min} = 110,7 \text{ min}$

Forkullingsdybde ved 120 minutter:
 $d_{\text{char,req}} = 25 + (t_{\text{req}} - t_a) \beta_0 = 25 + (120 - 110,7) \times 0,65 = 31 \text{ mm}$

Ikke-lastoptakende lag lag bak forkulling, i henhold til tabell:

$$d_0 = \frac{h}{6} + 2,5 = \frac{105}{6} + 2,5 = 20 \text{ mm}$$

Det effektive resttverrsnittet:
 $h_{\text{ef}} = h - d_{\text{char,req}} - d_0 = 105 - 31 - 20 = \mathbf{54 \text{ mm}}$

Kontroll av effektiv tykkelse av det fjerde laget:

$$h_{4,\text{ef}} = 54 - 3 \times 15 = 9 \geq 3 \text{ mm}$$

Hvis dette er mindre enn 3 mm, bør det ikke regnes med h_{ef}

Regneeksempel 4:

Samme forutsetninger som i regneeksempel 3, men også denne gangen ser vi på hva som skjer hvis limet ikke holder under hele brannen.

PAROC FPS 17 forskyver starten på forkullingen:

$t_{\text{ch}} = 55 \text{ minutter}$

PAROC FPS 17 faller ved $t_f = 99 \text{ minutter}$

Forkullingsdybde ved brandbeskyttelsens nedfallstid:

$$d_{\text{char,f}} = (t_f - t_{\text{ch}}) \beta_2 = (99 - 55) \times 0,22 = 9,7 \text{ mm}$$

Siden limet slipper når forkullingen når limskjøten, vil det aldri dannes et 25 mm beskyttende kullag. Forkullingen fortsetter altså med dobbel hastighet under resten av brannforløpet.

Forkullingsdybde ved 120 minutter:

$$d_{\text{char,req}} = (t_{\text{req}} - t_f) \beta_3 + d_{\text{char,f}} = (120 - 99) \times 2 \times 0,65 + 9,7 = 37 \text{ mm}$$

Ikke-lastoptakende lag lag bak forkulling, i henhold til tabell:

$$d_0 = \frac{h}{6} + 2,5 = \frac{105}{6} + 2,5 = 20 \text{ mm}$$

Det effektive resttverrsnittet:

$$h_{\text{ef}} = h - d_{\text{char,req}} - d_0 = 105 - 37 - 20 = \mathbf{48 \text{ mm}}$$

Kontroll av effektiv tykkelse av det fjerde laget:

$$h_{4,\text{ef}} = 48 - 3 \times 15 = 3 \geq 3 \text{ mm}$$

Hvis dette er mindre enn 3 mm, bør det ikke regnes med h_{ef}







7. AVSKILLELSE FUNKSJON

Skillede konstruksjoner brukes i bygninger for å begrense spredningen av brann fra en branncelle til en annen. Dette gjøres ved å sikre konstruksjonens bæreevne (R) og skillede evne (isolasjon I og integritet E) ved brann i en bestemt tid, brannmotstandstiden (t_{req}).

$$t_{ins} \geq t_{req}$$

Isolasjonskriteriet (I) oppfylles når den gjennomsnittlige temperaturøkningen på den ueksponeerte siden overstiger med 140 °C og at den største temperaturøkningen ikke overstiger 180 °C på noen del av overflaten.

Kriteriet for integritet (E) antas å være oppfylt dersom kravene til isolasjon (I) er oppfylt og kledningen på den ueksponeerte siden sitter igjen. Kledningen skal også være i en slik tilstand at den ikke tillater flammer eller varme branngasser å antenne brennstoff på den ueksponeerte siden.

Imidlertid er integritet (E) svært vanskelig å beregne da mange kledninger kan kollapse uventet av ulike årsaker. Derfor fastsettes kravet til integritet oftest ved hjelp av branntester. Den omfattende erfaringen med disse branntestene har gjort det mulig å fastsette visse regler for vegger og bjelker i EK5. Standarden går blant annet ut på at kravet til integritet (E) er oppfylt dersom kravet til isolasjon (I) er oppfylt og kledningen på den ueksponeerte siden sitter igjen.

Beregning i henhold til EK5

Metoden for å beregne skillede evne som presenteres i EK5, er en modifisert variant av den svenske addisjonsmetoden. Den omfatter nå også bjelkelag og tar hensyn til skjøter i kledningen som ikke støttes av bakenforliggende byggematerialer.

Metoden kan ta hensyn til ett eller to lag av gipsplater og/eller trebaserte plater. Hulrommene mellom trestenderne kan være tomme eller fylt med mineralullisolasjon.

Den grunnleggende idéen med denne metoden er at hvert lag i konstruksjonen bidrar en grunnverdi for isolasjon ($t_{ins,0,i}$) som deretter påvirkes av plasseringen av laget i veggen ($k_{pos,i}$) og eventuelle plateskjøter ($k_{j,i}$).

Bidraget fra hvert materiallag kan beregnes i henhold til:

$$t_{ins,i} = t_{ins,0,i} \times k_{pos,i} \times k_{j,i} \text{ [min]}$$

Summen av de forskjellige materiallagenes isolasjonstider gir til slutt brannmotstandstiden.

Posisjonskoeffisienten gis i EK5 som tabellverdier og bestemmes ut ifra branntester, både i fullskala og modeller. Dette innebærer å begrense posisjonskoeffisientene i EK5 til et mindre antall trekonstruksjoner.

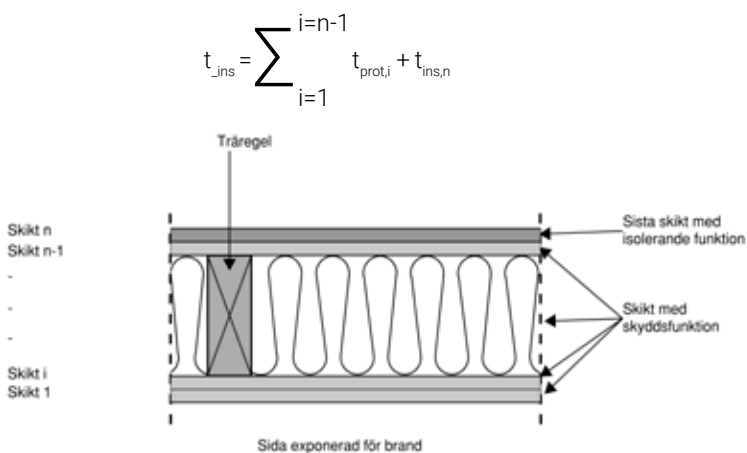
Ny forbedret metode

En forbedret metode for beregning av den skillede evnen til en konstruksjon er forklart i Brannsikre Trehus versjon 3.

tering av EK5.

Metoden kan beregne ubegrenset antall materiallag, antall mulige materialer har blitt utvidet, noe som gir flere forskjellige kombinasjoner, og hulrommene kan være tomme eller fylt med mineralullisolasjon.

Utgangspunktet er akkurat som i EK5 en modifisert variant av den svenske addisjonsmetoden. I stedet for at hvert lag gir isolasjonstider som summeres sammen, gir lagene beskyttelsestider frem til det siste laget på den ueksponeerte siden, som i stedet gir isolasjonstid. Dermed er isolasjonstiden for hele konstruksjonen summen av alle lagenes beskyttelsestid og isolasjonstiden for det siste laget.



Hver enkelt beskyttelsestid beregnes som følger:

$$t_{prot,i} = (t_{prot,0,i} \times k_{pos,exp,i} \times k_{pos,unexp,i} + \Delta t_i) \times k_{j,i}$$

og isolasjonstiden:

$$t_{ins,n} = (t_{ins,0,n} \times k_{pos,exp,n} + \Delta t_n) \times k_{j,n}$$

| | |
|-----------------------------------|--|
| $t_{prot,0,i}$ | Grunnverdi for beskyttelsestid i minutter. Hentes fra tabell 7.1 |
| $t_{ins,0,n}$ | Grunnverdi for isolasjonstid i minutter hos det siste laget n på ueksponeerte siden. Hentes fra tabell 7.1 |
| $k_{pos,exp,i}$, $k_{pos,exp,n}$ | Posisjonskoeffisient som tar hensyn til påvirkningen av laget foran det aktuelle laget. Tabell 7.3 |
| $k_{pos,unexp,i}$ | Posisjonskoeffisient som tar hensyn til påvirkningen av laget bak det aktuelle laget. Tabell 7.4 |
| Δt_i , Δt_n | Korreksjonstid i minutter for lag beskyttet av fibergipsplate eller gipsplate type F. Tabell 4 |
| $k_{j,i}$, $k_{j,n}$ | Skjøtkoeffisient. Tabell 7.5 |

Tabell 7.1 nedenfor viser ligninger for beregning av grunnverdien av beskyttelsestid og isolasjonstid. Merk at ingen isolasjonstid for mineralullisolasjon er angitt fordi konstruksjoner med isolasjon som siste lag er uvanlige.

Tabell 7.1. Grunnverdi for isolasjon $t_{ins,0,n}$ og grunnverdi for beskyttelsestid $t_{prot,0,i}$ for ulike materialer

| Materiale | Grunnverdi for isolasjon $t_{ins,0,n}$ (min) | Grunnverdi for beskyttelsestid $t_{prot,0,i}$ (min) |
|---|--|--|
| Gipsplater Gipsfiberplater | $24\left(\frac{h_n}{15}\right)^{1,4}$ | $30\left(\frac{h_i}{15}\right)^{1,2}$ |
| Konstruksjonsvirke, Krysslaminert tre LVL | $24\left(\frac{h_n}{20}\right)^{1,4}$ | $30\left(\frac{h_i}{20}\right)^{1,1} \leq \frac{h_i}{\beta_0}$ |
| Sponplater Fiberplater | $24\left(\frac{h_n}{20}\right)^{1,4}$ | $33\left(\frac{h_i}{20}\right)^{1,1} \leq \frac{h_i}{\beta_0}$ |
| OSB Plywood | $24\left(\frac{h_n}{20}\right)^{1,4}$ | $23\left(\frac{h_i}{20}\right)^{1,1} \leq \frac{h_i}{\beta_0}$ |
| Steinull $26 \leq \rho_i \leq 50 \text{ kg/m}^3$ | 0 | $0,3h_i^{0,82+0,0066\rho_i}$ |

h_i : Tykkelse på det tiltenkte laget (mm)

h_n : Tykkelse på det siste laget (mm)

ρ_i : Tetthet hos det tiltenkte laget (kg/m^3)

β_0 : Endimensjonal forkullingshastighet i henhold til EN 1995-1-2 (4.8)

Tabell 7.2 viser ligninger for beregning av posisjonskoeffisienter. Det har vist seg at materiallagene før og etter det aktuelle laget påvirker beskyttelses- eller isolasjonstiden. Dette justeres ved hjelp av posisjonskoeffisienter. $k_{pos,exp,i}$ tar hensyn til virkningen av materiallagene som sitter foran det aktuelle materiallaget og $k_{pos,unexp,i}$ til materiallaget som sitter bak.

Hvis man beregner det første materiallaget i en konstruksjon, så er det ingen lag foran og $k_{pos,exp,i}$ blir dermed 1,0.

Tabell 7.2. Modifisert posisjonskoeffisient $k_{pos,exp}$ og $k_{pos,unexp}$ for luftspalte.

| Materiale | Lag på den branneksponte siden av luftspalten. | Lag på den ueksponte siden av luftspalten. |
|----------------------------|---|---|
| Kledning (gipsplater, tre) | $k_{pos,unexp,i}$ i henhold til tabell 7.4 kolonne 3 | $1,6 k_{pos,exp,i}$ i henhold til tabell 7.3 |
| Mineralullisolasjon | $k_{pos,unexp,i} = 1,0$ | $1,6 k_{pos,exp,i}$ i henhold til tabell 7.3 |

Tabell 7.3. Posisjonskoeffisient $k_{pos,exp,i}$ og $k_{pos,exp,n}$

| Materiale | | Posisjonskoeffisient $k_{pos,exp,i}$ og $k_{pos,exp,n}$ | |
|--------------------------------------|---|---|---|
| Kledning (gipsplate, tre) | $k_{pos,exp,n}$ for $t_{ins,n}$ | | |
| | | $1 - 0,6 \frac{\sum t_{prot,n-1}}{t_{ins,0,n}}$ | för $\sum t_{prot,n-1} \leq \frac{t_{ins,0,n}}{2}$ |
| | | $0,5 \sqrt{\frac{t_{ins,0,n}}{\sum t_{prot,n-1}}}$ | för $\sum t_{prot,n-1} > \frac{t_{ins,0,n}}{2}$ |
| | $k_{pos,exp,i}$ for $t_{prot,i}$ | | |
| | $1 - 0,6 \frac{\sum t_{prot,i-1}}{t_{prot,0,i}}$ | för $\sum t_{prot,i-1} \leq \frac{t_{prot,0,i}}{2}$ | |
| | $0,5 \sqrt{\frac{t_{prot,0,i}}{\sum t_{prot,i-1}}}$ | för $\sum t_{prot,i-1} > \frac{t_{prot,0,i}}{2}$ | |
| Steinullisolasjon | $k_{pos,ext,i}$ for $t_{prot,i}$ | | |
| | | $1 - 0,6 \frac{\sum t_{prot,i-1}}{t_{prot,0,i}}$ | för $\sum t_{prot,i-1} \leq \frac{t_{prot,0,i}}{2}$ |
| | | $0,5 \sqrt{\frac{t_{prot,0,i}}{\sum t_{prot,i-1}}}$ | för $\sum t_{prot,i-1} > \frac{t_{prot,0,i}}{2}$ |
| | | | |

ρ_i : Tetthet hos det tiltenkte laget (kg/m^3)

Tabell 7.4. Posisjonskoeffisient $k_{pos,unexp,i}$

| Materialer i det tiltenkte laget | $k_{pos,unexp,i}$ for lag med gipsplate eller tre bak | $k_{pos,unexp,i}$ for lag med isolasjon bak |
|--|---|---|
| Gipsplate, gipsfiberplater | 1,0 | $0,5h_i^{0,15}$ |
| Konstruksjonsvirke og krysslaminert tre, LVL | 1,0 | $0,35h_i^{0,21}$ |
| Sponplater, fiberplater | 1,0 | $0,41h_i^{0,18}$ |
| OSB, finerplate | 1,0 | $0,5h_i^{0,15}$ |
| Steinullisolasjon | 1,0 | $0,18h_i^{(0,001 \times \rho_i + 0,08)}$ |

h_i : Tykkelse på det tiltenkte laget (mm)
 ρ_i : Tetthet hos det tiltenkte laget (kg/m^3)

Skulle det være et tomt hulrom mellom noen av materiallagene så håndteres det ved å modifisere $k_{pos,exp,i}$ for materiallaget på den ueksponeerte siden av hulrommet og $k_{pos,unexp,i}$ for materiallaget på den eksponerte siden av hulrommet. Se tabell 7.1

Man trenger bare å ta hensyn til hulrom som er 45 mm eller tykkere.

Tabell 7.5. Posisjonskoeffisient $k_{pos,unexp,i}$

| Materialer i det tiltenkte laget | Bjelkelag | Vegger |
|----------------------------------|--|---|
| Kledning (gipsplate, tre) | Δt_n for $t_{ins,n}$ (min) | |
| | $0,06t_{prot,n-1} + 1,1t_{ins,0,n} - 5,0$ for $t_{ins,0,n} < 8$ min | $0,03t_{prot,n-1} + 0,9t_{ins,0,n} - 2,3$ for $t_{ins,0,n} < 12$ min |
| | $0,1t_{prot,n-1} - 0,035t_{ins,0,n} + 1,2$ for $t_{ins,0,n} \geq 8$ min | $0,22t_{prot,n-1} - 0,1t_{ins,0,n} + 4,7$ for $t_{ins,0,n} \geq 12$ min |
| | Δt_i for $t_{prot,i}$ (min) | |
| | $0,06t_{prot,i-1} + 1,1t_{prot,0,i} - 5,0$ for $t_{prot,0,i} < 8$ min | $0,03t_{prot,i-1} + 0,9t_{prot,0,i} - 2,3$ for $t_{prot,0,i} < 12$ min |
| | $0,1t_{prot,i-1} - 0,035t_{prot,0,i} + 1,2$ for $t_{prot,0,i} \geq 8$ min | $0,22t_{prot,i-1} - 0,1t_{prot,0,i} + 4,7$ for $t_{prot,0,i} \geq 12$ min |
| Mineralullisolasjon | Δt_i for $t_{prot,i}$ (min) | |
| | $0,1t_{prot,i-1} - 0,035t_{prot,0,i}$ | $0,1t_{prot,i-1} + t_{prot,0,i} - 1,0$ for $t_{prot,0,i} < 6$ min $0,22t_{prot,i-1} - 0,1t_{prot,0,i} + 3,5$ for $t_{prot,0,i} \geq 6$ min |

Tabell 7.6. Skjøtkoeffisient $k_{j,i}$

| Materiale | Skjøtetype | $k_{j,i}$ for $t_{ins,n}$ | $k_{j,i}$ for $t_{prot,i}$ | |
|---------------------------|-------------|---------------------------|----------------------------|--|
| | | | Lag med luftspalte bak | Lag med stendere, plater eller isolasjon bak |
| Kledning (tre) | | 0,3 | 0,3 | 1,0 |
| | | 0,4 | 0,4 | 1,0 |
| | | 0,6 | 0,6 | 1,0 |
| | Ingen skjøt | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Gipsplate, gipsfiberplate | | 0,8 | 0,8 | 1,0 |
| | Ingen skjøt | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Mineralullisolasjon | | - | 0,8 | 1,0 |
| | Ingen skjøt | - | 1,0 | 1,0 |

Regneeksempel

En vegg bestående av et lag av 15 mm gipsplate type F, et lag av gipsplate type A på begge sider, der gipsplate type F sitter ytterst. Hulrommet er fylt med 70 mm PAROC eXtra, tetthet 29 kg/m³.

Kravet er EI 60.

- $t_{prot,1}$ = Gipsplate type F 15 mm
- $t_{prot,2}$ = Gipsplate type A 12,5 mm
- $t_{prot,3}$ = PAROC eXtra 70 mm
- $t_{prot,4}$ = Gipsplate type A 12,5 mm
- $t_{ins,5}$ = Gipsplate type F 15 mm

Fra før vet vi at de ulike beskyttelsestidene beregnes i henhold til

$$t_{prot,i} = (t_{prot,0,i} \times k_{pos,exp,i} \times k_{pos,unexp,i} + \Delta t_i) \times k_{j,i}$$

Det første laget $t_{prot,1}$ = Gipsplate type F 15 mm

Grunnverdi for beskyttelsestid beregnes i henhold til tabell 7.1:

$$t_{prot,0,1} = 30 \left(\frac{h_1}{15} \right)^{1,2} \Rightarrow 30 \left(\frac{15}{15} \right)^{1,2} = 30 \text{ minutter}$$

- Posisjonskoeffisienten $k_{pos,exp,1} = 1,0$ (tabell 7.3, intet materi- allag foran dette laget)
- Posisjonskoeffisienten $k_{pos,unexp,1} = 1,0$ (tabell 7.4, gips type A bak dette laget)
- Korreksjonstiden Δt_1 gjelder for materiallag som beskyttes av gipsfiberplater og gipsplate type F.
- Korreksjonstiden $\Delta t_1 = 0$
- Skjøtkoeffisient $k_{j,1}$ i henhold til tabell 7.6: 1,0 (gipsplate bak)

$$t_{prot,1} = (t_{prot,0,1} \times k_{pos,exp,1} \times k_{pos,unexp,1} + \Delta t_1) \times k_{j,1} = (30 \times 1,0 \times 1,0 + 0) \times 1,0 = 30 \text{ minutter}$$

Det andre laget $t_{prot,2} =$ Gipsplate type A 12,5 mm

Grunnverdi for beskyttelsestid beregnes i henhold til tabell 7.1:

$$t_{prot,0,2} = 30 \left(\frac{h_2}{15}\right)^{1,2} \Rightarrow 30 \left(\frac{12,5}{15}\right)^{1,2} = 24,1 \text{ minutter}$$

Posisjonskoeffisienten $k_{pos,exp,2}$:

$$\sum_{i=1}^{i=1} t_{prot,i} > \frac{t_{prot,0,2}}{2} \Rightarrow k_{pos,exp,2} = 0,5 \sqrt{\frac{t_{prot,0,2}}{\sum_{i=1}^{i=1} t_{prot,i}}} \Rightarrow$$

$$30 > \frac{24,1}{2} \Rightarrow k_{pos,exp,2} = 0,5 \sqrt{\frac{24,1}{30}} = 0,45$$

- Posisjonskoeffisienten $k_{pos,unexp,2} = 0,5h_1^{0,15} = 0,5 \times 12,5^{0,15} = 0,73$ (isolasjon bak)
- Korreksjonstiden Δt_1 gjelder for materiallag som beskyttes av gipsfiberplater og gipsplate type F.
- Korreksjonstiden (t_2 i henhold til tabell 7.4: $t_{prot,0,2} \geq 12$ minutter $\Rightarrow 0,22t_{prot,1} - 0,1t_{prot,0,2} + 4,7 = 0,22 \times 30 - 0,1 \times 24,1 + 4,7 = 8,89$ minutter
- Skjøtkoeffisient $k_{j,2}$ i henhold til tabell 7.5: 1,0 (isolasjon bak)

$$t_{prot,2} = (t_{prot,0,2} \times k_{pos,exp,2} \times k_{pos,unexp,2} + \Delta t_2) \times k_{j,2} = (24,1 \times 0,45 \times 0,73 + 8,89) \times 1,0 = 16,81 \text{ minutter}$$

Det tredje laget $t_{prot,3} =$ Paroc eXtra 70 mm, tetthet 29kg/m³

Grunnverdi for beskyttelsestid beregnes i henhold til tabell 7.1:

$$t_{prot,0,3} = 0,3h_3^{0,82+0,0066p^3} = 0,3 \times 70^{0,82+0,0066 \times 29^3} = 22,04 \text{ minutter}$$

$$\sum_{i=1}^{i=2} t_{prot,i} > \frac{t_{prot,0,3}}{2} \Rightarrow k_{pos,exp,3} = 0,5 \sqrt{\frac{t_{prot,0,3}}{\sum_{i=1}^{i=2} t_{prot,i}}} \Rightarrow$$

$$30+16,81 > \frac{22,04}{2} \Rightarrow k_{pos,exp,3} = 0,5 \sqrt{\frac{22,04}{30+16,81}} = 0,34$$

- Posisjonskoeffisienten $k_{pos,unexp,3} = 1,0$ (gipsplate bak)
- Korreksjonstiden Δt_1 gjelder for materiallag som beskyttes av gipsfiberplater og gipsplate type F.
- Korreksjonstiden $\Delta t_3 = 0$
- Skjøtkoeffisient $k_{j,3}$ i henhold til tabell 7.6: 1,0 (gipsplate bak)
- $t_{prot,3} = (t_{prot,0,3} \times k_{pos,exp,3} \times k_{pos,unexp,3} + \Delta t_3) \times k_{j,3} = (22,04 \times 0,34 \times 1,0 + 0) \times 1,0 = 7,49$ minutter

Det fjerde laget $t_{prot,4} =$ Gipsplate type A 12,5 mm

Grunnverdi for beskyttelsestid beregnes i henhold til tabell 7.1:

$$t_{prot,0,4} = 30 \left(\frac{h_4}{15}\right)^{1,2} \Rightarrow 30 \left(\frac{12,5}{15}\right)^{1,2} = 24,1 \text{ minutter}$$

Posisjonskoeffisienten $k_{pos,exp,4}$:

$$\sum_{i=1}^{i=3} t_{prot,i} > \frac{t_{prot,0,4}}{2} \Rightarrow k_{pos,exp,4} = 0,5 \sqrt{\frac{t_{prot,0,4}}{\sum_{i=1}^{i=3} t_{prot,i}}} \Rightarrow$$

$$30+16,81+7,46 > \frac{24,1}{2} \Rightarrow k_{pos,exp,4} = 0,5 \sqrt{\frac{24,1}{30+16,81+7,46}} = 0,33$$

- Posisjonskoeffisienten $k_{pos,unexp,4} = 1,0$ (gipsplate bak)
- Korreksjonstiden $\Delta t_4 = 0$
- Skjøtkoeffisient $k_{j,4}$ i henhold til tabell 7.6: 1,0 (gipsplate bak)
- $t_{prot,4} = (t_{prot,0,4} \times k_{pos,exp,4} \times k_{pos,unexp,4} + \Delta t_4) \times k_{j,4} = (24,1 \times 0,33 \times 1,0 + 0) \times 1,0 = 7,95$ minutter

Det femte og siste laget $t_{ins,5} =$ Gipsplate type F 15 mm

$$t_{ins,n} = (t_{ins,0,n} \times k_{pos,exp,n} + \Delta t_n) \times k_{j,n}$$

$$t_{prot,0,5} = 24 \left(\frac{h_5}{15}\right)^{1,4} \Rightarrow 24 \left(\frac{15}{15}\right)^{1,4} = 24 \text{ minutter}$$

Grunnverdi for isolasjon beregnes i henhold til tabell 7.1:

$$\sum_{i=1}^{i=3} t_{prot,i} > \frac{t_{ins,0,5}}{2} \Rightarrow k_{pos,exp,5} = 0,5 \sqrt{\frac{t_{ins,0,5}}{\sum_{i=1}^{i=3} t_{prot,i}}} \Rightarrow$$

$$30+16,81+7,46+7,95 > \frac{24}{2} \Rightarrow k_{pos,exp,5} = 0,5 \sqrt{\frac{24}{30+16,81+7,46+7,95}} = 0,31$$

- Korreksjonstiden $\Delta t_5 = 0$
- Skjøtkoeffisient $k_{j,5}$ i henhold til tabell 7.5: 1,0 (gipsplater uten skjøter)
- $t_{ins,5} = (t_{ins,0,5} \times k_{pos,exp,5} + \Delta t_5) \times k_{j,5} = (24 \times 0,31 + 0) \times 1,0 = 7,44$ minutter

Brannmotstandstid for veggen:

$$t_{ins} = t_{prot,1} + t_{prot,2} + t_{prot,3} + t_{prot,4} + t_{ins,5} = 30 + 16,81 + 7,46 + 7,95 + 7,44 = 69,66 \text{ minutter}$$

EI 60 = OK!

8. ANTENNELSESBESKYTTENDE KLEDNING K₂

Brennbare treflater kan beskyttes mot brann ved hjelp av antennelsesbeskyttende kledning. Denne typen kledning kan motstå brann i 10, 30 eller 60 minutter ved å beskytte treet mot

forkulling. Klassifisering for kledningen er gitt som K₂10, K₂30 og K₂60. En rekke produkter fra Paroc har blitt testet i henhold til EN 14135 og har følgende klassifisering:

| Type plate | Tykkelse | Klassifisering |
|---------------------------------|----------|-------------------|
| PAROC WAS 25t | 30 mm | K ₂ 10 |
| PAROC Cortex Pro (eller WAS 35) | 50 mm | K ₂ 30 |
| PAROC Cortex One | 80 mm | |
| PAROC FPS 17(t) | 50 mm | |
| PAROC FPS 17(t) | 60 mm | K ₂ 60 |

For å bestå testen må produktet oppfylle følgende ytelseskrav:

- Gjennomsnittstemperaturen på motsatt side av konstruksjonen må være under 250 °C
- Temperaturen lokalt kan være maksimalt 270 °C
- Ved visuell kontroll må overflaten være intakt.
- Belegget må være intakt i hele eksponeringstiden, det må ikke forekomme fallende deler

K₂-klassifiseringen må skilles fra EI-klassifiseringen. Kriterier for EI klassifisering gjelder:

- I = Isolasjon. Tiden det tar å bygge opp en temperaturøk-

ning på den kalde siden av konstruksjonen, vanligvis 140 °C.

- E = Fasthet. Tiden som konstruksjonen tåler flammer eller varme gasser ved en normal brann.

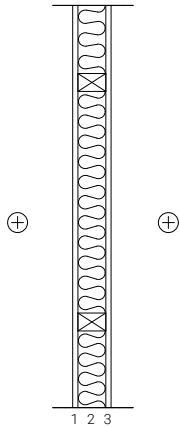
Det er også mulig å bruke en EI-klassifisert konstruksjon som beskyttende kledning. Ved denne løsningen må hele den EI-klassifisert konstruksjonen monteres foran den beskyttede overflaten. K-klassifisering kan tas konservativt som tidspunktet for begynnelsen av forkullingen (for eksempel K₂10 -> t_{ch}=10 min).

9. PAROC-LØSNINGER

Paroc har et bredt spekter av typegodkjente brannskillende trekonstruksjoner. Følgende løsninger finnes i typegodkjenning 1008/94 og kan lastes ned fra vår nettside. Angitte brannklasser gjelder bare for de nedenfor spesifiserte isola-

sjonsproduktene. Konstruksjonene vises med minste tillatte stenderdimensjoner og med minste isolasjonstykkelse med hensyn til brann.

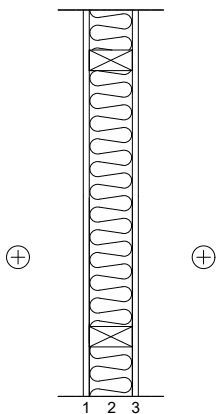
Mellomvegger



1. 12 mm kledningsplate eller 13 mm gipsplate
2. 45 × 70 mm trestender c 600 eller 70 mm stålstender c 600 mm t= 0,56 mm, 70 mm PAROC eXtra eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
3. 12 mm kledningsplate eller 13 mm gipsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

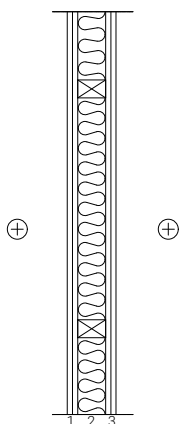
Brannklasse **EI 30**



1. 13 mm gipsplate
2. 45 × 95 mm trestender c 600 mm eller 95 mm stålstender c 600 mm t= 0,56 mm,
3. 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
4. 13 mm gipsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

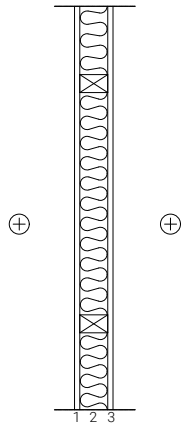
Brannklasse **EI 60**



1. 2 x 13 mm gipsplate
2. 45 × 70 mm trestender c 600 eller 70 mm stålstender c 600 mm t=0,56 mm 70 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
3. 2 x 13 mm gipsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **EI 90**

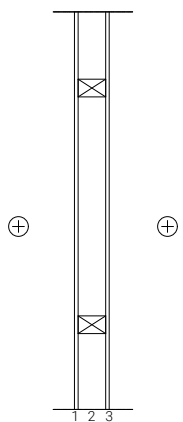


1. 15 mm gipsplate, type F
2. 45 × 70 mm trestender c 600 mm (tverrbjelke 45 × 70 mm på halve stenderhøyden) 70 mm PAROC eXtra eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
3. 15 mm gipsplate, type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **R 30**

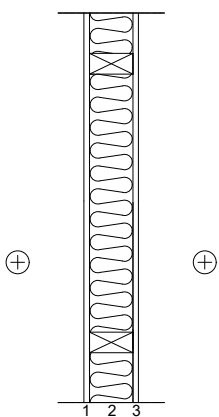
Bærende mellomvegger



1. 9 mm kledningsplate
2. 45 × 70 mm trestender c 600 mm
3. 9 mm kledningsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

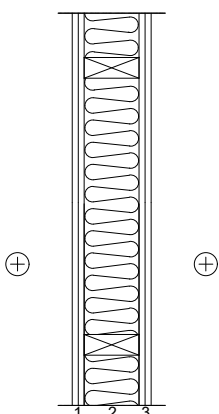
Brannklasse **REI 15**



1. 12 mm kledningsplate
2. 45 × 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
3. 12 mm kledningsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 30**

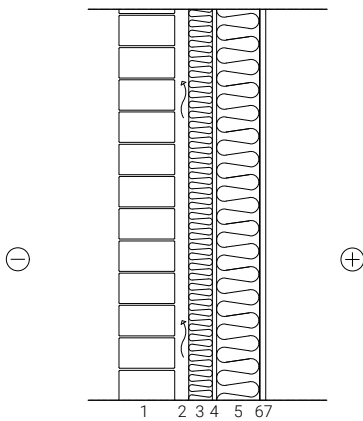


1. 2 x 13 mm gipsplate
2. 45 × 120 mm trestender c 600 mm, 120 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
3. 2 x 13 mm gipsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 60**

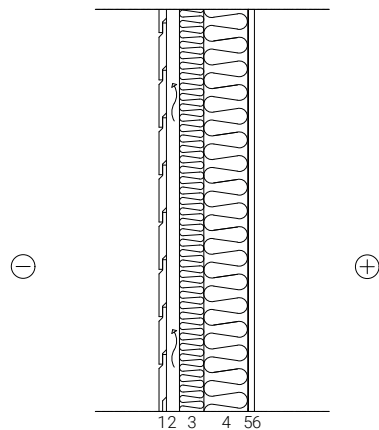
Yttervegger



1. 120 mm fasadestein med fingerspalte, murfester \varnothing 4 mm 2 stk./m²
2. Luftspalte
3. 50 mm PAROC WAS 50 murplate
4. Rammebeskyttelse: fuktresistent byggplate
5. 45 x 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
6. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampsperre
7. 12 mm kledningsplate eller 13 mm gipsplate plastfolie

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

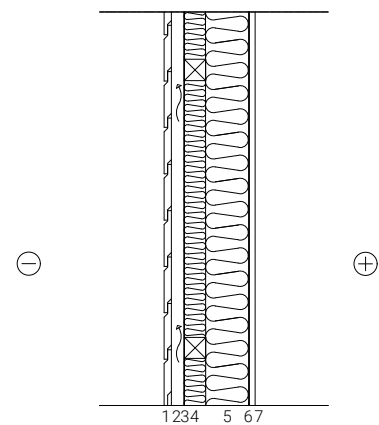
Brannklasse **EI 60**



1. 16 mm trepanel
2. 28 x 70 spikerlekte c 600 mm
3. 50 mm PAROC WAS 35 klimaplate samt PAROC XFP 001, avstandsholder
4. 45 x 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampsperre
6. 12 mm kledningsplate eller 13 mm gipsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

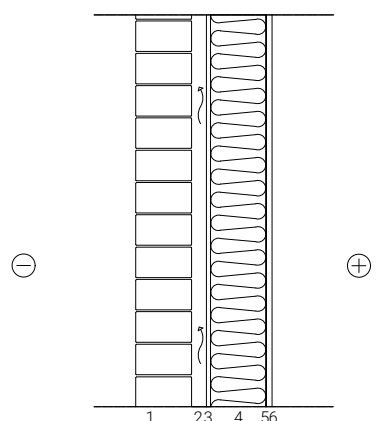
Brannklasse **EI 60**



1. 16 mm trepanel
2. 28 x 70 spikerlekte c 600 mm
3. PAROC XMW vindbeskyttelse/vindtett
4. 45 x 45 mm krysslagt trestender c 600 mm 45 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 45 x 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
6. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampsperre
7. 12 mm kledningsplate eller 13 mm gipsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

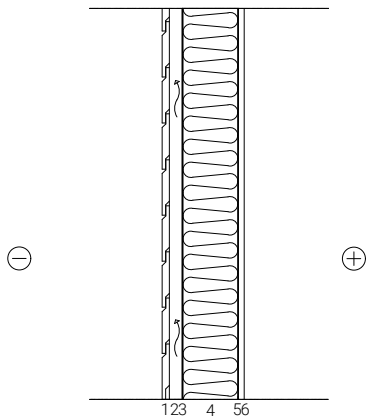
Brannklasse **EI 60**



1. 120 mm fasadestein med fingerspalte, murfester \varnothing 4 mm 2 stk./m²
2. Luftspalte
3. Rammebeskyttelse: fuktresistent byggplate
4. 45 x 120 mm trestender c 600 mm 120 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampsperre
6. 12 mm kledningsplate eller 13 mm gipsplate plastfolie

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

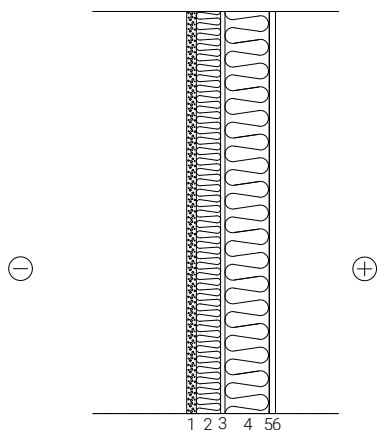
Brannklasse **EI 60**



1. 16 mm trepanel
2. 28 x 70 spikerlekte c 600
3. POROC XMW vindbeskyttelse/vindtett
4. 45 x 120 mm trestender c 600 mm 120 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampsperre
6. 12 mm kledningsplate eller 13 mm gipsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **EI 60**

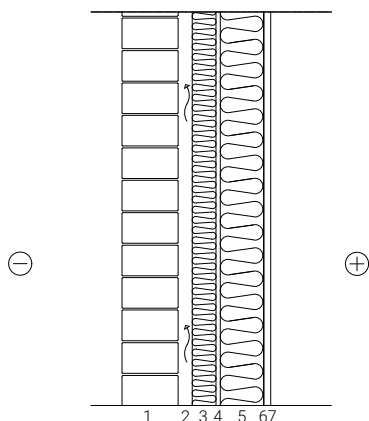


1. 20 mm puss, ca 40 kg/m³
2. 50 mm PAROC FATIO Plus, pussplate
3. Rammebeskyttelse: fuktresistent byggplate
4. 45 x 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampsperre
6. 12 mm kledningsplate eller 13 mm gipsplate plastfolie

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **EI 60**

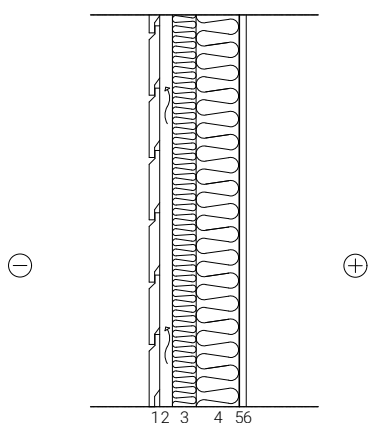
Bærende yttervegger



1. 120 mm fasadestein med fingerspalte, murfester Ø 4 mm 2 stk./m²
2. Luftspalte
3. 50 mm PAROC WAS 50 murplate
4. Rammebeskyttelse: fuktresistent byggplate
5. 45 x 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
6. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampsperre
7. 15 mm gipsplate, type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

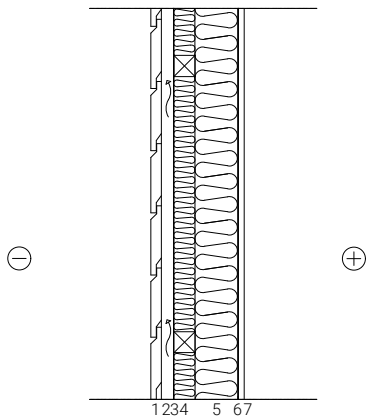
Brannklasse **REI 30**



1. 16 mm trepanel
2. 28 x 70 spikerlekte c 600 mm
3. 50 mm PAROC WAS 35 klimaplate samt PAROC XFP 001, avstandsholder
4. 45 x 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampsperre
6. 15 mm gipsplate, type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

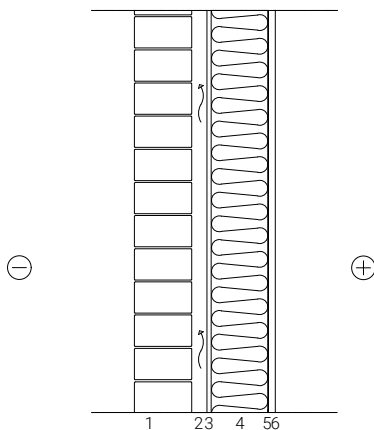
Brannklasse **REI 30**



1. 23 mm trepanel
2. 28 x 70 spikerlekte c 600 mm
3. POROC XMW vindbeskyttelse/vindtett
4. 45 x 45 mm krysslågt trestender c 600 mm, 45 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 45 x 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
6. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampspærre
7. 12 mm kledningsplate eller 13 mm gipsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

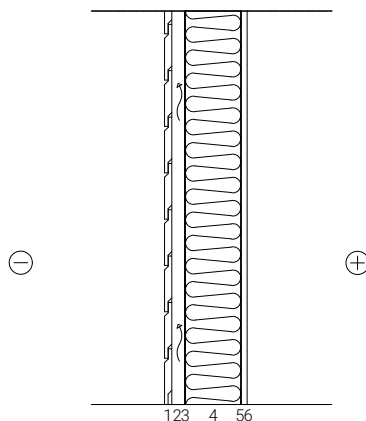
Brannklasse **REI 30**



1. 120 mm fasadestein med fingerspalte, murfester \varnothing 4 mm 2 stk./m²
2. Luftspalte
3. Rammebeskyttelse: fuktresistent byggplate
4. 45 x 120 mm trestender c 600 mm 120 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampspærre
6. 15 mm gipsplate, type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

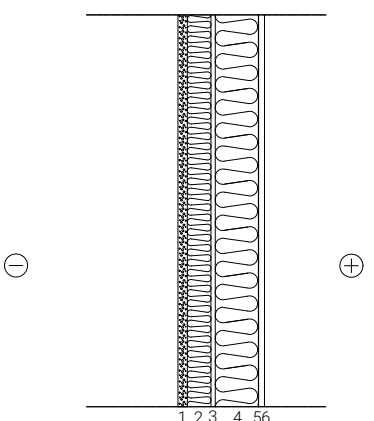
Brannklasse **REI 30**



1. 16 mm trepanel
2. 28 x 70 spikerlekte c 600
3. PAROC XMW 065/095 vindbeskyttelse/vindtett
4. 45 x 120 mm trestender c 600 mm 120 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampspærre
6. 12 mm kledningsplate eller 13 mm gipsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 30**

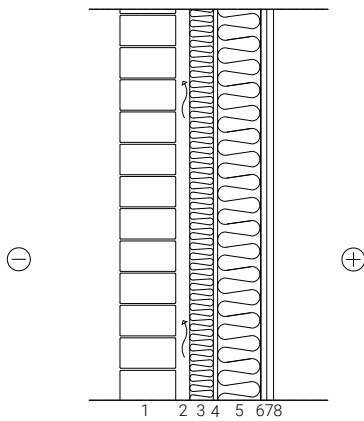


1. 20 mm puss, ca 40 kg/m³
2. 50 mm PAROC FATIO Plus, pussplate
3. Rammebeskyttelse: fuktresistent byggplate
4. 45 x 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampspærre
6. 12 mm kledningsplate eller 13 mm gipsplate plastfolie

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 30**

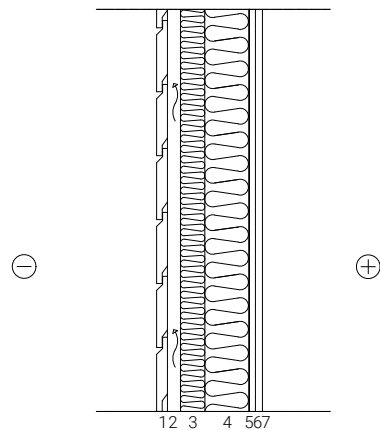
Bærende yttervegger



1. 120 mm fasadestein med fingerspalte, murfester \varnothing 4 mm 2 stk./m²
2. Luftspalte
3. 50 mm PAROC WAS 50 murplate
4. Rammebeskyttelse: fuktresistent byggplate
5. 45 × 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
6. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampspærre
7. 15 mm gipsplate, type F
8. 13 mm gipsplate, type A

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

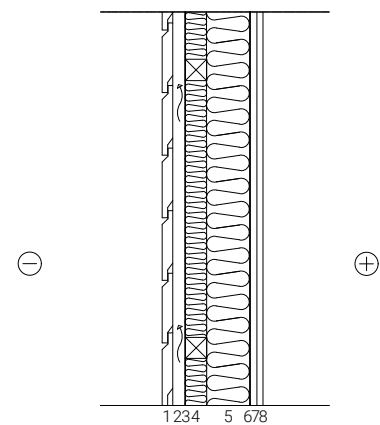
Brannklasse **REI 60**



1. 23 mm trepanel
2. 28 × 70 spikerlekte c 600 mm
3. 50 mm PAROC WAS 35 klimaplate samt PAROC XFP 001, avstandsholder
4. 45 × 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampspærre
6. 13 mm gipsplate, type A
7. 15 mm gipsplate, type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

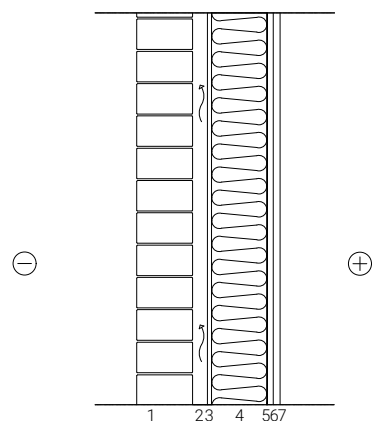
Brannklasse **REI 60**



1. 23 mm trepanel
2. 28 × 70 spikerlekte c 600 mm
3. PAROC XMW 065/095 vindbeskyttelse/vindtett
4. 45 × 45 mm krysslågt trestender c 600 mm, 45 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 45 × 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
6. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampspærre
7. 15 mm gipsplate, type F
8. 13 mm gipsplate, type A

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

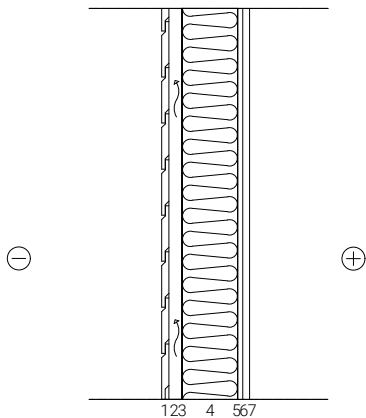
Brannklasse **REI 60**



1. 120 mm fasadestein med fingerspalte, murfester \varnothing 4 mm 2 stk./m²
2. Luftspalte
3. Rammebeskyttelse: fuktresistent byggplate
4. 45 × 120 mm trestender c 600 mm 120 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampspærre
6. 13 mm gipsplate, type A
7. 15 mm gipsplate, type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

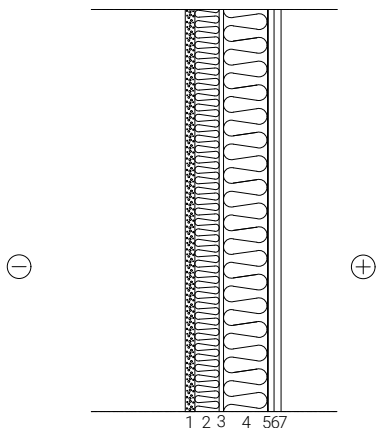
Brannklasse **REI 60**



1. 16 mm trepanel
2. 28 x 70 spikerlekte c 600
3. PAROC XMW 065/095 vindbeskyttelse/vindtett
4. 45 x 120 mm trestender c 600 mm 120 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampsperre
6. 13 mm gipsplate, type A
7. 15 mm gipsplate, type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 60**

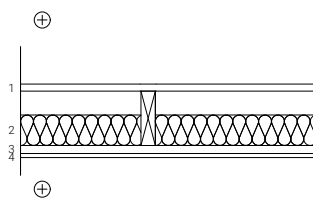


1. 20 mm puss, ca 40 kg/m³
2. 50 mm PAROC FATIO Plus, pussplate
3. Rammebeskyttelse: fuktresistent byggplate
4. 45 x 95 mm trestender c 600 mm 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
5. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampsperre
6. 13 mm gipsplate, type A
7. 15 mm gipsplate, type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 60**

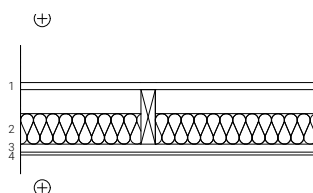
Mellombjelkelag



1. 22 mm gulvspanplate
2. 45 x 170 mm trebjelke eller lettbjelke c 600 mm, 100 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
3. 19 x 50 mm glespanel c 300 mm
4. 13 mm gipsplate, type A

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

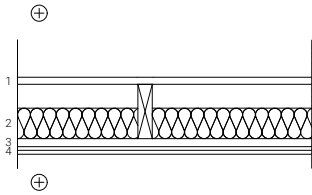
Brannklasse **REI 30**



1. 22 mm gulvspanplate
2. 45 x 170 mm trebjelke eller lettbjelke c 600 mm, 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
3. 19 x 50 mm glespanel c 300 mm
4. 9 mm kledningsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

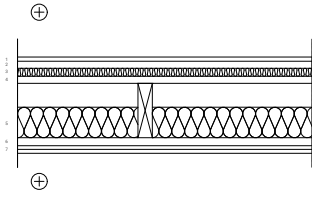
Brannklasse **REI 30**



1. 22 mm gulvspanplate
2. 45 x 170 mm trebjelke eller lettbjelke c 600 mm, 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
3. 19 x 50 mm glespanel c 300 mm
4. 2 x 12 mm kledningsplate

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

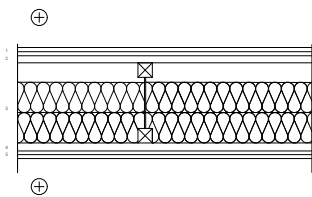
Brannklasse **REI 60**



1. 13 mm gulvgips
2. 22 mm gulvspanplate
3. 25 mm PAROC SSB 2t, trinnlydplate
4. 22 mm gulvspanplate
5. 45 x 170 mm trebjelke eller lettbjelke c 600 mm, 95 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
6. Stålråd c 300 mm og 25-30 mm elastisk stålprofil c 400 mm
7. 2 x 13 mm gipsplate, type A

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 60**

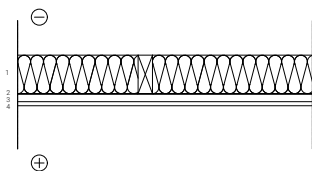


1. 2 x 13 mm gulvgips
2. 22 mm gulvspanplate
3. 250 mm lettbjelke, 195 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
4. 25 mm akustikkprofil c 400 mm
5. 2 x 13 mm gipsplate, type A

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 60**

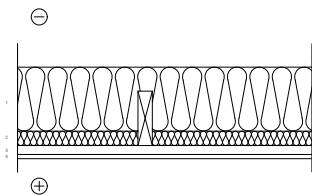
Loftsbjelkelag



1. 120 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate 45 x 120 mm trestender c 1200 mm eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
2. 0,12 mm PAROC XMV 012, luft- og dampsperre
3. 28 x 70 mm glespanel c 300 mm
4. 13 mm gipsplate, type A

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

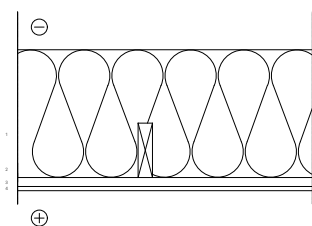
Brannklasse **REI 30**



1. 200 mm PAROC BLT løsull
2. 45 x 170 mm trestender c 1200 mm, 45 mm PAROC eXtra vegg-/bjelkelagsplate eller PAROC Natura Lana vegg-/bjelkelagsplate
3. 0,12 mm PAROC XMV 012 luft- og dampsperre
4. 28 x 70 glespanel c 300 mm
5. 13 mm gipsplate, type A

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

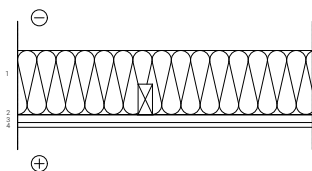
Brannklasse **REI 30**



1. 400 mm PAROC BLT løsull, 45 x 170 trestender c 1200 mm
2. 0,12 mm PAROC XMV 012, luft- og dampsperre
3. 28 x 95 glespanel c 300 mm
4. 13 mm gipsplate, bredde 600 mm

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

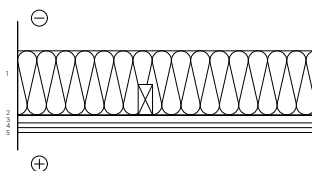
Brannklasse **REI 30**



1. 200 mm PAROC BLT løsull 45 x 95 mm trebjelke eller lettbjelke min høyde 200 mm c 1200 mm
2. 0,12 mm PAROC XMV 012, luft- og dampsperre
3. 28 x 70 mm glespanel c 300 mm
4. 15 mm gipsplate, type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 30**

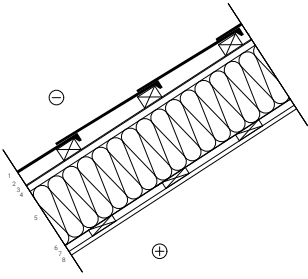


1. 200 mm PAROC BLT løsull 45 x 95 mm trebjelke eller lettbjelke min høyde 200 mm c 1200 mm
2. 0,12 mm PAROC XMV 012, luft- og dampsperre
3. 28 x 70 mm glespanel c 300 mm
4. 13 mm gipsplate, type A
5. 15 mm gipsplate, type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 60**

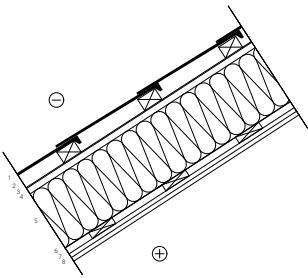
Skråtak



1. taktegl eller tilsvarende
2. 45 x 70 bærelekte
3. underlagstak
4. 20 mm luftspalte
5. 45 x 220 mm trestender c 1200 mm med vindbeskyttelse (gjelder løsull)
Isolasjon BLT løsull tetthet minst 45 kg/m³, minst 200 mm eller
PAROC eXtra pf skråtakplate
6. 0,12 mm PAROC XMV 012, luft- og dampsperre
7. 28 x 95 glespanel c 300 mm
8. 13 mm gulvgipsplater eller 15 mm gipsplate type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 30**



1. taktegl eller tilsvarende
2. 45 x 70 bærelekte
3. underlagstak
4. 20 mm luftspalte
5. 45 x 220 mm trestender c 1200 mm med vindbeskyttelse (gjelder løsull)
Isolasjon BLT løsull tetthet minst 45 kg/m³, minst 200 mm eller
PAROC eXtra pf skråtakplate
6. 0,12 mm PAROC XMV 012, luft- og dampsperre
7. 28 x 70 mm glespanel c 300 mm
8. 13 mm gipsplate type A
9. 15 mm gipsplate type F

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

Brannklasse **REI 60**

10. BRANNISOLERING AV VENTILASJONSKANALER

Isolering og gjennomføringer

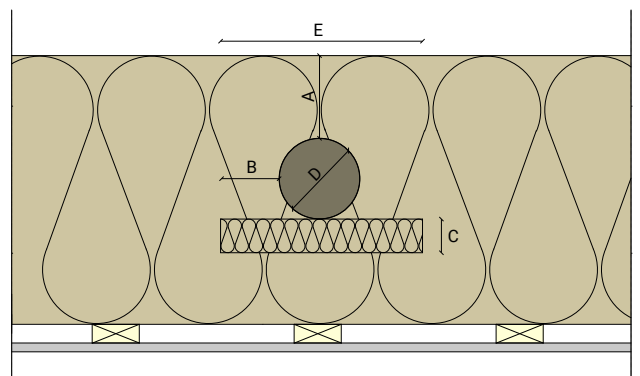
Vanligvis blir runde ventilasjonskanaler brannisolert utvendig med POOC Wired Mat 100 eller POOC Wired Mat 100 Comfort. For EI 15 kreves det 30 mm, EI 30 50 mm og EI 60 100 mm. Kanaler som går i loftsbeleg, kan også brannisoleres med PAROC BLT i samsvar med figuren ved siden av. Løsningen er typegodkjent.

Ifølge BBR skal kanaler som bryter gjennom en bygningsdel, legges slik at den brannskillende evnen ikke endres.

Detaljløsninger

For egnede detaljløsninger for tilkoblinger og gjennomføringer se typegodkjente løsninger fra SITAC. Det finnes også mange løsninger beskrevet i publikasjoner fra SP – Träteck og SBI – Stålbyggnadsinstituttet.

Se typegodkjenning 1008/94 for detaljert informasjon

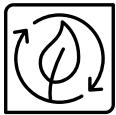


Betegnelser

- A. Angir minimumsavstanden mot luftet rom
- B. Angir minimumsavstand mot brennbare bygningsdeler
- C. Mellomlegg minimumstykkelse med PAROC FPS 14
- D. Kanaldiameter maks. 315 mm
- E. Mellomleggets minste lengde-/breddeformat
- F. PAROC BLT i nominell tetthet

| Betegnelse | Brannklasse | |
|------------|--------------|--------------|
| | EI 15 | EI 30 |
| A | 70 mm | 170 mm |
| B | 120 mm | 220 mm |
| C | 30 mm | 60 mm |
| E | 400 x 400 mm | 600 x 600 mm |

Tabellen viser minimumsavstander og tykkelser for å oppnå den respektive brannklassen



BÆREKRAFTIG

PAROC® står for energieffektive og brannsikre isolasjonsløsninger med steinull for nybygg og renovering, VVS-løsninger, industriapplikasjoner samt maritime løsninger og offshore-løsninger. Vårt varemerke bygger på 80 års erfaring med innovasjon, produksjon og teknisk know-how.



ENERGIEFFEKTIV

Innen byggisolering kan vi tilby et stort utvalg produkter og løsninger for alle typer bygninger, som først og fremst brukes til varme-, brann- og lydisolering av tak, loftsbjelkelag, kjellertak, vegger, bjelkelag og grunnmurer.



BRANNSIKKER

Innen teknisk isolering tilbyr vi blant annet varme-, brann- og lydisolering for VVS-systemer, prosessindustri, maritim industri og offshore-industri, samt en lang rekke kundespesifikke løsninger.



FUKTSIKKER

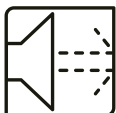
Du finner mer informasjon på www.paroc.no



GJENBRUKBAR



SIKKER



LYDREDUSERENDE

Informasjonen i denne brosjyren beskriver de presenterte produktenes beskaffenhet og tekniske egenskaper når brosjyren gis ut og frem til den erstattes av neste trykte eller digitale versjon. Den nyeste versjonen av denne brosjyren er alltid tilgjengelig på Parocs nettside. Informasjonsmaterialet presenterer bruksområder der funksjonene og egenskapene til produktene er godkjent. Informasjonen er imidlertid ingen kommersiell garanti. Vi tar ikke ansvar for bruk av komponenter fra tredjepart som brukes i applikasjonen eller under installasjonen av våre produkter. Vi kan ikke garantere bærekraften til våre produkter hvis de brukes i et område som ikke er vist i informasjonsmaterialet. Fordi våre produkter hele tiden er under utvikling, forbeholder vi oss retten til når som helst å gjøre endringer i informasjonsmaterialet.

PAROC er et registrert varemerke.

September 2021
2201BISE1019
© Paroc 2021