

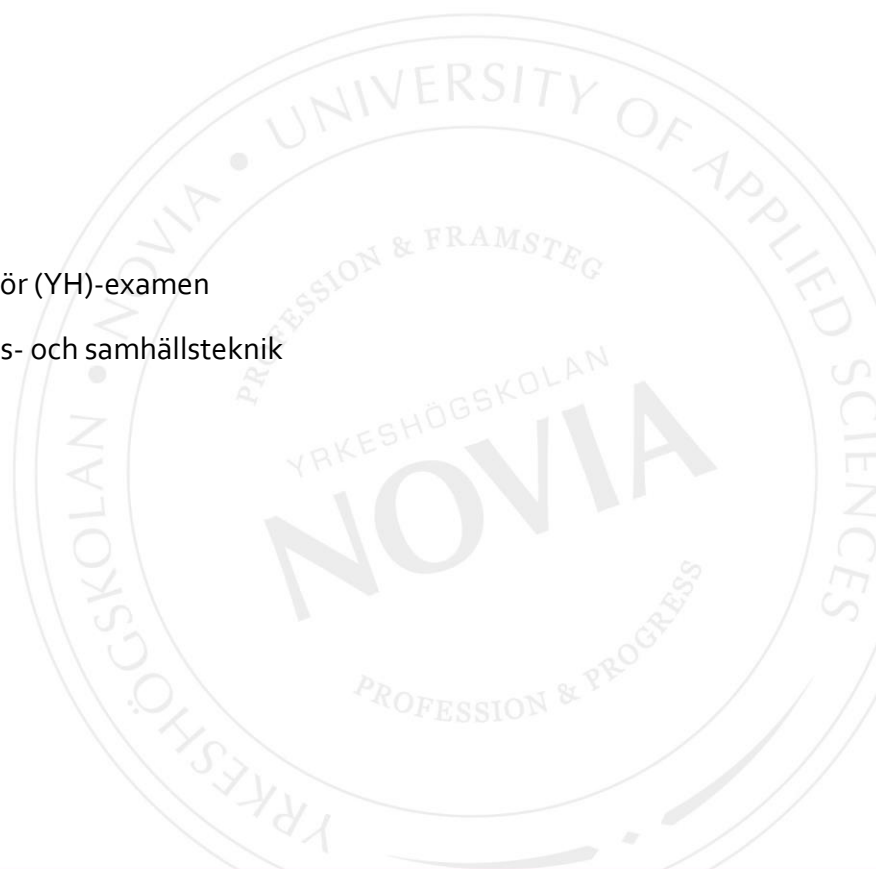
Branddimensionering av bärande väggkonstruktion i trä

Marie Flythström

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningen för byggnads- och samhällsteknik

Ekenäs 2020



EXAMENSARBETE

Författare: Marie Flythström

Utbildning och ort: Byggnadsteknik, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Konstruktionsplanering

Handledare: Towe Andersson

Titel: Branddimensionering av bärande väggkonstruktion i trä

Datum 13.3.2020

Sidantal 38

Bilagor

Abstrakt

Syftet med detta examensarbete är att utreda hur man branddimensionerar en bärande vägg med träregelkonstruktion enligt RIL 205-2-2019, med eller utan isolering och som brandavskiljande vägg.

I början av arbetet behandlas träets materialegenskaper, varefter byggnadernas brandklasser P₀, P₁, P₂ och P₃ presenteras, därefter får läsaren reda på hur man kan sektionera en byggnad beroende på byggnadens brandklassificering.

Arbetet presenterar även teorin bakom branddimensionering och beräkningsexempel, med hänvisningar till RIL 205-2-2019. Avslutningsvis analyseras och jämförs beräkningarnas resultat. Med beräkningsresultaten granskar vi närmare de brandtekniska skillnaderna mellan konstruktionerna.

Språk: Svenska

Nyckelord: Branddimensionering, brandsektionering, RIL

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Marie Flythström

Koulutus ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Rakennesuunnittelu

Ohjaaja: Towe Andersson

Nimike: Kantavan seinän palomitoitus

Päivämäärä 15.3.2020

Sivumäärä 38

Liitteet

Tiivistelmä

Puu on tavallisin rakennusmateriaali, mutta se on palavaa materiaalia. Siksi on tärkeää, että sen palomitoitus on oikea suhteessa rakennuksen käyttötarkoitukseen.

Tämän lopputyön tarkoituksena on selvittää miten RIL 205-2-2019:n mukaan tehdään palomitoituksia. Keskenään verrataan kantavaa puurakenteista seinää, jossa joko on tai ei ole eristettä ja palo-osastoivaa seinää.

Työn alussa käsitellään puun materiaaliominaisuuksia, sen jälkeen esitellään rakennusten paloluokat P₀, P₁, P₂ ja P₃. Lopuksi lukija saa tietää miten rakennus voidaan palo-osastoida riippuen siitä mikä on rakennuksen paloluokitus.

Työ esittelee myös palomitoituksen taustalla olevan teorian sekä esimerkkilaskuja, joissa viitataan RIL 205-2-2019:ään. Lopuksi laskujen tulokset analysoidaan ja niitä verrataan keskenään. Laskutulosten avulla rakenteiden paloteknisiä eroavaisuuksia tarkastellaan lähemmin.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Palomitoitus, palo-osatoiva, RIL

BACHELOR'S THESIS

Author: Marie Flythström

Degree Programme: Construction Engineering, Raseborg

Specialization: Structural Engineering

Supervisor: Towe Andersson

Title: Fire Rating a Load-bearing Wall Construction

Date 15.3.2020 Number of pages 38 Appendices

Abstract

Wood is the most commonly used construction material even if it is a combustible material. It is, therefore, important that it is correctly dimensioned in relation to what the building will be used for.

The purpose of this work is to examine how to make a fire dimensioning according to RIL 205-2-2019 (instructions given by the Organization of Construction Engineers in Finland). The work includes calculations of a wooden load-bearing wall with or without isolation and a wall with fire sectioning constructions.

In the first part of my work I discuss the properties of wood as construction material. In the next part I discuss the fire classes P₀, P₁, P₂ and P₃ for buildings. After that the reader learns about how a building can be divided into sections depending on its fire classification.

My work also presents the theory behind fire dimensioning and some examples of calculations, with references to the instructions in the RIL 205-2-2019. Finally, the results of the calculations are analysed and compared. With the help of the results of the reactions of different types of constructions, the constructions' reactions to fire are discussed more closely.

Language: Swedish

Key words: fire dimensioning, fire section, RIL

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Träets materialegenskaper	1
3	Brandsektionering.....	1
3.1	Hur ska man sektionera branden?.....	3
4	Byggnadernas brandklassindelning.....	6
4.1	Brandklass P0	6
4.2	Brandklass P1	6
4.3	Brandklass P2	7
4.4	Brandklass P3	7
5	Principer för branddimensionering.....	7
5.1	Icke brandskyddad träkonstruktion.....	7
5.2	Träkonstruktionen är helt brandskyddad under hela brandmotståndstiden..	8
5.3	Träkonstruktionen är delvis brandskyddad under brandmotståndstiden	8
6	Brandskyddande förmåga hos beklädnader.....	9
7	Allmänt om förkolning	9
8	Dimensionering.....	10
8.1	Hänvisning till bärförmåga, då väggkonstruktionen har isolering.....	10
8.1.1	Dimensionerande förkolningsdjupet.....	11
8.1.2	Hållfasthet och styvhet.....	16
8.1.3	Fastsättning av skivor.....	18
8.2	Hänvisning till bärförmåga, då väggkonstruktionen inte har isolering	19
8.2.1	Dimensionerat förkolningsdjup.....	20
8.2.2	Hållfasthet och styvhet.....	25
8.2.3	Fastsättning av skivor.....	25
8.3	Påvisande av brandsektionering.....	26
8.3.1	Förenklad analysmetod.....	27
8.3.2	Grundvärde för isolering	28
8.3.3	Lägeskoefficienter	30
8.3.4	Skarvarnas inverkan på branden	32
8.4	Analys av dimensioneringsresultaten då väggen har och inte har isolering .	36
9	Avslutning	37
	Källförteckning	38

1 Inledning

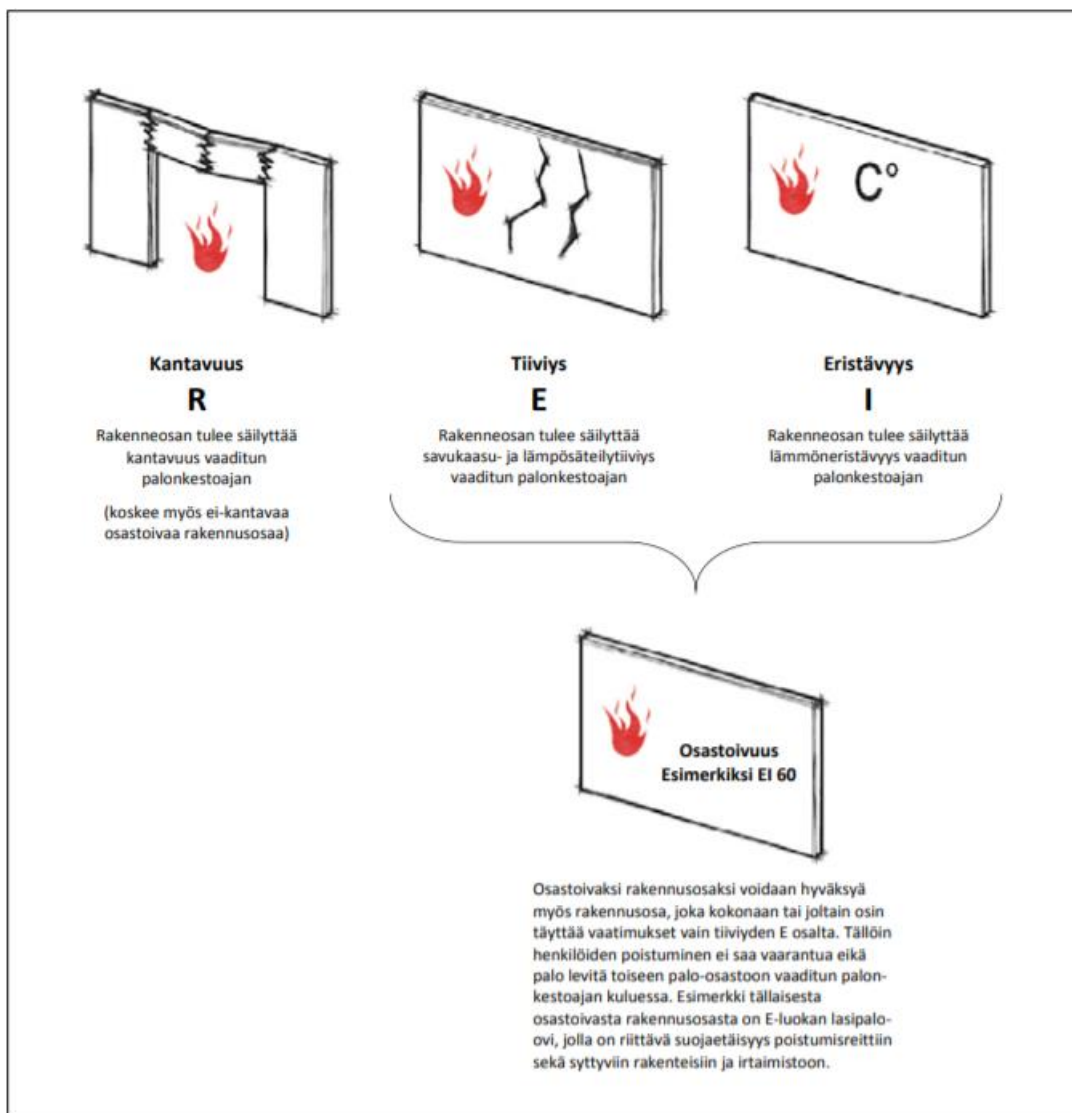
Detta examensarbete handlar om branddimensionering av väggkonstruktion med träreglar. Trä är ett brännbart material vilket innebär att den har en förmåga att brinna och avge värme. Därför är trä också ett brandfarligt material, men med dagens byggteknik, byggnadsmaterial och beräkningsmetoder kan vi förutspå och förebygga uppkomsten och spridningen av branden, vilket ökar säkerheten i byggnader. Då vi dimensionerar en bärande konstruktionen i trä, finns det särskilda krav som den bör uppfylla för att kunna behålla sin bärighet, utan att rasa samman. Då man dimensionerar rätt en konstruktion i trä, kan man få den lika brandsäker som vilket som helst annat byggnadsmaterial. Därmed är syftet med detta examensarbete att förklara och berätta hur man branddimensionerar en väggkonstruktion i trä med hänvisning till finska förordningar och andra faktorer man bör känna till.

2 Träets materialegenskaper

Även om trä är ett brännbart material, så har det mycket bra brandtekniska egenskaper, eftersom då trä brinner så bildas det ett kolskikt som minskar värmeöverföringen och skyddar det underliggande träet. Detta tas i beaktande vid branddimensioneringen. Den brandtekniska funktionen beror på träets förkolningshastighet och på reducerad hållfasthet och styvhet. Dessutom har trä en hög värmekapacitet på 1500 till 1700 J/kgK. (träguiden,2017)

3 Brandsektionering

Brandsektionering hos konstruktioner innebär att byggnadsdelen i fråga måste uppfylla de krav som ställs för att kunna stå emot en fullt utvecklad brand under en viss tid, utan att branden kommer åt att sprida sig. En bärande vägg bör uppfylla funktionskraven REI, det vill säga bärförmåga (R), integritet (E) och isolering (I), medan en vanlig mellanvägg bör uppfylla EI. Dessa funktionskrav kan anges som till exempel REI60 och REI90, med det vet man att det är fråga om en bärande vägg och numreringen 60 och 90, står för den tidsperiod i minuter som byggnadsdelen förväntas kunna stå emot vid brandexponering.



Figur 1. Förklaring till funktionskraven för en sektionerande byggnadsdel. (Puuinfo,2018)

Det är viktigt att poängtera att även om det går att påvisa en väggs brandsektionering genom att utföra de beräkningsanvisningar som står i eurokod 5, är man vanligtvis ändå tvungen att utföra ett brandprov, ifall konstruktionen inte är typ godkänd för ändamålet. Det är på grund av att beräkningsanvisningarna för sektionering i denna stund ännu är ännu så begränsade.

	En byggnads brandklass, antal våningar och brandbelastningsgrupp MJ/m ²					
	P1			P2 fler än 2 våningar	P21–2 våningar	P3
	över 1 200	600–1 200	under 600			
	–	–	–	–	–	–
Våningar, i allmänhet	EI 120 ¹⁾ (EI 60 *) ¹⁾	EI 90 ¹⁾ (EI 60 *) ¹⁾	EI 60 ¹⁾	EI 60 ²⁾	EI 30	EI 30
– över 56 m hög byggnad	EI 90, A2 *	EI 60, A2 *	EI 60, A2 *	inte möjligt	inte möjligt	inte möjligt
– övre bjälklag, om krav på sektioneringsförmåga	EI 60	EI 60	EI 60	EI 60 2)	EI 30	EI 30
– produktions- och lagerutrymmen, brandfarlighetsklass 1, arealsektionering	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1*)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1*)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1*)	inte möjligt	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1*)	EI-M 90, A1 (EI-M 60, A1*)
– produktions- och lagerutrymmen, brandfarlighetsklass 2, arealsektionering	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1*)	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1*)	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1*)	inte möjligt	EI-M 120, A1 (EI-M 60, A1*)	EI-M 60, A1*
– bilgarage, arealsektionering	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 60, A2	inte möjligt	EI 60	EI 30
Vindens sektionerande väggar, arealsektionering	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30	EI 30
Källarvåningar	EI 120, A2 (EI 90, A2 *)	EI 90, A2 (EI 60, A2 *)	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 60, A2	EI 30, A2 ³⁾

¹⁾ Sektionerande byggnadsdelar i utgångar i byggnader med fler än 2 våningar i brandklass P1 ska utföras i byggnadsvaror lägst av klass A2-s1, d0.
²⁾ Obs. kraven i 24 § 3 mom.
³⁾ Klasskravet i en källare som hör till en enda bostad är EI 30.
A1 Byggnadsvaror av klass A1
A2 Byggnadsvaror lägst av klass A2-s1, d0
* När byggnaden eller utrymmet är försedda med en för ändamålet lämplig automatisk släckningsanläggning.

Figur 2. Sektioneringskrav enligt byggnadsklassificeringen. (Miljöministeriets förordning om byggnadernas brandsäkerhet 848/2017)

Bilden ovanför är tagen ur miljöministeriets förordning om byggnadernas brandsäkerhet (848/2017), där man listat sektioneringskraven för byggnader, beroende på till vilken brandklass byggnaden ifråga hör.

3.1 Hur ska man sektionera branden?

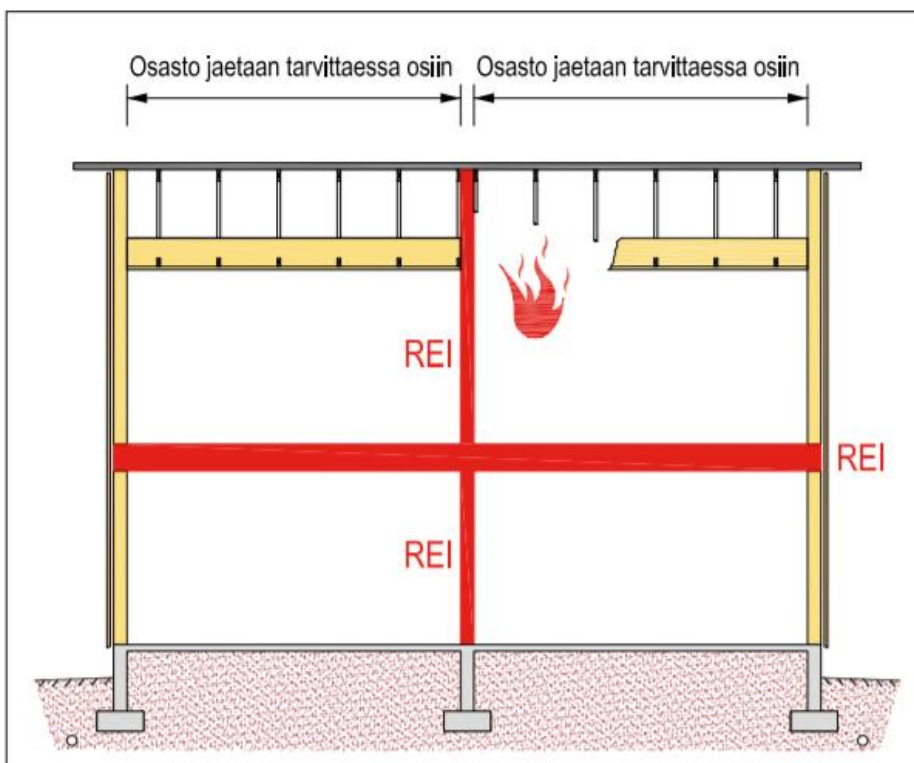
Hur man ska sektionera branden i en byggnad har att göra med vilken brandklass byggnaden hör till. I vanliga fall finns sektionerade byggnadsdelar på insidan av konstruktionen, så som väggar och mellan- och övrebjälklag, medan i speciella fall kan ytterväggen kräva sektionering.

Byggnader som hör till brandklass P3 har i första hand inga krav på bärförmåga vid brand, det vill säga R0. Om det förekommer en sektionerad byggnadsdel i en byggnad av brandklass P3, bör den trots allt behålla sin bärförmåga under den hela tidsperioden, även om det bara skulle vara fråga om byggnadens egen vikt. Därmed bör man i första hand alltid kontrollera

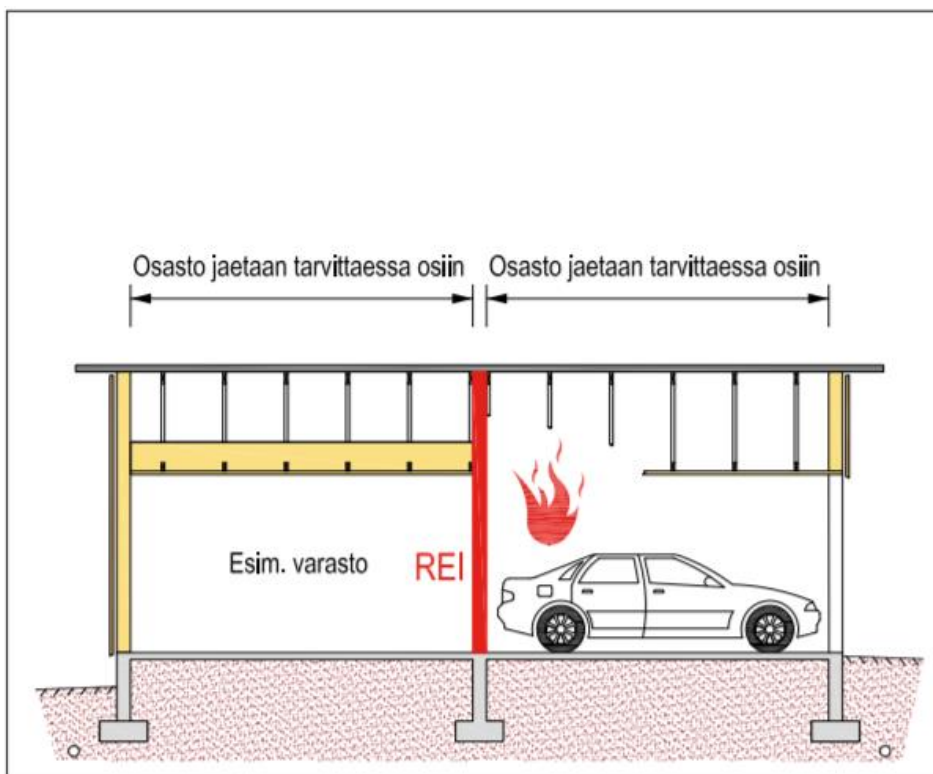
den sektionerade konstruktionsdelens bärförmåga vid en brandsituation. Med det uppnår man en ekonomisk helhetsbild över hela planeringen. För att förebygga att elden sprider sig vågrätt till en annan byggnadssektion, bör man sektionera enligt figur 2 och 3. Där gör man så att man sektionerar den stående konstruktionen ända upp till vattentaket, vilket förebygger eldens spridning i vågrät riktning. Med denna metod är man inte i vanliga fall tvungen att utföra en våningssektionering på det övrebjälklaget mellan våningen och vinden. Om det däremot förekommer ett sektionerat utrymme och användningsändamålet för det är till exempel bilgarage eller bränsleförvar, rekommenderas det att även i en byggnad av brandklass P3 använda sig av våningssektionering enbart för mellanbjälklaget. (Puuinfo, 2018, s. 40)

I byggnader som hör till P2 och P1, bör man brandsektionera byggnader med en så kallad våningssektionering, enligt figur 4 och 5. Vid våningssektionering behåller övre bjälklaget sin bärförmåga, även fast det sker en eldsvåda under bjälklaget (i rummet) eller ovanför (på vinden). (Puuinfo, 2018, s. 40)

Vid sektionering av yttervägg bör den sektioneras utgående ifrån att man branddimensionerar enligt kraven för brand både på insidan och på utsidan. Om ytterväggen däremot inte är sektionerad utgår man enbart från att dimensionera enligt kraven för brand på insidan av konstruktionen. (Puuinfo, 2018, s. 40)



Figur 3. Sektioneringsmetod för en byggnad i två våningar av brandklass P3. (Puuinfo, 2018)



Figur 4. Sektioneringsmetod för en byggnad av brandklass P3. (Puuinfo, 2018)

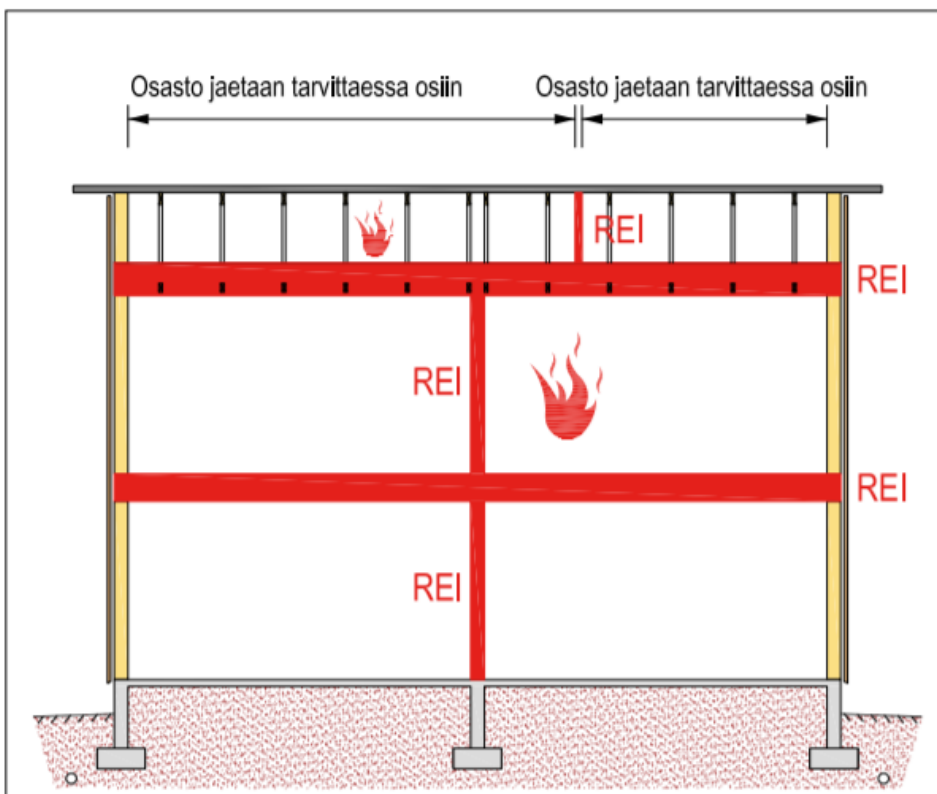
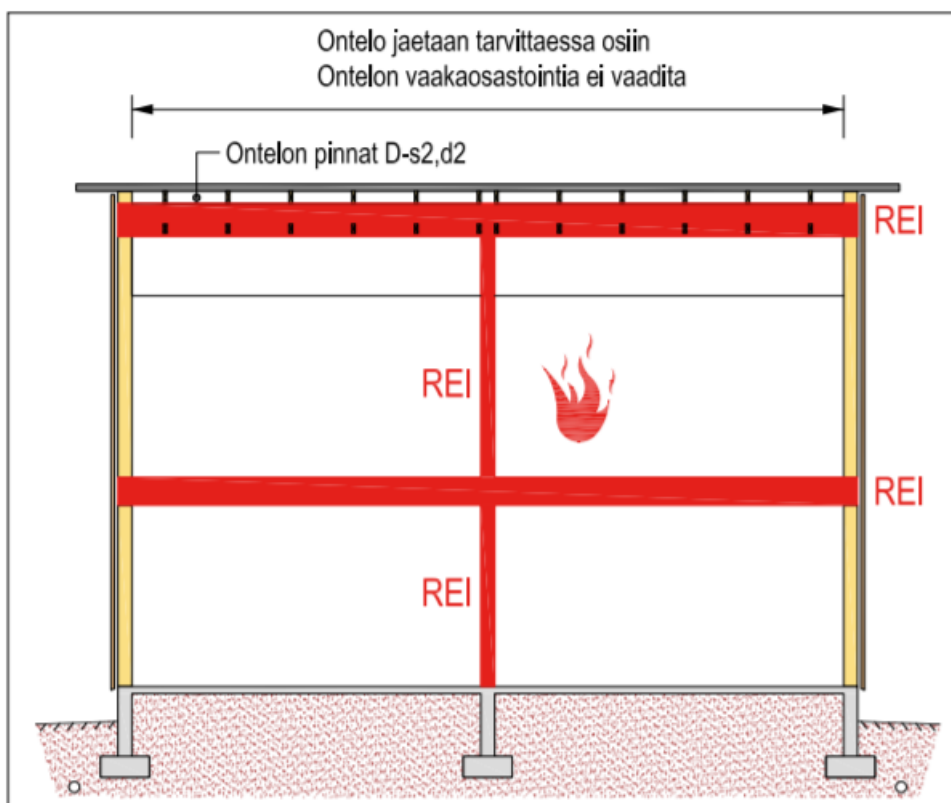


Bild 5. Sektioneringsalternativ för byggnader av brandklasserna P2 och P3. (Puuinfo, 2018)



Figur 6. Sektioneringsalternativ för byggnader av brandklasserna P2 och P3. (Puuinfo, 2018)

4 Byggnadernas brandklassindelning

Byggnaders klassindelning är P0, P1, P2 och P3. Byggnader klassificeras enligt de kriterier som förekommer i miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet (848/2017). Det är viktigt att poängtera att olika delar av byggnader kan höra till olika brandklasser. I kapitel 4.1, 4.2 och 4.3 är listat alla de olika klassernas egenskaper.

4.1 Brandklass P0

Brandklass P0 lades till i förordningen år 2017, denna klass avser de byggnader som inte tillhör de resterande brandklasserna. P0 innebär en funktionell branddimensionering, där man alltid bör beakta brandlasten. (Puuinfo, 2018, s. 13).

4.2 Brandklass P1

I sådana byggnader som hör till P1, utgår man ifrån att den bärande konstruktionen klarar av att branden släcks och avkyls, utan att den mistar sin bärförmåga. Detta gäller oftast för

byggnader som har mera än två våningar. Tabell 1 visar att det som är annorlunda för P1, är att byggnadens folkmängd och storlek inte är begränsad. (Puuinfo, 2018, s. 11)

4.3 Brandklass P2

Som brandklass P2 klassificeras boendehus, vårdhem, övernattningsbyggnader, arbetsplatsbyggnader som är max 8 våningar, samt en max fyra våningar hög och företagsbyggnad och envånings produktions- och förrådsbyggnader. Kraven för den bärande konstruktionen i byggnader som hör till P2, kan vara mildare än för P1. I denna klass ställs det krav på speciellt ytskiktens egenskaper och på anordningar som förbättrar brandsäkerheten, för att uppnå en tillräcklig säkerhetsnivå. Beroende på byggnadens användningsändamål, är folkmängden och byggnadens storlek begränsade. (Puuinfo, s. 11, tabell 1)

4.4 Brandklass P3

De typiska byggnaderna som hör till P3-klassen är egnahemshus i max två våningar, där våningarna hör till samma brandklass. Till P3 hör även envånings vårdhem och övernattningshem, arbetsplatsbyggnader, samling- och företagsbyggnader i max två våningar, samt även envånings produktions- och förrådsbyggnader. Bärande konstruktionen i byggnader som är klassificerade som P3 kräver oftast inte brandmotstånd, men det finns undantag. Även i denna klass begränsar man byggnadens storlek och personmängd beroende på byggnadens användningsändamål, för att uppnå en tillräckligt hög säkerhet. (Puuinfo, 2018, s. 11)

5 Principer för branddimensionering

Det finns tre olika principer för att dimensionera bärförmåga vid brand. En träkonstruktion planeras enligt följande tre alternativ: inte brandskyddad, delvis skyddad, eller fullt skyddad för den dimensionerade brandmotståndstiden.

5.1 Icke brandskyddad träkonstruktion

Då en konstruktion inte är brandskyddad, så förkolnas konstruktionen redan då branden börjar. Det effektiva tvärsnittet är det som är kvar i slutet av brandmotståndstiden och det dimensionerar man med brandsituationens påfrestning. För att uppnå en bättre bärighet vid

brandpåfrestning kan man välja att ta en större storlek på konstruktionsmaterialet, som ger oss ett högre effektivt tvärsnitt, vilket innebär en högre bärförmåga. Det finns två olika sätt att beakta förkolningens hastighet, det ena alternativet är endimensionell förkolning, vilket innebär att konstruktionen förkolnas enbart från ett håll, eller sen nominell förkolning, vilket innebär att konstruktionen kan förkolnas från flera håll. (Puuinfo, 2018, s. 80)

5.2 Träkonstruktionen är helt brandskyddad under hela brandmotståndstiden

Då man brandskyddar konstruktionen under hela brandmotståndstiden, innebär det att man brandskyddar de utsatta delarna med olika skivor. Dessa skivor kan vara gipsskivor, träskivor, gipsskivor gjorda för det ändamålet eller en kombination av både och. Träpaneler går även att använda som brandskydd. Dessa brandskydd hindrar träkonstruktionen från att förkolna under hela brandskyddstiden. Det gör att beständigheten i träet minskar eftersom värmen förblir bakom brandskyddskivorna och detta beaktas vid dimensioneringen. Man kan dessutom påverka hur mycket beständigheten minskar, det gör man med att välja rätt typ av till exempel dimensioner på konstruktionsvirket i förhållande till branddimensioneringen. Då man väljer brandskydd är det viktigt att skyddet uppfyller så många brandtekniska krav som möjligt och det får man genom att beakta beklädnadens ytklass- och skyddskrav. (Puuinfo, 2018, s. 80–81)

5.3 Träkonstruktionen är delvis brandskyddad under brandmotståndstiden

Då man brandskyddar konstruktionen delvis, innebär det att man låter träet förkolna under resten av tiden. Till exempel en byggnadsdel som står som R60, betyder att den ska klara av att stå emot brand i 60 minuter. Då dimensionerar man att brandskyddsbeklädnaderna skyddar konstruktionen i 30 minuter, medan de resterande 30 minuterna låter man konstruktionen färfkolna. så att den mistar sin bärförmåga efter 60 minuter. För att kunna dimensionera dessa fall bör man få reda på tiden då brandskyddets förkolning börjar t_{ch} , samt brandskyddsbeklädnadens nedfallstid t_f . (Puuinfo, 2018, s.81)

6 Brandskyddande förmåga hos beklädnader

Brandskyddsbeklädnader används för att göra det tidiga brandförloppets process långsammare, med det menar man tiden fram till att den bärande konstruktionen deltar i branden. Vid montering av beklädnader är viktigt att se att det inte förekommer sprickor eller andra brister på beklädnaden, som kan orsaka att branden kommer igenom.

Brandskyddsbeklädnaderna indelas i K-klasser som är ett europeiskt system, för att ge brandskydd till konstruktionens inre delar. Det finns två olika typer av K-klassen. Den ena, klass K₁10, gäller för underlag med densitet <math><300 \text{ kg/ m}^3</math>, medan klasserna K₂10, K₂30 och K₂60 gäller för resten, det vill säga att då underindexet är 2, innebär det att beklädnaden går att använda till alla underlag oberoende av typ eller densitet. Numret som står efter underindexet, är endera 10, 30 eller 60. Det står för den tidsperiod i minuter, som beklädnaden bör uppnå vid brand innan nedfallstiden för beklädnaden börjar.

7 Allmänt om förkolning

I dagens läge känner vi väl till träets brandteknik. Vid en temperatur på 180 °C sker det en termisk förmjukning av torrt trä, som är som störst vid 320–380 °C. Samtidigt vid det här skedet går bindningarna i träets lignin, cellulosa, hemicellulosa sönder. Den termiska förmjukningen för fuktigt trä börjar vid en temperatur på 100, det vill säga en skillnad på 220–280 °C om det är fråga om ett torrt eller fuktigt trä. Träet tänds vid en temperatur på 250–300 °C, men trots de finns det faktorer som bidrar till när träet börjar brinna. Till exempel hur länge träet har blivit utsatt för värme, hur stor träbiten är och antändningskällans effekt, har en stor betydelse i saken. Förkolning fungerar som ett skyddsskikt och saktar ner värmeprocessen för det underliggande träet då det brinner. Alla olika konstruktionsmaterial av trä, till exempel sågat virke, CLT och limträ har alla enskilda förkolningshastigheter, därför är det viktigt att vid planeringen av träkonstruktionens brandteknik ta det i beaktande. (Puuinfo, s.81, 2018)

Vänstra delen av bild 7 förklarar hur förkolningen reagerar i förhållande till temperaturen och den högra delen visar tydligt de skyddsskikt som förkolningen bildar runt det underliggande träet.

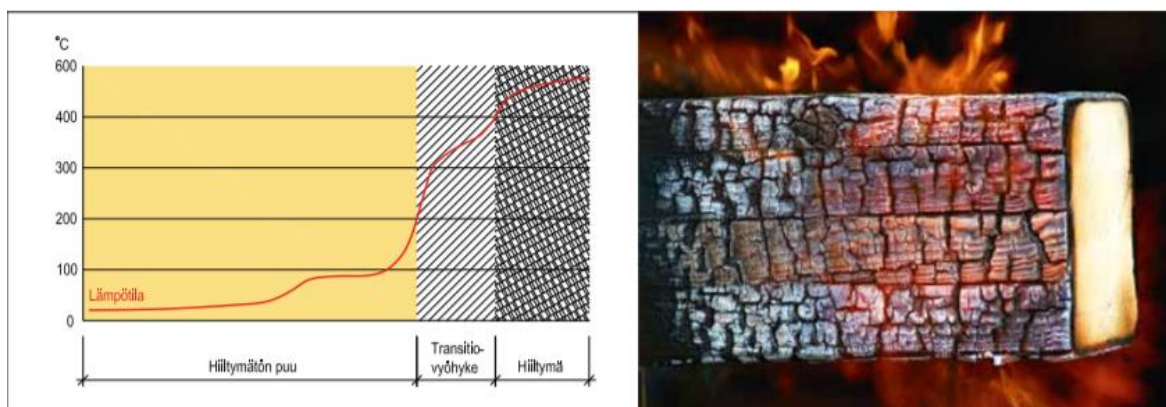


Bild 1. Förkolningen av trä. (Puuinfo, 2018)

8 Dimensionering

I dessa beräkningar följer vi stegvis de instruktioner och anvisningar som står i RIL 205-2-2019, "Puurakenteiden palomitoitus" som baserar sin information på eurokod EN 1995-1-2.

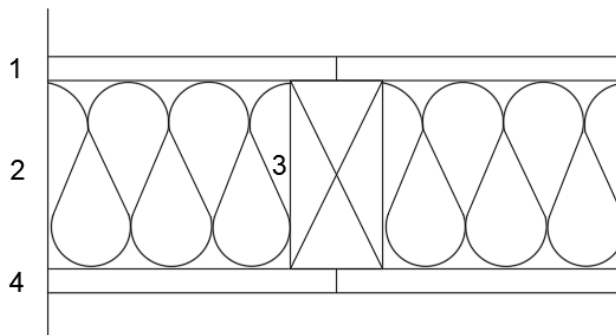
Då man börjar beräkna, väljer man till först om man dimensionerar med eller utan isolering i väggkonstruktionen. Följande avsnitt kommer att handla om dimensionering med isolering och avsnitt 7.2 kommer att handla om dimensionering utan isolering. Därefter med hjälp av beräkningsmetoder tar vi reda på vilken brandmotståndstid sektionerande väggen i fråga uppfyller. Dessa beräkningar dimensioneras enligt att branden enbart är på den ena sidan av väggen.

8.1 Hänvisning till bärförmåga, då väggkonstruktionen har isolering

I detta avsnitt beräknar vi två olika varianter av hur man branddimensionerar en bärande mellanvägg. Exempel 1 är en vanlig bärande mellanvägg. Medan den andra är en bärande och sektionerad mellanvägg, det vill säga att den begränsar branden från att sprida sig. Den väsentligaste skillnaden, på sektionerad och icke sektionerad vägg är att man använder sig av en brandgipsskiva som är tjockare än en vanlig, eller så använder man dubbla gipsskivor för att uppnå ett tillräckligt brandmotstånd.

Exempel 1. Bärande mellanvägg med isolering

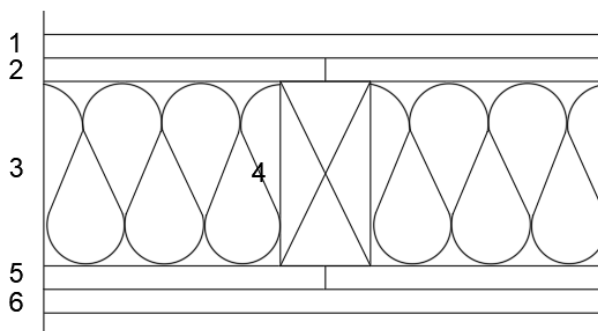
1. Gipsskiva 12,5 mm
2. Stenull 98 mm
3. Gipsskiva 12,5 mm
4. Stomme 48x98 mm



Figur 8. Väggskärrning (Ritning: Marie Flythström)

Exempel 2. Bärande sektionerad mellanvägg med isolering REI

1. Gipsskiva 12,5 mm
2. Gipsskiva 12,5 mm
3. Stenull 98 mm
4. Gipsskiva 12,5 mm
5. Gipsskiva 12,5 mm
6. Stomme 48x98 mm



Figur 9. Väggskärrning (Ritning: Marie Flythström)

8.1.1 Dimensionerande förkolningsdjupet

För att börja dimensionera, bör vi först räkna ut det dimensionerande förkolningsdjupet, $d_{char,n}$. Det får vi reda på med hjälp av formeln nedan (RIL 205-2-2019, s. 37):

$$d_{char,n} = \beta_{n2}(t_f - t_{ch}) + \beta_{n3}(t - t_t) \quad (1)$$

För att kunna räkna ut det, måste vi först få reda på β_{n2} (nominella förkolningshastigheten, innan väggskivan brister) och β_{n3} (nominella förkolningshastigheten efter att väggskivan har brustit), enligt formlerna nedan (RIL 205-2-2019, s. 37):

$$\beta_{n2} = k_s k_2 k_n \beta_0 \quad \text{när } t_{ch} \leq t < t_f \quad (2)$$

$$\beta_{n3} = k_s k_3 k_n \beta_0 \quad \text{när } t \geq t_f \quad (3)$$

Där

$$k_n = 1,5$$

k_s tvärsnittsfaktor, fås ur tabell 1

k_2 isoleringsfaktor för beklädnader, se tabell 2

k_3 efterskyddsfaktor, se tabell 2

β_0 endimensionell förkolningshastighet som är 0,65 mm/min för sågat virke

Tabell 1. Tvärsnittsfaktor där b står för tjockleken på stommen (RIL 205-2-2019)

b[mm]	K_s^*
38	1,4
45	1,3
60	1,1
≥ 90	1

*mellanvärdena interpoleras

Isoleringsfaktorn för en träskiva är $k_2=0$

Då $t \geq t_a$, är $k_3=0$, där t_a är tiden för nominella förkolningsdjupet när den når 25mm.

Då det är fråga om en träskiva eller vanliga gipsskivor, fås tidsgränsen t_a från formeln nedan (RIL 205-2-2019, s. 38):

$$t_a = \frac{25}{k_s k_3 k_n \beta_0} + t_f \quad t_{ch} = t_f \quad (4)$$

Men om skivan är till exempel en brandskyddskiva, fås tidsgränsen t_a från formeln (RIL 205-2-2019, s. 39):

$$t_a = \frac{25 - (t_t - t_{ch}) k_s k_2 k_n \beta_0}{k_s k_3 k_n \beta_0} + t_f \quad t_{ch} \leq t_f \quad (5)$$

Tabell 2. Värden för brandskyddsbeklädnader. (RIL 205-2-2019)

Beklädnad	t_{ch}	k_2	t_f (min)	k_3
A ¹⁾	15	-	15	1,0
2 X A ¹⁾	40	-	40	1,0
A + F ^{1,2)}	55	0,85	70	1,5
F ²⁾	20	0,85	50	1,5
2 X F ²⁾	65	0,60	>90	-
PI X F ^{2,3)}	55	0,85	70	1,5
PI + A ^{1,3)}	40	-	40	1,0
H ⁴⁾	10	-	10	1,5

¹⁾ 12,5mm tjock gipsskiva, med en minimi vikt på 8,2kg/m²

²⁾ 15 mm tjock gipsskiva, med en minimi vikt på 12,7 kg/m²

³⁾ 12mm tjock Plywood eller annan träskiva. Om skivans tjocklek d är större än 12mm,

⁴⁾ 9 mm tjock gipsskiva, med en minimi vikt på 7,2 kg/m²

Det går även att räkna ut k_3 med formeln nedan (RIL 205-2-2019, s. 39):

$$k_3 = 0,036t_1 + 1 \quad (6)$$

Skivans brottgränstillstånd t_f fås med hjälp av formeln nedan (RIL 205-2-2019, s. 40):

$$t_{ch} = t_f$$

$$t_f = \frac{h_p}{\beta_0} - 4 \quad (7)$$

där,

t_f är nedfallstiden för beklädnader [min]

h_p skivans tjocklek [mm]

β_0 grundläggande förkolningshastighet som är 0,65 mm/min för sågat virke

Då man dimensionerar en vägg med två olika träskivor, ska h_p stå för den totala tjockleken.

Då brandskyddsbeklädnaden baserar sig på två olika skivor där den ena är en typ F (brandskyddsskiva), ska den delen av skivan monteras ytterst mot branden. (RIL 205-2-2019, s. 40)

Enligt exempel 1. En bärande mellanvägg med isolering

$$\beta_0 = 0,65 \text{ mm/min} \quad k_s = 1,0 \quad k_2 = 0$$

$$k_3 = 1,0 \quad t_{ch} = t_f \quad t_f = 15 \text{ min}$$

Vi börjar med att räkna ut den nominella förkolningshastigheten innan väggskivan brister:

$$\beta_{n2} = k_s k_2 k_n \beta_0 = 1,0 \times 0 \times 1,5 \times 0,65 \text{ mm/min} = 0 \text{ mm/min}$$

Därefter räknat vi ut den nominella förkolningshastigheten efter att skivan har brutit:

$$\beta_{n3} = k_s k_3 k_n \beta_0 = 1,0 \times 1,0 \times 1,5 \times 0,65 \text{ mm/min} = 0,975 \text{ mm/min}$$

Sedan räknar vi tidsgränsen, det vill säga hur snabbt förkolningen når 25 mm:

$$t_a = \frac{25}{k_s k_3 k_n \beta_0} + t_f = \frac{25}{1,0 \times 1,0 \times 1,5 \times 0,65 \text{ mm/min}} + 15 \text{ min} = 40,64 \text{ min}$$

Nu kan vi räkna ut den dimensionerande förkolningsdjupet:

$$d_{char,n} = \beta_{n2}(t_f - t_{ch}) + \beta_{n3}(t - t_t) \\ = 0 \times (15 \text{ min} - 15 \text{ min}) + 1,3 \text{ mm/min} \times (40,64 \text{ min} - 15 \text{ min}) = 34,63 \text{ mm}$$

I denna beräkning har vi fått följande resultat; Då gipsskivan som är mot branden brister, förkolnas stommen med en hastighet på 0,975 mm/min. Förkolningen når ett djup på 25 mm på tiden 40,64 minuter. Det dimensionerande förkolningsdjupet fick vi till 34,63 mm.

Enligt exempel 2. En bärande sektionerande mellanvägg REI

$$\beta_0 = 0,65 \text{ mm/min} \quad k_s = 1,0 \quad k_2 = 0,85 \quad k_n = 1,5$$

$$k_3 = 1,0 \quad t_{ch} = 40 \text{ min} \quad t_f = t_{ch}$$

Vi börjar med att räkna ut den nominella förkolningshastigheten innan väggskivan brister:

$$\beta_{n2} = k_s k_2 k_n \beta_0 = 1,0 \times 0 \times 1,5 \times 0,65 \text{ mm/min} = 0 \text{ mm/min}$$

Därefter räknat vi ut den nominella förkolningshastigheten efter att skivan har brutit:

$$\beta_{n3} = k_s k_3 k_n \beta_0 = 1,0 \times 1,0 \times 1,5 \times 0,65 \text{ mm/min} = 0,975 \text{ mm/min}$$

Sedan räknar vi tidsgränsen, det vill säga hur snabbt förkolningen når 25 mm:

$$t_a = \frac{25}{k_s k_3 k_n \beta_0} + t_f = \frac{25}{1,0 \times 1,0 \times 1,5 \times 0,65 \text{ mm/min}} + 40 \text{ min} = 65,64 \text{ min}$$

Nu kan vi räkna ut den dimensionerande förkolningsdjupet:

$$d_{char,n} = \beta_{n2}(t_f - t_{ch}) + \beta_{n3}(t - t_t) = 0 \text{ mm/min} \times (40 \text{ min} - 40 \text{ min}) + 1,3 \text{ mm/min} \times (65,64 \text{ min} - 40 \text{ min}) = 33,33 \text{ mm}$$

I denna beräkning har vi fått följande resultat; Då gipsskivan som är mot branden brister, förkolnas stommen med en hastighet på 0,975 mm/min. Förkolningen når ett djup på 25 mm på tiden 65,64 minuter. Det dimensionerande förkolningsdjupet fick vi till 33,33 mm.

8.1.2 Hållfasthet och styvhet

Vid beräkning av hållfasthet och styvhet, minskar vi värdet för hållfastheten med faktorn $k_{mod,i,fi}$, som är då omräkningsfaktor vid brand. Detta värde kan vanligtvis fås ur tabellerna nedan.

Värdena i tabell 3 beskriver böjhållfastheten då det förekommer brandbelastning på konstruktionens ena dragna sida. Medan värden i tabell 4, beskriver böjhållfastheten, då det förekommer brandbelastning på konstruktionens ena tryckta sida. Värden i tabell 5 innebär att det förekommer brandbelastning på båda sidorna vid tryck (RIL 205-2-2019, s. 41-42)

Tabell 3. I denna tabell får man reda på $k_{mod,fm,fi}$ och $k_{mod,t,fi}$ då d_{char}/h . (RIL 205-2-2019)

h[mm]	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
95	0,60	0,55	0,51	0,46	0,42	0,37	0,19
145	0,68	0,63	0,58	0,53	0,48	0,43	0,24
195	0,73	0,68	0,63	0,58	0,53	0,47	0,27
220	0,76	0,71	0,66	0,61	0,56	0,51	0,30
300	0,84	0,79	0,74	0,69	0,64	0,59	0,38
400	0,94	0,89	0,84	0,79	0,74	0,69	0,48
500	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,54
600	1,00	1,00	0,96	0,91	0,86	0,75	0,54
1200	1,00	1,00	1,00				

Tabell 4. I denna tabell får man reda på $k_{mod,fi}$ och $k_{mod,c,fi}$ då d_{char}/h . (RIL 205-2-2019)

h[mm]	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
95	0,46	0,42	0,39	0,46	0,35	0,28	0,13
145	0,55	0,51	0,47	0,53	0,43	0,35	0,19
195	0,65	0,60	0,55	0,58	0,50	0,41	0,22
220	0,67	0,62	0,58	0,61	0,53	0,44	0,25
300	0,73	0,68	0,64	0,69	0,59	0,50	0,31
400	0,81	0,76	0,72	0,79	0,67	0,58	0,39
500	0,89	0,84	0,80	0,85	0,75	0,66	0,47
600	0,97	0,92	0,88	0,91	0,83	0,74	0,56
61200	1,00	1,00	1,00				

Tabell 5. I denna tabell får man reda på $k_{mod,c,fi}$ då d_{char}/h (RIL 205-2-2019)

h[mm]	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,9
145	0,39	0,23	0,07				

$k_{mod,i,fi}$ kan även räknas ut med hjälp av formeln nedan (RIL 205-2-2019, s. 42):

$$k_{mod,i,fi} = a_0 a_1 \frac{d_{char,n}}{h} \quad (8)$$

Där,

a_0, a_1 baserar sig på tabellernas 4.8S och 4.9S värden

$d_{char,n}$ nominella förkolningsdjup

h balkens eller stolpens tvärsnittshöjd

Formel för hållfastheten (RIL 205-2-2019, s. 16):

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}} \quad (9)$$

Där,

$f_{d,fi}$ Värdet för hållfasthet vid brand

f_{20} Hållfasthetsegenskap, vid 20% fraktil normaltemperatur

$k_{mod,fi}$ Omvandlingsfaktor vid brandsituation

$\gamma_{M,fi}$ Träets säkerhetskoefficient vid brandsituation

8.1.3 Fastsättning av skivor

Vid fastsättning av skivorna bör de läggas fast så att de inte lossnar på grund av att fastsättningarna ger efter. Därmed bör deras minimilängd granskas enligt följande formel nedan (RIL 205-2-2019, s. 43–44)

$$l_f = l_{a,min} + h_p + k_s k_2 k_n \beta_0 (t_f - t_{ch}) \quad (9)$$

Om skivan läggs fast i träribbor, bör fastsättningarnas minilängd granskas med formeln l_f , som står för bidraget från flänsen till tröghetsmomentet. (RIL 205-2-2019, s. 43–44)

$$l_f = l_{a,min} + k_2 \beta_n (t_t - t_{ch}) \quad (10)$$

Om man använder sig utav träribbor efter att skivan har brustit, för att hålla isoleringen på sin plats, bör ribbornas fastsättningslängd granskas med formeln (RIL 205-2-2019, s. 43–44):

$$l_f \geq l_{a,min} + k_2 \beta_n (t_f - t_{ch}) + k_3 \beta_n (t_{pl} - t_f) \geq l_{a,min} + h_s \quad (11)$$

Där

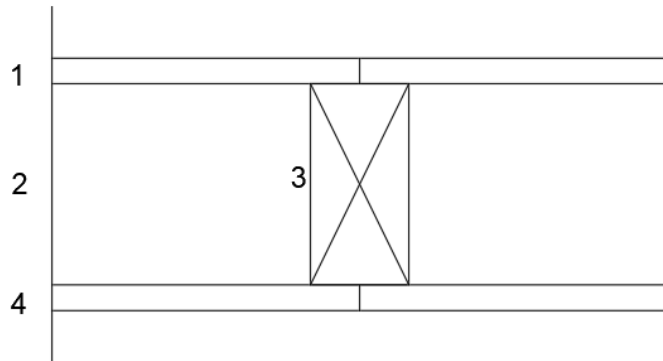
h	fastsättningens längd [mm]
$l_{a,min}$	minsta penetrationslängd för fästdon i ej förkolnat trä; 10mm
h_p	totala skivtjocklek [mm]
k_s	tvärsnittsfaktor, se tabell 1
k_2	skyddsfaktor, se tabell 2
k_n	1,5
β_0	grundläggande förkolningshastighet som är 0,65 mm/min för sågat virke
t_f	skivans nedfallstid [min] se tabell 2
t_{ch}	förkolningens påbörjan [min] se tabell 2
k_3	se tabell 2
t_{pl}	den tid då träribban ger efter [min]
t_f	träribbans höjd [mm]

8.2 Hänvisning till bärförmåga, då väggkonstruktionen inte har isolering

I detta avsnitt utgår vi ifrån samma väggexemplar som i tidigare avsnitt då vi dimensionerade väggen med isolering, men i detta fall räknar vi med att väggen inte har isolering.

Exempel 3. Bärande mellanvägg utan isolering

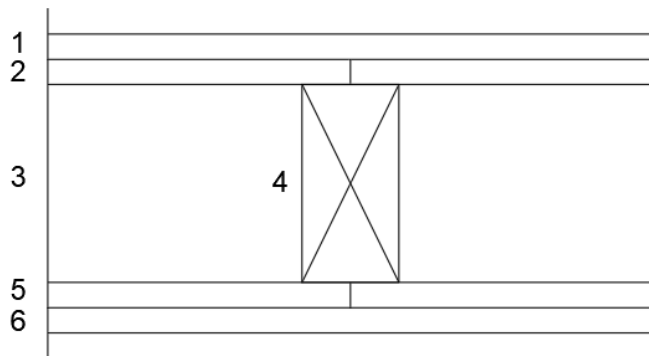
1. Gipsskiva 12,5 mm
2. Utan isolering
3. Gipsskiva 12,5 mm
4. Stomme 48x98 mm



Figur 10. Väggskärrning. (Ritning: Maire Flythström)

Exempel 4. Bärande sektionerad mellanvägg utan isolering. REI

1. Gipsskiva 12,5mm
2. Gipsskiva 12,5mm
3. Utan isolering
4. Gipsskiva 12,5mm
5. Gipsskiva 12,5mm
6. Stomme 48x98mm



Figur 11. Väggskärrning. (Ritning: Maire Flythström)

8.2.1 Dimensionerat förkolningsdjup

För att få reda på det effektiva förkolningsdjupet, som betecknas d_{ef} , bör vi räkna ut det från formeln nedan (RIL 205-2-2019, s. 44)

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0 \quad (12)$$

Där

$d_{char,n}$ dimensionerande förkolningsdjupet

k_0 kolla tabell 6

d_0 7 mm

Tabell 6. Värde för k_0 . (RIL 205-2-2019)

	k_0
Suojaamaton pinta	
$t < 20$ min	$t/20$
$t \geq 20$ min	1,0
Palosuojattu pinta	
$t_{ch} \leq 20$ min	$t/20$, kun $t < 20$ min 1,0 kun $t \geq 20$ min
$t_{ch} > 20$ min	t/t_{ch} kun $t \leq t_{ch}$ 1,0 kun $t > t_{ch}$

För att kunna räkna ut det effektiva förkolningsdjupet bör vi räkna ut det dimensionella förkolningsdjupet $d_{char,n}$ enligt formeln (RIL 205-2-2019, s. 44)

$$d_{char,n} = \beta_{n2}(t_f - t_{ch}) + \beta_{n3}(t - t_f) \quad (13)$$

β_{n2} den nominella förkolningshastigheten innan skivan bryts. Enlig tabell 2.1

β_{n3} den nominella förkolningshastigheten efter att skivan har brutits. Enligt tabell 2.1

t_{ch} den tid då förkolningen av en byggnadsdel börjar

t_f nedfallstid för beklädnaden i minuter, som kan ges av EN 1995-1-2, eller av tillverkaren

t tid

Men först ska vi räkna ut β_{n2} och β_{n3} och det får vi enligt formlerna nedan (RIL 205-2-2019, s. 45):

$$\beta_{n2} = k_2\beta_n \quad \text{när } t_{ch} \leq t \leq t_f \quad (14)$$

$$\beta_{n3} = k_3\beta_n \quad \text{när } t > t_f \quad (15)$$

Där

k_2 är isoleringsfaktor för beklädnaden, se uttryck

k_3 är efterskyddsfaktorn, se uttryck

β_n nominella förkolningshastigheten som är 0,8 mm/min för sågat virke

Även i detta fall är träskivans isoleringsfaktor $k_2 = 0$

Isoleringsfaktorn för olika gipsskivor eller trä- och gipsskivskombinationer finns att få från tabell 2.

Då $t_f \leq t \leq t_a$, vilket står för skivans nedfallstid, så är träskivans efterskyddsfaktor $k_3=2$ och efterskyddsfaktorn för olika gipsskivor eller trä- och gipsskivskombinationer fås ur tabell 2. (RIL 205-2-2019, s. 46)

Om $t \geq t_a$, är faktorn $k_3=1$

t_a är tiden för nominell förkolningsdjup, med beräkningsvärde på 25 mm

Då $t_{ch} = t_f$, vilket innebär att skivan är gjord av träskivor eller vanliga gipsskivor, fås tidsgränsen t_a från formeln (RIL 205-2-2019, s. 46):

$$t_a = \frac{25}{k_3 \beta_0} + t_i \quad (16)$$

Om däremot $t_{ch} \leq t_f$, vilket innebär att skivan är gjord av exempelvis brandskyddskiva, fås tidsgränsen med hjälp av formeln nedan (RIL 205-2-2019, s. 46):

$$t_a = \frac{25 - (t_f - t_{ch})k_2 \beta_0}{k_3 \beta_0} + t_f \quad (17)$$

För att räkna ut skivans brottgränstillstånd t_f , använder man sig av samma formel som vid dimensionering av vägg med isolering. Enligt formeln nedan (RIL 205-2-2019, s. 46):

$$t_f = \frac{h_p}{\beta_0} - 4 \quad (18)$$

Där,

h_p skivans tjocklek

β_0 grundläggande förkolningshastighet som är 0,65 för sågat virke

Förkolningens början, t_{ch} och skivans brottgränstillstånd t_f och talen k_2 och k_3 i väggdimensionering fås från tabellen nedan.

Tabell 7. Brandskyddsbeklädnadernas värden. (RIL 205-2-2019)

Beklädnad	t_{ch}	k_2	t_f (min)	k_3
A ¹⁾	15	-	15	2,0
2 X A ¹⁾	40	-	40	2,0
A + F ^{1,2)}	55	0,85	77	2,0
F ²⁾	20	0,85	50	2,0
2 X F ²⁾	65	0,85	>60 ⁵⁾	2,0
PI X F ^{2,3)}	55	0,85	77	2,0
PI + A ^{1,3)}	40	-	40	2,0
H ⁴⁾	10	-	10	2,0

¹⁾ 12,5mm tjock gipsskiva, med en minimi vikt på 8,2kg/m²

²⁾ 15 mm tjock gipsskiva, med en minimi vikt på 12,7 kg/m²

³⁾ 12mm tjock Plywood eller annan träskiva. Om skivans tjocklek d är större än 12mm,

⁴⁾ 9 mm tjock gipsskiva, med en minimi vikt på 7,2 kg/m²

⁵⁾ Bör bestämmas med testning

Enligt exempel 3. En bärande mellanvägg utan isolering

$$\beta_0 = 0,65 \text{ mm/min} \quad k_s = 1,34 \quad k_2 = 0 \quad d_0 = 7 \text{ mm}$$

$$k_3 = 2,0 \quad t_{ch} = t_f \quad t_f = 15 \text{ min} \quad k_0 = 1,0$$

$$\beta_n = 0,8 \text{ mm/min (värdet för sågat virke med denitet > 290kg/m³)}$$

Vi börjar med att räkna ut den nominella förkolningshastigheten innan väggskivan brister:

$$\beta_{n2} = k_2 \beta_n = 0$$

Därefter räknat vi ut den nominella förkolningshastigheten efter att skivan har brustit:

$$\beta_{n3} = k_3\beta_n = 1,6$$

Sedan räknar vi tidsgränsen, det vill säga hur snabbt förkolningen når 25mm:

$$t_a = \frac{25}{k_3\beta_n} + t_f = \frac{25}{2,0 \times 1,6} + 15 \text{ min} = 22,81 \text{ min}$$

Nu kan vi räkna ut den dimensionerande förkolningsdjupet:

$$\begin{aligned} d_{char,n} &= \beta_{n2}(t_f - t_{ch}) + \beta_{n3}(t - t_t) \\ &= 0 \times (15 \text{ min} - 15 \text{ min}) + 1,6 \times (22,81 \text{ min} - 15 \text{ min}) = 12,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Men eftersom väggen inte har isolering, bör vi även räkna ut det effektiva förkolningsdjupet:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0d_0 = 12,5 \text{ mm} + 1,0 \times 7 \text{ mm} = 19,5 \text{ mm}$$

I denna beräkning har vi fått följande resultat; Då gipsskivan som är mot branden brister, förkolnas stommen med en hastighet på 0,975 mm/min. Förkolningen når ett djup på 25 mm på tiden 22,81 minuter. Det dimensionerande förkolningsdjupet fick vi till 19,5 mm, men eftersom väggen inte har isolering tar vi i beaktande det effektiva förkolningsdjupet som är 19,5 mm i detta fall.

Exempel 4. En bärande sektionerad mellanvägg utan isolering

$$\beta_0 = 0,65 \text{ mm/min} \quad k_s = 1,34 \quad k_2 = 0 \quad d_0 = 7 \text{ mm}$$

$$k_3 = 2,0 \quad t_{ch} = t_f \quad t_f = 40 \text{ min} \quad k_0 = 1,0$$

$$\beta_n = 0,8 \text{ mm/min} \quad (\text{värdet för sågat virke med denitet} > 290 \text{ kg/m}^3)$$

Vi börjar med att räkna ut den nominella förkolningshastigheten innan väggskivan brister:

$$\beta_{n2} = k_2\beta_n = 0$$

Därefter räknat vi ut den nominella förkolningshastigheten efter att skivan har brutit:

$$\beta_{n3} = k_3\beta_n = 1,6 \text{ mm/min}$$

Sedan räknar vi tidsgränsen, det vill säga hur snabbt förkolningen når 25 mm:

$$t_a = \frac{25}{k_3\beta_n} + t_f = \frac{25}{2,0 \times 0,8} + 40 \text{ min} = 55,62 \text{ min}$$

Nu kan vi räkna ut den dimensionerande förkolningsdjupet:

$$\begin{aligned} d_{char,n} &= \beta_{n2}(t_f - t_{ch}) + \beta_{n3}(t - t_f) \\ &= 0 \times (40 \text{ min} - 40 \text{ min}) + 1,6 \text{ mm/min} \times (55,62 \text{ min} - 40 \text{ min}) = 24,99 \text{ mm} \end{aligned}$$

Men eftersom väggen inte har isolering, bör vi även räkna ut det effektiva förkolningsdjupet:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0d_0 = 24,99 \text{ mm} + 1,0 \times 7 \text{ mm} = 31,99 \text{ mm}$$

I denna beräkning har vi fått följande resultat; Då gipsskivan som är mot branden brister, förkolnas stommen med en hastighet på 1,6 mm/min. Förkolningen når ett djup på 25 mm på tiden 55,62 minuter. Det dimensionerande förkolningsdjupet fick vi till 24,99 mm, men eftersom väggen inte har isolering tar vi i beaktande det effektiva förkolningsdjupet som är 31,99 mm i detta fall.

8.2.2 Hållfasthet och styvhet

Vid beräkning av hållfasthet och styvhet för en bärande vägg utan isolering används enbart ett värde för omräkningsfaktorn, $k_{mod,fi} = 1$. (RIL 205-2-2019, s. 47)

8.2.3 Fastsättning av skivor

Fastsättningarnas minimilängd bör granskas med formeln nedan, för att hindra dem att ge efter (RIL 205-2-2019, s. 46):

$$l_f = l_{a,min} + h_p + k_2\beta_n(t_f - t_{ch}) + k_0d_0$$

h fastsättningens längd [mm]

$l_{a,min}$ minsta penetrationslängd för fästdon i ej förkolnat trä, 10mm

h_p skivans totala tjocklek [mm]

k_2 isoleringsfaktor för beklädnaden

β_n den nominella förkolningshastigheten [mm/min]

t_f	skivans brottgränstillstånd [min]
t_{ch}	förkolningens påbörjan [min]
k_0	framförs i tabell 6
d_0	7 mm

8.3 Påvisande av brandsektionering

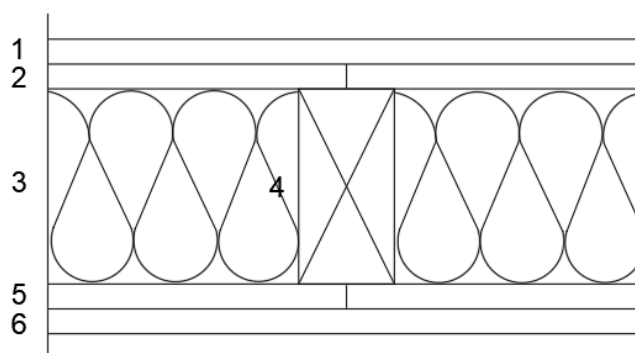
Brandsektionering innebär att man dimensionerar väggar och bjälklag så att ifall det uppstår en brand i ett utrymme, så är branden sektionerad där, det kan alltså inte sprida sig från det utrymmet under en bestämd tid. I detta avsnitt dimensionerar vi en bärande väggs brandsektionering, det vill då säga REI för att se vilket brandmotståndskrav den uppfyller. Även en ickebärande vägg kan vara en sektionerad, med då uppfyller den inte kraven för bärighet och betecknas då EI.

I detta avsnitt ingår två beräkningsexempel: en bärande sektionerad vägg med isolering och en annan utan isolering. Då man brandsektionerar, bör man lägga dubbla gipsskivor (12,5mm), eller använda sig av en brandgipsskiva. I vårt exempel använder vi dubbla gipsskivor av märket Gyproc på båda sidorna.

Exempel 5. Bärande sektionerad mellanvägg med isolering REI

I detta exempel läggs skivorna fast så att skarvarna fästs i den bakomliggande regeln, enligt bilden nedan.

1. Gipsskiva 12,5 mm
2. Gipsskiva 12,5 mm
3. Stenull 98 mm
4. Gipsskiva 12,5 mm
5. Gipsskiva 12,5 mm
6. Stomme 48x98mm

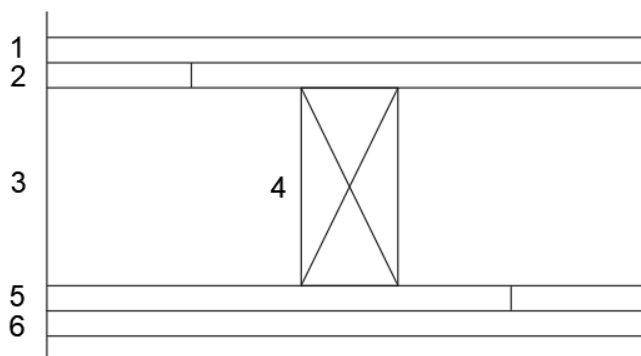


Figur 12. Väggskärrning (Ritning: Marie Flythström)

Exempel 6. Bärande sektionerad mellanvägg utan isolering. REI

I detta exempel läggs skivorna fast så att skarvarna inte fästs i den bakomliggande regeln, utan det förkommer en springa som är max 2mm bred. Vilket bör tas i beaktande vid dimensionering, eftersom rök och ångor kan tränga sig igenom dessa skarvar.

1. Gipsskiva 12,5 mm
2. Gipsskiva 12,5 mm
3. Utan isolering
4. Gipsskiva 12,5mm
5. Gipsskiva 12,5mm
6. Stomme 48x98mm



Figur 13. Väggsärning (Ritning: Marie Flythström)

8.3.1 Förenklad analysmetod

Då man beräknar t_{ins} , räknar man summan av väggkonstruktionens olika lager, med hjälp av formeln (RIL 205-2-2019, s. 49):

$$t_{ins} = \sum_i t_{ins,0,i} k_{pos} k_j$$

Där

$t_{ins,0,i}$ är "i" sikets grundvärde för isolering [min]

k_{pos} är lägeskoefficienten som hittas under rubriken "lägeskoefficient"

k_j är skarvkoefficient som hittas under rubriken "skarvarnas inverkan"

För att få t_{ins} , bör vi räkna varje möjliga alternativ för värmeflöden genom väggen, som uppkommer i bild 14

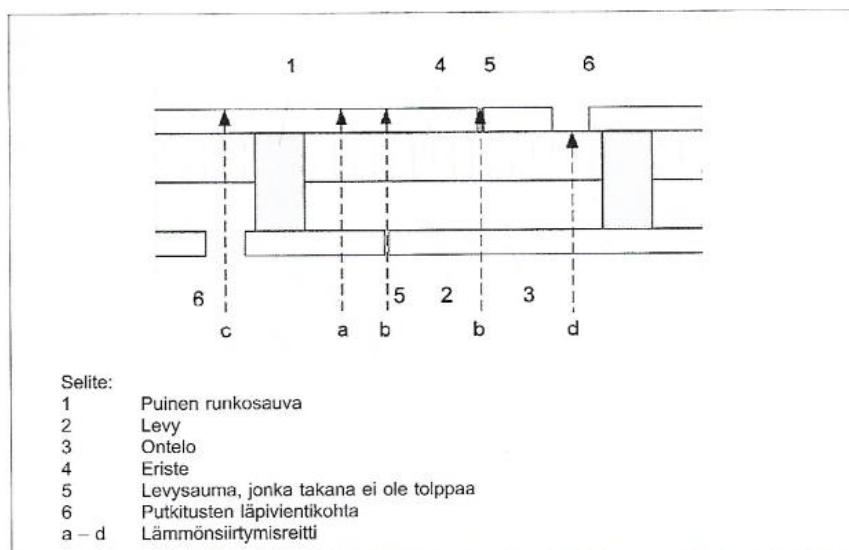


Bild 14. Olika alternativ till värmeflödet vägar. (RIL 205-2-2019)

Tabell 8. Värmeflödet vägar i förhållande till bild 14. (RIL-205-2-2019)

	Lämpötilan nousu palolle altistumattomalla puolella [K/°C]	Lämmönsiirtymisreitti kuvan 4.10 mukaan
Ehjä rakenne	140	a
Saummat	180	b
Putkitusaukot	180	c, d

Då man beräknar t_{ins} , använder man sig utav isoleringens grundvärde bara då om det i en sektionerad konstruktion finns enbart ett skivsikt, som till exempel kan finnas i en oisolerad vägg där man har en beklädnad enbart på ena sidan. (RIL 205-2-2019, s. 50)

8.3.2 Grundvärde för isolering

Om väggen är helt eller delvis isolerad med glas- eller stenull, bör isoleringens grundvärde bestämmas ur formeln nedan (RIL 205-2-2019, s. 50):

Stenull $t_{ins,0,i}=0,2h_{ins}k_{dens}$

Glasull $t_{ins,0,i}=0,1h_{ins}k_{dens}$

En väggs grundvärde för isolering $t_{ins,0,1}$ är 5,0 min.

Där

h_{ins} isoleringsskiktens tjocklek [mm]

k_{dens} Fås ur tabell 10

Tabell 9. Skivornas tjocklek och $t_{ins,0,i}$ värde. (RIL 205-2-2019)

Levytyks	Levytyksen paksuus					
	9 mm	12 mm	15 mm	18 mm	21 mm	24 mm
Vanerit (ominaistiheys $\geq 450 \text{ kg/m}^3$) $t_{ins,0,i}$ [min]	8	11	14	17	19	22
Lastulevyt ja kuitulevyt (ominaistiheys $\geq 600 \text{ kg/m}^3$) $t_{ins,0,i}$ [min]	11 mm 12	12 mm 13				
Puupanelointi (ominaistiheys $\geq 400 \text{ kg/m}^3$) $t_{ins,0,i}$ [min]			15 mm 7	19 mm 9		
Kipsilevytyypit A, F, R tai H $t_{ins,0,i}$ [min]	9 mm 12	12,5 mm 17	15 mm 21			

Tabell 10. Densiteten för glas-och stenull. (RIL 205-2-2019)

Ontelon materiaali	Tiheys kg/m^3	k_{dens} *
Lasivilla	15	0,9
	20	1,0
	26	1,2
Kivivilla	26	1,0
	50	1,1

Tabell 11. $t_{ins,0,i}$ värde för glas- och stenull beroende på dess densitet. (RIL 205-2-2019)

Eriste		Eristeen paksuus [mm]				
		70 mm	100 mm	120 mm	150 mm	200 mm
Lasivilla $t_{ins,0,i}$ [min], kun tiheys	15 kg/m ³	6	9	10	13	18
	20 kg/m ³	7	10	12	15	20
	26 kg/m ³	8	12	14	18	24
Kivivilla $t_{ins,0,i}$ [min], kun tiheys	26 kg/m ³	14	20	24	30	40
	37 kg/m ³	14	20	25	31	41
	50 kg/m ³	15	22	26	33	44

8.3.3 Lägeskoefficienter

K_{pos} står för den väggskivans lägeskoefficient som är mot branden. Värdet för k_{pos} fås ur de nedanstående tabellerna, beroende på vad det är för isolering bakom eller framför skivan som är mot brand. (RIL 205-2-2019, s. 52)

Tabell 12. K_{pos} värde för sten- och glasull bakom skivan (RIL 205-2-2019)

Tulen puoleinen levytys	Levytyksen sijaintikerroin, kun takana on						tyhjä ontelo
	kivi- tai lasivillaeristys						
	Levyn paksuus						
Vanerit: (ominaistiheys ≥ 450 kg/m ³) k_{pos}	9 mm	12 mm	15 mm	18 mm	21 mm	24 mm	0,8
	0,72	0,78	0,84	0,9	0,96	1,0	
Lastulevyt ja kuitulevyt: (ominaistiheys ≥ 600 kg/m ³) k_{pos}	11 mm	12 mm					0,8
	0,76	0,78					
Puupanelointi: (ominaistiheys ≥ 400 kg/m ³) k_{pos}			15 mm	19 mm			0,8
			0,84	0,92			
Kipsilevytyypit: A, F, R tai H k_{pos}	9 mm	12,5 mm	15 mm				0,8
	0,72	0,79	0,84				

Tabell 13. K_{pos} värde för sten- och glasull framför skivan (RIL 205-2-2019)

Tulen puoleinen levytys	Levytyksen sijaintikerroin, kun levytyksen edessä on kivivillaeristys, jonka paksuus on			tyhjä ontelo
	45–95 mm	145 mm	195 mm	
	Vanerit: paksuus 9–25 mm, ominaistiheys $\geq 450 \text{ kg/m}^3$	1,5	3,9	
Lastulevyt ja kuitulevyt: paksuus 9–25 mm, ominaistiheys $\geq 600 \text{ kg/m}^3$	1,5	3,9	4,9	0,6
Puupanelointi: paksuus 15 tai 19 mm, ominaistiheys $\geq 400 \text{ kg/m}^3$	1,5	3,9	4,9	0,6
Kipsilevyt: tyyppi A, F, R tai H, paksuus 9–15 mm	1,5	3,9	4,9	0,7

Tabell 14. K_{pos} värde för glasull framför skivan (RIL 205-2-2019)

Tulen puoleinen levytys	Levytyksen sijaintikerroin, kun levytyksen edessä on lasivillaeristys					
	Levyn paksuus					
	9 mm	12 mm	15 mm	18 mm	21 mm	24 mm
Vanerit: ominaistiheys $\geq 450 \text{ kg/m}^3$ k_{pos}	0,46	0,67	0,88	1,09	1,3	1,51
Lastulevyt ja kuitulevyt: ominaistiheys $\geq 600 \text{ kg/m}^3$ k_{pos}	11 mm 0,6	12 mm 0,67				
Puupanelointi: ominaistiheys $\geq 400 \text{ kg/m}^3$ k_{pos}			15 mm 0,45	19 mm 0,67		
Kipsilevytyypit: A, F, R tai H k_{pos}	9 mm 0,46	12,5 mm 0,71	15 mm 0,88			

Då väggen inte har isolering använder man värdet 1,0 och då skivan som är mot branden är någon annat än en gipsskiva av varianten F. För en F-gipsskiva använder man värdet 1,5 för k_{pos} då väggen är oisolerad eller isolerad med stenull och värdet 2,0 då väggen är isolerad med glasull. (RIL 205-2-2019, s. 53)

Tabell 15. K_{pos} värde för för väggar med dubbla skivor på båda sidorna (RIL 205-2-2019)

Seinän rakenne		Kerroksen numero				
		1	2	3	4	5
1, 2, 4, 5 3	Puulevy Tyhjä ontelo	0,7	0,9	1,0	0,5	0,7
1, 2, 4, 5 3	A- tai H-tyyppinen kipsilevy Tyhjä ontelo	1,0	0,8	1,0	0,8	0,7
1, 5 2, 4 3	A- tai H-tyyppinen kipsilevy Puulevy Tyhjä ontelo	1,0	0,8	1,0	0,8	0,7
1, 5 2, 4 3	Puulevy A- tai H-tyyppinen kipsilevy Tyhjä ontelo	1,0	0,6	1,0	0,8	0,7
1, 2, 4, 5 3	Puulevy Kivivillalevy	0,7	0,6	1,0	1,0	1,5
1, 2, 4, 5 3	A- tai H-tyyppinen kipsilevy Kivivillalevy	1,0	0,6	1,0	0,9	1,5
1, 5 2, 4 3	A- tai H-tyyppinen kipsilevy Puulevy Kivivillalevy	1,0	0,8	1,0	1,0	1,2
1, 5 2, 4 3	Puulevy A- tai H-tyyppinen kipsilevy Kivivillalevy	1,0	0,6	1,0	1,0	1,5

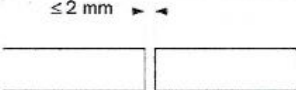
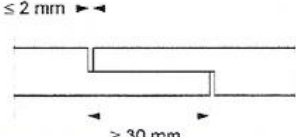
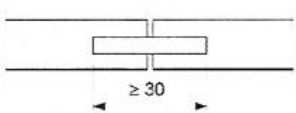
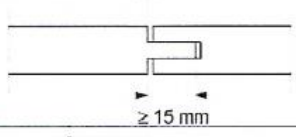
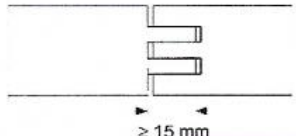
8.3.4 Skarvarnas inverkan på branden

För skarvkoefficienten k_j används värdet $k_j=1$, då (RIL 205-2-2019, s. 54):

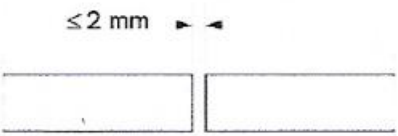
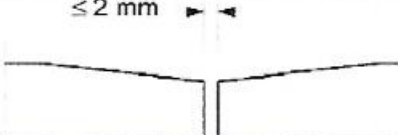
- Man fäster skivornas skarvar med minst lika tjocka fastsättningar eller fäster dem i en byggnadsdel, som förhindrar gaserna att tränga sig in i byggnaden via skarven.
- Ytskikten gör man av träpaneler. Men då man använder träpaneler ingår skarvarnas inverkan i isoleringens grundvärde $t_{ins,0}$
- Om det är fråga om isoleringsskivor

Skarvkoefficienten k_j värdet fås ur nedanstående tabeller då man inte fäster fast skivorna så att träregeln ligger bakom skivorna skarv. (RIL 205-2-2019. Sid 54)

Tabell 16. k_j värde för träskivor då de inte fästs i den bakomliggande regeln. (RIL 205-2-2019)

	Saumattyppi	k_j
a		0,2
b		0,3
c		0,4
d		0,4
e		0,6

Tabell 17. k_j värde för gipsskivor då de inte fästs i den bakomliggande regeln (RIL 205-2-2019)

	Saumatyyppi	Tyyppi	k_j	
			Umpi-saumat	Avo-saumat
a		A, H, F	1,0	0,2
b		A, H, F	1,0	0,15

Enligt exempel 5.

Isoleringens grundvärde för 98 mm stenull, där

$$t_{ins,0,i} = 0,2h_{ins}k_{dens}$$

h_{ins} = Isoleringens tjocklek 98 mm

k_{dens} = fås ur tabell 10 med att interpolera då densiteten är 30kg/m³= 1,016

$$t_{ins,0,i} = 0,2 \times 98 \text{ mm} \times 1,016 = 19,9 \text{ min}$$

$t_{ins,0,i}$ för gipsskiva är 17

k_j är 1,0 eftersom skivornas skarvar fästs i den bakomliggande regeln

k_j för isoleringen är 1,0

k_{pos} för:

Gipsskiva som är ytterst mot branden 1,0

Gipsskiva som är innerst mot branden 0,6

Stenull 1,0

Gipsskiva som är innerst på brandens motsatta sida 0,9

Gipsskiva som är ytterst på brandens motsatta sida 1,5

$$t_{ins} = \sum_i t_{ins,0,i} k_{pos} k_j$$

Enligt alternativ a i bild 14:

$$t_{ins} = 17 \times 1,0 \times 1,0 + 17 \times 0,6 \times 1,0$$

$$+ 19,9 \text{ min} \times 1,0 \times 1,0 + 17 \times 0,9 \times 1,0 + 17 \times 1,5 \times 1,0 = 87,9 \text{ min}$$

Alternativ b tas inte i beaktande, då skarvarna fästs i den bakomliggande regeln.

Enligt alternativ c:

$$t_{ins} = 19,9 \text{ min} \times 1,0 \times 1,0 + 17 \times 0,9 \times 1,0 + 17 \times 1,5 \times 1,0 = 60,7 \text{ min}$$

Enligt alternativ d:

$$t_{ins} = 17 \times 1,0 \times 1,0 + 17 \times 0,6 \times 1,0 + 19,9 \text{ min} \times 1,0 \times 1,0 = 47,1 \text{ min}$$

Detta exempel visar att en hel väggs isoleringsfaktor blev 88min, men eftersom vi måste beakta att det kan förekomma hål i väggen, som kan orsakas vid exempelvis montering av rör eller strömkällor, så baserar sig vårt slutliga resultat på det.

Då väggen har ett hål gick det att få fram två olika svar, beroende på var elden är. Eftersom det inte på förhand kan gå att förutspå på vilken sida den är, så är det mindre värde det man utgår ifrån, det vill säga 47,1 min. Därför blir väggen en REI30.

Enligt exempel 6.

$t_{ins,0,i}$ för gipsskiva är 17

k_j är 0,2, för de innersta gipsskivorna eftersom i detta exempel inte fäster dess skarvar i bakomliggande regeln, och därmed tar i beaktande att det kan uppkomma en öppen skarv som är max 2 mm bred.

k_j för de yttersta gipsskivorna är 1,0, eftersom de blir en sluten skarv

k_j för en vägg utan isolering 1,5

k_{pos} för:

Gipsskiva som är ytterst mot branden 1,0

Gipsskiva som är innerst mot branden 0,8

Tomma utrymmet mellan reglarna 1,0

Gipsskiva som är innerst på brandens motsatta sida 0,8

Gipsskiva som är ytterst på brandens motsatta sida 0,7

$$t_{ins} = \sum_i t_{ins,0,i} k_{pos} k_j$$

t_{ins} enligt alternativ a i bild 14:

$$\begin{aligned}
 t_{ins} &= 17 \times 1,0 \times 0,2 + 17 \times 0,8 \times 1,0 + 17 \times 1,0 \times 1,5 + 17 \times 0,8 \times 1,0 + 17 \times 0,7 \times 0,2 \\
 &= 58,48 \text{min}
 \end{aligned}$$

Enligt alternativ b:

$$t_{ins} = 17 \times 0,8 \times 1,0 + 17 \times 1,0 \times 1,5 + 17 \times 0,8 \times 1,0 + 17 \times 0,7 \times 1,0 = 66,3 \text{min}$$

Enligt alternativ c:

$$t_{ins} = 17 \times 0,8 \times 1,5 + 17 \times 0,8 \times 1,0 + 17 \times 0,7 \times 0,2 = 36,72 \text{min}$$

Enligt alternativ d:

$$t_{ins} = 17 \times 1,0 \times 0,2 + 17 \times 0,8 \times 1,0 + 17 \times 1,0 \times 1,5 = 42,5 \text{min}$$

Isoleringsfaktorn för en hel vägg är 58,48 min, den räcker ändå inte till att uppfylla kraven för en REI60, eftersom vi bör beakta de andra alternativa vägar för värmeflödet. Det minsta värdet som man alltid utgår ifrån framkom då man beräkna med att väggen har ett hål, som kan förekomma på man exempelvis monterar rör eller någon form av strömkälla i väggen som orsakar hål i skivorna. I detta exempel var det alternativ c som gav det minsta värdet som är en tid på 36,72 min, det vill säga att den uppnår kraven för en REI30 vägg.

8.4 Analys av dimensioneringsresultaten då väggen har och inte har isolering

I det föregående kapitlet dimensionerades några beräkningsexempel. Resultatet till dessa beräkningar kommer att analyseras i detta kapitel. Först beräknades det dimensionerande förkolningsdjupet och tidsgränsen då förkolningsdjupet når 25mm. I det första exemplet där det var fråga om en bärande mellanvägg med isolering, gav det en tidsgräns på 40,64 minuter och ett förkolningsdjup på 34,63 mm, medan då en likadan vägg men sektionerad, gav en betydligt högre tidsgräns på 65,64 min och ett förkolningsdjup på 33,33 mm. Då resultaten jämfördes lades det märke till att förkolningsdjupet är det samma, men däremot är det en stor tidsskillnad. Det beror självklart på att i sektionerade väggen har två gipsskivor. Det innebär att det tar över 20 minuter längre för förkolningen att uppstå vid dubbla gipsskivor.

Andra och tredje beräkningsexemplen handlar om i stort sett samma som i de två föregående, bara att dessa saknar isolering. Den väggen som är bärande med en gipsskiva på

vardera sida av väggkonstruktionen, gav en tidsgräns på 22,81 min, ett förkolningsdjup på 12,5 mm samt ett effektivt förkolningsdjup på 19,5 mm. Det andra exemplet med en sektionerad bärande vägg utan isolering, gav följande resultat: en tidsgräns på 55,62 min, dimensionellt förkolningsdjup på 24,99 mm och effektivt förkolningsdjup på 31,99 mm. Tidsskillnaden på dessa resultat är ca. 32 min, med ca. 12 mm skillnad på det dimensionerande förkolningsdjupet och ca. 12 mm skillnad på det effektiva förkolningsdjupet.

Men hur är resultaten i jämförelse till varandra om man jämför en bärande vägg med isolering med en bärande vägg utan isolering, samt en sektionerad vägg med isolering med en sektionerad vägg utan isolering? Skillnaden mellan tidsgränsen hos en bärande vägg med isolering och en bärande vägg utan isolering är ca 17 min. Väggen utan isolering nådde snabbare förkolningsdjupet på 25 mm, än väggen som hade isolering, vilket är självklart, då isoleringen gör förkolningen långsammare. Skillnaden på det dimensionerande förkolningsdjupet var 22 mm. På sektionerade väggarna hade den väggen utan isolering 10 minuter kortare tidsgräns, än den med isolering. Det dimensionerande förkolningsdjupet hade en ca 9 mm skillnad, så med andra ord ganska så märkbar skillnad.

Tabell 18. Beräkningsresultaten

BERÄKNINGSRESULTAT			
TYP AV VÄGG	t_a	$d_{char,n}$	d_{ef}
Med isolering	40,64 min	34,63 mm	
Utan isolering	22,81 min	12,5 mm	19,5 mm
Sektionerande med isolering	65,64 min	33,33 mm	
Sektionerande utan isolering	55,62 min	24,99 mm	31,99 mm

9 Avslutning

Avslutningsvis kan man dra den enkla slutsatsen att bara man branddimensionerar rätt och ändamålsenligt, samt bekantar sig med de faktorer som påverkar dimensioneringen, så kan man uppnå en träkonstruktion som är lika brandsäker som vilket som helst annat byggnadsmaterial.

Källförteckning

Miljöministeriets förordning om byggnaders brandsäkerhet (28.11.2017/848).

<https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2017/20170848> (Hämtat: 6.3.2020)

Puuinfo Oy (2018). *Paloturvallinen puutalo. Asuin- ja toimitilarakentaminen.*

Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL. (2019) *Puurakenteiden palomitoitus 205-2-2019*

Träguiden. (2017). *Träets värmeegenskaper.* [https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-](https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/traets-egenskaper-och-kvalitet/termiska-egenskaper1/varmeegenskaper/?previousState=000100)

[tra/traets-egenskaper-och-kvalitet/termiska-](https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/traets-egenskaper-och-kvalitet/termiska-egenskaper1/varmeegenskaper/?previousState=000100)

[egenskaper1/varmeegenskaper/?previousState=000100](https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/traets-egenskaper-och-kvalitet/termiska-egenskaper1/varmeegenskaper/?previousState=000100) (Hämtat: 18.12.2019)