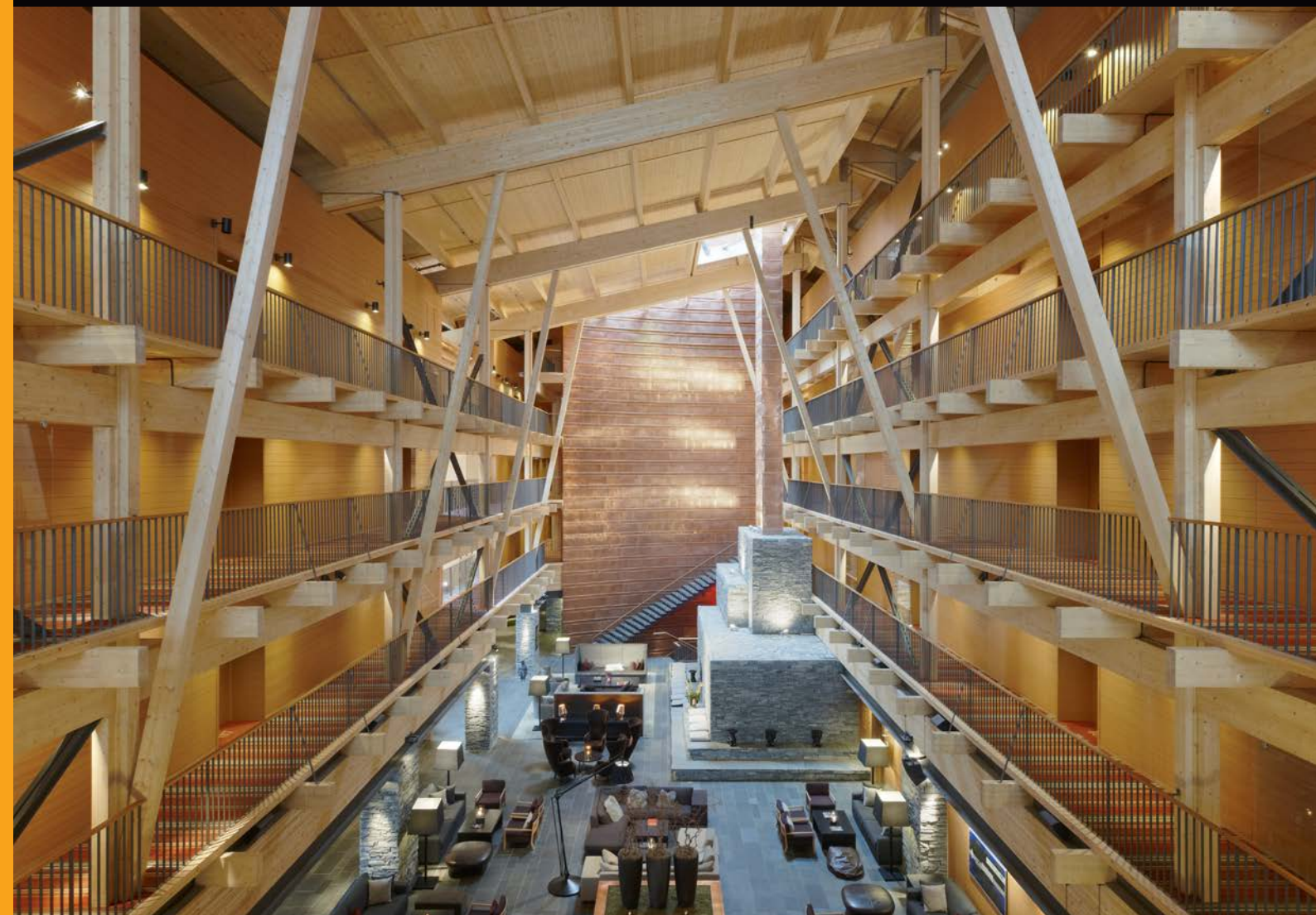


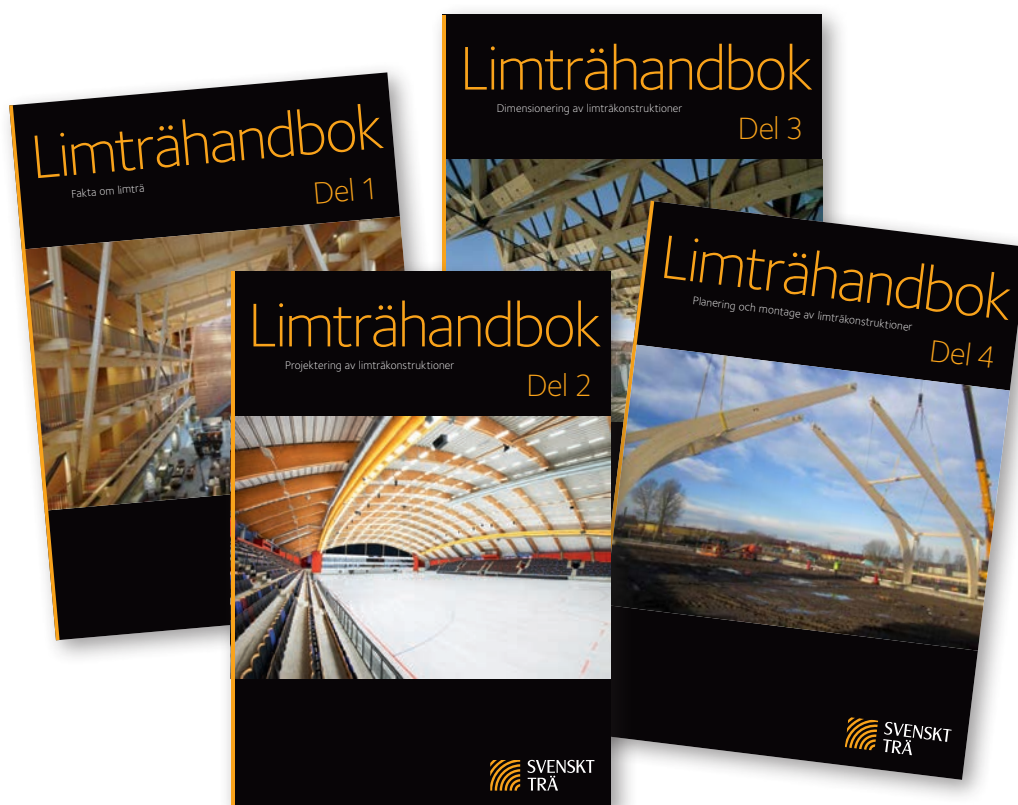
Limträhandbok

Fakta om limträ

Del 1



SVENSKT
TRÄ



Limträhandbok Del 1 – 3 är ett resultat av ett samarbete mellan limträ tillverkare och deras branschorganisationer i Finland, Norge och Sverige. Limträhandbok Del 1 – 3 finns i tre språkversioner – finska, norska och svenska. Innehållet i de olika språkversionerna är anpassade till Eurokod 5 med tillhörande nationellt anpassningsdokument, NA.

Limträhandbok Del 4 finns endast på svenska. Den är framtagen av Svenskt Trä och finansierad av de svenska limträ tillverkarna.

Denna skrift utgör Del 1 av Limträhandboken, som består av fyra delar.

- Del 1 behandlar fakta om limträ och vägledning vid projektering.
- Del 2 innehåller konstruktionsberäkningar för statisk dimensionering av limträ.
- Del 3 ger ett antal beräkningsexempel för de vanligaste limträkonstruktionerna.
- Del 4 ger kunskap om planering och montage av limträkonstruktioner.

För ytterligare kunskap, information och praktiska anvisningar om trä, limträ, KL-trä och träbyggande finns TräGuiden, www.traguiden.se, som uppdateras kontinuerligt med ny kunskap och praktiska erfarenheter. TräGuiden är mycket omfattande med tabeller, ritningar och illustrationer.

Välkommen in på www.traguiden.se!

Information om trä, limträ, KL-trä och träbyggande finns också på www.svenskttra.se.

Stockholm, mars 2016

Johan Fröbel
Svenskt Trä

Innehållsförteckning

Limträ som byggmaterial 5

Styrka × prestanda × skönhet = trä³ = limträ 5
Därför limträ 5

Limträhistoria 6

Utveckling av limträ 6
Nya möjligheter 7
Genombrottet 7
Nordiskt limträ 8
Fabrik i Sverige 8
Behov av banhallar 8
AB Fribärande Träkonstruktioner 9
Pålitligt material 10
Ökande marknad för limträ 10
Avancerad arkitektur 11

Fakta om limträ 12

Limträ och miljön 12
Limträ i kretsloppet 12

Certifiering och kontroll 14
CE-märkning 14
Tillverkningskontroll 14

Egenskaper 15
Virke 15
Limfogar 16
Ytbearbetning 16
Mått och form 16
Hållfasthet 18
Termiska egenskaper 18
Fuktkvot 19
Fuktrörelser 20
Brandegenskaper 21
Beständighetsegenskaper 21

Limträprodukter 22
Utseendekvalitet 22
Lagersortiment 23
Måttoleranser 23
Raka limträelement 24
Krökta limträelement 27
Transportskydd 29
Montage 29

Projektering 30

Byggnadstekniska förutsättningar 31
Konstruktiva aspekter på limträbärverk 32
Stabilitet 35
Klimatskärm 36
Fuktskydd 37

Konstruktionssystem 38

Pelär-balksystem 39
Konstruktioner till flervåningshus 39
Kontinuerliga balkar 40
Fackverk 40
Tredstakstolar 40
Bågar 41
Ramar 41
Konsoler 42
Skalkonstruktioner 43
Sammansatta system 43

Överslagsdimensionering 44

Dimensionerande last för takbalkar och takstolar 44
Snölastkarta 44
Tabeller för överslagsdimensionering 45

Dimensionstabeller 46

Raka takbalkar 46
Sadelbalkar 47
Tredstakstolar med dragband 48
Tredsbågar med dragband 48
Tredsramar 49
Golvbalkar 49
Takåsar 50
Pelare 51

Dimensioneringsprogram 52

Anslutningsdetaljer 53

Teknikutveckling 53
Standardbeslag till småhus 53
Beslag till större byggnader 55
Pelarfot 55
Pelartopp 57
Nock 58
Balkskarv 59
Anslutning till sekundärbalk 59
Dragbandsinfästning 60

Måttsättning 61

Projektering med hänsyn till brand 62

Limträ och brand 62
Brandtekniska krav i byggreglerna 63
Limträkonstruktioners brandmotstånd 65
Limträbalkar 65
Limträpelare 66
Brandskydd av förband och beslag
– allmänna synpunkter 66

Övriga limträprodukter 68

Limträytterpanel 68
Specialtillverkning 68



Limträ i kontorsmiljö, Töreboda.

Ytbehandling och underhåll 69

- Ytbehandling 69
- Vägledning för val av ytbehandlingsmaterial på invändigt limträ 70
- Vägledning för val av ytbehandlingsmaterial på utvändigt limträ 71
- Underhåll 72
- Underhållsplanering 73
- Underhållsmålning 75

Träskydd 76

- Impregnerat limträ 76

Checklista för beskrivning och beställning 77

Hantera limträ rätt 78

- Vid leverans 78
- Vid lagring 78
- Vid montaget 79
- Viktuppgifter vid hantering 79
- Bevara fuktkvoten 79
- Hantera avfall 79

Symboler 81

Referenser 84

Friskrivningar 84

Svensk limträindustri 85

Publikationer och hemsidor från Svenskt Trä 87

- Publikationer om limträ 87
- Publikationer om trä 87
- Hemsidor 87

Limträ som byggmaterial

Trä är det mest naturliga, energieffektiva och förnybara byggmaterialet. Limträ ger ett effektivt materialutnyttjande. Åtgången av träråvara blir mindre om man utnyttjar limträtekniken. Därför är användning av limträ det rätta. Limträ är en klassisk träprodukt för nyskapare. Mer än hundra års användning har bevisat dess bestående styrka och skönhetsvärden.

Styrka × prestanda × skönhet = trä³ = limträ

- Limträ sätter inga gränser för träbyggnadsteknikens möjligheter.
- Limträelement är uppbyggda med individuella lameller av konstruktionsvirke och ger ett effektivt materialutnyttjande.
- I förhållande till sin vikt är limträ ett av de starkaste konstruktionsmaterialen. Detta innebär att limträbalkar kan spänna fritt över stora avstånd.
- Arkitekter, konstruktörer och användare har stora möjligheter att skapa egna former med limträ, vare sig det gäller en konstruktion till ett småhus, ett tak till en offentlig byggnad eller till en träbro.
- Limträ är ett konstruktionsmaterial som optimerar de tekniska egenskaperna hos den förnybara råvaran – trä.
- Lamellerna är fingerskarvade för att producera stora längder och är sedan sammanlimmade för att skapa önskvärd dimension.
- Tack vare limträets uppbyggnad kan stora limträelement tillverkas av virke från mindre träd.
- Med hjälp av limträ kan byggherrar, föreskrivare, entreprenörer och brukare njuta av styrkan, skönheten och mångsidigheten hos stora träelement.

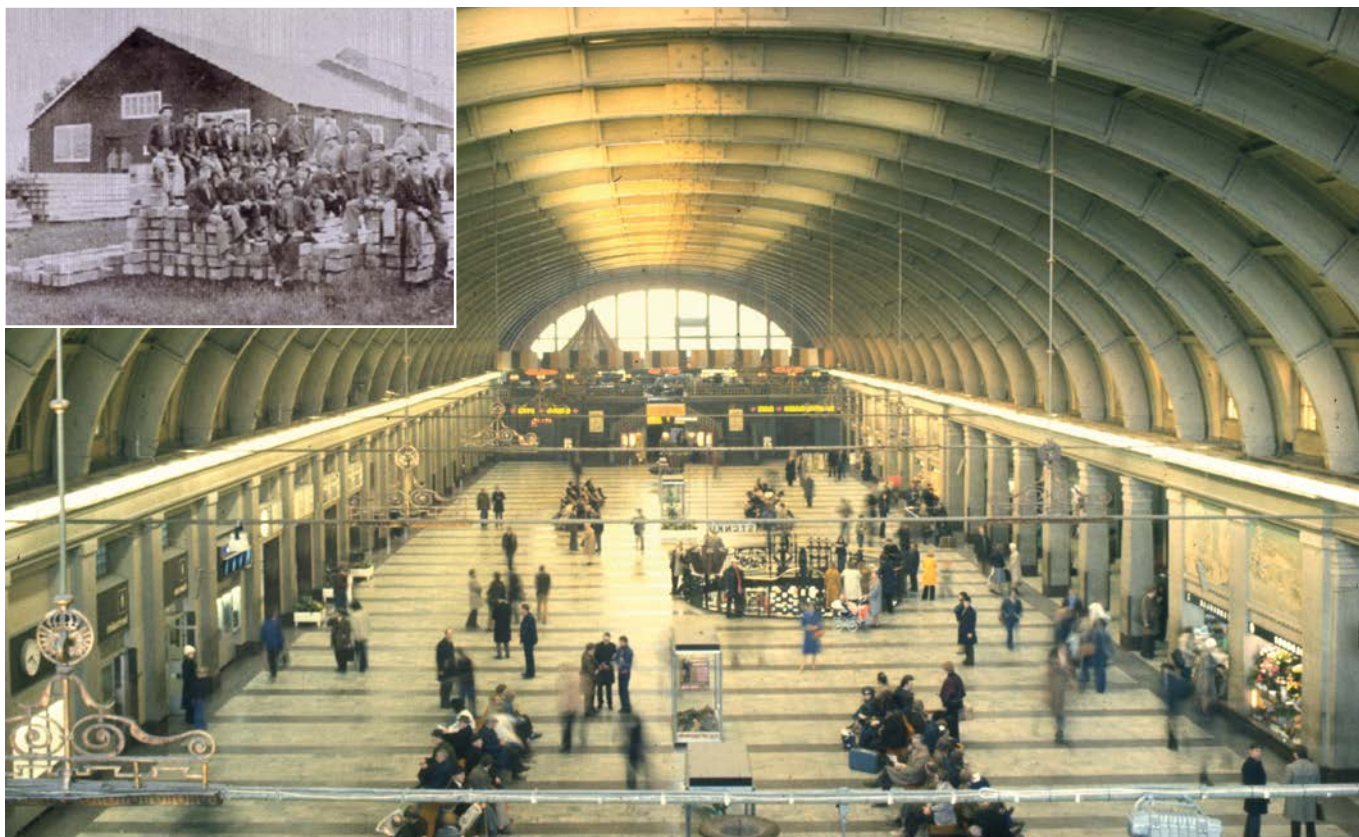
Därför limträ!

- **Styrka** – I förhållande till sin vikt är limträ ett av de starkaste konstruktionsmaterialen.
- **Miljö** – Råvaran är förnybar. Limträ kan återanvändas eller återvinnas.
- **Skönhetsvärde** – Limträ är en estetiskt tilltalande och miljöskapande produkt.
- **Energi** – Energianvändningen vid limträ tillverkning är liten jämfört med andra konstruktionsmaterial.
- **Beständighet** – Limträ klarar aggressiva miljöer bättre än många andra konstruktionsmaterial.
- **Formbarhet** – Limträ kan tillverkas praktiskt taget i vilken form som helst.
- **Formstabilitet** – Limträ varken vrider eller kröker sig.
- **Brandmotstånd** – Limträ motstår en brand bättre än många andra konstruktionsmaterial.
- **Bearbetbarhet** – Limträ kan bearbetas med såväl enkla handverktyg som med maskinella verktyg. Hål och urtag kan göras i limträ efter samråd med en erfaren byggnadsingenjör/-konstruktör.



Kontorshus med stomme av pelare och balkar av limträ. Samverkansbjälklag av limträ och betong. Kv. Uppfinnaren, Växjö.

Limtråhistoria



Infällda bilden: Från limträfabriken i Töreboda under 1920-talet. Stora bilden: Vänthallen vid Stockholms Centralstation.

Finns det något material som genom sin utveckling har lett till ett så radikalt genombrott av nya konstruktioner och ny arkitektur som limträ? Träets naturliga begränsningar i dimension och form har övervunnits. Detta hade visserligen tidigare kunnat ske på mekaniskt sätt men utvecklingen av limträ medförde att trä kunde börja konkurrera med de stora materialen stål och armerad betong i bärande konstruktioner för stora spännvidder.

Utveckling av limträ

Det moderna sättet att foga samman brädor eller plankor (trälameller) till balkar och bågar innebar att man limmade dem samman till vad som nu kallas limträ. Limträ är ett avancerat konstruktionsmaterial som inte ska förväxlas med andra produkter, till exempel limfog eller lamellträ, som är skivmaterial.

Otto Hetzer (1846–1911), född i Weimar i Tyskland, var den förste som visade att trälameller kan limmas samman industriellt till enheter med så stora tvärsnitt att de kunde användas i avancerade konstruktioner för mycket stora spännvidder. Otto Hetzer hade snickarutbildning, var ägare till ett sågverk och även en duktig konstruktör.

Otto Hetzer startade ett företag, Otto Hetzer Holzpflege- und Holzbearbeitungs AG, inom vilket han utvecklade nya träkonstruktioner och sökte patent på sammansatta balkar av olika slag. 1906 fick Hetzer patent på uppfinningen att limma samman brädor till böjda konstruktioner. I patentansökningarna kan man se att Otto Hetzer hade löst alla de problem som då var aktuella vid tillverkning och användning av limträ.

Nya möjligheter

Argument för att limma samman brädor är att göra bärverkets utformning oavhängigt av växande träs dimensioner och möjligheten att tillverka olika former och lämpliga tvärsnitt. En viktig del av uppfinningen var också att utjämna inverkan av virkesdefekter. Genom sortering kunde rätt virkeskvalitet användas för tvärsnittets olika delar med bättre kvaliteter i konstruktionselementens drag- och tryckzon.

Otto Hetzer kombinerade också olika träslag. Bokvirke, som är mer tryckhållfast, kunde användas i tvärsnittets tryckzon och granvirke i dragzonen. De hårt belastade yttre lamellerna skulle vara oskarvade och de mindre utsatta kunde ha lämpligt fördelade stötfogar.

Lamellernas tjocklek bestämdes med hänsyn till den krökningsradie som krävdes. Försök med provbalkar utfördes under början av förra seklet vid materialprovninganstalterna i Berlin och Dresden i Tyskland. Man fann att det var möjligt att tillämpa högre tillåtna spänningar för de limmade balkarna än för massivt trä. Otto Hetzer var mycket noggrann med att i tillverkningen få fram balkar med hög hållfasthet och lång livslängd.

De limbestrukna lamellerna placerades på varandra och pressades samman med skruvpressar. Otto Hetzer sökte men fick inte patent på receptet för det lim han använde och det hölls därför hemligt långt in på 1950-talet. Limmet var ett kaseinlim framställt av mjölk. Det var inte vattenfast och klarar inte dagens krav, men tidiga limträbärverk under tak, såsom vänthallen vid Stockholms Centralstation, fungerar alldeles utmärkt än idag.

Genombrottet

Limträets stora genombrott kom med den så kallade Reichseisenbahnhalle vid världsutställningen i Bryssel, Belgien, år 1910. Limträbågarna med dragband hade den avsevärda spännvidden av 43 m. Tvärsnittet var nästan 3 m högt och 30 cm brett. För de limmade bågarna tilläts spänningen 136 kg/cm^2 ($13,6 \text{ N/mm}^2$). Detta är ett hållfasthetsvärde som väl överensstämmer med det som i dag tilläts för limträ. För stora konstruktioner visade sig limträ ge stora ekonomiska fördelar gentemot sådana av armerad betong eller stål. Otto Hetzer inriktade sig på byggnader med stora spännvidder och limträ blev tidigt ett naturligt val till järnvägsbyggnader och hangarer.

Trä ansågs redan då klara sig bättre i aggressiv miljö än stål och genom att träkonstruktioner är torra och så gott som helt prefabricerade från fabrik gick monteringen snabbt. Redan innan 1910 hade Otto Hetzer byggt ungefär 50 takkonstruktioner med relativt stora spännvidder. Några år senare exporterades den första av fyra flyghangarer till Chile. Från år 1908 till 1925 hade över 20 företag i olika länder förvärvat rätten att utnyttja Otto Hetzers patent. Under första världskriget fick företaget ett uppsving men betydligt svårare blev omställningen efter kriget på grund av tilltagande konkurrens från stål, betong och andra effektiva träkonstruktioner. 1927 gick Otto Hetzer Holzpflege- und Holzbearbeitungs AG i konkurs och försvann från marknaden.



Perrongtak, Göteborgs Centralstation.



Möte mellan bågar och balkar av limträ, Göteborgs Centralstation.



Framsida på det svenska patentet för Hetzer-Binder.

Nordiskt limträ

Otto Hetzers innovation kom ganska tidigt till Norge. Guttorm Brekke (1885 – 1980) från Drammen, hade studerat vid Tekniska Högskolan i Charlottenburg utanför Berlin. Då stål blev en bristvara i början av 1900-talet kom Guttorm Brekke att tänka på Otto Hetzer och hans konstruktioner. Mitt under första världskriget åkte han till Weimar och efter en lärotid i fabriken åkte Guttorm Brekke hem med rätten till patenten. Mot en rejäl summa på 60 000 NOK fick Guttorm Brekke ensamrätt i Norge, Sverige och Finland för så kallade Hetzer-Binder.

Tillverkningen påbörjades i Norge i Mysen i Östfold och år 1918 bildades A/S Trekonstruktioner i Kristiania (Oslo). Guttorm Brekke och den tekniske ledaren Atle Thune byggde upp kunskapen genom att besöka Tyskland för att lära sig tillverkningen och det hemlighållna receptet på limmet. Som disponent och verkställande direktör fungerade delägaren Erik B Aaby, som sedan år 1917 ägde Ryholms egendom vid sjön Viken och Göta kanal utanför Töreboda i Sverige.

Fabrik i Sverige

Då A/S Trekonstruktioner år 1919 etablerade ett dotterbolag i Sverige blev det naturligt att välja Töreboda som etableringsort. Träråvara från Ryholm kunde transporteras på båt till Töreboda och färdiga produkter med den järnväg som går genom Töreboda till Stockholm och Göteborg. Även råvaran till limmet fanns att tillgå från lokala mejerier. I Sverige fick företaget namnet AB Träkonstruktioner och aktieägare blev, förutom Guttorm Brekke och Erik B Aaby, bland annat grosshandlaren Søren Christian Monrad. Søren Christian Monrad förvärvade en stor del av aktierna med förhoppning att senare kunna sälja en del till lokala intressenter. Några gick in med små belopp men Søren Christian Monrad blev kvar som storägare i AB Träkonstruktioner. Företaget gjorde stora investeringar.

Det norska bolaget skulle ha 100 000 NOK för patentet och kunskap och det svenska företaget var förpliktigt att använda Otto Hetzers namn, till exempel som "Hetzer-Binder", "Hetzertakstol" etcetera, i marknadsföringen. En fabriksbyggnad med Otto Hetzers treledsbågar uppfördes, vilken blev den första limtråhallen i Sverige. 1920 levererades limträkonstruktioner bland annat till en biograf i Töreboda och 1921 till en gångbro över järnvägen i Älvängen utanför Göteborg. Volymen var dock för liten och företaget var tvunget att fylla ut produktionen med tillverkning av trähus.

Behov av banhallar

De följande åren blev en kamp för att få företaget AB Träkonstruktioner att överleva. Liksom på kontinenten var det järnvägarnas utbyggnad, vilken krävde bärverk för stora spännvidder, som blev det område där limträ fick sitt genombrott. Ola Grundt blev år 1922 ny chef och samma år anställdes David Tenning (1888 – 1956) som ingenjör. Efter långa förhandlingar med Statens Järnvägar, SJ, fick företaget leverera material till de nya banhallarna för Malmö Centralstation.

Malmö Centralstation hade ursprungligen invigts 1856 samtidigt med järnvägen till Lund. Därefter utvidgades och förändrades stationen i flera etapper. Den banhall som är i bruk än i dag ritades av arkitekt Folke Zettervall (1862 – 1955). Malmö Centralstation är en ändstation med en hall över perrongerna. 1923 beställde SJ limträ för denna hall och samma år påbörjades uppförandet. En tredjedel av kontraktssumman hölls inne under garantitiden, som var två år, vilket



Malmö Centralstation. Banhall byggd 1923. En av de första stora leveranserna av limträ i Sverige. Banhallen är i bruk än idag.

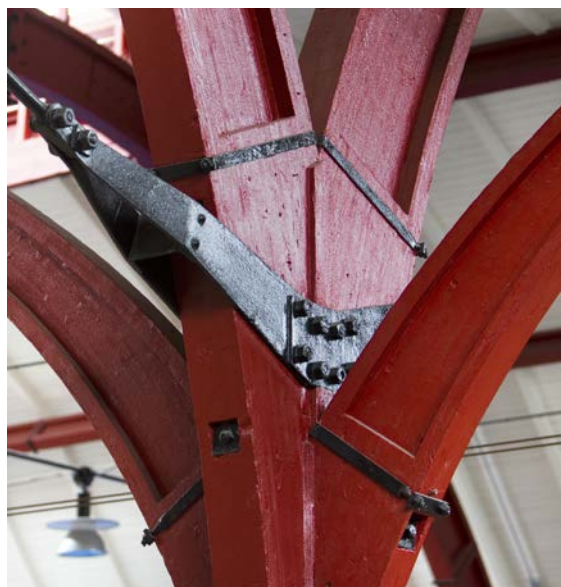
fick konsekvenser för företagets ekonomi. Taket bärs än idag upp av de eleganta limträbågarna och anläggningen blev år 1986 förklarad som byggnadsminne. Under år 1923 levererades byggnadsstommar till Malmö Centralstation och även stommar till flera uppmärksammade hallar.

Trots relativt god orderingång blev ekonomin ansträngd. Likviden var, liksom i Malmö, oftast uppdelad och slutbetalning kom sent. Även för företagets tråhustillverkning var lönsamheten dålig. Till detta kom oro på arbetsmarknaden. Likviditeten blev till sist för svag och år 1924 gick företaget i konkurs.

AB Fribärande Träkonstruktioner

År 1925 bildades ett nytt bolag, AB Fribärande Träkonstruktioner, för vilket David Tenning blev chef. De flesta aktierna köptes av tidigare arbetare och tjänstemän. Fabriken med maskiner, inventarier med mera, förvärvades för 30 000 kr. Leveranser till den planerade ombyggnaden av Stockholms Centralstation ställdes i utsikt men eftersom företagets aktiekapital endast var 30 000 kr krävde Järnvägsstyrelsen särskilda garantier innan det lilla företaget kunde ges projektet.

Stationshuset i Stockholm ritades ursprungligen av Adolf W Edelsvärd (1824–1919) och byggdes 1867–71. Då körde tågen in i stationshuset i en banhall med fem spår. Vid ombyggnaden flyttades spårområdet västerut och banhallen byggdes om till en vänthall, 119 m lång, 28 m bred och 13 m hög. De limmade bågarna har elliptisk form och I-formad tvärsnitt. På bestämda avstånd finns livavstyvningar försedda med stålband. Kanske är det ett tecken på att man inte helt litade på limmets beständighet.



Detalj av knutpunkt vid Malmö Centralstation. Möte mellan bågav limträ och dragband av stål.



Utsiktsbro av limträ i Stegastein, vid Aurlandsvegen, Norge.



Limträ tillverkas huvudsakligen av gran.

Pålitligt material

För de bärande konstruktionerna i Malmö Centralstation och Stockholms Centralstation användes vid tillverkningen kaseinlim, konstruktioner som än i dag fyller sin funktion. Under 1930-talet började lim baserat på fenolharts att användas utomlands och år 1942 började även AB Fribärande Träkonstruktioner använda sådant lim. Det är ett utmärkt lim för konstruktioner som utsätts för klimatpåverkan men har den nackdelen att det ger mörka fogar. Detsamma gäller för det fenol-resorcinollim som har använts under senare år. Numera används huvudsakligen limtyper baserade på melamin, som ställer speciella krav på härdningen och som har bättre miljöegenskaper.

I andra länder utanför Norden, till exempel Tyskland, används ofta polyuretanlim. Vänthallen vid Stockholms Centralstation blev en stor framgång och ett värdefullt referensobjekt för limträtillverkaren. Nya banhallar med limträkonstruktioner byggdes i Göteborg och Sundsvall och limträ var nu ett etablerat stommaterial. Det blev också ett material som blev intressant för arkitekter, bland dem Gunnar Asplund (1885 – 1940) och Sigurd Lewerentz (1885 – 1975).

Ökande marknad för limträ

Ingenjören David Tenning ledde AB Fribärande Träkonstruktioner fram till årsskiftet 1955/56. Han efterträddes då av sin son Kurt Tenning (1920 – 2008) som under många år ledde limträfabriken på ett framgångsrikt sätt. Under 1940-talet byggdes bland annat den limträkonstruktion som då hade störst fri spännvidd i världen, 66 m. Limträfabriken i Töreboda, som fortfarande är i drift, är troligen världens äldsta limträfabrik. Företaget har under senare åren bytt ägare och ingår nu i norska Moelvenkoncernen – Moelven Töreboda AB.

Efter andra världskriget har ytterligare några limträtillverkare etablerats i Sverige. Av dessa finns det nu tre kvar, Martinson Group AB, Setra Trävaror AB och Glulam of Sweden AB. Den största av dem, Martinson Group AB, utvecklades ur ett sågverksföretag som år 1965 startade limträtillverkning i Bygdsiljum. År 1970 byggdes en specialiserad fabrik och företaget exporterar en stor del av limträproduktionen. Setra Trävaror AB påbörjade också limträtillverkning år 1965 i Långshyttan. Företaget är specialiserat på att tillverka raka limträbalkar och limträpelare. Även Setra Trävaror AB exporterar en stor del av sin produktion av limträ. En annan limträtillverkare finns i Ljungaverk, Glulam of Sweden AB, som tillverkar raka limträbalkar, limträpelare, bjälklagselement och limträstockar. De svenska limträtillverkarna är organiserade i Svenskt Träs Limträkommitté.

Vart tog då Guttorm Brekkes norska företag vägen? Efter första världskriget fick limträfabriken så lite att göra att den stängdes. När den senare brann beslöt Guttorm Brekke att inte bygga upp den igen. Fabriken i Moelv, som nu tillverkar limträ i Norge, har sitt ursprung i ett gammalt industriföretag, grundat 1899. I slutet av 1950-talet insåg ledningen affärsmöjligheter för produkten limträ och produktion startade 1960. Moelven har genom uppköp blivit ett av Skandinavien största träföretag.

Moelven Industrier AS blev mycket uppmärksammat för konstruktionerna till de sporthallar i Lillehammer och Hamar som byggdes för vinter-OS 1994. I de avancerade fackverken överförs krafterna i knutpunkterna med inslitsade stålplåtar och ståldymlingar. Ursprunget till det var ett system utvecklat av schweizaren Hermann Blumer (1943–), kallat BSB, Blumer-System-Binder. Moelven använde sig av ungefär samma idé men utvecklade en egen mer hantverksmässig variant. Det finns även goda svenska och finska exempel på avancerade limträkonstruktioner, till exempel svenska paviljongen till världsutställningen i Shanghai, Kina, och Sibeliushallen i Lahti, Finland.

Avancerad arkitektur

Detta system för kraftöverföring med dymlingsförband har lyft limträkonstruktioner till en ny nivå. I datoriserad tillverkning kan bearbetning av både stänger och plåtar automatiseras. Att på detta enkla sätt kunna sammanfoga träelement till plana eller tredimensionella träfackverk, har gett arkitekter och konstruktörer ny frihet som, speciellt i Mellaneuropa, utnyttjats i mycket avancerade konstruktioner. Som exempel kan nämnas antroposofernas byggnad i Maulbronn och badhusen i Bad Dürrenheim och Sindelfingen i Tyskland. Även i de nordiska länderna finns exempel på avancerad limträarkitektur.

Trots att de nordiska länderna är ”träländer” är vi långt ifrån störst i världen på limträproduktion. I Österrike tillverkas per capita nästan tio gånger så mycket limträ som i Sverige. I Tyskland tillverkas nästan lika mycket limträ som i Österrike.

I USA byggdes den första limträhallen år 1936 av Unit Structures Inc. i Peshigo, Wisconsin. I Nordamerika, med sin starka trätradition, är limträ ett etablerat stommaterial och där finns också den stora skalstrukturen i Tacoma, Washington, med över 160 m spännvidd, vilket gör den till en av världens största träkonstruktioner.

Limträ har, tillsammans med stål och betong, blivit ett av de tre stora byggmaterialen för bärande konstruktioner, inte minst för stora spännvidder. Nyare närbesläktade produkter, till exempel massivträ, det vill säga exempelvis skivor av korslimmat trä (Cross Laminated Timber, CLT eller på svenska korslimmat trä, KL-trä), fanerträ (på engelska Laminated Veneer Lumber, LVL) och Parallam kan, i kombination med limträ, lyfta arkitekturen till en ny nivå. Dessa vidareförädlade träprodukter går internationellt sett ofta under namnet Engineered Wood Products, EWP.



Svenska paviljongen på världsutställningen Expo 2010 i Shanghai, Kina.



Sibeliushallen, Lahti, Finland.

Fakta om limträ



Badhus med stomme av limträ, England.

Limträ är en förädlad träprodukt avsedd i första hand för bärande konstruktioner. Förutom att limträ, i förhållande till sin vikt, är ett av de starkaste konstruktionsmaterialen, har det goda miljöegenskaper och det används ofta som ett estetiskt uttrycksmedel – därför används limträ ofta i synliga bärverk och som ett miljöskapande konstruktionsmaterial. Limträ kan med fördel användas även till icke bärande konstruktioner, möbler och inredningar.

Det finns många exempel på hallbyggnader och offentliga byggnader byggda av limträ. Under senare år har många flervåningshus byggts där limträ ingår i stommen. Ett annat viktigt område är träbrokonstruktioner.

Limträ och miljön

Limträ är ett naturmaterial. Det tillverkas industriellt av trälameller som limmas mot varandra under kontrollerade former. Det som utvinns ur naturen ska på ett uthålligt sätt kunna användas, återanvändas, återvinnas eller slutligen omhändertaras med minsta möjliga resursanvändning och utan att naturen skadas. Limträ belastar inte miljön på ett ofördelaktigt sätt under sin livscykel och det kan lätt återanvändas, återvinnas eller utnyttjas för energiåtervinning. Limträ bidrar till en långsiktig hållbar miljö genom att det binder över 700 kg koldioxid, CO₂, per kubikmeter.

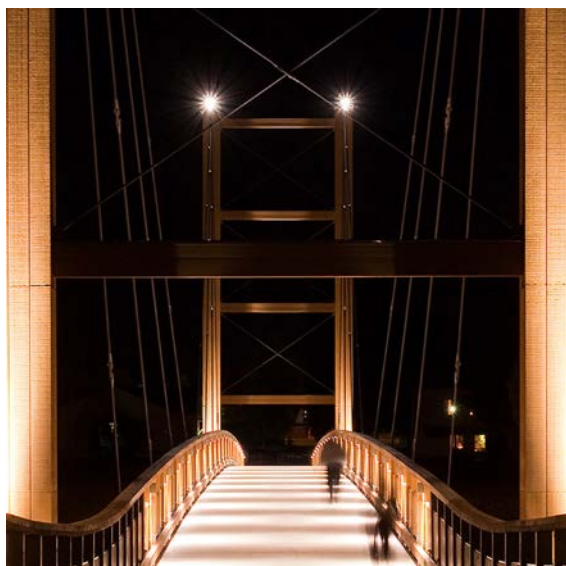
Limträ i kretsloppet

Limträ tillverkning är en resurssnål process. Råmaterialen är oftast inhemskt granvirke från hållbart brukade skogar samt ett syntetiskt lim. Andelen lim är försumbar, mindre än 1 viktsprocent. Varje enskild limträprodukt ska vid leverans ha en fuktkvot som högst motsvarar referensfuktkvoten 16 %, vilket kan sägas motsvara målfuktkvoten 16 %.

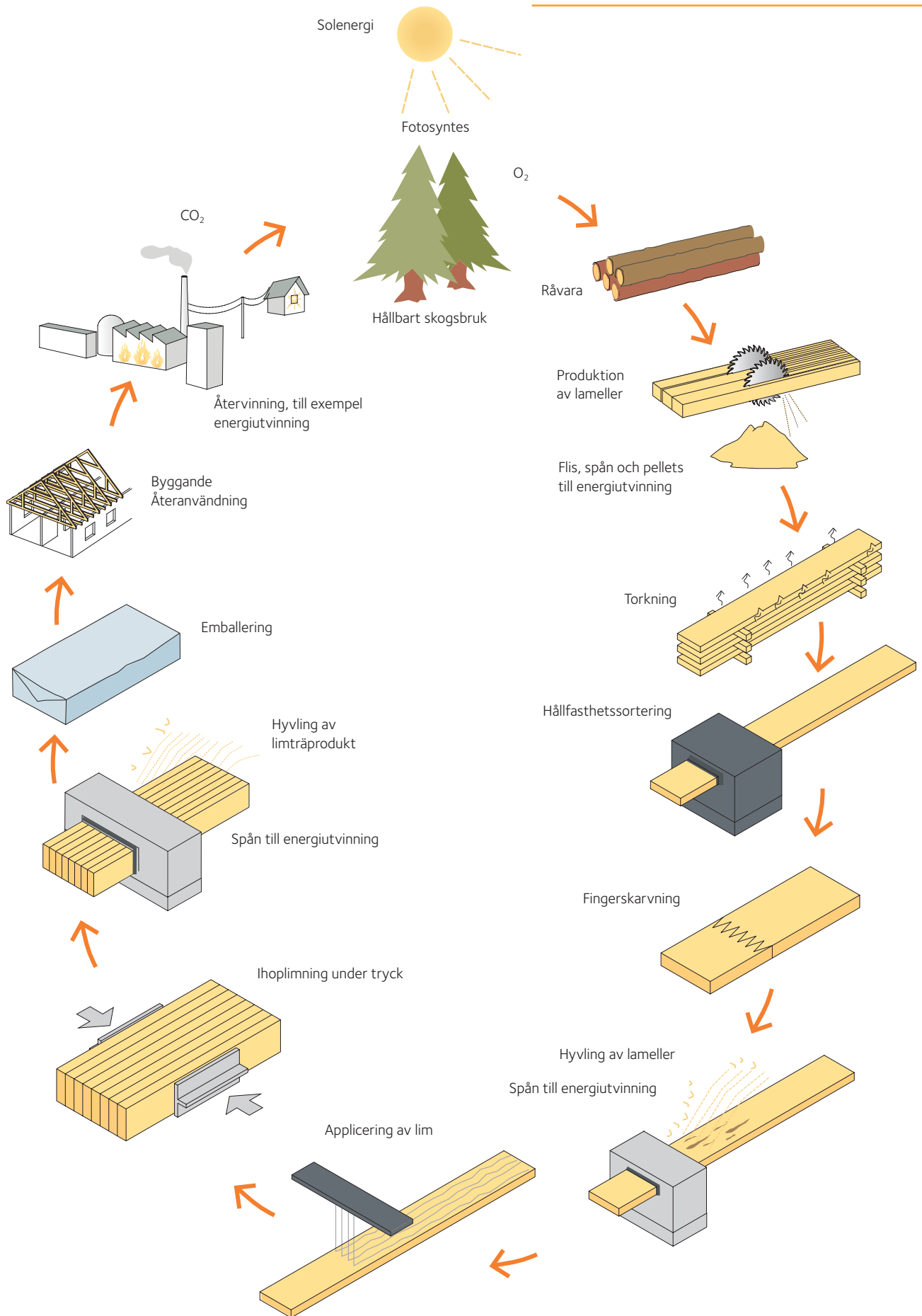
Till torkningsprocessen används huvudsakligen biprodukter som bränsle, det vill säga biomassa. På så sätt kan elanvändningen minimeras.

Då limträ betraktas som en förädlad träprodukt och ofta ”skräddarsys” för beställaren ger det inte upphov till något betydande spill på byggarbetsplatsen. Emballaget av skyddsfilm utgörs av återvinningsbart material. Under brukstiden har limträ inga negativa miljöfaktorer av betydelse. Limmet avger mycket liten mängd miljöpåverkande ämnen. Tillverkarna ska genom provning enligt SS-EN 14080 verifiera emission av formaldehyd i de europeiska klasserna E1 eller E2. Det går att ytbehandla och underhålla limträ med traditionella metoder. Reparerbarheten är hög och delar av en limträbalk eller limträpelare kan vid behov bytas ut. Limträ kan, om så behövs, bearbetas i efterhand på olika sätt, till exempel genom rengöring eller avslipning av ytan.

I viss omfattning och efter konstruktionsberäkningar kan enstaka mindre hål och urtag göras. Limträprodukter kan återanvändas med vetskap om de konstruktiva förutsättningarna. Kontrollansvarig eller motsvarande sakkunnig person, ska då kontrollera limträet och bedöma förutsättningarna för återanvändning i det enskilda fallet.



Snedstagsbro för gång- och cykeltrafik, Skellefteå.




Figur 1 Limträ ingår i kolets kretslopp
Schematisk bild över limträproduktion.
Tillverkningen är en resurssnål och klimatneutral process.

Fakta Hållfasthetsklasser

Certifierat limträ tillverkas enligt den harmoniserade standarden SS-EN 14080 i olika hållfasthetsklasser. Tillverkningsstandard i Sverige för limträ är hållfasthetsklassen GL30, där bokstäverna GL står för Glued Laminated Timber (Glulam) medan siffran 30 står för karakteristisk böjhållfasthet, uttryckt i N/mm². Beroende på uppbyggnaden av lameller skiljer man mellan GL30h och GL30c, där bokstaven h står för homogeneous, homogent limträ, och bokstaven c för combined, kombinerat limträ. Därutöver kan det i hållfasthetsklassbeteckningen anges bokstaven s, där bokstaven s står för split, vilket betyder att det är klyvsågat limträ. Limträ smalare än 90 mm framställs genom klyvsågning av bredare limträ. Enligt standarden nedklassas då limträet från 30 till 28 N/mm², varför klyvsågat limträ får hållfasthetsklass GL28. *Se under avsnittet Hållfasthet, sidan 18.*



CE-märket används inom olika produktområden.

 01234
Svenskt Trä AB, Box 1, 123 45 Skogslandet 05 01234-CPD-00234
SS-EN 14080 Glue laminated timber, Strength Class GL30c Adhesive Type I according to EN 301 Spruce: Picea abies Formaldehyde class: Class E1 Reaction to fire: Class D s2, d0 Durability Class: 4

Exempel på CE-märkning av limträprodukter enligt SS-EN 14080.

* EES = Europeiska ekonomiska samarbetsområdet

** EG = Europeiska gemenskapen.
EG ersattes år 2009 av EU = Europeiska Unionen.
Från år 2009 benämns direktiv EU-direktiv.

Limträ är, liksom annat trä, brännbart och det kan brytas ned biologiskt, men vid rätt konstruktionsutformning har limträ lång hållbarhet.

Energiinnehållet i limträ är detsamma som för massivt barrträ. I utvecklingen av limträprodukter är kretsloppstänkandet en viktig utgångspunkt. Det gäller under limträprodukternas hela livscykel – från val av råvara till återanvändning eller återvinning. Då transporter är en betydande energislukare arbetar limträ tillverkarna aktivt med att minimera långa, energikrävande transporter. Limträ tillverkarna har detaljerade byggvarudeklarationer, BVD, som redovisar tillverkningens och limträprodukternas miljöegenskaper.

Certifiering och kontroll

Konstruktionselement av limträ tillverkas industriellt under kontrollerade former. Med hjälp av fingerskarvningsteknik kan mycket stora längder tillverkas. Principen för limträ tillverkningen är enkel – lameller av trä staplas och limmas mot varandra till stora konstruktionselement. Storlek och längd begränsas i första hand av transportmöjligheterna och i andra hand av limträ tillverkarens lokaler och utrustning.

I Sverige finns det sedan länge fyra etablerade limträ tillverkare. Ett ackrediterat kontrollorgan handlägger certifiering, kontroll och provning av limträprodukter. Tack vare de goda erfarenheterna av limträ, är användningen i Sverige stadigt ökande.

CE-märkning

CE-märkning är en produktmärkning inom EU. En produkt som är CE-märkt får säljas inom EES*-området utan någon ytterligare dokumentation. Är en produkt CE-märkt visar detta att tillverkaren har följt de grundläggande krav som återfinns i de EG**-direktiv som reglerar detta. Förutsättningen för obligatorisk CE-märkning är att det finns en harmoniserad standard.

Svenskt limträ tillverkas enligt kraven i den harmoniserade standarden SS-EN 14080. För att visa att limträprodukterna uppfyller kraven i SS-EN 14080 ska de vara CE-märkta och åtföljas av en prestandadeklaration. I standarden framgår vilka dokument som krävs för verifiering.

Element, oavsett antal lameller, tillverkas i Sverige i hållfasthetsklass GL30c eller GL30h medan klyvsågade limträbalkar får hållfasthetsklass GL28cs eller GL28hs. Bokstaven c står för combined, kombinerat limträ, h för homogeneous, homogent limträ och s för split, klyvsågat limträ.

Tillverkningskontroll

Limträ tillverkning kräver stor noggrannhet, bland annat beträffande fräsning av fingerskarvarna, limmets beredning och applicering, presstryck och presstid. För att säkerställa en jämn och hög kvalitet på limträelementen sker egenkontroll fortlöpande, som innebär att provkroppar tas ut regelbundet för undersökning av hållfasthet och beständighet. Det ackrediterade kontrollorganet övervakar egenkontrollen och gör oanmälda kontrollbesök hos limträ tillverkarna. Limträ tillverkarna står under ständig kontroll av det ackrediterade kontrollorganet.



Limträ tillverkas industriellt under kontrollerade former. Fotot visar efterbearbetning av limträbalkar.

Egenskaper

Limträ är i första hand ett konstruktionsmaterial, där hållfasthet, styvhet och beständighet som regel är de viktigaste egenskaperna. Limträprodukter har därför i allmänhet inte samma virkeskvalitet och ytfinish som inredningssnickrierier och möbler. I de flesta sammanhang torde dock standardprodukterna av limträ uppfylla normala utseendekrav. Standard på utseendekvalitet är Renhyvlade, ej lagade ytor, se under avsnittet Utseendekvalitet, sidan 22.

Virke

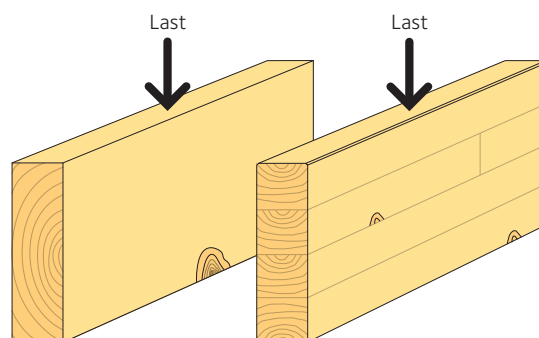
Träslaget vid limträstillverkning i Sverige är huvudsakligen gran (*Picea abies*) men även furu (*Pinus silvestris*) används.

Utseendemässigt kan man inte skilja mellan kärnved och splintved hos gran. Liksom hos furu är veden hos granvirke karakteriserad av årsringar med ljus vårved och mörkare sommarved men granvirke är generellt något mera vitaktigt än furuvirke.

Kvistarna i granvirke är förhållandevis små och inte som hos furu omgivna av hartsstråk. Hållfasthetssorteringen innebär visserligen att kviststorleken i virket begränsats men limträ är långt ifrån kvistrent. Även virke med hög hållfasthet kan innehålla ganska stora kvistar. Granvirke har ofta små pärlkvistar, vilket furu inte har. Furu har oftast ovala kvistar.

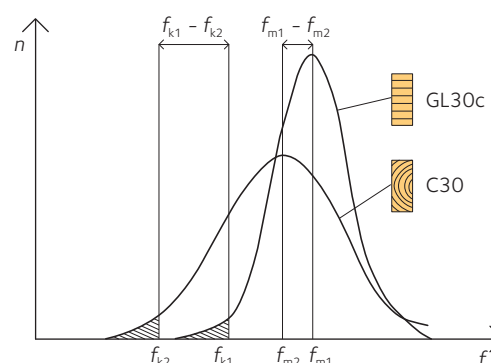
Limträ kan, om så önskas, även tillverkas med lameller av furu eller impregnerad furu. Även lärk förekommer. Utseendemässigt är furu något mörkare än gran. Furukärnan skiljer sig markant från splintveden genom sin mörkt rödbruna kulör. Impregnerad furu är vid leverans i regel svagt grön till färgen. Denna gröna färg är, i likhet med limträets naturliga färg, inte beständig. Beträffande användning av limträ med lameller av impregnerat virke, se sidan 76.

Obehandlat limträ bör i likhet med annat trä inte exponeras utomhus för väder och vind då det med tiden blir grått eller gråbrunt. Det är ligninet (träets naturliga "lim") som bryts ned på ytan.



Figur 2 Lamelleringsseffekten

Med limträ utjämnas inverkan av virkesdefekter. Risken är mycket liten att defekter, till exempel större kvistar i flera lameller, ska hamna i samma snitt. För en enskild planka kan en enskasta kvist väsentligt försämrå hållfastheten.



Figur 3 Konstruktionselement av limträ har högre genomsnittlig hållfasthet och mindre spridning i hållfasthet än motsvarande element av konstruktionsvirke.

$f_{k1} - f_{k2}$ = skillnad i karakteristiskt hållfasthetsvärde.

$f_{m1} - f_{m2}$ = skillnad i hållfasthetens medelvärde.

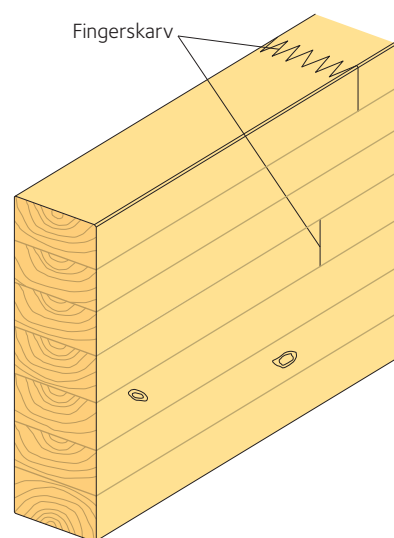
n = antal provstycken.

f = hållfasthet.

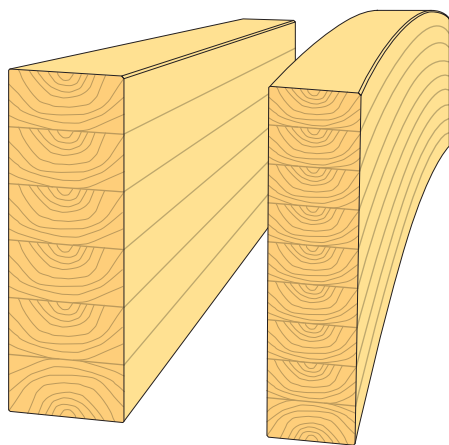
Figuren avser limträ med stort antal lameller.



Limträramar, Fröåkra kostall, Lyrestad.



Figur 4 Balk av limträ



Figur 5 Limträets olika former

Limträ kan tillverkas i många olika former, som till exempel raka balkar, krökta balkar, bågar, överhöjda balkar med mera.

Limfogar

Vid limträstillverkning används lim som har dokumenterat hög hållfasthet och beständighet vid långvarig belastning och endast sådana som man har lång praktisk erfarenhet av. De formella kraven anges i standarden SS-EN 14080 och i understandarden SS-EN 301, som klassificerar två limtyper, Limtyp I och Limtyp II. Alternativt till kraven i SS-EN 301, ska kraven för enkomponent polyuretanlim i SS-EN 15425 uppfyllas. Limträ tillverkat med lim enligt Limtyp I kan användas oberoende av omgivande klimat (klimatklass 1 – 3 enligt Eurokod 5) medan användning av lim enligt Limtyp II är begränsad till konstruktioner som är skyddade för väder och vind (klimatklass 1 och 2 enligt Eurokod 5). Dock ska limträ av beständighetsskäl skyddas mot långvarig påverkan av fukt, nederbörd, smuts och solstrålning.

En förteckning över godkända lim utfärdas av det ackrediterade kontrollorganet i respektive land. Numera används av miljöskäl så gott som uteslutande melamin-urea-formaldehyd-lim, i dagligt tal så kallat melaminlim eller MUF-lim, som hänförs till Limtyp I. Melaminlimmade fogar är till en början ljusa men kan med tiden få en något mörkare nyans.

Till fingerskarvning av lamellerna används så gott som uteslutande det ljusa melaminlimmet. Fingerskarvar framträder därför endast som tunna linjer på elementens ytor.

Av limträelementets märkning ska framgå vilken limtyp som har använts vid tillverkningen (Limtyp I eller Limtyp II enligt SS-EN 301).

Tidigare användes som regel syntetiska tvåkomponentlim av typen fenol-resorcinol-formaldehyd, i dagligt tal så kallat PRF-lim, vid limträstillverkning. PRF-lim hänförs till Limtyp I och ger mörkt rödbruna limfogar. Limning med PRF-lim förekommer numera endast vid export till vissa länder.

Det sker en fortlöpande utveckling av konstruktionslim med syfte att få fram bättre och ännu miljövänligare lim.

Ytbearbetning

I samband med tillverkningen sker ytbearbetning av limträelementen, se under avsnitt *Utseendekvalitet*, sidan 22.

Limträprodukter kan sedan på plats ytbehandlas som vanligt trä genom lasering, täckmålning, klarlackering eller oljebehandling, se vidare under avsnitt *Ytbehandling*, sidan 69.

Mått och form

Limträtekniken ger stora möjligheter att variera tvärsnittsform och geometri hos konstruktionselementen. Gränserna sätts av praktiska omständigheter som transportmöjligheterna, tillverkarens lokaler och maskinutrustning.

Ett rakt limträelement med rektangulärt tvärsnitt har, i likhet med sågat och hyvlat virke, tjocklek, bredd och längd. I praktiken betecknas ett limträelement med måttenheterna b , h och L .

I en applikation, till exempel när ett limträelement används som en balk, blir måttenheterna således b för balkbredden och h för balkhöjden och L för längden. Om ett limträelement är avsett som en pelare blir måttenheterna b för pelarens bredd, h för pelarens djup och L för pelarens höjd (längd).

Måttenheten h

- Raka limträelement har i regel måttenheten h som en multipel av lamelltjockleken 45 mm, det vill säga 180, 225, 270, 315 och så vidare.
- För krökta limträelement är måttenheten h normalt en multipel av lamelltjockleken 33 mm, det vill säga 266, 300, 333, 366 och så vidare. Vid en krökningsradie mindre än 7 m erfordras tunnare lameller.

Tvärsnittsform

Rektangulära tvärsnitt är det normala för limträ, men produkter med andra tvärsnittsformer är möjliga att tillverka, till exempel I-, T- och L-tvärsnitt eller håltvärsnitt med rektangulärt tvärsnitt, sammansatt av flera limträelement, se figur 8.

Största tvärsnittsmått $b \times h$

Största måttenhet b för ett limträelement begränsas av tillgången på brett lamellvirke. Vanligtvis är det svårt att få tag i sågat virke som är bredare än 225 mm, men i vissa fall går det att få tag i virke med bredd upp till 250 mm. Efter hyvling motsvarar detta en nominell bredd av 215 mm respektive 240 mm. Genom att kantlimma lameller eller genom att limma ihop flera limträelement i sidled i förband med förskjutna limfogar kan man tillverka limträelement som är upp till 500 mm breda.

Största måttenhet h hos ett limträelement begränsas av tillgänglig maskinutrustning till cirka 2 m. Genom olika åtgärder, som till exempel att limma pånockpartiet till en sadelbalk i en senare etapp, kan större mått åstadkommas. Limträelement med h uppemot 3 m kan tillverkas på detta sätt.

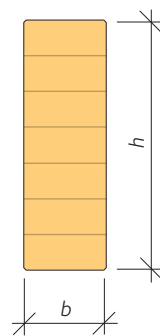
Största längd

Limträelement kan normalt levereras i längder uppemot 30 m. För speciella ändamål kan uppemot 40 m långa element levereras. I praktiken begränsas ofta längden av transportmöjligheterna.

Transporten sker till största delen på landsväg. Uppemot 30 m långa limträelement vållar som regel inga problem, men kan kräva tillstånd från vägmyndigheten. Vid större fordonslängder än 24 m fordras i regel särskilt tillstånd från vägmyndigheten i det land transporten sker. Det finns gemensamma transportregler inom EU men olika detaljregler kan gälla i varje land.

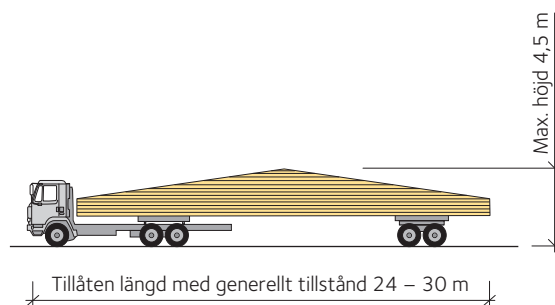
Specialtransport krävs normalt om lastbredden 2,6 m eller totalhöjden 4,5 m överskrider, vilket kan vara aktuellt i samband med ram- eller bågkonstruktioner.

Om järnvägs- eller sjötransport är möjlig gäller andra gränser. Ofta kan transportproblemen lösas genom att konstruktionen delas upp i lämpliga transportenheter, vilka sedan sammanfogas på byggarbetsplatsen. Det rekommenderas att undersöka respektive limträ tillverkarens måttkapaciteter redan i ett tidigt skede av projekteringen.



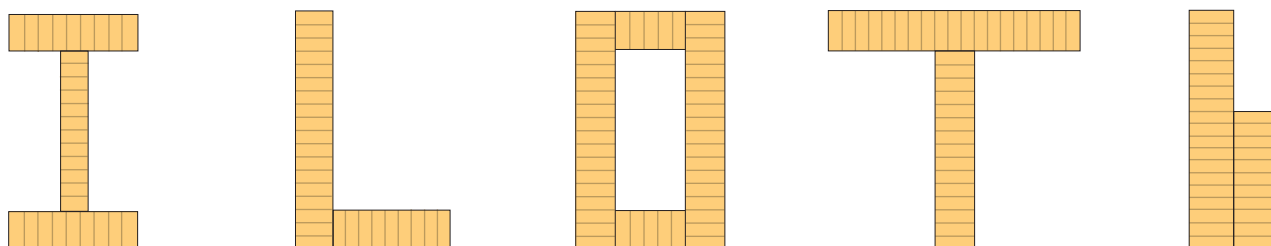
Figur 6 Måttbeteckningar limträ

b = Bredd
 h = Höjd/djup
 L = Längd

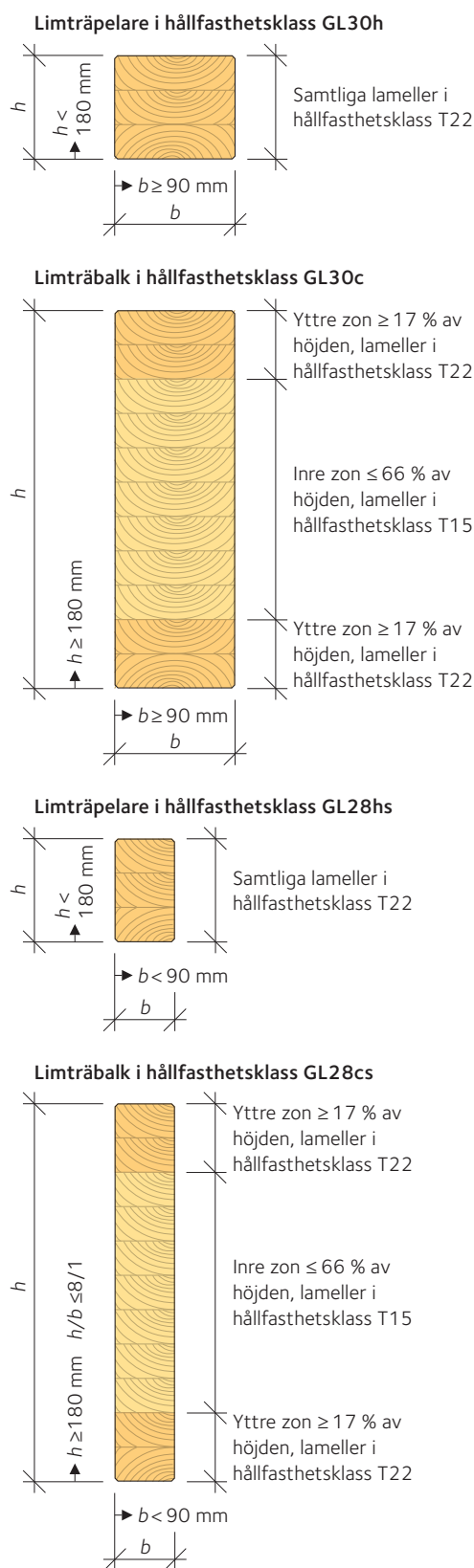


Figur 7 Transport av limträ

Största tillåten längd och höjd på fordon utan specialtillstånd är gemensamt för Europa. Transportreglerna kan i detalj variera mellan olika länder.



Figur 8 Den vanligaste tvärsnittsformen för limträ är rektangulär. Här visas exempel på andra tvärsnittsformer.



Figur 9 Hållfasthetsklasser för limträ

Olika limträtvärsnitt som visualiserar de olika hållfasthetsklasserna GL30h (homogent limträ), GL30c (kombinerat limträ), GL28hs (klyvsågat homogent limträ) och GL28cs (klyvsågat kombinerat limträ).

Limträ i hållfasthetsklasserna GL28hs och GL28cs tillverkas genom klyvsågning av bredare tvärsnitt.

Hållfasthet

Hållfastheten för limträ är hög i förhållande till egenvikten, vilket möjliggör byggande med stora fria spannvidder. Jämfört med andra konstruktionsmaterial är limträ ett av de starkaste, med hänsyn till egenvikten.

För konstruktionsvirke och annat byggvirke bestäms hållfastheten hos en enskild planka av det svagaste snittet – vanligtvis vid en stor kvist, fingerskarv eller snedfibrighet. Skillnaden i hållfasthet mellan olika plankor kan vara betydande. Element av limträ är genomsnittligt både starkare och styvare än vanligt konstruktionsvirke i samma dimension. Detta beror på den så kallade lamelleringsseffekten, som i korthet kan förklaras på följande sätt:

Ett limträelement består av ett antal lameller av konstruktionsvirke. Risken för att hållfasthetsnedsättande defekter i flera lameller kommer att hamna i samma snitt är mycket liten. Lamellvirket har dessutom hållfasthets sorterats och i så kallat kombinerat limträ, som normalt betecknas med bokstaven c (c = combined, kombinerat limträ) efter hållfasthetsklassbeteckningen, har det starkaste lamellvirket placerats som ytterlameller där spänningarna normalt är störst, se figur 2, sidan 15.

För kombinerat limträ i hållfasthetsklass GL30c ska de yttre lamellzonerna vara minst 17 procent av tvärsnittshöjden. Limträ i hållfasthetsklass GL30c utgörs av lamellvirke i hållfasthetsklass T22 i de yttre lamellzonerna och i hållfasthetsklass T15 i den inre lamellzonen, se figur 9.

Homogent limträ i hållfasthetsklass GL30 betecknas med bokstaven h (h = homogeneous, homogent limträ) efter hållfasthetsklassbeteckningen. Siffran 30 står för karakteristisk böjhållfasthet uttryckt i N/mm². Limträ i hållfasthetsklass GL30h består av enbart lameller i hållfasthetsklass T22. Därutöver kan bokstaven s (s=split, klyvsågat limträ) anges i hållfasthetsklassbeteckningen. Limträ smalare än 90 mm framställs genom klyvsågning av bredare limträ. Enligt standarden SS-EN 14080 nedklassas då limträet från $f_{m,g,k} = 30$ till 28 N/mm², varför klyvsågat limträ får hållfasthetsklass GL28.

Hållfastheten hos ett limträelement blir i genomsnitt större än en enskild lamell i samma dimension och skillnaden i hållfasthet mellan olika limträelement blir mindre än för enskilda lameller. Med bibehållen säkerhetsnivå kan man alltså generellt tillåta högre spänningar för ett limträelement än för de ingående lamellerna när dessa belastas var för sig. Limträelement har således högre genomsnittlig hållfasthet och mindre spridning i hållfasthetsegenskaperna än motsvarande element av konstruktionsvirke, se figur 3, sidan 15.

Vid statisk dimensionering av limträkonstruktioner och träkonstruktioner i allmänhet utgår man från ett karakteristiskt hållfasthetsvärde (styrkevärde), fastställt på basis av brottprovning under laboriemässiga förhållanden av ett stort antal provkroppar. Med kännedom om det karakteristiska hållfasthetsvärdet bestäms dimensioneringsvärdet i det enskilda fallet av olika så kallade partialkoefficienter och omräkningsfaktorer, se *Limträhandbok Del 2*.

Termiska egenskaper

I jämförelse med metall har trä mycket små temperaturrelser. Det innebär att spänningar i limträ på grund av temperaturförändringar sällan orsakar några större olägenheter. Värmeledningsförmågan och värmekapaciteten motsvarar den för vanligt virke (barrträ).

Limträ har, i likhet med annat trä, förhållandevis goda värmeisolerande egenskaper. Värmeledningsförmågan, det så kallade λ -värdet

(lambda-värdet), som uttrycks i $W/m \cdot ^\circ C$, är jämförbart med till exempel lättbetong och det är väsentligt lägre än för betong och stål. Värmeledningsförmågan, λ -värdet, för gran är $0,11 W/m \cdot ^\circ C$ vinkelrätt fibrerna och $0,24 W/m \cdot ^\circ C$ parallellt fibrerna. Praktiskt brukar värdet $0,13 W/m \cdot ^\circ C$ användas för limträ.

Limträ har jämförelsevis hög specifik värmekapacitet (värmeförbehåll). Den brukar anges till cirka $1\,300 J/kg \cdot ^\circ C$ – att jämföras med till exempel betong som har cirka $880 J/kg \cdot ^\circ C$. På grund av den ringa mängden limträ i en byggnad är dock möjligheten att använda limträ för att utjämna klimatvariationer begränsad.

Som en följd av limträets termiska egenskaper, känns en obehandlad limträyta behaglig vid beröring.

Fuktkvot

Begreppet målfuktkvot används för ett virkesparti vid leverans från tillverkare och definieras enligt SS-EN 14298. Om till exempel målfuktkvoten 12 % beställts tillåts virkespartiets medelfuktkvot variera mellan 10,5 och 13,5 %. Begreppet målfuktkvot är inte helt relevant för limträprodukter. Vid limträstillverkningen krävs att varje lamell ska ha en fuktkvot mellan 6 och 15 %. Två lameller som ska fingerskarvas får ha högst 5 % skillnad i fuktkvot. Varje enskilt limträelement ska vid leverans ha en fuktkvot som högst motsvarar referensfuktkvoten 16 %, vilket kan sägas motsvara målfuktkvot 16 %.

Referensfuktkvot och ytfuktkvot bör kontrolleras i samband med mottagningskontroll, montage och inbyggnad genom stickprov med hjälp av elektrisk resistansfuktkvotmätare med isolerade hammar-elektroder. För ytterligare information, se skriften *Hantera limträ rätt* (Svenskt Trä) eller *Fukt i trä för byggindustrin* (SP Träteck).

Begreppet ytfuktkvot används ibland vid kontroll av trätytor vid inbyggnad och är avgörande för om risk för mikrobiell påväxt föreligger. Värdet indikerar om ytan kan ha fuktats upp till exempel genom nederbörd eller att trämaterialiet har stor fuktkvotsgradient.

Limträ får i samband med montage enligt AMA Hus ha en fuktkvot som högst motsvarar målfuktkvoten 16 %. Ytfuktkvoten får enligt AMA Hus vid inbyggnad inte överstiga 18 % och limträtytor som ska målas på byggarbetsplatsen får vid målningsstillfället ha en ytfuktkvot av högst 16 %, se avsnitt *Hantera limträ rätt*, sidan 78.

Figur 10 Mätning av medelfuktkvot och ytfuktkvot

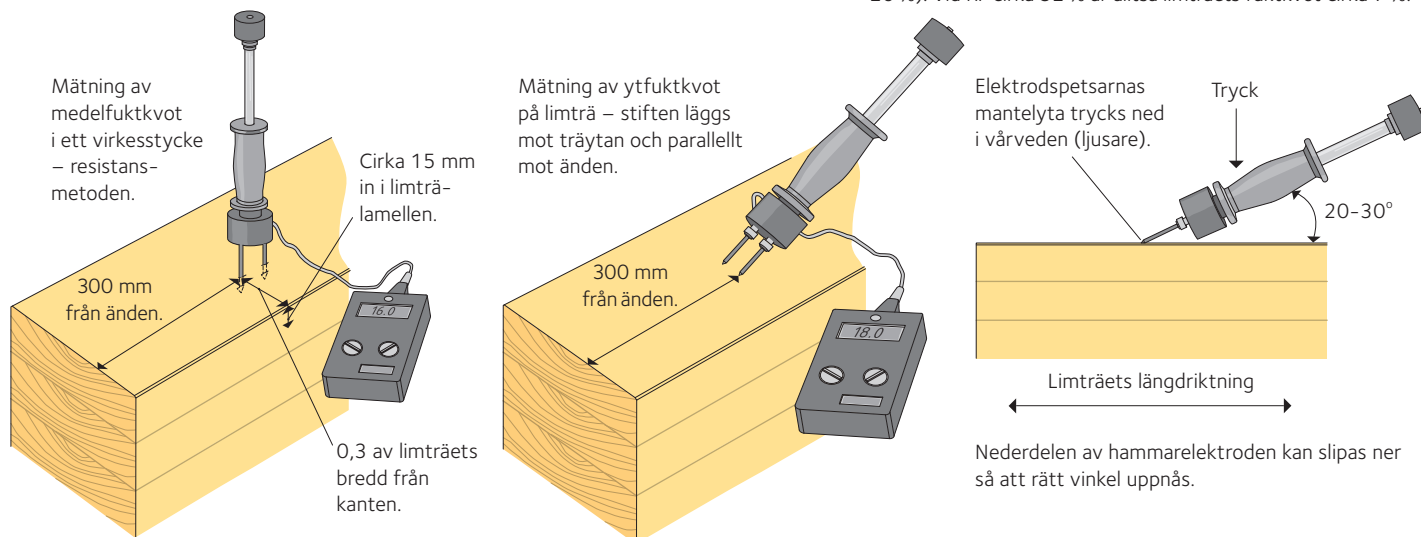
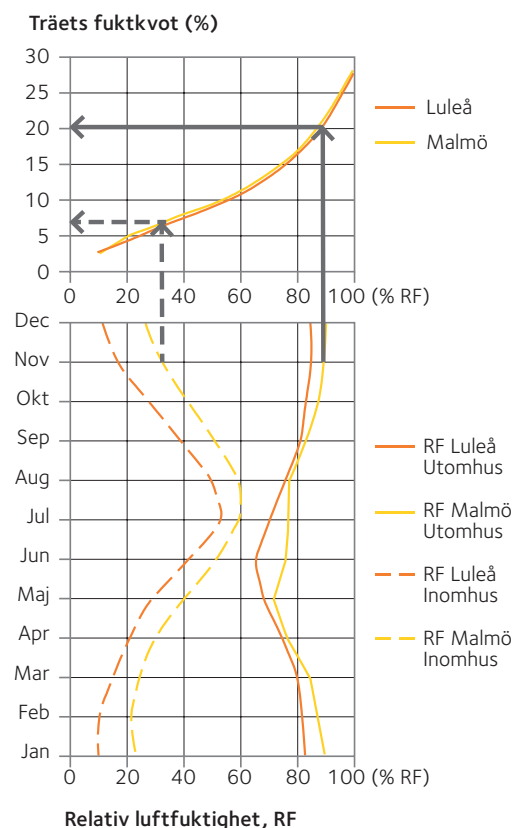


Diagram 1 Limträets fuktkvot i förhållande till den relativa luftfuktigheten, RF

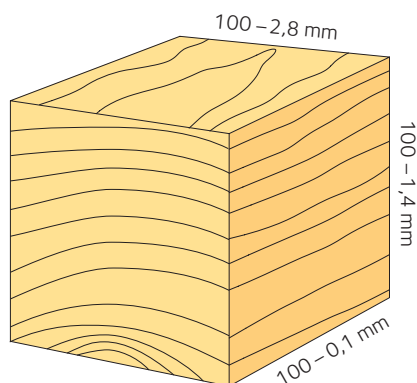


Den övre delen visar sambandet mellan omgivningens relativa luftfuktighet, RF, och fuktkvot. Även temperaturen påverkar sambandet, men påverkan är mindre än 1 fuktkvotprocent inom temperaturintervallet 0 – 20 °C.

Den undre delen visar månadsmedelvärdet för RF i norr (Luleå) och söder (Malmö). De heldragna kurvorna visar RF utomhus och de streckade kurvorna visar RF inomhus. RF-kurvorna för inomhus ska ökas med cirka 18 RF-% som är fuktillskottet för en normalfamilj (matlagning, dusch, tvätt, utandningsluft, svett, med mera).

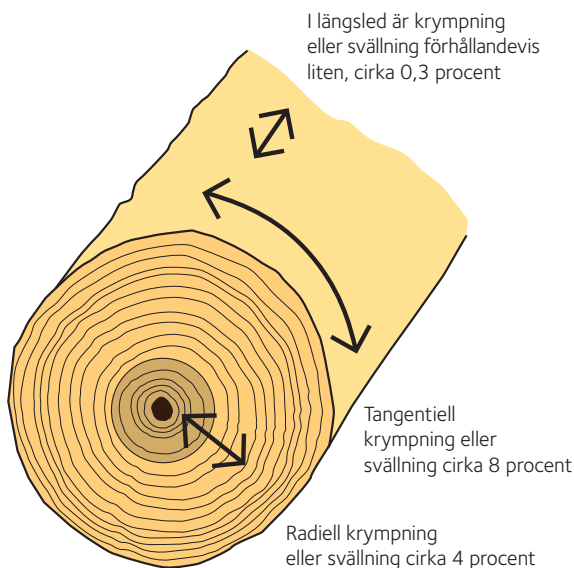
Exempel: Vad är RF och medelfuktkvoten i november månad inomhus i Malmö?

Genom att följa de svarta pilarna är RF = 32 % och fuktkvoten = 7 %. (Utomhus är motsvarande värde RF = 89 % och fuktkvoten = 20 %). Vid RF cirka 32 % är alltså limträets fuktkvot cirka 7 %.



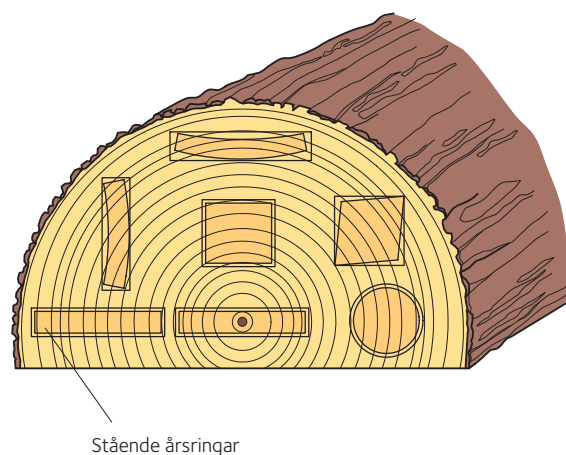
Figur 11 Krympning eller svällning

Krympning hos en kub med sidan 100 mm av barrträ vid torkning från 20 % till 10 % fuktkvot. Störst är fuktrörelserna tangentiellt fibrerna, minst i fiberriktningen.



Figur 12 Krympning eller svällning i stock av barrträd

Krympning eller svällning i ett virkesstycke är olika beroende på hur årsringarna är placerade i virkesstycket. Minst formförändringar får ett virkesstycke med årsringarna vinkelrätt mot plansidan, så kallade stående årsringar.



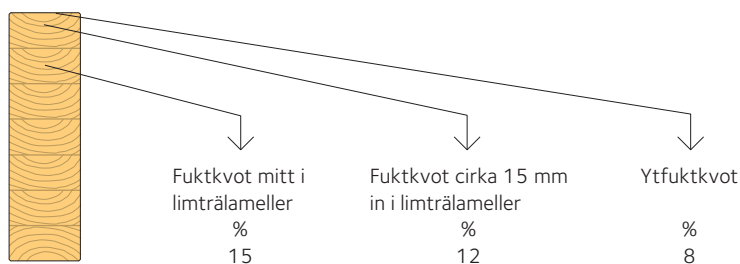
Figur 13 Årsringarnas orientering i ett trästycke

Fuktrörelser

Limträelement tillverkas med en referensfuktkvot 12 %. Varje enskild limträprodukt ska vid leverans ha en fuktkvot som högst motsvarar referensfuktkvoten 16 %, vilket kan sägas motsvara målfuktkvoten 16 %. Efterhand kommer fuktkvoten i limträet att anpassa sig till jämvikt med den omgivande luftens relativa fuktighet och följa dens variation över året. Normalt varierar träets fuktkvot med cirka 5 % under året:

- För konstruktioner i uppvärmda, obefuktade lokaler mellan 7 % (vintertid) och 12 % (sommartid).
- För uppvärmda lokaler eller utomhus under tak mellan 13 % (sommartid) och 17 % (vintertid).

Limträ, liksom annat trä, sväller när fuktkvoten ökar och krymper när fuktkvoten minskar. Däremot är tendensen att vrida och kröka sig mindre för limträ än för vanligt massivt virke, dels på grund av att limträ tillverkas under kontrollerade former av lameller med en fuktkvot mellan 6 och 15 %, dels att limträ är uppbyggt av lamelllimmat trä.



Figur 14 Fuktkvotsgradient i limträ

Exempel: Fuktkvotens variation i limträ. Fuktkvoten i limträlameller får vid tillverkningen vara mindre eller lika med 15 %. En mindre fuktkvotsgradient kan förekomma i en färdig limträprodukt. Vid en mottagningskontroll av ett limträparti uppmättes fuktkvoten 12 % 15 mm in i limträet (ytterlameller). Ytfuktkvot uppmättes till 8 % som medelvärde. Limträet kan således ingå i ett beställt limträparti med målfuktkvot 16 %.

Brandegenskaper

Limträkonstruktioner har på grund av stora homogena tvärsnitt förhållandevis goda skyddsegenskaper i samband med en brand. Brandstabiliteten ökar med ökad dimension.

Limträ är ett brännbart material men på grund av de ofta stora och homogena tvärsnitten förhållandevis brandstabil under ett brandförlopps inledningskede. Antändningen är trög och det brinner långsamt.

Värmeutvecklingen under brand är ofta avgörande för om branden ska utvecklas eller avta. Det kolskikt som bildas på limträytan vid en brand skyddar de inre delarna och bidrar till att limträ bibehåller sin bärförmåga under det fortsatta brandförloppet.

Inträngningshastigheten i limträ är vanligen cirka 0,5 – 1,0 mm per minut (cirka 40 mm per timme). Ytterligare brandskydd kan uppnås med ytbehandling eller inklädnad, *se vidare under avsnitt Projektering med hänsyn till brand, sidan 62 och Limträhandbok Del 2.*

Beständighetsegenskaper

Limträ är liksom trä en organisk produkt som, rätt använd, har god motståndskraft mot nedbrytning av mikroorganismer. Gran har dessutom god motståndsförmåga mot missfärgande svampar. Om materialet används eller hanteras på ett felaktigt sätt kan det, under ogynnsamma betingelser, angripas av mikroorganismer.

Mikroorganismer kan vara missfärgande (mögel- eller blånadsvampar) eller träförstörande (rötsvampar). Insekter som kan angripa trä är till exempel husbock. Förekomsten av husbock är geografiskt begränsad (i Sverige förekommer den främst i de sydöstra delarna av landet) och den påträffas framförallt i vindsutrymmen.

Samtidigt som påverkan av mikroorganismer kan vålla skador är det en fördel att trä ingår i det naturliga kretsloppet. Under en byggnads avsedda brukstid måste man se till att träet skyddas mot angrepp av mikroorganismer – särskilt sådant trä som är bärande och som ingår i säkerhetsanordningar (till exempel trappor och räcken) eller som är svårt att byta ut.

Det bästa sättet att skydda träet är att utforma träkonstruktionerna på ett sådant sätt att röta inte kan uppstå. Konstruktivt träskydd inriktas på att hålla träet torrt eller att medge snabb uttorkning efter uppfuktning. Torrt trä eller tillfälligt uppfuktat trä kan inte angripas av röta. Endast långvarigt fuktigt trä kan ruttna.

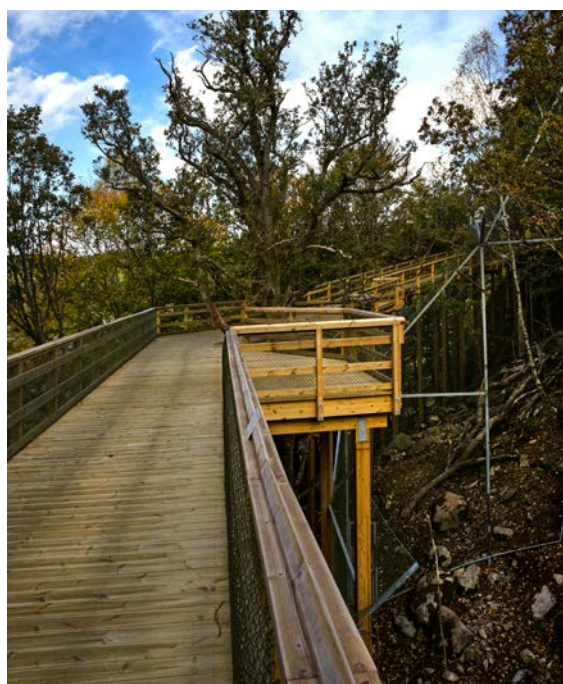
I särskilt utsatta situationer kan impregnerat trä och impregnerat limträ vara motiverat av beständighetsskäl, *se vidare under avsnitt Träskydd, sidan 76 eller Limträhandbok Del 2.*



Exempel på limträstomme till en bilverkstad.



Gångbro av impregnerat trä och impregnerat limträ vid Hästepallarna, Uddevalla.



Gångbro Nordens Ark, Hunnebostrand.

Limträprodukter

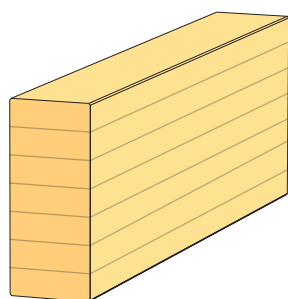
Limträprodukter tillverkas som raka eller krökta element. Den vanligaste tvärsnittsformen är rektangulär men andra tvärsnittsformer kan tillverkas.

Raka element med rektangulärt tvärsnitt är standardiserade med avseende på mått och utseendekvalitet. *Tabell 1, sidan 23*, visar materialegenskaper för CE-märkt limträ. Beträffande utseendekvalitet, se nedan.

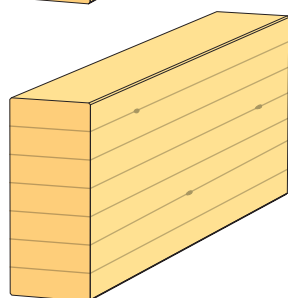
Lagersortimentet för limträprodukter är anpassat till träbranschens gemensamma referensregister VilmaBas, www.vilmabas.se för egenskapsdeklarerade trä- och limträprodukter, se *sidan 24*, *Lagersortiment för limträpelare och limträbalkar tillverkade i Sverige*.

Utseendekvalitet

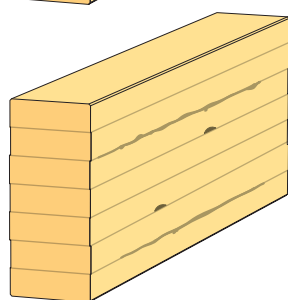
Limträprodukterna ges någon form av ytbearbetning hos limträstillverkaren. Beroende på användningsområde och utseendekrav kan limträ levereras i följande utseendeklasser:



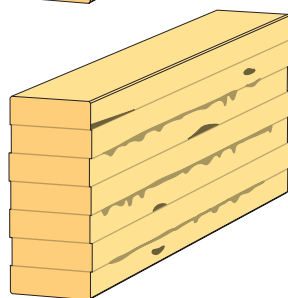
Renhyvlade, lagade ytor
(ej lagersortiment)



Renhyvlade, ej lagade ytor
(lagersortiment)



Hyvlade ytor
(ej lagersortiment)



Justerade ytor
(ej lagersortiment)

Renhyvlade, lagade ytor (ej lagersortiment)

Sidorna ska vara bearbetade med hyvel eller dylikt. Ytor som blir synliga efter montage ska vara lagade så att de är så gott som fria från större sprickor, kvisthål, urslag och limfläckar. Mindre kådlåpor, mindre kvisthål, mindre urslag samt mindre limfläckar kan dock förekomma, men i begränsad omfattning. Synliga kanter ska vara fasade.

Renhyvlade, lagade ytor rekommenderas för synligt bruk vid extra höga krav på utseendet, till exempel bostäder, skolor etcetera.

Renhyvlade, ej lagade ytor (lagersortiment)

Sidorna ska vara bearbetade med hyvel eller dylikt. Mindre kådlåpor, mindre kvisthål, mindre urslag samt mindre limfläckar kan förekomma, men i begränsad omfattning. Synliga kanter ska vara fasade. Renhyvlade, ej lagade ytor är standard för lagersortimentet i Sverige.

Renhyvlade, ej lagade ytor rekommenderas för synligt bruk där extra höga krav ej ställs på utseendet, till exempel takbalkar i sporthallar, affärslokaler och dylikt.

Hyvlade ytor (ej lagersortiment)

Sidorna ska vara bearbetade med hyvel eller dylikt. Enstaka lameller får dock bitvis vara obearbetade. Mindre limfläckar får förekomma. För element som är placerade på mer än 4 m avstånd från betraktaren, kan Hyvlade ytor vara en tillräcklig utseendeklass.

Hyvlade ytor rekommenderas för synligt bruk där rimliga krav ställs på utseendet, till exempel takbalkar i sporthallar, affärslokaler eller där funktion och bärförmåga tillmäts stor betydelse, men där man ändå vill utnyttja limträ som ett miljöskapande element, till exempel i industrilokaler.

Justerade ytor (ej lagersortiment)

Sidorna får till övervägande del vara ohyvlade. Vid smalare enheter än 90 mm (nominellt mått) får den ena sidan vara sågad. Limfläckar får förekomma på alla sidor och lameller med vankant kan förekomma.

Justerade ytor rekommenderas för inbyggnad eller för synligt bruk vid låga krav på utseendet, till exempel i lagerlokaler.

Figur 15 Utseendekvalitet

Limträ kan levereras i utseendeklasser enligt ovan.

Lagersortiment

Raka limträelement med rektangulärt tvärsnitt och med utseendekvalitet Renhyvlade, ej lagade ytor lagerhålls normalt i längder upp till 12 m och med tvärsnittsmått, enligt avsnitt *Lagersortiment för limträpelare och limträbalkar tillverkade i Sverige, sidan 24*. Limträ med $b \geq 90$ mm och $h < 180$ mm (upp till tre lameller) har hållfasthetsklass GL30h (h = homogeneous, homogent limträ) medan limträ med $b \geq 90$ mm och $h \geq 180$ mm (fyra lameller eller fler) har hållfasthetsklass GL30c (c = combined, kombinerat limträ).

Element med $b < 90$ mm och $h \geq 180$ mm (fyra lameller eller fler), så kallad klyvsågad limträbalk, har hållfasthetsklass GL28cs (cs = combined split, kombinerat klyvsågad limträ). Breddmättet är dock minst 38 mm och förhållandet höjd/bredd får enligt SS-EN 14080 inte överstiga 8/1. Andra tvärsnittsmått, hållfasthetsklasser, utseendekvaliteter eller större längder tillverkas mot beställning.

Limningsklass är i regel Limtyp I, vilket innebär att lagerprodukter kan användas oberoende av omgivande klimat, dock ej helt oskyddat mot nederbörd och stark solstrålning.

Måttoleranser

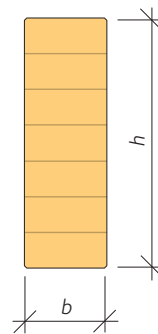
Toleranser för raka element av limträ enligt SS-EN 14080 anges i tabell 2 nedan. Toleranskraven gäller i förhållande till nominellt mått (referensmått) vid en fuktkvot motsvarande referensfuktkvot 12 %. Om den aktuella fuktkvoten i limträ skiljer sig från referensfuktkvoten ska måtten kalkyleras om enligt SS-EN 14080.

Tabell 1 Materialegenskaper för limträ enligt SS-EN 14080

Hållfasthetsvärden i MPa		GL28cs	GL28hs	GL30c	GL30h
Böjning parallellt fibrerna	$f_{m,g,k}$	28,0	28,0	30,0	30,0
Dragning parallellt fibrerna	$f_{t,0,g,k}$	19,5	22,4	19,5	24,0
Dragning vinkelrätt fibrerna	$f_{t,90,g,k}$	0,5	0,5	0,5	0,5
Tryck parallellt fibrerna	$f_{c,0,g,k}$	24,0	28,0	24,5	30,0
Tryck vinkelrätt fibrerna	$f_{c,90,g,k}$	2,5	2,5	2,5	2,5
Längsskjuvning	$f_{v,g,k}$	3,5	3,5	3,5	3,5
Rullskjuvning	$f_{r,g,k}$	1,2	1,2	1,2	1,2
Styvhetensvärden i MPa		GL28cs	GL28hs	GL30c	GL30h
Elasticitetsmodul parallellt fibrerna	$E_{0,g,mean}$	12 500	13 100	13 000	13 600
Elasticitetsmodul, karakteristisk	$E_{0,g,05}$	10 400	10 500	10 800	11 300
Elasticitetsmodul vinkelrätt fibrerna	$E_{90,g,mean}$	300	300	300	300
Skjuvmodul	$G_{g,mean}$	650	650	650	650
Densitet i kg/m ³		GL28cs	GL28hs	GL30c	GL30h
Densitet, karakteristisk	$\rho_{g,k}$	390	430	390	430
Densitet	$\rho_{g,mean}$	430	480	430	480

CE-märkt limträ tillverkas i Sverige i hållfasthetsklassen GL30c eller GL30h enligt tabell 3. Klyvsågad limträbalk nedklassas till hållfasthetsklass GL28cs eller GL28hs. Karakteristiska värden för beräkning av bärförmåga, styvhet och densitet samt medelvärden för styvhet och densitet framgår av ovanstående tabell 1.

Källa: Egenskaper och siffrvärden enligt SS-EN 14080:2013 tabell 4 och tabell 5.



Figur 16 Tvärsnittsmått

Tvärsnittsmått $b \times h$ för lagerprodukter av limträ. Längder upp till 12 m finns normalt i lager.

Observera att angivna mått är nominella mått i mm. Måtten gäller vid en fuktkvot motsvarande referensfuktkvoten 12 % och för limträ med utseendeklass Renhyvlade, ej lagade ytor.

Fakta Klyvsågad limträbalk

Observera att limträelement med måttenheten b mindre än 90 mm (nominellt mått) klyvsågas vanligen från tjockare limträelement. Sågsnittet kan därvid gå igenom öppna eller limfyllda sprickor, vilket kan medföra flisning och ge synliga limfläckar på klyvsidan. Detta gäller alla utseendekvaliteter. Vid extra höga utseendekrav bör man därför undvika klyvsågad limträbalk, det vill säga limträelement med måttenheten b mindre än 90 mm samt välja utseendeklass Renhyvlade, lagade ytor.

Tabell 2 Måttoleranser för limträ enligt SS-EN 14080

Måttoleranser för limträ		
Måttenhet b		± 2 mm
Måttenhet h	≤ 400 mm	+ 4 mm till - 2 mm
	> 400 mm	+1 % till - 0,5 %
Längd L	$\leq 2,0$ m	± 2 mm
	$> 2,0 \leq 20$ m	$\pm 0,1$ %
	> 20 m	± 20 mm
Vinklar	Tvärsnittsvinklar får avvika högst 1:50 (cirka 1°) från rät vinkel.	
Raket (för raka element)	Av två godtyckligt valda punkter med 2 m mellanrum, på vilken som helst av limträelementets kanter, får avvikelserna vara högst 4 mm. Överhöjda balkar är undantagna.	
Största avvikelse från nominell bågform (över 1 m längs den krökta formen)	± 4 mm (≤ 6 lameller) ± 2 mm (> 6 lameller)	

Tabell 3 Hållfasthetsklasser för limträ

Limträelement	Hållfasthetsklass
$b \geq 90$ $h < 180$ (upp till tre lameller)	GL30h
$b \geq 90$ $h \geq 180$ (fyra lameller eller fler)	GL30c
$b < 90$ $h < 180$ (upp till tre lameller)	GL28hs
$b < 90$ $h \geq 180$ (fyra lameller eller fler)	GL28cs

Fakta Lagersortiment

För att möjliggöra rationell produktion och därigenom minimera leveranstider, har de svenska limträ tillverkarna enats om en tillverkningsstandard baserad på SS-EN 14080 beträffande hållfasthets- och limningsklass. Tillverkningsstandarderna omfattar lagersortiment enligt tabell 4, sidan 25.

- Raka limträelement med $b \geq 90$ mm och $h < 180$ mm (upp till tre lameller) och limtyp I tillverkas som standard i hållfasthetsklass GL30h.
- Raka limträelement med $b \geq 90$ mm och $h \geq 180$ mm (fyra lameller eller fler) och limtyp I tillverkas som standard i hållfasthetsklass GL30c.
- Klyvsågat limträ med $b < 90$ mm och $h \geq 180$ mm (fyra lameller eller fler) tillverkas som standard i hållfasthetsklass GL28cs.

Raka limträelement

De vanligaste typerna av limträelement är raka enheter. De tillverkas normalt av 45 mm tjocka trälameller och används till golvbalkar, takbalkar och pelare. Raka limträelement ingår ofta som komponenter i olika konstruktionssystem, se vidare under avsnitt Konstruktionssystem, sidan 38.

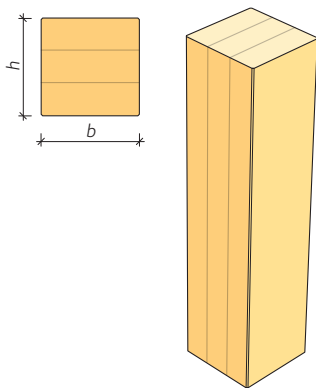
Vid större spännvidder kan det finnas behov av överhöjning av fritt upplagda balkar för att motverka stor nedböjning. Sådana balkar kan tillverkas mot beställning.

Tillverkningssortimentet omfattar ett stort antal dimensioner utöver lagersortimentet, se tabell 4 Tillverknings Sortiment för limträpelare och limträbalkar tillverkade i Sverige, i aktuella hållfasthetsklasser, sidan 25.

Lagersortiment för limträpelare och limträbalkar tillverkade i Sverige

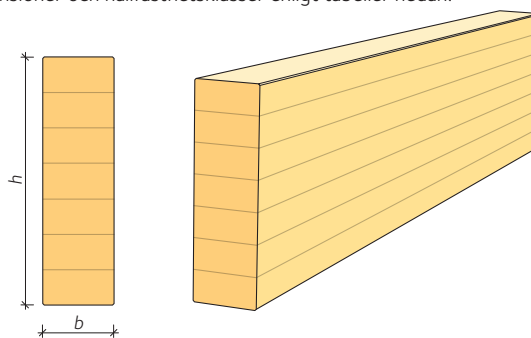
Limträpelare

Lagersortiment för limträ, tillverkat enligt SS-EN 14080.
Renhyvlade, ej lagade ytor.
Fyra fasade hörn.
Obehandlade.
Limtyp I.
Dimensioner och hållfasthetsklass enligt tabell nedan.



Limträbalk

Lagersortiment för limträ, tillverkat enligt SS-EN 14080.
Renhyvlade, ej lagade ytor.
Fyra fasade hörn.
Obehandlade.
Limtyp I.
Dimensioner och hållfasthetsklasser enligt tabeller nedan.



Hållfasthetsklass
GL30h
 $b \times h$

Hållfasthetsklass
GL28cs
 $b \times h$

Hållfasthetsklass
GL30c
 $b \times h$

90 x 90

42 x 180
225
270

90 x 180 115 x 180 140 x 225

115 x 115

225 225 270

140 x 135
140

270 270 315

160 x 160

315 315 360

165 x 165

405 405 405

450 450 495

630 630 630

Ovanstående dimensioner finns normalt i lager hos limträ tillverkaren. Längder upp till 12 m. Fler dimensioner än de här angivna kan vara lagerförda hos limträ tillverkaren. Andra längder och tvärsnitt tillverkas mot beställning (för raka element är $h = n \times 45$ mm). Limträbalkar kan givetvis även användas som pelare. Se även tabell 4 Tillverknings Sortiment för limträpelare och limträbalkar tillverkade i Sverige, i aktuella hållfasthetsklasser, sidan 25.

Lagersortimentet stämmer överens med den branchgemensamma sortimentlista med dimensioner, kvaliteter och benämningar som finns på www.vilmabas.se.

Tabell 4 Tillverkningssortiment för limträpelare och limträbalkar tillverkade i Sverige, i aktuella hållfasthetsklasser

Bredd <i>b</i> (mm)	42	56	66	78	90	115	140	160	165	190	215
Höjd <i>h</i> (mm)											
90	GL28hs	GL28hs	GL28hs	GL28hs	GL30h	GL30h	GL30h		GL30h	GL30h	GL30h
115						GL30h	GL30h		GL30h	GL30h	GL30h
135	GL28hs	GL28hs	GL28hs	GL28hs	GL30h	GL30h	GL30h		GL30h	GL30h	GL30h
140							GL30h				
160								GL30h			
165									GL30h		
180	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c	GL30c	GL30c	GL30c	GL30c
225	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
270	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
315	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
360	GL28cs*	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
405	GL28cs*	GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
450		GL28cs	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
495		GL28cs*	GL28cs	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
540		GL28cs*	GL28cs*	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
585			GL28cs*	GL28cs	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
630			GL28cs*	GL28cs*	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
675				GL28cs*	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
720				GL28cs*	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
765				GL28cs*	GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
810					GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
855					GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
900					GL30c	GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
945						GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
990						GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 035						GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 080						GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 125						GL30c	GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 170							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 215							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 260							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 305							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 350							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 395							GL30c		GL30c	GL30c	GL30c
1 440									GL30c	GL30c	GL30c
1 485									GL30c	GL30c	GL30c
1 530									GL30c	GL30c	GL30c
1 575									GL30c	GL30c	GL30c
1 620									GL30c	GL30c	GL30c

Fet stil = Lagarsortiment för limträpelare och limträbalkar tillverkade i Sverige.

* Klyvsågat limträ i hållfasthetsklasserna GL28cs och GL28hs ska ha ett höjd-/breddförhållande $h/b \leq 8/1$.

Om en klyvsågad limträbalk med ett höjd-/breddförhållande $h/b > 8$ klarar sig hållfasthetsmässigt, får dock höjden på limträbalken ökas med bibehållen bredd om så önskas (dock rekommenderas av praktiska skäl ett maximalt höjd-/breddförhållande $h/b = 10$).

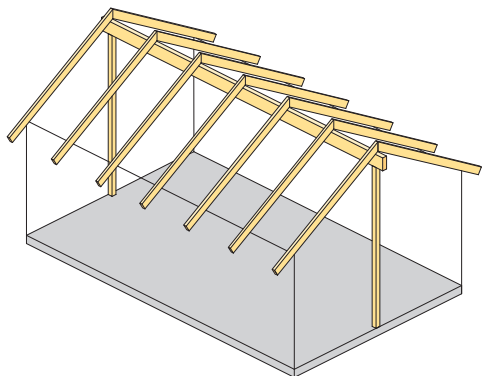
Förklaring:

h = homogeneous, homogent limträ,

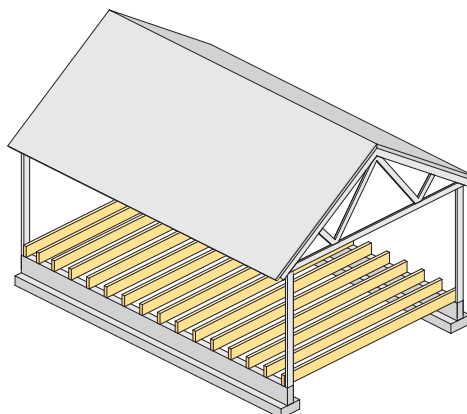
c = combined, kombinerat limträ,

s = split, klyvsågat limträ.

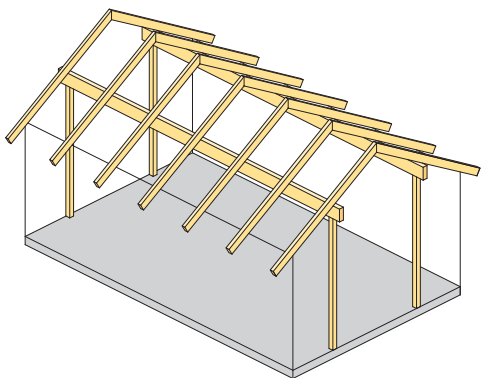
Exempel: Användning av limträpelare och limträbalkar i småhus



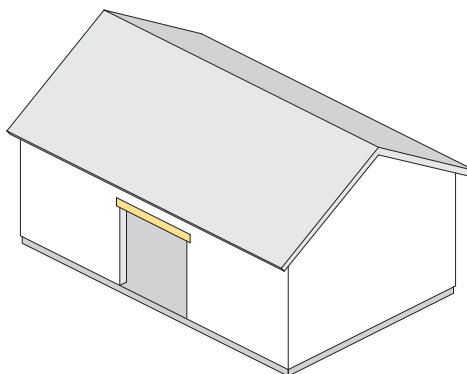
Takbalk, längsgående inock, två stöd av pelare.
Takbalkar, tvärgående, två stöd.



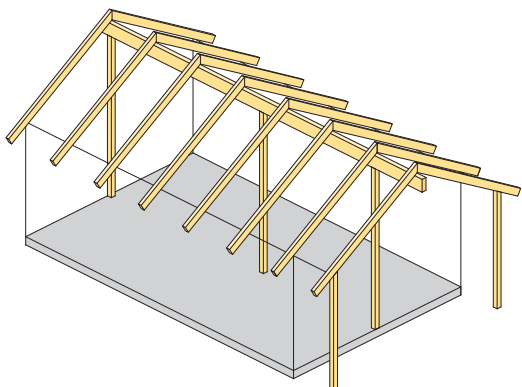
Golvbalkar ett fack, två stöd.



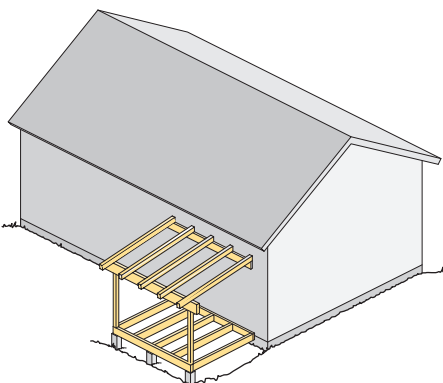
Takbalkar, två längsgående, två stöd av pelare.
Takbalkar, tvärgående, två stöd.



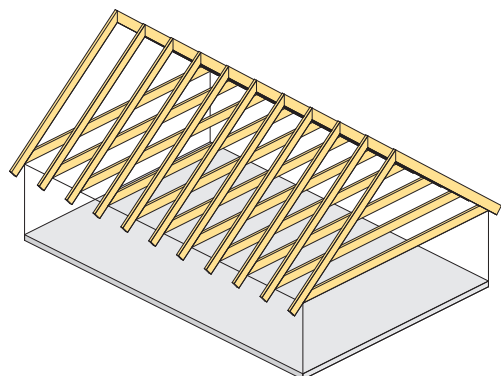
Avväxlingsbalk över dörr- eller fönsteröppning i yttervägg.



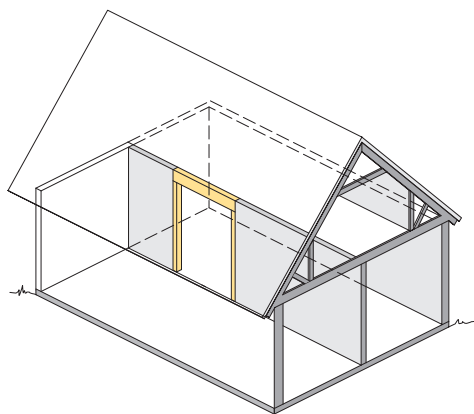
Takbalk, längsgående inock, tre stöd av pelare.
Takbalkar, tvärgående, två stöd.



Altan – takbalkar, golvbalkar, bärlinor och pelare.

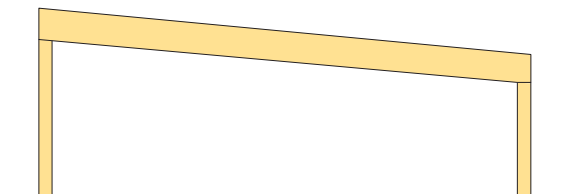


Takstolar i 1 1/2-planshus – överramar och underram.

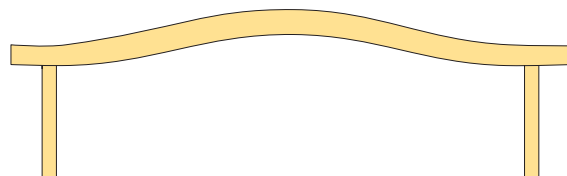


Balk över öppning i hjärtvägg.

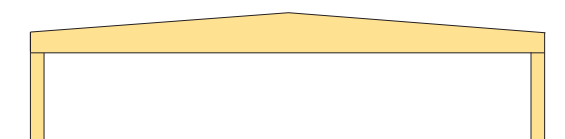
Exempel: Användning av limträ i större byggnader – spännviddsområden



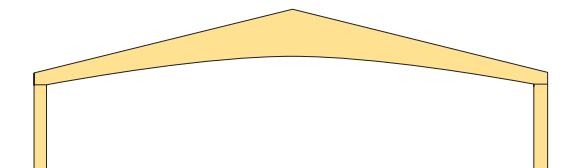
Rak balk på pelare 10 – 30 m.



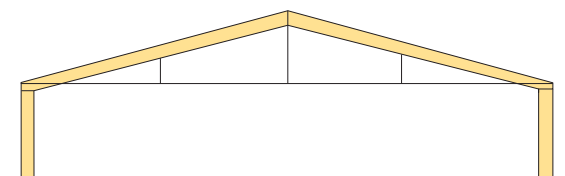
Krökt balk på pelare 10 – 20 m.



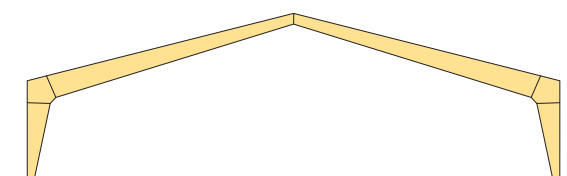
Sadelbalk på pelare 10 – 30 m.



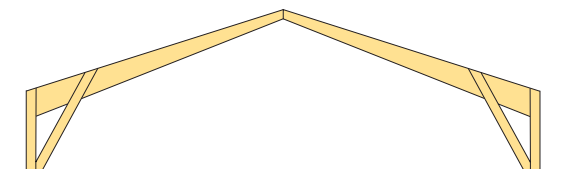
Bumerangbalk på pelare 10 – 20 m.



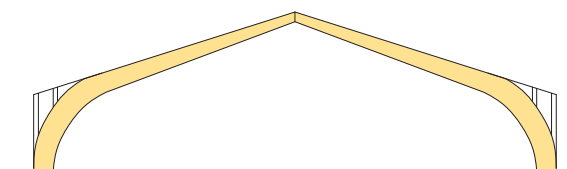
Dragbandstakstol på pelare 15 – 50 m.



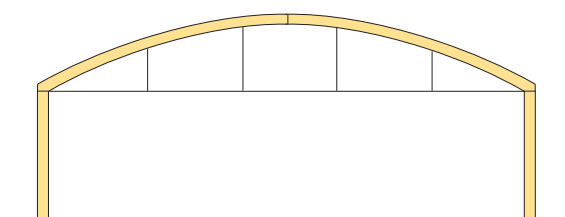
Treledsram med fingerskarvade ramhörn 15 – 25 m.



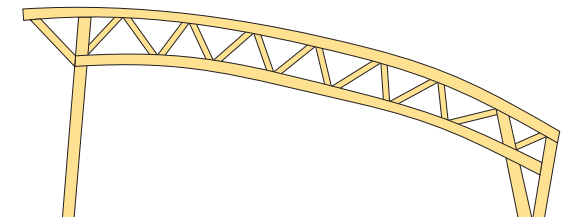
Treledsram av sammansatt typ 10 – 35 m.



Treledsram med krökta ramhörn 15 – 40 m.



Treledsbåge med dragband på pelare 20 – 60 m.



Fackverk 30 – 85 m (rakt eller krökt).

Krökta limträelement

Krökta limträelement används framförallt i ram- eller bågkonstruktioner men även som krökta balkar, till exempel bumerangbalkar.

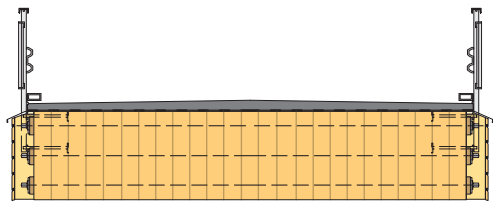
Om möjligt bör krökta limträelement i form av bågar eller ramar utföras med konstant tvärsnittshöjd inom krökta partier.

Bumerangbalkar och krökta ramhörn kan med fördel utformas med påsalning eller om utseendet så kräver, med limmat, löst påspikat eller -skruvat nock- eller hörnparti.

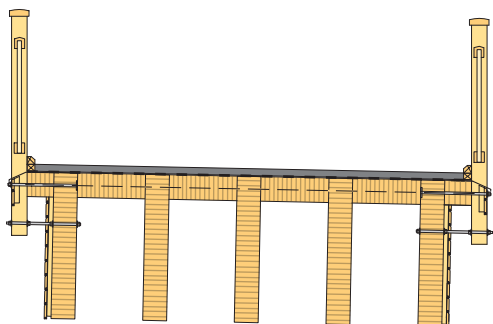
Lamelltjockleken för krökta element är normalt 33 mm, men vid krökningsradier mindre än 7 m krävs tunnare lameller.

Exempel: Användning av limträ till träbroar – spännviddsområden

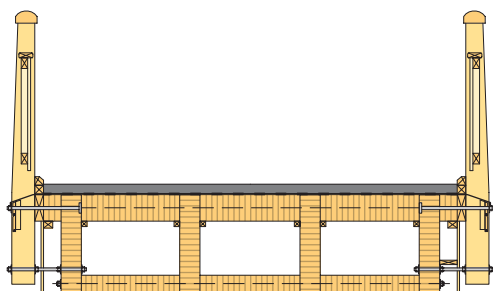
Gång- och cykelbroar



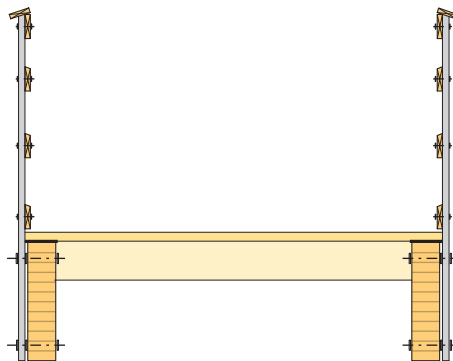
Tvärspänd platta ≤ 20 m



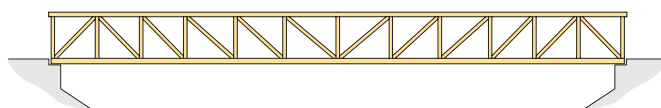
T-balkbro ≤ 30 m



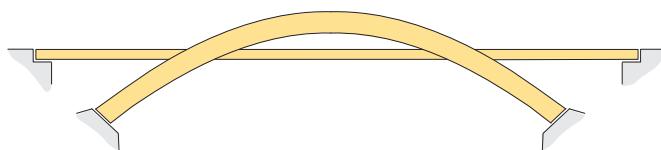
Lådbalksbro ≤ 30 m



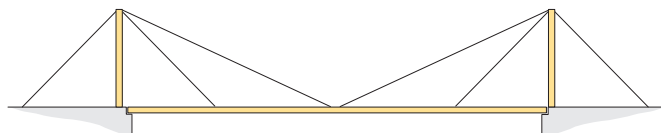
Balkbro ≤ 20 m



Fackverksbro 25 – 40 m

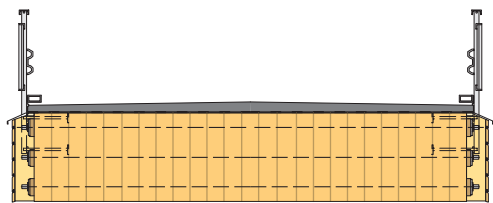


Bågbro 25 – 60 m

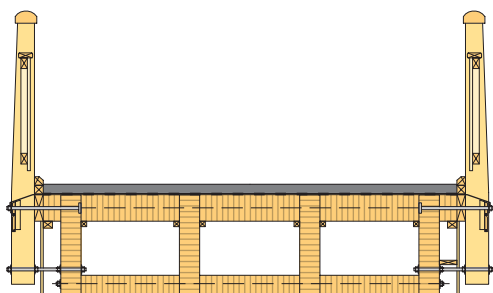


Snedstagsbro 40 – 100 m

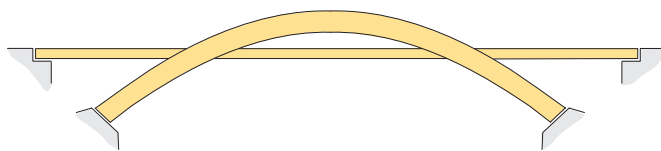
Vägbroar



Tvärspänd platta ≤ 20 m



Lådbalksbro ≤ 20 m



Bågbro 25 – 50 m

Transportskydd

Limträprodukter emballeras oftast individuellt hos limträ tillverkarna och med ett återvinningsbart material. Emballaget är avsett att skydda mot fukt, nederbörd, solstrålning, smuts och viss mekanisk åverkan under transport, lagring och eventuellt i samband med montage.

Vid mottagning av en limträleverans ska den som tar emot leveransen ansvara för att limträprodukterna lagras på ett betryggande sätt. Det kan till exempel innebära att emballaget måste skäras upp för att motverka kondens eller för att redan bildat kondensvatten ska kunna rinna ur emballaget. Mottagaren ska se till att limträprodukterna lagras väl uppallade och skyddade mot markfukt, nederbörd, smuts och solstrålning. Man bör undvika långvarig lagring på byggarbetsplats, se vidare under avsnitt *Hantera limträ rätt*, sidan 78 och skriften *Hantera limträ rätt* (Svenskt Trä). Vid mottagning kontrolleras fuktkvoten med hjälp av elektrisk resistansfuktkvotmätare med isolerade hammar-elektroder så att den överensstämmer med beställd målfuktkvot.

Montage

Montage av limträkonstruktioner kräver nästan alltid tillgång till någon form av lyftanordning, som regel en kran. Det bästa är om limträelementen kan lyftas direkt från transportfordonet till sin plats i byggnaden. Detta är emellertid sällan möjligt och som regel får man därför räkna med en viss tids lagring på byggarbetsplatsen. Därvid bör de anvisningar som ges av limträ tillverkaren beaktas.

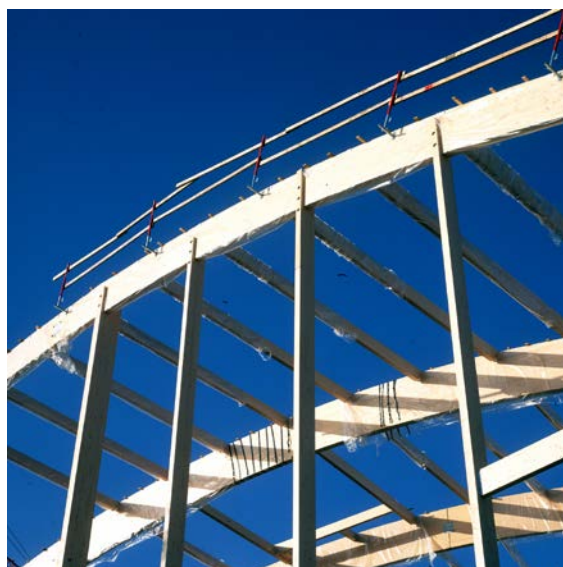
Vid mottagning av leverans kontrolleras att antal limträelement och beslag stämmer med beställningen, se vidare under avsnitt *Hantera limträ rätt*, sidan 78.

Det är viktigt att man redan innan man lossar lasten från transportfordonet har planlagt montage så att tidskrävande omlastningar kan undvikas. Önskas särskild lastordning måste det tydligt framgå vid beställning. Tydlig och systematisk märkning av enskilda limträelement och beslag är också avgörande för ett rationellt montage.

Tills dess att byggnadens stabiliserande system är komplett måste tillfälliga åtgärder vidtas för att säkra stommen mot vind och andra påfrestningar under byggtiden. Ram- och bågkonstruktioner säkras bäst med stålvaror som spänns med vantskruvar. Vajrarna används också till att fixera konstruktionerna i rätt läge tills dess att vindfackverk eller motsvarande är monterade.

Emballage bör skäras upp i underkant för att undvika fukt innanför emballaget. Emballaget kan också avlägsnas helt, men man bör då vara uppmärksam på risken för att synliga konstruktioner smutsas ner under byggtiden. Särskilt utsatta är takkonstruktioner med högprofilerad plåt direkt på takbalkarna, där läckagevatten i plåtskarvarna eller kondens kan missfärga limträbalksidorna innan isolering och papptäckning är på plats.

Treledsramar och -bågar består av två delar som ansluts till betongfundament eller pelare och kopplas ihop med stålbeslag i nocken. Större konstruktioner monteras enklast och säkrast med hjälp av en mobilkran och ett flyttbart montagetorn under nocken. Montaget går till så att vardera ram- eller båghalvan lyfts på plats med kranen. Ramfoten eller anfanget görs fast i fotbeslag eller pelartopp och nockpartiet läggs upp på montagetornet och kopplas ihop. Så fort stabiliseringen är klar flyttas montagetornet till nästa linje.



Limträbågar med gavelpelare och åsar av limträ.

Projektering



Stifts- och landsbiblioteket i Linköping.
Takbalkar av limträ på pelare av betong.

Detta avsnitt av *Limträhandbok Del 1* innehåller underlag för projektering av hus och anläggningar där limträ ingår. I ett tidigt skede av projekteringen behöver projektören kunskap beträffande limträprodukters möjligheter och begränsningar. Byggnadstekniska förutsättningar för god arkitektur behandlas och de vanligaste konstruktionssystemen redovisas här.

I avsnittet ges också vägledning om möjligheter och begränsningar vid användning av limträ. Exempel på lämpliga konstruktionslösningar med limträ redovisas under *avsnittet Konstruktionssystem, sidan 38*.

Erforderliga preliminära dimensioner redovisas i tabeller på sidorna 46 – 51, under *avsnitt Dimensionstabeller*. Tabellvärdena är avsedda att användas i ett tidigt skede av projekteringen och får inte ersätta konstruktionsberäkningar i varje enskilt fall. Som hjälpmedel vid noggrannare beräkningar, se *Limträhandbok Del 2* och *Del 3*.

Limträ kommer ofta till användning som bärverk i större envåningsbyggnader, till exempel hallbyggnader. De europeiska brandföreskrifterna gör det emellertid möjligt att använda trästommar även i flervåningshus. Det är viktigt för projektören att känna till att brandföreskrifterna inte begränsar användningen av limträ, se under *Projektering med hänsyn till brand, sidan 62*.

Ett viktigt område inom projekteringsarbetet är färgsättning och ytbehandling. Ofta används limträets naturliga kulör som en medveten del i gestaltningen. Olika ytbehandlingar kan ge flera alternativa uttrycksmöjligheter. I enstaka fall måste limträet ytbehandlas av tekniska skäl eller till och med vara impregnerat. Dessa frågor behandlas i särskilda avsnitt, som bland annat ger underlag för teknisk beskrivning, se *från sidan 69*.

Beständighetsfrågorna har på senare tid fått större betydelse. Det krävs kunskap och medvetenhet om material och underhållsbehov redan under projekteringsskedet för att uppnå den mest optimala tekniska lösningen. Inget material är underhållsfritt men underhållet kan vara mer eller mindre krävande, se *avsnitt Ytbehandling och underhåll, sidan 69*.

Byggnadstekniska förutsättningar

Få byggnadsmaterial kan mäta sig med limträ när det gäller konstruktiva och arkitektoniska uttrycksmöjligheter.

För konstruktionsvirke ger timmerstocken gränsen för dimensionerna. Limningstekniken däremot, ger möjlighet att tillverka tjocka, breda och mycket långa konstruktionselement, till exempel balkar med bredd upp till 215 mm (i vissa fall 240 mm) och höjd uppemot 2 m beroende på limträstillverkarens utrustning. Förutom raka element kan krökta limträelement tillverkas i olika former.

Konstruktionselement av limträ kan ta större spänningar än konstruktionsvirke med samma dimension. Detta hänger ihop med den så kallade lamellerings-effekten. Risken att försvagande egenskaper är orienterade i samma snitt är självklart mindre i ett limträelement som består av flera ihoplimmade lameller, se avsnitt *Egenskaper*, sidan 15.

Traditionell träbyggnadsteknik, såsom sågning, hyvling, spikning, skruvning och användning av byggbeslag etcetera används med fördel och med enkelhet tillsammans med limträ. Limträ ingår som en självklar komponent i modern träbyggnadsteknik.

Kostnaderna för limträkonstruktioner kan reduceras med ökande konstruktionshöjd. Med konstruktionshöjd menas, i exakt bemärkelse, avståndet i ett snitt mellan tryckkraftkomponenten och dragkraftkomponenten, se figur 17.

En tendens, som gäller inom träbyggnadstekniken, lika väl som inom limträtekniken, är ökad användning av stålbeslag. I den äldre träbyggnadstekniken var knutpunkter normalt utformade att överföra tryckkrafter och kunde endast i begränsad omfattning överföra dragkrafter.

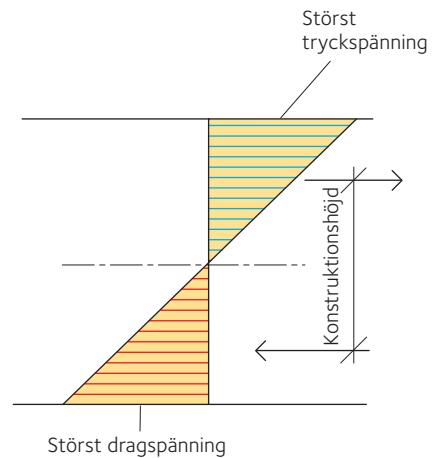
Stålförband överför krafter på ett mer koncentrerat och definierat sätt än som tidigare varit möjligt. En led, det vill säga en ihopkoppling av två konstruktionselement utan momentupptagande förmåga, kan verkligen utformas som en led.

En led ska alltid placeras i systemlinjernas korsningspunkt för att undvika moment i knutpunkten. Systemlinjerna ska således korsas varandra i en punkt = ledpunkten, se figur 18.

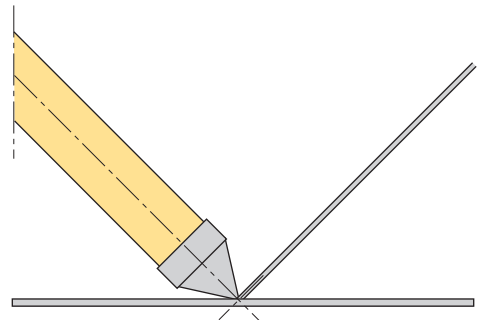
Statiskt obestämda system kan ge upphov till tvångskrafter. Genom att använda sig av leder, kan statiskt obestämda system bli statiskt bestämda, det vill säga självklara för dimensionering. En tvåledsbåge till exempel är statiskt obestämd medan en treledsbåge är statiskt bestämd, se figur 19.

Utformningen av stålbeslag hänger ofta samman med konstruktiva begränsningar, som till exempel kontaktryck mellan stål och limträ. Möjligheter finns att utforma infällda eller utanpåliggande beslag, som fungerar som leder eller som kan överföra moment. Exempel på anslutningar är:

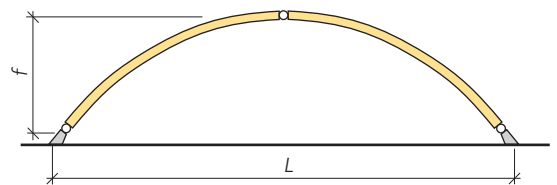
- Grunddetaljer.
- Upplagsdetaljer, såsom möte limträpelare – limträbalk eller limträbalk – limträbalk.
- Knutpunkter, det vill säga förband och sammanfogningar av limträelement eller dragband, som möts i en punkt.



Figur 17 Konstruktionshöjd är avståndet mellan tryckkraft- och dragkraftkomponenterna.



Figur 18 Systemlinjer ska helst mötas i en punkt, annars uppträder moment i knutpunkten.

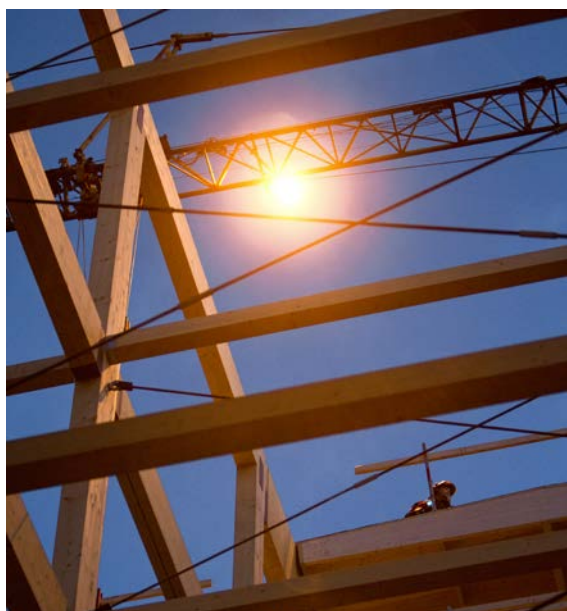
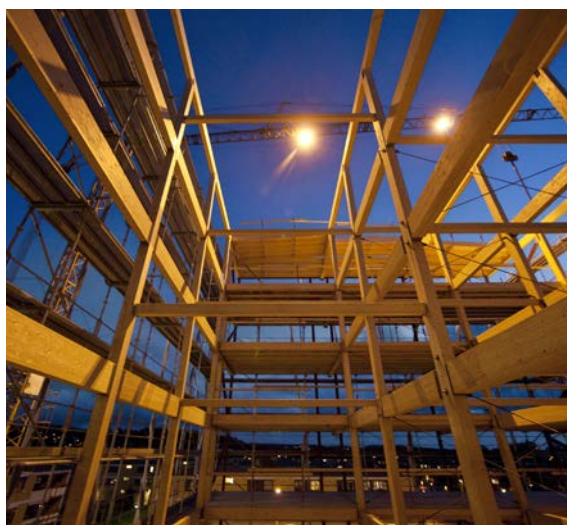


Figur 19 Trelledsbåge – en statiskt bestämd stomkonstruktion.

Tabell 5 Storhetsbeteckningar

Följande storhetsbeteckningar används i detta avsnitt:

Beteckning	Beskrivning
L	Spännvidd
b	Balkbredd
h	Balkhöjd/-djup
q	Last
f	Pilhöjd
M	Böjmoment
V	Tvärfkraft
σ	Spänning
d	Håldiameter
W	Böjmotstånd
H	Största höjd på sadelbalk



Sexvåningsbostadshus med stomme av limträ, Askims torg.

På marknaden finns användbara standardbeslag såsom spikningsplåtar, vinkelbeslag, balkskor och dragband. Normalt är emellertid krafter och limträdimensioner så stora att ståldetaljerna bättre utformas för tillverkning på en smidesverkstad. Ståldetaljer ger ofta karaktär åt konstruktionen och bör ägnas speciell uppmärksamhet. Det finns även lösningar med dolda beslag.

Det är ofta naturligt att limträkonstruktionerna är synliga och att de är en del av arkitekturen. Limträ bibehåller sin stabilitet och bär-förmåga även i ett tidigt skede av ett brandförlopp. Det skyddande kolskiktet som bildas på ytan bidrar till detta. Eventuella krav beträffande brandskydd av ståldetaljer måste beaktas. Ett dolt, inbyggt beslag är bättre brandskyddat än ett utanpåliggande, *se avsnitt Projektering med hänsyn till brand, sidan 62.*

Valet av konstruktionssystem kan inte avgöras utan att överväga systemets detaljlösningar. I detta sammanhang är det naturligt att påpeka att projektören bör påverka och kanske lägga ned stort arbete med utformningen av synliga ståldetaljer.

I projekteringsprocessen brukar tidiga skisser ge information om funktionella och geometriska förutsättningar och möjliga spännvidder för god utformning av konstruktionselementen.

Ett samarbete i ett tidigt skede mellan arkitekt och konstruktör samt limträ tillverkare ger möjligheter till goda lösningar.

Konstruktiva aspekter på limträbärverk

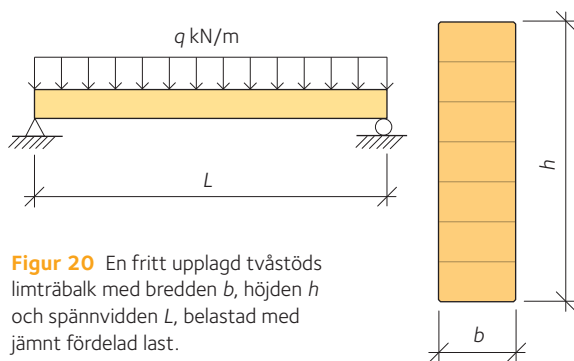
Den vanligaste byggnadsdelen där limträ kommer till sin rätt är yttertak. Vanliga taktäckningsmaterial är takpapp, takplåt eller takpannor på olika underlag, som kan vara underlagspapp på underlagsspont eller takplywood, styva isolerskivor på profilplåt eller armerade, självbärande och värmeisolerande träullselement. Sekundära balkar, som kan vara av limträ, har normalt centrumavstånd 1,2 m vid underlagsspont eller takplywood, 2,0 m eller 2,4 m vid användning av träullselement eller 2 – 7 m med profilerad takplåt. De sekundära balkarna har upplag på det primära bärverket av limträ. Givetvis kan limträ kombineras med andra konstruktionsmaterial, till exempel stål eller betong.

Nedan följer några exempel på konstruktionsöverväganden, som kan ingå i tidiga skeden av projekteringsprocessen. Några grundläggande begrepp och enkla formler ur hållfasthetsläran är nödvändiga att känna till och presenteras därför här.

Balkar av limträ

Vid dimensionering av balkar krävs att den totala lasten q (i vilken ingår konstruktionens egentynngd och yttre laster som snö- eller nyttig last) beräknas. Egentynngden, snölast + eventuell nyttig last är de dimensionerande lasterna. Säkerhetsfaktor och andra partialkoefficienter måste beaktas enligt Boverkets gällande konstruktionsregler, EKS.

Ett vanligt sätt vid överslagsdimensionering är att man provar sig fram. Anta att man provar en fritt upplagd balk med bredden b och höjden h på två stöd med jämnt fördelad last, enligt figur 20.



Figur 20 En fritt upplagd tvåstöds limträbalk med bredden b , höjden h och spännvidden L , belastad med jämnt fördelad last.

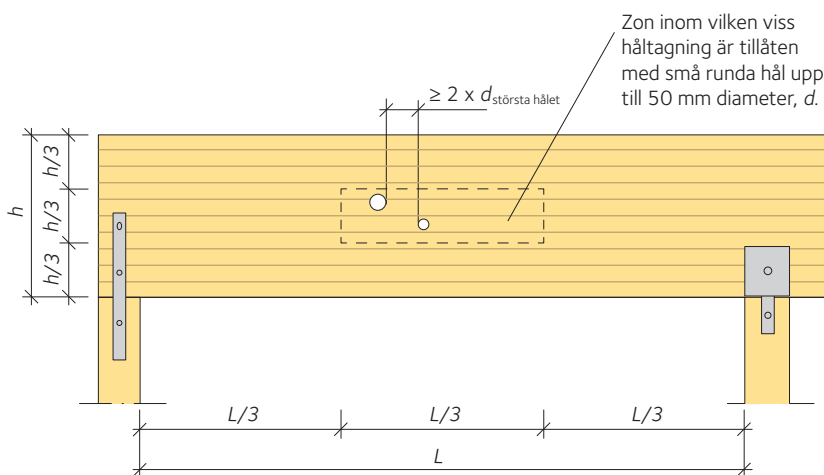
Balken utsätts för ett yttre moment $M = q \times L^2/8$. Detta yttre moment ska balken bära genom att bygga upp ett inre, mothållande moment $M_i =$ böjspänning $\sigma_k \times$ balkens böjmotstånd $W = b \times h^2/6$. Böjspänningen σ_k motsvaras av karakteristiskt böjhållfasthetsvärde enligt SS-EN 14080. Styrkan hos en balk ökar således med kvadraten på höjden, se figur 21. En breddökning ger endast en linjär ökning av böjmotståndet W .

Anta att den balk man provade visar sig ha för dålig lastupptagande förmåga. Med andra ord måste böjmotståndet W då ökas. Nedanstående exempel ger vägledning hur detta kan ske:

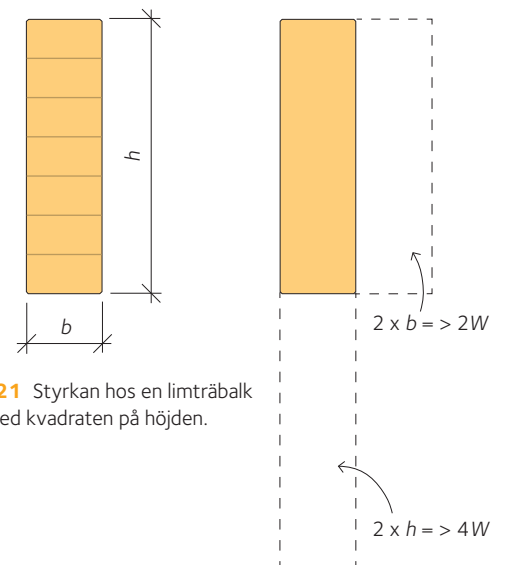
- Eftersom kostnaden för en limträbalk brukar kunna relateras till limträvolymen inses att en ökning av konstruktionshöjden reducerar limträbalkkostnaden jämfört med en breddökning.
- Det kan finnas andra förhållanden i ett projekt som påverkas av en ökad limträbalkhöjd. Hela huset kanske behöver höjas för att bibehålla fri höjd under limträbalkarna med ökade kostnader för fasaderna, uppvärmning etcetera som följd.
- Det är vanligt att deformationskrav, vanligen en största nedböjning, bestämmer en lägsta konstruktionshöjd. Rekommendationer för största nedböjning, se *Limträhandbok Del 2*.
- Ett annat, enklare sätt, är att använda dimensionstabeller, se avsnitt *Dimensionstabeller*, sidan 46.

Installationer utgör en väsentlig del av funktionen och de påverkar den arkitektoniska upplevelsen. En fråga som ofta kommer på tal är om det går att göra hål och urtag i limträelementen.

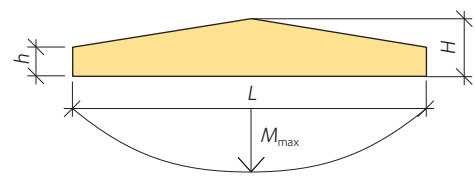
Hela limträbalkens tvärsnittsarea medverkar till att ta aktuella tvärkrafter, som är störst vid upplagen. Därför är det normalt olämpligt med håltagningar eller urtag invid upplagen. Spänningsfördelningen i balken av yttre moment framgår av figur 24. De inre delarna av balken är mindre utsatta för böjspänningar än de yttre, i över- och underkant. Resonemanget ovan är av principiell natur. I det enskilda projektet kan konstruktören ge anvisningar om möjliga håltagningar och urtag. Mindre hål godtas i regel enligt figur 23.



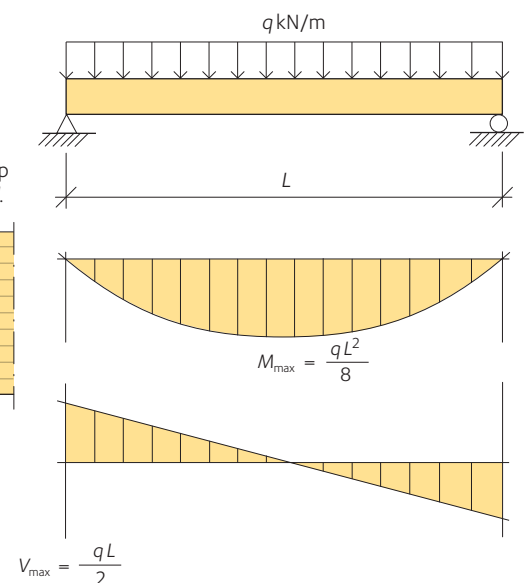
Figur 23 Håltagning och urtag i limträ är en känslig åtgärd som kräver omdöme. Vid minsta osäkerhet bör sådana åtgärder undvikas. I zonen enligt ovan är viss håltagning möjlig efter samråd med en erfaren konstruktör. För ytterligare information, se *Limträhandbok Del 2*.



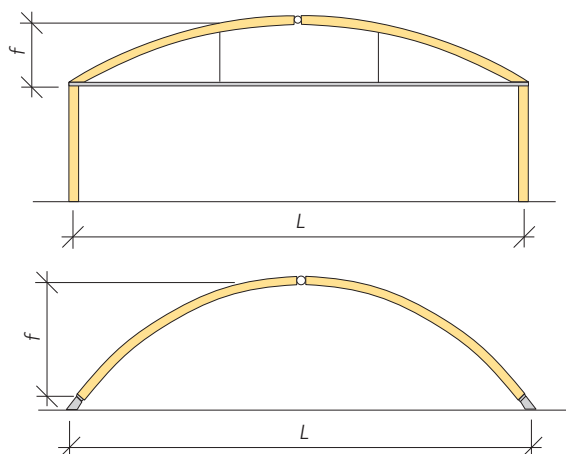
Figur 21 Styrkan hos en limträbalk ökar med kvadraten på höjden.



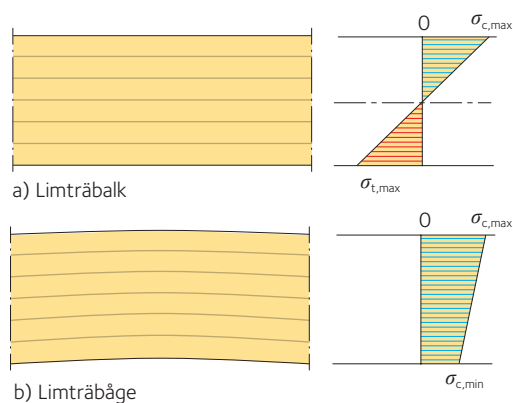
Figur 22 En limträsadeldelbalk, fritt upplagd, följer i princip momentkurvan. Den kan därför vara mer ekonomisk än en rak, jämnhöjd limträbalk.



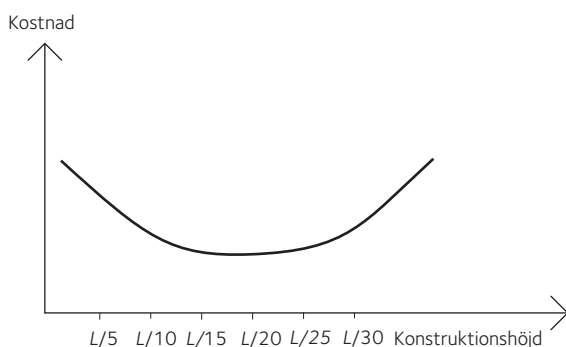
Figur 24 Yttre moment och tvärkrafter vid fritt upplagd tvåstödsbalk, belastad med jämnt fördelad last.



Figur 25 Bågar medger ett effektivt materialutnyttjande, men kräver antingen fasta upplag eller dragband.



Figur 26 Spänningar i en belastad limträbalk fördelar sig så här: tryckspänningar och dragspänningar. I limträbalktvärsnittets mitt är spänningen noll. En limträbåge får till skillnad från limträbalken tryckspänningar genom hela tvärsnittet.



Figur 27 För takbalkar är konstruktionshöjden mellan $L/15$ och $L/20$ ofta mest kostnadseffektiv.

Bågar

För att klara stora spännvidder kan bågar av limträ vara aktuella. En båge fungerar allra bäst om den får följa den så kallade trycklinjen, det vill säga den linje där tvärsnittet utsätts för konstant påkänning över hela tvärsnittet vid vertikala laster. Skillnaden mellan en balks och en båges verkningssätt illustreras i figur 26.

Genom att materialet är bättre utnyttjat i en båge kan tvärsnittet göras lägre, cirka $L/50$ eller ungefär $1/3$ av motsvarande balkhöjd.

En båge kräver fast upplag, som kan vara annan konstruktion, grundkonstruktion eller i form av dragband. Med fast upplag menas upplag som kan ta upp horisontella krafter. Dragband kan placeras synligt eller under golvkonstruktionen i en hallbyggnad.

Fackverk

Vid mer komplexa limträelement, som fackverk och underspända balkar, krävs ett mer omfattande projekteringsarbete för utformning av detaljerna.

Arkitekten bör medverka vid utformningen av dessa limträelement. Det finns idag företag som arbetar med anpassade ståldetaljer, som till exempel dragband och knutpunkter.

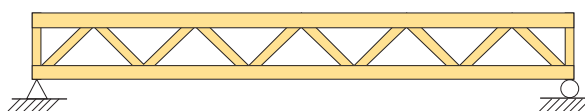
Installationerna kan i många fall till exempel lokaliseras nära överramen, över det undre dragbandet, som inte behöver upplevas som synligt hinder i rummet. Rumsbildningen kan upplevas följa överramen och insidan av den isolerade takkonstruktionen. Tryckta stänger utformas av limträ där hela tvärsnittet utnyttjas medan de dragna kan vara av konstruktionsstål.

Konstruktionshöjden är här avståndet mellan underramens och överramens systemlinjer. Här har projektören ofta stor frihet att laborera med konstruktionshöjden.

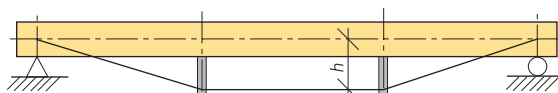
Eftersom en underspänd limträbalk huvudsakligen utsätts för tryckkrafter och därigenom blir bättre utnyttjad, blir limträåtgången mindre än för en ren limträbalk. I gengäld tillkommer kostnader för de underspända ståldetaljerna, se figur 29.

Vid ökad konstruktionshöjd på ett fackverk minskar tryck- och dragkrafter motsvarande. Produkten av tryckkraft \times konstruktionshöjd = dragkraft \times konstruktionshöjd = det yttre momentet. Särskild kontroll ska utföras av att tvärkraftskapaciteten räcker vid upplagen. Med fackverk, underspända balkar och trededstakstolar kan konstruktionshöjden ökas och därmed ge ett mer optimalt materialutnyttjande.

Speciella åtgärder för att säkra stabiliteten och brandsäkerheten kan behövas.



Figur 28 Ett fackverk består av olika stänger som bildar ett samverkande konstruktionselement.



Figur 29 Exempel på underspänd balk.

Pelare

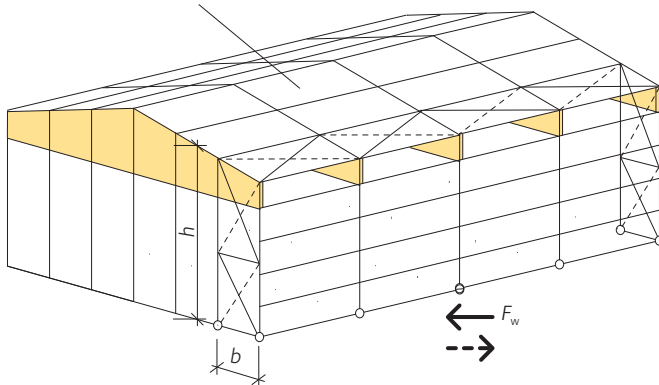
Pelare av limträ har normalt god bärförmåga. En inspänd, konsolerande pelare, som ej stagas i fria änden, har en knäcklängd som är ungefär dubbla pelarhöjden. För en vanlig pelare, så kallad pendelpelare, som är ledat infäst i topp och botten, gäller att knäcklängden = pelarhöjden.

Det är vanligt att husets utformning på ett naturligt sätt ger möjlighet att staga pelarna i toppen, som till exempel genom en anslutande takkonstruktion. Vid låga byggnader, upp till 3 – 4 m höga, är det normalt ekonomiskt att spänna in pelarna i grundkonstruktionen för att klara stabiliteten. Grundkonstruktionen måste då givetvis dimensioneras för de uppträdande momenten. Vid större höjder brukar det mest ekonomiska vara att montera krysstag eller så kallade vindfackverk. Pelare kan utformas avsmalnande mot upplagen, som anordnas så att krafterna kommer centriskt.

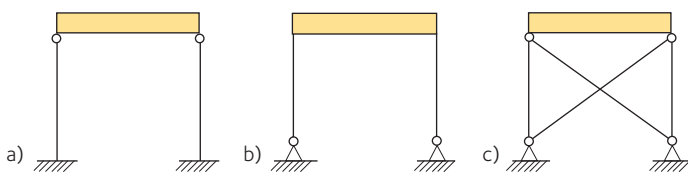
Stabilitet

Vindlaster från fasaderna överförs genom takkonstruktionen till vindfackverk placerade i takets plan och normalt nära gavlar och längs fasader. Upplagskrafterna från horisontella vindfackverk i taket överförs genom vertikala vindkryss i väggarna ned till grunden. Här nedan visas några exempel.

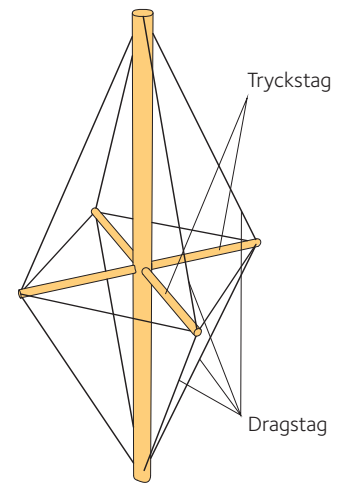
Stabiliserande takskiva av profilerad plåt eller fanerträ som alternativ till vindfackverk i tak



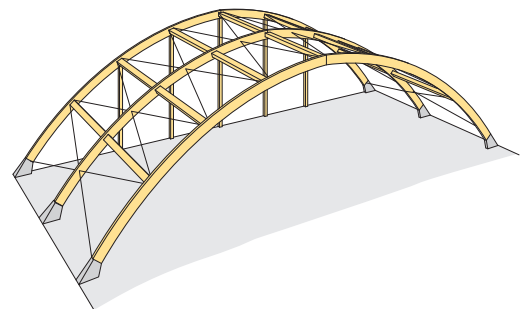
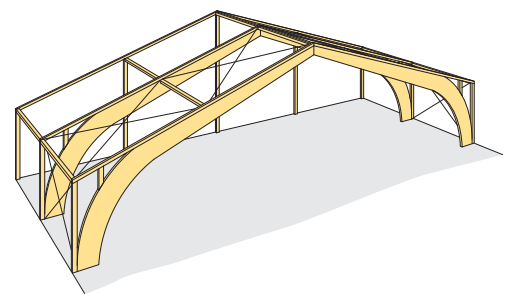
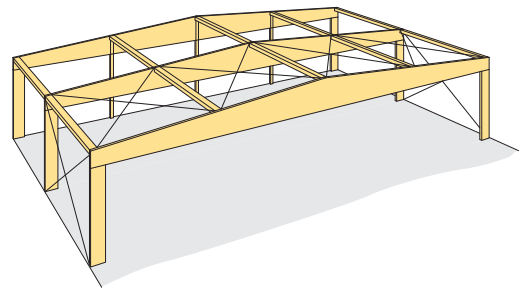
Figur 31 Stabilisering av limträstomme med vindfackverk och vindkryss för vindlast mot långsida. Principfigur.



Figur 32 Exempel på konstruktioner som är stabila i sitt eget plan:
a) Fast inspänning av pelarfötter; ledad anslutning mellan balk och pelare.
b) Ledad infästning av pelarfötter; fast inspänning mellan balk och pelare.
c) Ledad infästning av pelarfot och pelartopp; krysstag av stål eller trä.



Figur 30 Ett sätt att reducera knäcklängden och därmed pelardimensionen är att utforma fristående pelare med tryckstag. Principutförande.

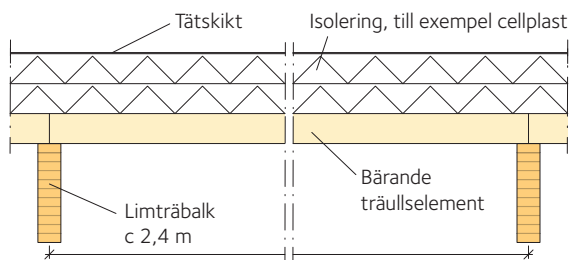


Figur 33 Exempel på anordning av vindfackverk vid pelar-balk-, ram- och bågkonstruktioner. En utförligare beskrivning av hur stabilisering av limträstommar lämpligen utformas finns i *Limträhandbok Del 2*.

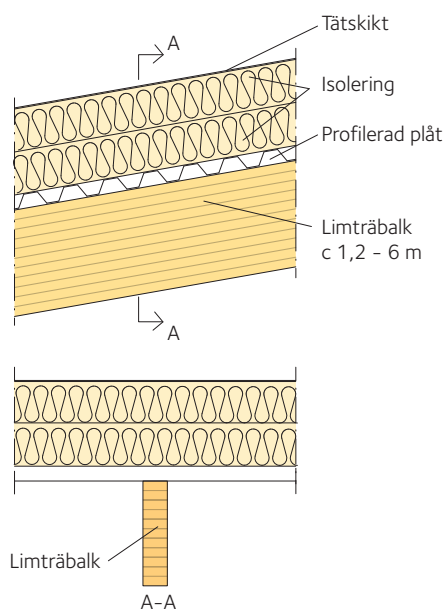
Klimatskärm

Takets klimatskärm med sin värmeisolering placeras ofta med fördel ovanpå primärbalkar av limträ för att göra dessa synliga. Limträ som primärbärverk i tak kombineras ofta med något av följande principiella konstruktionsexempel:

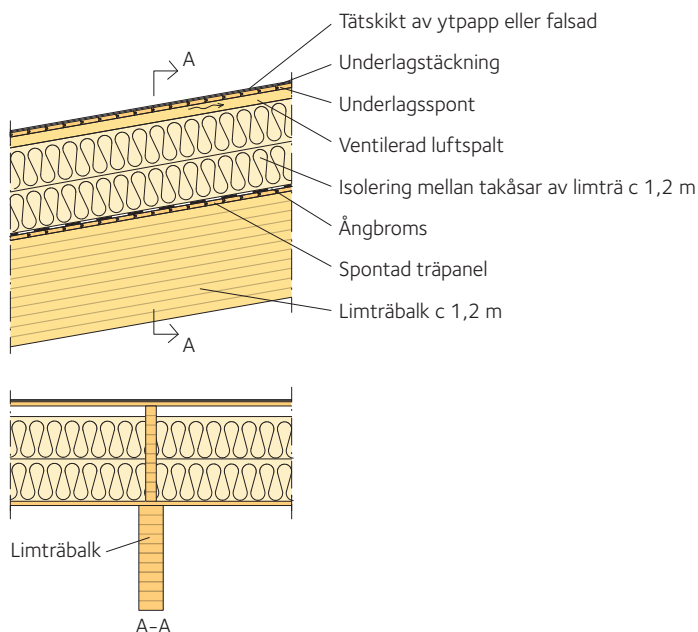
- Enkla takbalkar av limträ. Takåsar av limträ med mellanliggande isolering. Papp- eller plåttäckning.
- Nockbalk av limträ. Taktäckning på enkla takbalkar av limträ med mellanliggande isolering.
- Enkla takbalkar av limträ. Armerade träullselement. Extra isolering av cellplast. Papp- eller plåttäckning.
- Enkla takbalkar av limträ. Högprofilerad plåt. Isolering av till exempel hårda mineralullsskivor. Papp- eller plåttäckning.
- Takstolar av limträ. Takpannor på underlagsspont, med eller utan isolering och invändig beklädnad.



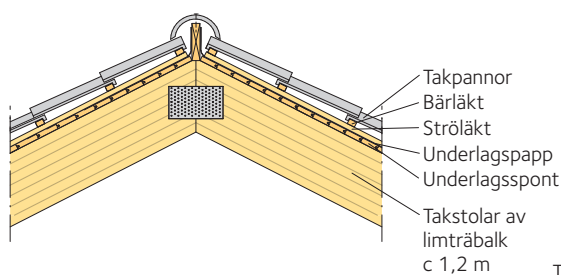
Figur 34 Principutförande av en klimatskärm i tak med bärande, armerade träullselement ovanpå takbalkar av limträ.



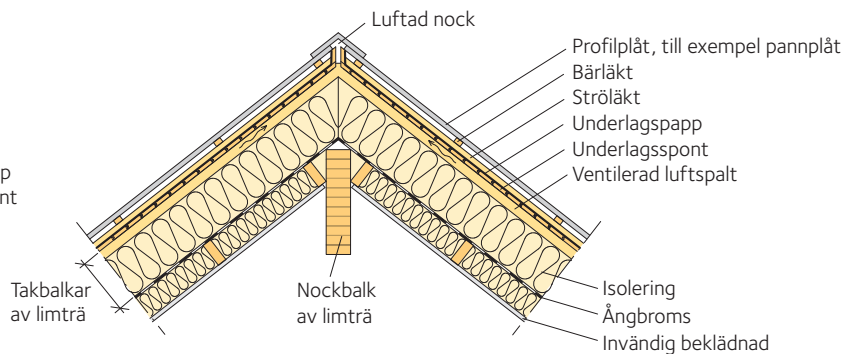
Figur 35 Principutförande av en klimatskärm i tak med isolering på bärande profilplåt.



Figur 37 Principutförande av en klimatskärm i tak med isolering mellan takåsar ovanpå synliga limträbalkar. **Observera** vikten av korrekt utförande av olika detaljer, som till exempel luftning.



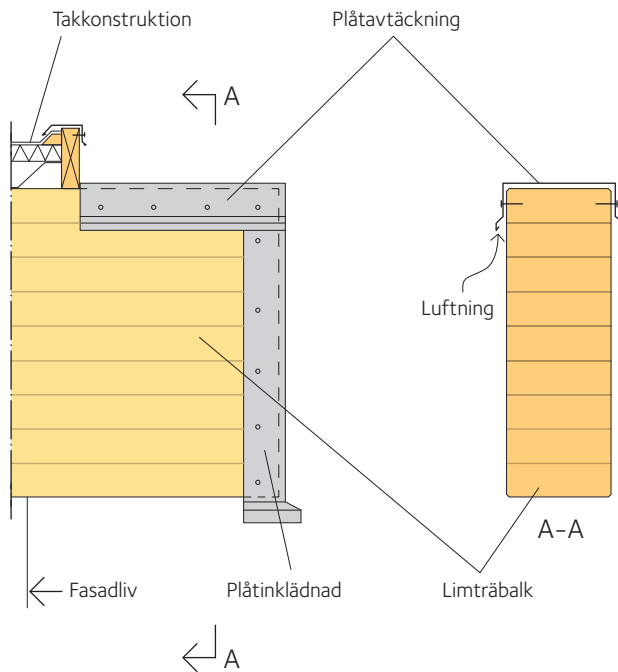
Figur 36 Principutförande av takstolar av limträbalk med isolering och underlagsspont för takpannor.



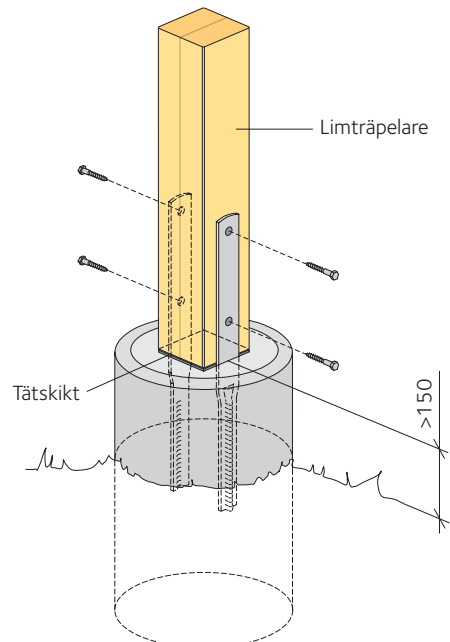
Figur 38 Principutförande nockbalk av limträ, profilplåt på underlagsspont, isolering mellan takbalkar av limträ.

Fuktskydd

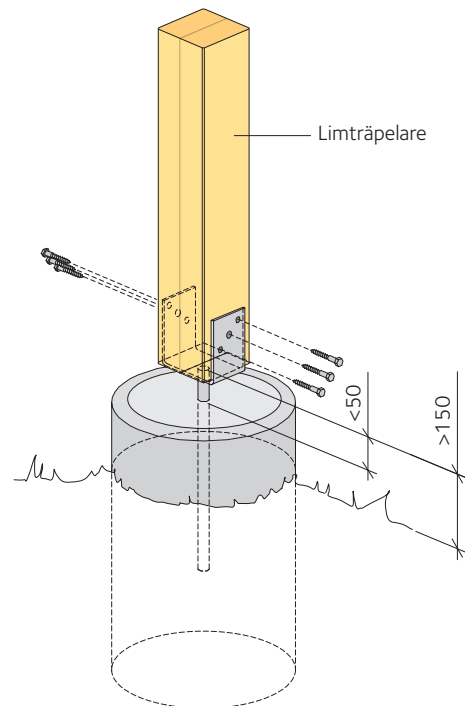
Limträpelare och limträbalkar ska skyddas mot långvarig fuktpåverkan. Här nedan visas några principexempel på fuktskydd, se även avsnitt *Anslutningsdetaljer*, sidan 53.



Figur 39 Fuktsäkert utförande av utragande limträbalk. Översida limträbalk och ändträytan plåttäckt.



Figur 40 Pelarfot utomhus. Infästning med plattstål. Fuktskyddande tättskikt mellan limträpelare och betong. Små laster.



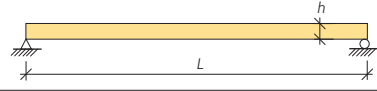
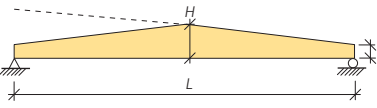
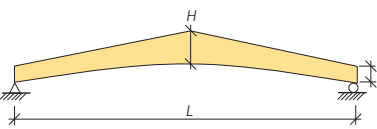
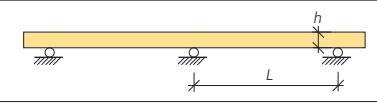
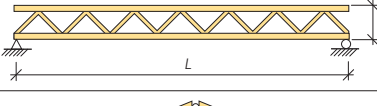
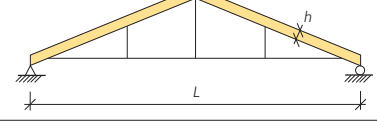
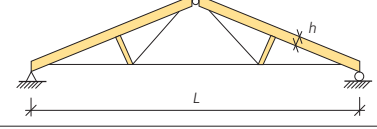
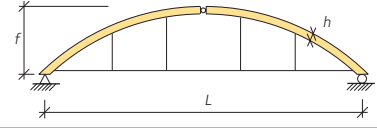
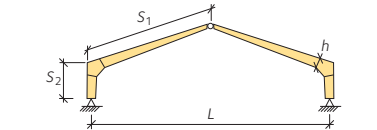
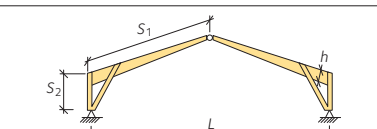
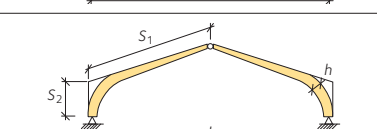
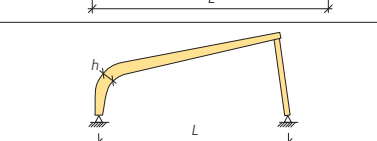
Figur 41 Pelarfot utomhus. Stolphållare av varmförzinkat stål. Limträpelaren har här inte direktkontakt med betongen. Små laster.

Konstruktionssystem

I detta avsnitt beskrivs översiktligt några olika sätt att utforma limträstommar till hallbyggnader och flervåningshus – från enkla system med pelare och balkar till fackverks- och ramkonstruktioner, vilka alla på olika sätt och i varierande grad utnyttjar limträteknikens möjligheter.

Tabell 6 Konstruktionssystem – översikt

Bärverkets c-avstånd cirka 6 m. Lämpliga spännviddsområden och ungefärlig tvärsnittshöjd på ingående limträelement.

System	Beteckning	Taklutning	Spännvidd L (m)	Höjd h
	Rak balk på två stöd	$\geq 3^\circ$	< 30	$L/17$
	Sadelbalk eller pulpetbalk på två stöd	$3 - 10^\circ$	$10 - 30$	$h \approx L/30$ $H \approx L/16$
	Bumerangbalk på två stöd	$3 - 15^\circ$	$10 - 20$	$h \approx L/30$ $H \approx L/16$
	Rak balk, kontinuerligt upplagd på två stöd	$\geq 3^\circ$	< 25	$L/20$
	Rak fackverksbalk på två stöd	$\geq 3^\circ$	$30 - 85$	$L/10$
	Treledstakstol med eller utan dragband	$\geq 14^\circ$	$15 - 50$	$L/30$
	Treledstakstol med dragband och underspända balkar	$\geq 14^\circ$	$20 - 100$	$L/40$
	Treledsbåge, med eller utan dragband	$f/L \geq 0,144$	$20 - 100$	$L/50$
	Treledsram med fingerskarvade ramhörn	$\geq 14^\circ$	$15 - 25$	$(S_1 + S_2)/13$
	Treledsram med sammansatta ramhörn	$\geq 14^\circ$	$10 - 35$	$(S_1 + S_2)/15$
	Treledsram med krökta ramhörn	$\geq 14^\circ$	$15 - 40$	$(S_1 + S_2)/15$
	Halvram med pendelpelare	$\geq 20^\circ$	$10 - 25$	$L/25$

Pelar-balksystem

I sin enklaste och vanligaste form består stommen av fritt upplagda tvåstödsbalkar på pelare. Vid små spännvidder är jämnhöga raka balkar oftast att föredra medan det vid större spännvidder kan vara ekonomiskt motiverat att låta tvärsnittshöjden variera med krafterna i balken.

Ett exempel på detta är sadelbalken som ges störst konstruktionshöjd på mitten där det böjande momentet är störst. Oftast utformas limträbalkar med rak underkant men de kan också av estetiska eller funktionella skäl ges mer eller mindre markerad krökning. En vanlig form är då den så kallade bumerangbalken – en sadelbalk med krökt underkant.

Konstruktioner till flervåningshus

På grund av ändrade regler för träkonstruktioner är det sedan ett antal år möjligt att i Europa bygga trähus i mer än två våningsplan. De nationella normerna kan vara olika. Erfarenheterna från flervånings trähus som byggts är emellertid hittills goda. Hög förtillverkningsgrad av komponenter såsom stomme, yttertak, fasad- och bjälklagselement är under stark utveckling och kan förkorta byggtiden och därmed minimera byggkostnaden.

Den bärande stommen i flervåningshus kan bestå av limträelement eller element av korslimmat trä, KL-trä. Limträelement kan vara pelare och balkar medan bjälklags- och fasadelement kan utgöras av till exempel element av korslimmat trä, KL-trä, *se exempel i figur 43*.

Det finns systemlösningar för flervåningshus med förtillverkade stomkomponenter av limträ i form av till exempel hushöga pelare, som bär upp golvbalkar eller bjälklagselement. Pelarna placeras med fördel inbyggda i fasad. Golvbalkarna och bjälklagselementen kan då enkelt konsoleras ut från fasadliv så att burspråk, balkonger och loftgångar kan utföras på ett naturligt sätt. Stabiliteten i en limträstomme klaras med hjälp av skivmaterial eller ytelement, till exempel element av korslimmat trä, KL-trä. En trästomme möjliggör torrt bygge genom att yttertaket kan monteras direkt efter stomresningen, som går relativt snabbt. Element till bjälklag och fasader kan därefter monteras i en väderskyddad stomme. Pelare och balkar av limträ kan vara helt skilda från husets klimatskärm och avsaknaden av lastbärande väggar möjliggör hög flexibilitet i planlösningen. En limträstomme monteras med hjälp av träskruv eller genomgående skruv och stålbeslag, vilket möjliggör enkelt demontage och eventuellt återmontage på annan plats. Dessutom kan ett sådant hus anpassas till olika behov och till ändrade framtida behov.

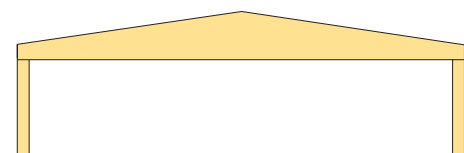
Flervåningshus har goda brandskyddande egenskaper. Man kan överväga att komplettera det byggnadstekniska brandskyddet med ett boendesprinklersystem. Den lokala brandmyndigheten bör rådfrågas. Det finns konstruktioner som med god marginal uppfyller brand- och ljudkraven för lägenhetsskiljande väggar och bjälklag.

Trähusens låga egenvikt ger en förhållandevis enkel grundläggning. Vid smala flervåningshus måste risken för stjälpning beaktas.

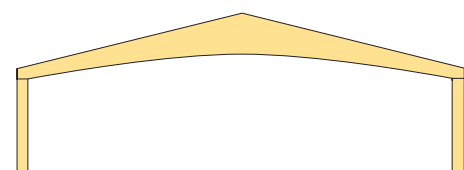
Prefabricerat byggande med industriellt tillverkade komponenter är ett rationellt sätt att bygga – just in time-leveranser utan mellanlagring på byggarbetsplatsen och direktmontage ger kortare montagetid.



Rak balk på pelare

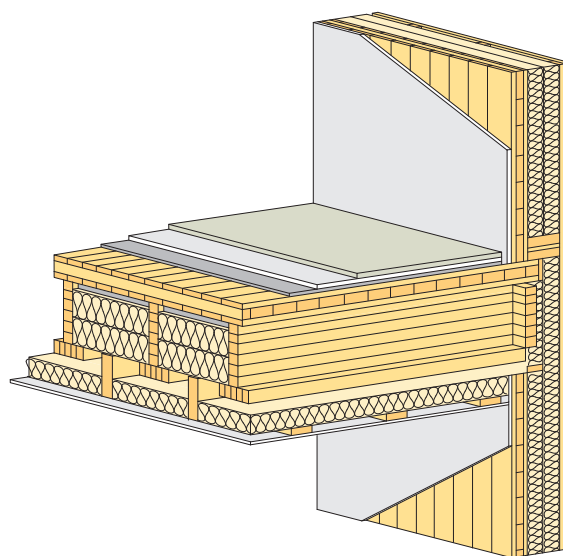


Sadelbalk på pelare

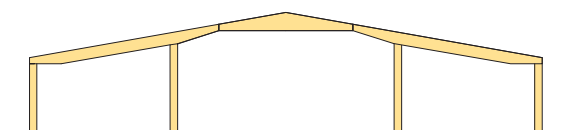


Bumerangbalk på pelare

Figur 42 Pelar-balksystem



Figur 43 Exempel på konstruktion till flervåningshus. Bjälklaget ovan med bärande balkar av limträ uppfyller kraven för lägenhetsskiljande konstruktion. Yttervägg av korslimmat trä, KL-trä, och utvändigt värmeisolerande. Principutförande.



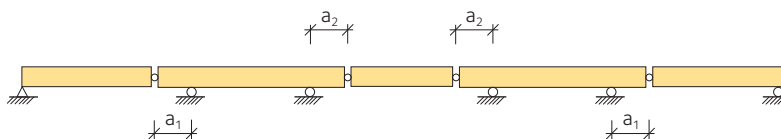
Optimerade balkar med överkragning och inhängd sadelbalk

Figur 44 Kontinuerlig balk som Gerbersystem

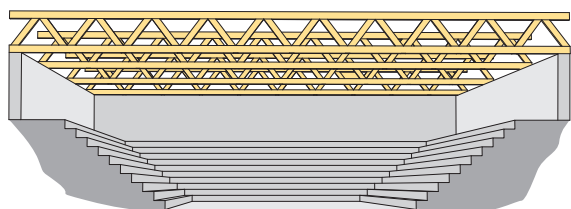
Kontinuerliga balkar

Balkar på flera stöd eller balkar med överkragning medger högre materialutnyttjande än vad som kan uppnås vid fritt upplagda tvåstödsbalkar. Kontinuerliga balkar utförs med fördel som så kallat Gerbersystem. Skarvarna utformas då som leder (såsom gångjärn) och placeras så att en gynnsam momentfördelning och lämpliga transportlängder erhålls.

System med kontinuerliga balkar är särskilt lämpliga till takkonstruktioner, till exempel som sekundärbalkar (åsar).



Kontinuerlig balk som Gerbersystem. Se även tabell 17, sidan 50.



Fackverk

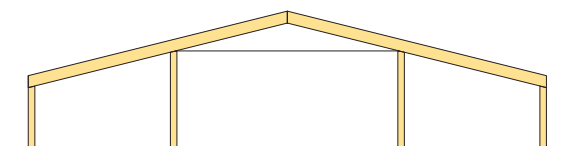
Figur 45 Fackverk

Fackverk

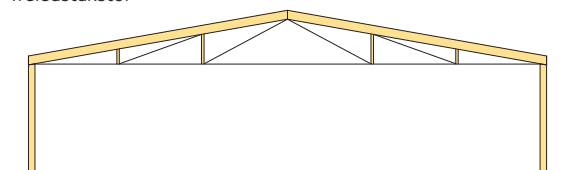
Vid stora spännvidder, när den massiva balken tenderar att bli alltför otymplig och materialkrävande, kan någon typ av fackverk eller dragbandskonstruktion vara ett ändamålsenligt alternativ.

Fackverk av limträ förekommer framförallt vid krav på liten taklutning och där konstruktionshöjden inte är alltför pressad.

Till fackverkets fördelar hör att det kan tillverkas industriellt i lämpliga transportenheter som monteras ihop på byggarbetsplatsen. Till nackdelarna får räknas många och ofta komplicerade knutpunkter och generellt lägre brandstabilitet.



Treldestakstol



Treldestakstol med spännverk av stål

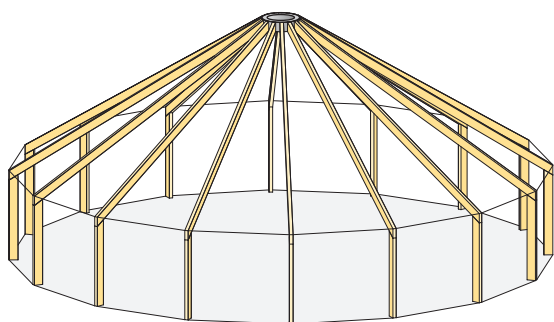
Figur 46 Treldestakstolar

Treldestakstolar

Treldestakstolar eller spännverk kan vara en lösning när spännviddskraven utesluter massiva balkar och när bågar eller ramar av olika skäl inte är aktuella.

Treldestakstolar utgörs i sin enklaste form av två balkar lutade mot varandra och ledat sammankopplade i nock. Fotändarna är likaså ledat infästade i fundament eller sinsemellan förenade med dragband, ofta av stål. I det senare fallet läggs takstolen vanligtvis upp på pelare. Balkarna utformas ofta raka och jämnhöga men formen kan även här varieras. Spännverket betraktas som en övergångsform mellan massiv balk och fackverk. Knutpunkterna är dock färre och enklare till sin utformning än i ett fackverk.

Ofta kombineras olika grundformer. Den mellersta figuren beskriver ett exempel på kombination av spännverk och treldestakstol. Treldestakstolar kan med fördel utformas som så kallat rymbärverk. Takbalkarna anordnas strålförmigt från en gemensam nockpunkt och dragbanden ersätts med en polygonformad (månghörnig) dragring, som längs periferin sammanbinder fotpunkterna (nedre figuren). Problem uppstår ofta att praktiskt utföra montage när fler än fyra element möts i en punkt.



Rymbärverk med yttre dragring av stål

Figur 47 Rymbärverk

Bågar

Limträ är ett intressant konstruktionsmaterial genom bland annat möjligheten att enkelt utföra krökta konstruktioner såsom bågar, ramar, skal etcetera. För varje typ av belastning kan den mest ändamålsenliga formen väljas – vid jämnt utbredd last vanligen en parabelformad båge, vid punktlaster en polygon (månghörning).

Formgivningsmöjligheterna gör, tillsammans med den höga hållfastheten, limträkonstruktioner särskilt konkurrenskraftiga vid stora spännvidder. Bågar med över 100 m fri spännvidd har byggts.

Parabelbågen är den vanligaste formen vid stora spännvidder, cirkelbågen vid små. För att öka den fria höjden nära upplagen kan elliptisk eller annan bågform vara att föredra. Detta kan också uppnås om bågen läggs upp på pelare. Då måste bågen i regel förses med dragband mellan upplagspunkterna för att ta upp de horisontella upplagsreaktionerna.

Bågar utförs normalt med ledad infästning vid upplagen och för det mesta också med ledad skarv i nocken (treledsbåge). Vid större spännvidder kan av transportskäl flera skarvar vara önskvärda. Dessa placeras inom områden med små moment och utförs momentstyva.

Treledsbågen är statiskt bestämd, vilket innebär enkel dimensionering och okänslighet för marksättningar. Den är också stabil i sitt eget plan och ger därför inga inspänningsmoment i grundkonstruktionen.

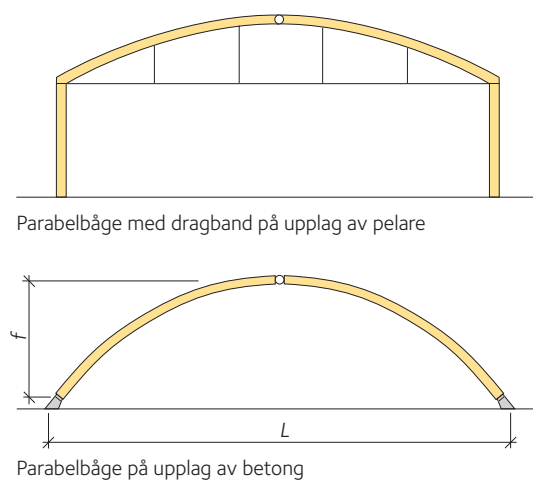
Med bågar radiellt anordnade i cirkel erhålls en kupolliknande byggnadsform. I en äkta kupol utnyttjas även skalverkan vilket kräver speciell utformning av bärverket i tangentiell riktning. Vid stora spännvidder och i synnerhet om den yta som ska övertäckas har stor utbredning i flera riktningar, är kupolen även en ekonomiskt intressant lösning. I Tacoma, USA, finns ett exempel på en kupolbyggnad utförd i limträ och fanerträ med över 160 m spännvidd.

Ramar

Av funktionella, estetiska eller andra skäl kan många gånger en annan bågform än den materialekonomiskt gynnsamma parabelbågen vara att föredra. Krav på viss fri höjd inom hela byggnadsarean leder ofta till den för limträ karakteristiska treledsramen med krökt ramhörn eller, vid höga krav på utnyttjande av byggnadsvolymen, skarpt ramhörn.

Byggnadens funktion förbättras i båda fallen till priset av ett något lägre materialutnyttjande. Treledsramen har i övrigt samma fördelar som treledsbågen – enkel dimensionering och grundläggning. Den är speciellt lämplig vid dålig undergrund då den inte ger några inspänningsmoment i grundkonstruktionen.

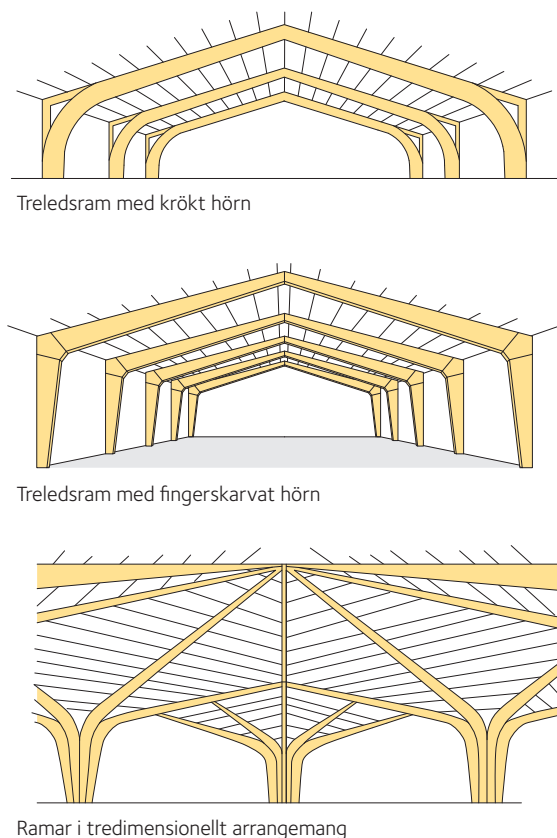
Den traditionella formen är plansymmetrisk men andra rum kan uppnås genom kombination med andra konstruktionselement, krökta eller raka, eller genom tredimensionella arrangemang.



Parabelbåge med dragband på upplag av pelare

Parabelbåge på upplag av betong

Figur 48 Bågar

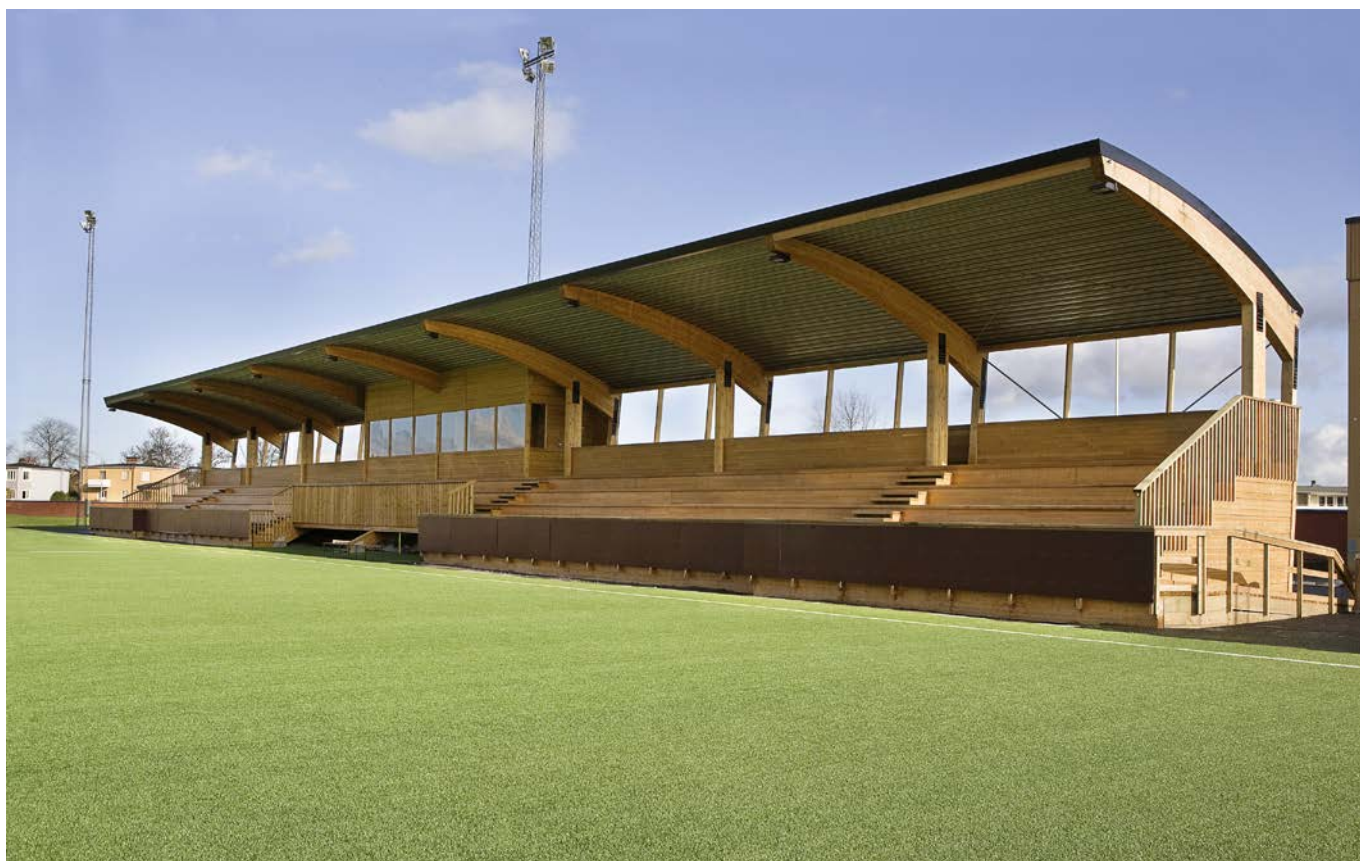


Treledsram med krökt hörn

Treledsram med fingerskarvat hörn

Ramar i tredimensionellt arrangemang

Figur 49 Ramar

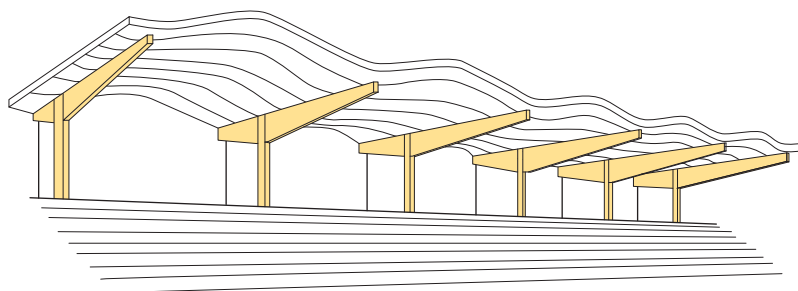


Läktare av limträ, Vänersborg.

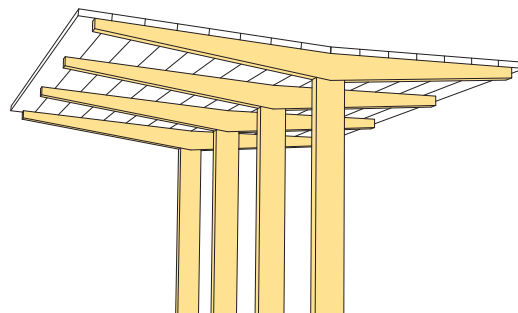
Konsoler

I många sammanhang kräver byggnadens funktion att den ena eller båda långsidorna är öppna och fria från pelare. Exempel på sådana byggnader är friluftsscener, perrongtak och åskådarläktare.

Limträtekniken erbjuder här lösningar i form av utkragande, raka balkar eller krökta konsoler – halvramar. I båda fallen måste betydande inspänningsmoment överföras till anslutande konstruktioner, som således måste utformas med hänsyn till detta.



Utkragande konsolbalk på pelare



Konsolbalk

Figur 50 Konsoler

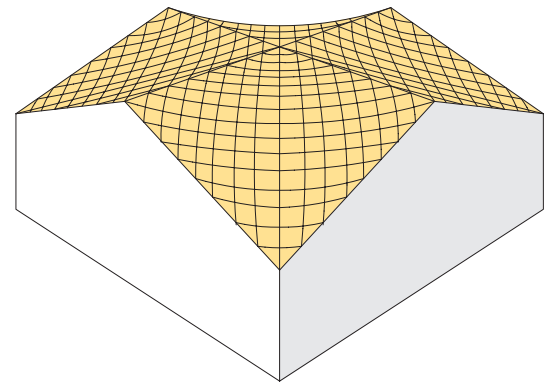
Skalkonstruktioner

Skalkonstruktioner ger rika möjligheter till avancerad utformning och stora pelarfria ytor. Genom att kombinera flera skalelement kan en mångfald olika takformer erhållas, se exempel i figur 51.

Sammansatta system

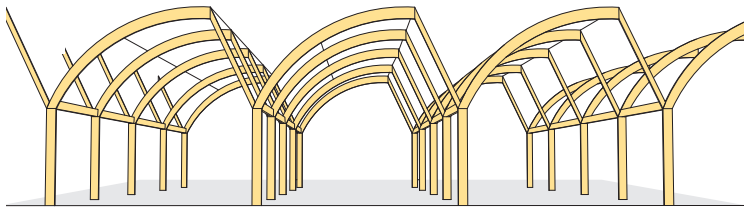
Kombinationer av olika statiska system erbjuder ofta fina lösningar. Önskemål om rikligt dagsljus i en lokal kan tillgodoses med en sågtakskonstruktion bestående av treledstakstolar som läggs upp på kontinuerliga avväxlingsbalkar.

Besvärliga grundförhållanden kan bemästras genom att upplagsreaktionerna koncentreras till ett fåtal punkter som grundförstärks. I de kombinerade bågbalkstommarna i de två mellersta figurerna förs huvuddelen av taklasten ner i bågnas anfang.

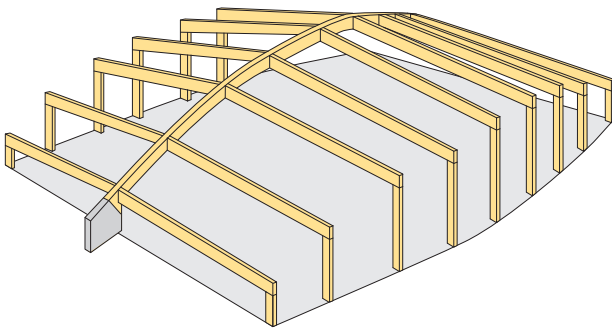


Hyperbolisk paraboloid, så kallat HP-skäl.

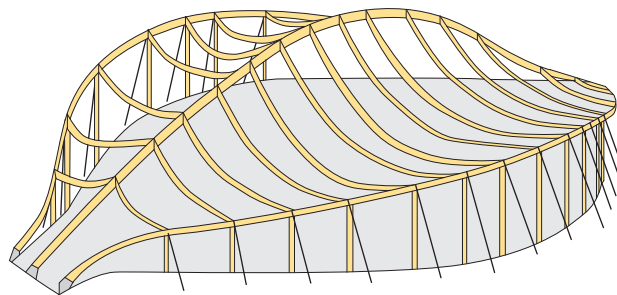
Figur 51 Skalkonstruktioner



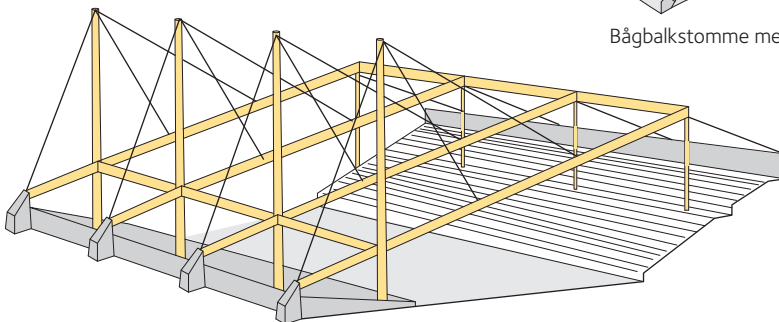
Sammansatt system av bågar och pelare



Bågbalkstomme



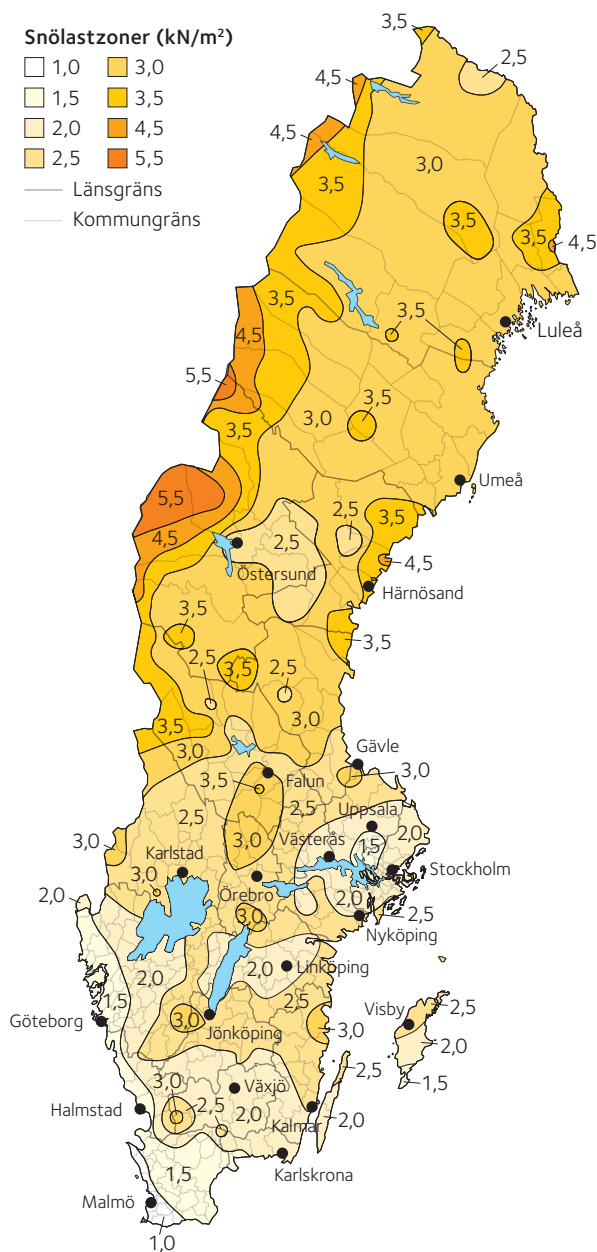
Bågbalkstomme med hängbågar



Sammansatt system av hängtak och dragband av stål

Figur 52 Sammansatta system

Överslagsdimensionering



Figur 53 Snölastens grundvärde enligt EKS 10

Snözoner för snölast på mark, s_k , som med sannolikheten av 0,98 inte överskrider en gång per år (ekvivalent med 50 års återkomsttid) baserat på mätdata från 148 meteorologiska stationer.

Limträkonstruktioner ska utföras, dimensioneras och kontrolleras enligt standarderna SS-EN 1995-1-1 och SS-EN 1995-1-2 (Eurokod 5) samt gällande nationella anpassningsdokument, för närvarande (2015) Boverkets konstruktionsregler, EKS 10 (BFS 2015:6).

Dimensionstabeller

Tabellerna på följande uppslag ger erforderliga tvärsnittsmått för några vanliga limträkonstruktioner vid olika spännvidd och belastning. Värdena har beräknats med utgångspunkt från den inom EU gemensamma träbyggnadsstandarden Eurokod 5. Varje land har därutöver i flera avseenden sina egna nationella anpassningar.

Tabellvärdena är avsedda att användas vid överslagsdimensionering, till exempel under ett tidigt skede av projekteringen och de utesluter inte att en beräkning måste göras i ett senare skede. För noggrannare beräkningar hänvisas till *Limträhandbok Del 2* och *Del 3*.

Dimensionerande last för takbalkar och takstolar

Dimensionerande belastning för en takbalk eller takstol beror bland annat på hur tätt takbalkarna eller takstolarna är placerade och på byggnadens geografiska och topografiska läge. Särskilt snölasten varierar kraftigt mellan olika delar av Sverige. För att inte låsa förutläggningarna mer än nödvändigt har tabellerna utformats med dimensionerande last per meter (i brottgränstillståndet) som ingångsvärde. Denna kan beräknas på följande sätt:

1. Ta reda på grundvärdet på s_k , snölast på mark, där byggnaden ligger, till exempel med hjälp av de nationella gällande snölastvärdena. Boverket ger ut information om aktuella grundvärden för snö- och vindlast i Sverige.
2. Aktuell snölast på tak uttryckt i kN/m² fås genom multiplicering med formfaktorn μ . För pulpettak med taklutningar 0 – 30° har denna värdet 0,8 och vid lutningar 30° – 60° minskar värdet rätlinjigt till 0. Vid sadeltak är μ -värdet på den ena sidan nocken lika som för pulpettak. På den andra sidan nocken är μ -värdet för taklutningar mindre än 20° $0,8 + \text{taklutning}/20 \cdot 0,3$. För taklutningar 20° – 60° minskar μ -värdet rätlinjigt från 1,1 till 0. För sadeltak med snörasskydd (vilket i de flesta fall inte kan uteslutas) görs ingen reduktion av snölasten för taklutningar över 22,5° ($\mu = 1,03125$). Särskild hänsyn tas till snödrift.
3. Multiplicera snölast på tak med partialkoefficienten och med säkerhetsfaktorn för aktuell säkerhetsklass enligt gällande EKS.
4. Lägg till det aktuella yttertaket egentyngd multiplicerad med partialkoefficienten och med säkerhetsfaktorn för aktuell säkerhetsklass enligt gällande EKS. Exempel på egentyngd för några vanliga taktyper ges i *tabell 8, sidan 45*.
5. Belastningen per meter balk beräknas därefter genom att multiplicera den på så vis erhållna dimensionerande lasten per kvadratmeter takyta med det inbördes balkavståndet. Ett ännu noggrannare värde får man om man kan uppskatta balkens egentyngd och addera den till resultatet. Räkna då med att limträ har egentyngden 5 kN/m³.

Tabell 7 Grundvärde s_k och aktuell snölast på tak multiplicerad med formfaktorn μ för taklutningar 0 – 30° enligt den svenska bilagan till Boverkets konstruktionsregler, EKS 10 (BFS 2015:6)

Grundvärde s_k (kN/m ²)	Snölast på tak ¹⁾ (kN/m ²)
1,0	0,8 – 1,1
1,5	1,2 – 1,65
2,0	1,6 – 2,2
2,5	2,0 – 2,75
3,0	2,4 – 3,3
3,5	2,8 – 3,85
4,0	3,2 – 4,4
4,5	3,6 – 4,95
5,0	4,0 – 5,5
5,5	4,4 – 6,05

¹⁾ Dimensionerande last per meter i brottgränstillståndet bestäms med partialkoefficienter enligt gällande EKS:
(snölast på tak $\times 1,5 \times \gamma_d$ + egentyngd $\times 0,89 \times 1,35 \times \gamma_d$) \times c-avstånd

För beräkning av egentyngd, se tabell 8.

γ_d = Byggnadens säkerhetsklass, se tabell 9.

För dimensionering i bruksgräns, se Limträhandbok Del 2.

Tabell 8 Ungefärliga värden på egentyngd för några vanliga takkonstruktioner (exklusive limträets egentyngd)

Takkonstruktion	Egentyngd (kN/m ²)
Profilplåt + värmeisolering	0,3
Profilplåt + värmeisolering + plåt	0,4
Trällselement + isolering + takpapp	0,8
Takpannor + värmeisolering + underlagstak	0,9
Takpannor + underlagsspont + papp + läkt + värmeisolering	1,0
Papptäckning + underlagsspont + värmeisolering	0,3

Tabell 9 Säkerhetsklass för byggnader

Säkerhetsklass	γ_d
1	0,83
2	0,91
3	1,00

Tabell 10 Materialvärden lagersortiment – limträpelare och limträbalkar tillverkade i Sverige

$b \times h$ (mm)	Hållfasthetsklass	Vikt (kg/m)	Volym (m ³ /m)	W_y (mm ³ $\times 10^3$)
42 x 180	GL28cs	3,59	0,008	227
x 270	GL28cs	5,39	0,011	510
56 x 225	GL28cs	5,99	0,013	473
x 270	GL28cs	7,18	0,015	680
66 x 270	GL28cs	8,46	0,018	802
x 315	GL28cs	9,88	0,021	1 091
90 x 90	GL30h	3,85	0,008	122
x 180	GL30c	7,70	0,016	486
x 225	GL30c	9,62	0,020	759
x 270	GL30c	11,54	0,024	1 094
x 315	GL30c	13,47	0,028	1 488
x 360	GL30c	15,31	0,032	1 940
x 405	GL30c	17,31	0,036	2 460
x 450	GL30c	19,24	0,041	3 040
115 x 115	GL30h	6,28	0,013	254
x 180	GL30c	9,83	0,021	621
x 225	GL30c	12,29	0,026	970
x 270	GL30c	14,75	0,031	1 400
x 315	GL30c	17,21	0,036	1 902
x 360	GL30c	19,67	0,041	2 480
x 405	GL30c	22,12	0,047	3 144
x 450	GL30c	24,58	0,052	3 881
x 495	GL30c	27,04	0,057	4 696
x 630	GL30c	34,41	0,072	7 607
140 x 135	GL30h	8,98	0,019	4 253
x 140	GL30h	9,31	0,020	4 573
x 225	GL30c	14,96	0,032	1 180
x 270	GL30c	17,96	0,038	1 700
x 315	GL30c	20,95	0,044	2 320
x 360	GL30c	23,94	0,050	3 020
x 405	GL30c	26,93	0,057	3 827
160 x 160	GL30h	12,16	0,026	6 827
165 x 165	GL30h	12,93	0,027	7 487

Dimensionstabeller

Raka takbalkar

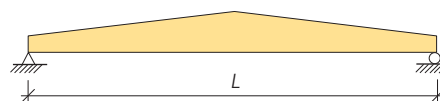


Tabell 11 Dimensionstabell – raka takbalkar

Belastning (kN/m)	Spännvidd L (m)							
	5	6	7	8	9	10		
2	42 × 315	56 × 360	56 × 405	66 × 450	66 × 495	78 × 495		
3	56 × 315	56 × 405	56 × 450	66 × 495	78 × 495	78 × 585		
4	56 × 360	56 × 405	66 × 450	78 × 495	78 × 585	90 × 585		
5	56 × 405	56 × 450	66 × 495	78 × 540	90 × 585	90 × 630		
6	56 × 405	66 × 450	78 × 495	78 × 585	90 × 630	90 × 675		
7	56 × 450	66 × 495	78 × 540	78 × 585	90 × 630	90 × 720		
8	66 × 405	66 × 495	90 × 540	90 × 585	90 × 675	90 × 720		
9	66 × 450	78 × 495	78 × 585	90 × 630	90 × 675	90 × 765		
10	66 × 450	78 × 495	78 × 585	90 × 630	90 × 720	115 × 720		
12	66 × 495	78 × 540	90 × 585	90 × 675	115 × 720	115 × 765		
	11	12	13	14	15	16	17	18
6	90 × 720	115 × 765	115 × 810	115 × 855	140 × 855	140 × 900	140 × 990	140 × 1035
7	115 × 720	115 × 765	115 × 855	115 × 900	140 × 900	140 × 990	140 × 1035	140 × 1080
8	115 × 765	115 × 810	115 × 900	115 × 945	140 × 945	140 × 990	140 × 1080	140 × 1125
9	115 × 765	115 × 855	115 × 900	140 × 945	140 × 990	140 × 1035	140 × 1125	140 × 1170
10	115 × 810	115 × 855	115 × 945	140 × 945	140 × 1035	140 × 1080	140 × 1170	165 × 1170
12	115 × 855	115 × 945	115 × 990	140 × 1035	140 × 1080	165 × 1080	165 × 1170	165 × 1215
15	115 × 900	140 × 945	140 × 1035	140 × 1080	165 × 1125	165 × 1170	165 × 1260	165 × 1305
18	140 × 900	140 × 990	140 × 1080	165 × 1080	165 × 1170	165 × 1260	190 × 1260	190 × 1350
20	140 × 945	140 × 1035	140 × 1125	165 × 1125	165 × 1215	165 × 1305	190 × 1305	190 × 1395
25	140 × 1035	140 × 1125	165 × 1125	165 × 1215	190 × 1260	190 × 1350	190 × 1395	190 × 1485
30	140 × 1080	165 × 1125	165 × 1215	190 × 1260	190 × 1305	190 × 1395	215 × 1440	215 × 1530

- Hållfasthetsklass GL30c. Klyvsågade limträbalkar GL28cs. Limtyp I. Renhyvlade, ej lagade ytor. Klimatklass 1.
- Jämnt utbredd, nedåtriktad last. Limträbalkarna förutsätts stagade mot vippning. Avståndet mellan stagpunkterna får därvid vara högst 15 × limträbalkens bredd.
- Nedböjning i bruksgränstillståndet av initialdeformation högst 1/375 eller av kvasipermanent deformation högst 1/300 av spännvidden. (Deformationskriteriet har valts enligt *Limträhandbok Del 2, Kapitel 6, Tabell 6.1, Takbalkar till skolor, butiker och dylikt*).

Sadelbalkar

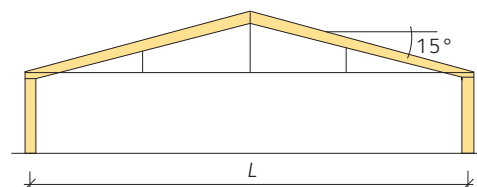


Tabell 12 Dimensionstabell – sadelbalkar

Belastning (kN/m)	Spännvidd L (m)							
	12	13	14	15	16	17	18	19
6	90 365 – 740	90 404 – 810	115 353 – 790	115 381 – 850	115 410 – 910	115 429 – 960	115 458 – 1020	140 416 – 1010
7	90 415 – 790	115 374 – 780	115 402 – 840	115 431 – 900	115 460 – 960	115 489 – 1020	140 448 – 1010	140 466 – 1060
8	115 385 – 760	115 414 – 820	115 443 – 880	115 471 – 940	115 510 – 1010	140 459 – 990	140 488 – 1050	140 516 – 1110
9	115 415 – 790	115 454 – 860	115 483 – 920	115 521 – 990	140 480 – 980	140 509 – 1040	140 538 – 1100	140 566 – 1160
10	115 445 – 820	115 484 – 890	115 523 – 960	115 561 – 1030	140 520 – 1020	140 549 – 1080	140 577 – 1140	140 616 – 1210
12	115 515 – 890	115 554 – 960	115 593 – 1030	115 641 – 1110	140 590 – 1090	140 629 – 1160	140 668 – 1230	165 616 – 1210
15	115 595 – 970	115 644 – 1050	140 603 – 1040	140 651 – 1120	140 690 – 1190	140 739 – 1270	165 688 – 1250	165 726 – 1320
18	115 675 – 1050	140 644 – 1050	140 693 – 1130	140 741 – 1210	165 700 – 1200	165 749 – 1280	165 788 – 1350	165 826 – 1420
20	140 635 – 1010	140 684 – 1090	140 742 – 1180	165 711 – 1180	165 750 – 1250	165 799 – 1330	165 847 – 1410	165 896 – 1490
25	140 735 – 1110	140 794 – 1200	140 863 – 1300	165 821 – 1290	165 880 – 1380	165 929 – 1460	190 898 – 1460	190 946 – 1540
30	140 865 – 1240	140 934 – 1340	165 873 – 1310	165 931 – 1400	165 990 – 1490	190 959 – 1490	190 1018 – 1580	215 986 – 1580
	20	21	22	23	24			
6	140 435 – 1060	140 454 – 1110	140 482 – 1170	140 501 – 1220	140 520 – 1270			
7	140 495 – 1120	140 514 – 1170	140 543 – 1230	140 561 – 1280	165 520 – 1270			
8	140 545 – 1170	140 574 – 1230	165 523 – 1210	165 551 – 1270	165 570 – 1320			
9	140 595 – 1220	165 554 – 1210	165 573 – 1260	165 601 – 1320	165 630 – 1380			
10	140 645 – 1270	165 594 – 1250	165 623 – 1310	165 651 – 1370	165 680 – 1430			
12	165 655 – 1280	165 684 – 1340	165 712 – 1400	165 751 – 1470	190 700 – 1450			
15	165 765 – 1390	165 804 – 1460	190 763 – 1450	190 791 – 1510	190 830 – 1580			
18	190 795 – 1420	190 834 – 1490	190 873 – 1560	190 911 – 1630	190 950 – 1700			
20	190 855 – 1480	190 894 – 1550	190 933 – 1620	190 981 – 1700	215 940 – 1690			
25	190 995 – 1620	190 1044 – 1700	215 1003 – 1690	215 1051 – 1770	215 1100 – 1850			
30	215 1035 – 1660	215 1094 – 1750	215 1143 – 1830	215 1191 – 1910	215 1240 – 1990			

- Hållfasthetsklass GL30c. Limtyp I. Hyvlade ytor. Klimatklass 1.
- Jämnt utbredd, nedåtriktad last. Limträsadelsbalkarna förutsätts stagade mot vippning. Avståndet mellan stagpunkterna får därvid vara högst 15 × limträsadelsbalkens bredd.
- Nedböjning i bruksgränstillståndet av initial deformation högst 1/200 eller av kvasipermanent deformation högst 1/160 av spännvidden.
- Dimensioner i tabellen anges på två rader med balkbredden i den övre raden och minsta – största balkhöjd i den undre. Förutsätter överhöjda sadelsbalkar.

Treledstakstolar med dragband



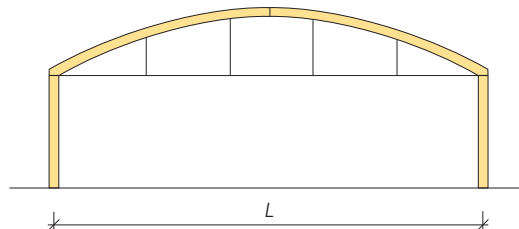
Tabell 13 Dimensionstabell – treledstakstolar med dragband

Belastning (kN/m)	Spännvidd L (m)					
	15	20	25	30	35	40
6	115 × 405	115 × 540	140 × 630	140 × 765	165 × 855	165 × 990
7	115 × 450	115 × 585	140 × 675	165 × 765	165 × 900	190 × 990
8	115 × 450	115 × 630	140 × 720	165 × 810	165 × 945	190 × 1035
9	115 × 495	140 × 585	140 × 720	165 × 855	190 × 945	190 × 1035
10	115 × 495	140 × 630	140 × 765	165 × 855	190 × 945	215 × 1035
12	115 × 540	140 × 675	165 × 765	165 × 900	190 × 1035	215 × 1125
15	140 × 540	140 × 765	165 × 855	190 × 945	215 × 1035	215 × 1215
18	140 × 630	140 × 810	165 × 945	190 × 1035	215 × 1125	215 × 1305
20	140 × 720	165 × 810	190 × 900	215 × 1035	215 × 1170	215 × 1350
25	140 × 765	165 × 900	190 × 1035	215 × 1170	215 × 1350	215 × 1530
30	165 × 765	165 × 990	215 × 1080	215 × 1260	215 × 1485	215 × 1710

- Hållfasthetsklass GL30c. Limtyp I. Renhyvlade, ej lagade ytor. Klimatklass 1.
- Jämnt utbredd, nedåtriktad last. Limträbalkarna förutsätts stagade mot vippning. Avståndet mellan stagpunkterna får därvid vara högst $15 \times$ limträbalkens bredd.
- Nedböjning i bruksgränstillståndet av initialdeformation högst $1/300$ eller av kvasipermanent deformation högst $1/240$ av spännvidden.

Anmärkning: Med dragband av rundstål, till exempel hållfasthetsklass 8.8, kan stag väljas med diameter och antal som varierar beroende på spännvidd och belastning.

Treledsbågar med dragband



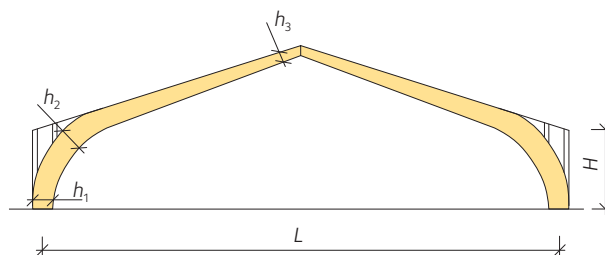
Tabell 14 Dimensionstabell – treledsbågar med dragband

Belastning (kN/m)	Spännvidd L (m)						
	20	25	30	35	40	45	50
10	115 × 540	115 × 630	140 × 720	165 × 765	165 × 900	190 × 945	190 × 1035
15	115 × 630	140 × 720	140 × 855	165 × 945	190 × 990	215 × 1080	215 × 1170
20	140 × 675	140 × 810	165 × 900	190 × 990	190 × 1080	215 × 1215	215 × 1350
25	140 × 720	165 × 810	165 × 1035	190 × 1125	215 × 1125	215 × 1350	215 × 1440
30	140 × 765	165 × 945	165 × 1125	190 × 1215	215 × 1305	215 × 1485	215 × 1665

- Parabelbågar med pilhöjd $f = 0,144 \times$ spännvidd L .
- Hållfasthetsklass GL30c. Limtyp I. Renhyvlade, ej lagade ytor. Klimatklass 1.
- Nedåtriktad last. Limträbågarna förutsätts stagade mot vippning. Avståndet mellan stagpunkterna får därvid vara högst $15 \times$ limträbågens bredd.

Anmärkning: Med dragband av rundstål, till exempel hållfasthetsklass 8.8, kan stag väljas med diameter och antal som varierar beroende på spännvidd och belastning.

Treledsramar

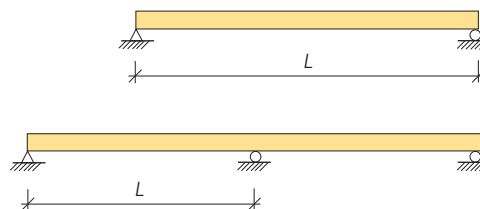


Tabell 15 Dimensionstabell – treledsramar

Belastning (kN/m)	Vägg-höjd H (m)	Spännvidd L (m) ($b \times h_1 - h_2 - h_3$)				
		15	20	25	30	35
10	4,0	140 × 450 – 570 – 300	140 × 600 – 690 – 450	140 × 700 – 810 – 650	165 × 800 – 870 – 750	165 × 900 – 990 – 900
	4,5	140 × 450 – 600 – 300	140 × 600 – 750 – 450	165 × 650 – 810 – 550	165 × 800 – 930 – 700	165 × 900 – 1 050 – 850
	5,0	140 × 450 – 630 – 300	140 × 600 – 780 – 400	165 × 650 – 870 – 500	165 × 800 – 990 – 650	190 × 800 – 1 020 – 750
15	4,0	140 × 550 – 630 – 300	140 × 700 – 780 – 500	165 × 800 – 870 – 600	165 × 900 – 990 – 750	190 × 950 – 1 050 – 900
	4,5	140 × 550 – 690 – 300	140 × 700 – 840 – 450	165 × 800 – 930 – 550	165 × 900 – 1 050 – 700	190 × 950 – 1 110 – 850
	5,0	140 × 550 – 720 – 300	165 × 600 – 810 – 400	165 × 800 – 990 – 500	190 × 850 – 1 050 – 650	190 × 950 – 1 170 – 800
20	4,0	140 × 600 – 660 – 350	140 × 750 – 840 – 500	165 × 900 – 930 – 650	190 × 1 000 – 1 020 – 750	190 × 1 100 – 1 170 – 900
	4,5	140 × 600 – 720 – 350	165 × 750 – 840 – 450	165 × 900 – 990 – 600	190 × 1 000 – 1 050 – 700	215 × 1 000 – 1 140 – 800
	5,0	140 × 600 – 780 – 350	165 × 750 – 870 – 400	165 × 900 – 1 050 – 550	190 × 1 000 – 1 140 – 650	215 × 1 000 – 1 230 – 750
25	4,0	140 × 650 – 720 – 400	165 × 750 – 840 – 500	190 × 900 – 960 – 650	190 × 1 050 – 1 140 – 750	215 × 1 150 – 1 200 – 900
	4,5	140 × 650 – 780 – 400	165 × 750 – 900 – 450	190 × 900 – 1 020 – 600	215 × 1 050 – 1 140 – 650	215 × 1 150 – 1 290 – 850
	5,0	140 × 650 – 840 – 400	165 × 750 – 960 – 450	190 × 900 – 1 080 – 550	215 × 1 050 – 1 200 – 650	215 × 1 150 – 1 350 – 800

- Krökt ramhörn med genomgående lameller.
- Hållfasthetsklass GL30c. Limtyp I. Renhyvlade, ej lagade ytor. Klimatklass 1.
- Nedåtriktad last. Limträramarna förutsätts stagade mot vippning. Avståndet mellan stagpunkterna längs limträramens utsida får därvid vara högst $15 \times$ limträramens bredd.

Golvbalkar

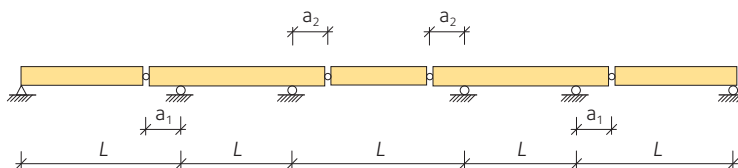


Tabell 16 Dimensionstabell – golvbalkar

Tvärsnitts-mått $b \times h$ (mm)	Bostäder				Kontor, skolor			
	Skruvlimmad golvspånskiva		Skruvad golvspånskiva		Skruvlimmad golvspånskiva		Skruvad golvspånskiva	
	Spännvidd L (mm)		Spännvidd L (mm)		Spännvidd L (mm)		Spännvidd L (mm)	
	Två stöd	Tre stöd	Två stöd	Tre stöd	Två stöd	Tre stöd	Två stöd	Tre stöd
42 × 180	3 790	3 800	2 870	2 870	3 800	3 800	2 870	2 870
	225	4 480	4 640	3 730	3 730	4 640	4 460	3 730
56 × 225	4 810	4 960	4 180	4 180	4 960	4 960	4 180	4 180
	270	5 520	5 880	5 170	5 170	5 850	5 880	5 170
66 × 270	5 750	6 120	5 500	5 500	6 100	6 120	5 500	5 500
	315	6 450	7 100	6 450	6 550	6 840	7 100	6 550
90 × 315	7 040	7 800	7 040	7 460	7 470	7 800	7 460	7 460

- Maximal spännvidd (mm) för golvbalkar på två eller tre stöd.
- Vid balkar på tre stöd ska mellanstödet ligga inom området 0,4 och 0,6 av balkarnas totala längd. Limträbalkarnas inbördes avstånd (c-avstånd) är 600 mm.
- Undergolvet av minst 22 mm limmad och skruvad golvspånskiva typ P5 eller bättre eller enbart skruvad.
- Hållfasthetsklass GL30c för limträbalkar med bredd ≥ 90 mm.
- Hållfasthetsklass GL28cs för limträbalkar med bredd < 90 mm (klyvsågade limträbalkar). Limtyp I. Renhyvlade, ej lagade ytor. Klimatklass 1.
- Styvheten hos bjälklaget har kontrollerats enligt Eurokod 5.
- Dessutom har största nedböjning i bruksgränstillståndet u_{fm} begränsats till 20 mm för bostads-, respektive 30 mm för kontorsbjälklag.
- Egentyngd = $0,5 \text{ kN/m}^2$.

Takåsar

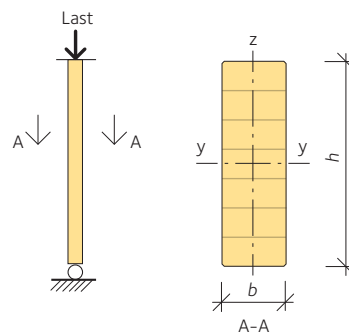


Tabell 17 Dimensionstabell – takåsar

Belastning (kN/m)	Spännvidd L (m)							
	4,8		6		7,2		9,6	
	Ytterfack	Innerfack	Ytterfack	Innerfack	Ytterfack	Innerfack	Ytterfack	Innerfack
4	56 × 225	42 × 225	66 × 270	56 × 270	66 × 315	56 × 315	90 × 360	66 × 360
5	66 × 225	56 × 225	78 × 270	56 × 270	90 × 315	56 × 315	90 × 405	66 × 405
6	56 × 270	56 × 270	78 × 315	56 × 315	115 × 315	66 × 315	115 × 405	78 × 405
7	66 × 270	56 × 270	90 × 315	56 × 315	90 × 360	66 × 360	115 × 450	78 × 450
8	66 × 315	56 × 315	90 × 315	66 × 315	115 × 360	78 × 360	115 × 450	78 × 450
9	66 × 315	56 × 315	115 × 315	78 × 315	90 × 405	78 × 405	140 × 450	90 × 450
10	78 × 315	66 × 315	78 × 405	66 × 405	115 × 405	78 × 405	115 × 495	90 × 495
12	90 × 315	78 × 315	90 × 405	78 × 405	115 × 450	90 × 450	140 × 540	90 × 540
15	78 × 405	78 × 405	90 × 450	90 × 450	115 × 495	90 × 495	165 × 540	115 × 540
18	90 × 405	90 × 405	90 × 495	90 × 495	115 × 540	115 × 540	140 × 630	115 × 630
a_1	0,60		0,75		0,90		1,20	
a_2	0,70		0,88		1,05		1,40	
	12		15		18			
	Ytterfack	Innerfack	Ytterfack	Innerfack	Ytterfack	Innerfack		
4	90 × 450	66 × 450	115 × 540	78 × 540	115 × 630	90 × 630		
5	115 × 450	78 × 450	140 × 540	90 × 540	140 × 630	90 × 630		
6	115 × 495	78 × 495	140 × 585	90 × 585	165 × 630	115 × 630		
7	140 × 495	90 × 495	165 × 585	115 × 585	165 × 675	115 × 675		
8	140 × 540	90 × 540	165 × 630	115 × 630	190 × 675	115 × 675		
9	140 × 540	115 × 540	190 × 585	140 × 585	190 × 720	115 × 720		
10	140 × 585	90 × 585	190 × 630	140 × 630	190 × 765	115 × 765		
12	140 × 630	115 × 630	190 × 675	140 × 675	190 × 810	140 × 810		
15	190 × 630	140 × 630	190 × 765	140 × 765	215 × 855	140 × 855		
18	190 × 675	140 × 675	215 × 765	165 × 765	215 × 945	140 × 945		
a_1	1,50		1,88		2,25			
a_2	1,75		2,19		2,63			

- Takåsar med konstant tvärsnittshöjd, kontinuerliga över två eller flera mellanstöd. Momentfria skarvar placerade så att stöd- och fältmoment blir lika i innerfacken, så kallade Gerbersystem.
- Hållfasthetsklass GL30c ($b \geq 90$ mm) eller GL28cs (klyvsågade limträbalkar $b < 90$ mm). Limtyp I. Renhyvlade, ej lagade ytor. Klimatklass 1.
- Jämnt utbredd, nedåtriktad last. Takåsarna förutsätts stagade mot vippning.
- Nedböjning i bruksgränstillståndet av initial deformation högst 1/130 eller av kvasipermanent deformation högst 1/100 av spännvidden.
- a_1 och a_2 är avstånd (m) från centrumlinje upplag till centrumlinje Gerberskarvar.

Pelare



Tabell 18 Dimensionstabell – pelare

Knäcklängd (m)		2		3		4		5		6		7		8	
Knäckningsaxel		y-y	z-z	y-y	z-z	y-y	z-z	y-y	z-z	y-y	z-z	y-y	z-z	y-y	z-z
Tvårsnittsmått $b \times h$ (mm)	Hållfasthets- klass														
90 × 90	GL 30h	86	86	41	41	23	23	15	15	11	11	8	8	6	6
135	GL 30h	204	129	129	61	77	35	50	23	35	16	26	12	20	9
180	GL 30c	244	159	218	78	159	45	109	29	78	20	58	15	45	11
225	GL 30c	311	199	296	97	260	56	199	36	147	25	110	19	86	14
270	GL 30c	377	239	366	116	345	67	301	43	239	30	185	22	145	17
115 × 115	GL 30h	197	197	106	106	62	62	40	40	28	28	21	21	16	16
135	GL 30h	232	261	165	124	98	72	64	47	45	33	33	24	26	19
180	GL 30c	311	270	278	156	204	91	139	59	99	42	74	31	57	24
225	GL 30c	397	338	378	195	332	114	254	74	187	52	141	38	110	30
270	GL 30c	482	405	467	234	440	137	385	89	305	63	236	46	186	36
315	GL 30c	566	473	553	273	534	160	499	104	436	73	356	54	286	41
140 × 135	GL 30h	318	318	201	201	119	119	78	78	55	55	40	39	31	31
140	GL 30h	335	335	221	221	133	133	87	87	61	61	45	45	35	35
180	GL 30c	379	362	338	262	248	161	170	106	121	74	90	55	69	42
225	GL 30c	484	452	460	327	404	201	310	132	228	93	172	69	133	53
270	GL 30c	587	542	569	393	536	242	468	159	372	112	288	83	226	64
315	GL 30c	689	633	674	458	650	282	608	185	531	130	434	96	348	74
160 × 160	GL 30h	456	456	351	351	221	221	146	146	103	103	76	76	59	59
165 × 165	GL 30h	489	489	387	387	249	249	165	165	116	116	86	86	66	66
180	GL 30c	447	442	399	374	292	254	200	170	142	121	106	90	82	69
225	GL 30c	570	552	542	468	477	317	365	213	269	151	203	112	157	86
270	GL 30c	691	662	670	561	632	381	552	255	438	181	339	134	266	104
315	GL 30c	812	773	794	655	767	444	717	298	626	211	511	157	410	121
360	GL 30c	931	883	916	748	894	508	859	340	798	241	699	179	584	138
190 × 180	GL 30c	515	515	459	459	336	336	230	230	164	164	122	122	94	94
225	GL 30c	656	647	624	591	549	455	420	317	309	227	233	169	181	131
270	GL 30c	796	777	772	709	728	546	635	380	504	272	390	203	307	157
315	GL 30c	935	906	914	827	883	637	825	444	721	317	589	237	472	183
360	GL 30c	1073	1035	1055	945	1029	728	989	507	919	363	805	271	673	209
215 × 225	GL 30c	743	740	707	699	621	596	476	443	350	323	264	242	205	188
270	GL 30c	901	888	873	838	823	716	719	531	571	387	442	291	347	225
315	GL 30c	1058	1036	1035	978	999	835	934	620	815	452	666	339	534	263
360	GL 30c	1214	1185	1193	1118	1165	954	1119	709	1040	516	911	388	761	301
405	GL 30c	1365	1333	1351	1258	1326	1074	1291	797	1235	581	1142	436	1006	338

- Dimensionerande bärförmåga i kN för centriskt belastade limträpelare med rektangulärt tvärsnitt och ledad infästning i båda ändar (pendelpelare).
- Kortvarigaste lasttyp i lastkombinationen är av typ M, till exempel snölast.
- Hållfasthetsklass GL30c med fyra lameller eller fler eller GL30h för limträpelare med upp till tre lameller. Limtyp I. Renhyvlade, ej lagade ytor. Klimatklass 1 eller 2.

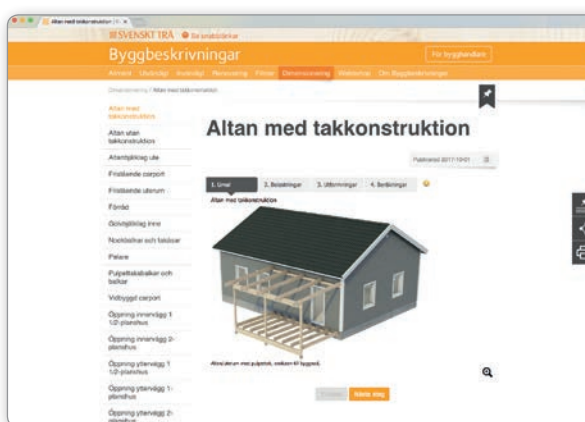


Treledsramar av limträ, Fröåkra kostall, Lyrestad.

Dimensioneringsprogram

I Sverige finns det ett flertal godkända dimensioneringsprogram för limträ. Här nedan anges några kommersiella dataprogram, som för närvarande (2015) används av de svenska limträ tillverkarna:

- **Focus Konstruksjon** – 2D- och 3D-program för statisk analys och beräkning av pelare, balkar, ramar och takstolar.
- **RFEM** – Allmänt program för beräkning och dimensionering.
- **RSTAB** – Allmänt program för beräkning och dimensionering.
- **TIMBER PRO** – Dimensioneringsmodul för RFEM och RSTAB.
- **RX-TIMBER** – Dimensionering av balkar och pelare enligt Eurokod 5.
- **Finwood** – Dimensionering av balkar och pelare enligt Eurokod 5.
- **StatCon Structure** – Dimensionering av balkar och pelare enligt Eurokod 5.
- **StatCon Glulam** – Program för bågar, pulpet- eller sadelbalkar, ramar etcetera.
- **TrussCon** – Program för dimensionering och kalkylering av takstolar. Det är avsett att användas av takstolstillverkare för att skapa produktionsunderlag för enskilda takstolar.
- **Svenskt Trä** – Dimensioneringsprogram för enklare tillämpningar, som finns på www.byggbeskrivningar.se under fliken *Dimensionering*.



www.byggbeskrivningar.se/dimensionering

Därutöver finns det några dimensioneringsprogram för limträ som för närvarande används av byggkonsulter:

- **StruSoft Ramanalys** – 2D-program för pelare, balkar, ramar etcetera.
- **StruSoft FemDesign** – 3D-program som även beräknar skivor.

För ytterligare information om dimensioneringsprogram och uppdateringar, kontakta programtillverkarna.

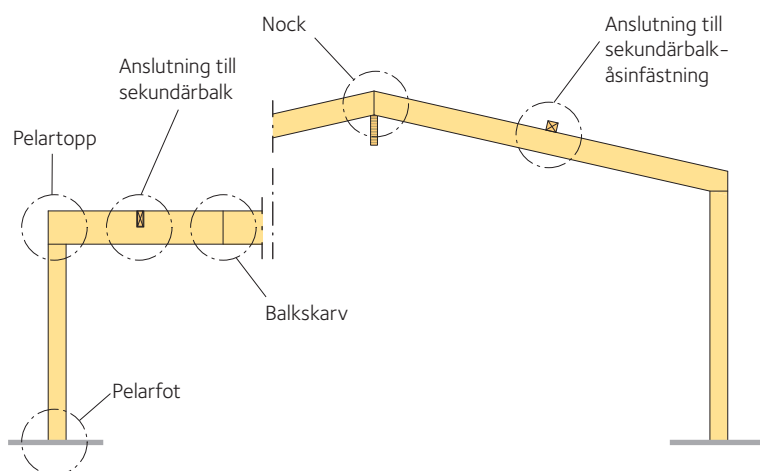
Anslutningsdetaljer

I detta avsnitt redovisas principexempel på standardlösningar till knutpunkter och beslag. De anslutningsdetaljer som redovisas, finns på nedanstående orienteringsskisser. Materialet i beslag och infästningar ska ha rostskydd anpassat efter aktuell korrosivitetsklass – i regel minst motsvarande varmförzinkat stål med ett zinksikt $\geq 55 \mu\text{m}$ (mymeter). De redovisade standardbeslagen uppfyller dessa krav. De tillverkas av varmförzinkat stål eller i förekommande fall av rostfritt syrafast stål (så kallat austenitiskt rostfritt stål A4).

Ledade infästningar överför horisontella och vertikala krafter men ej moment. Infästning som ska kunna överföra moment måste vara inspänd. För mer detaljerade anvisningar hänvisas till *Limträhandbok Del 2 och Del 3*.

Teknikutveckling

Förutom standardlösningar utvecklas ständigt nya beslag och infästningar för limträkonstruktioner. Olika krav tvingar fram nya lösningar. Infällda beslag har många fördelar gentemot utanpåliggande, till exempel förbättrat brandmotstånd. Universalskruv är en skruvtyp som möjliggör tillämpning av såväl enklare som billigare förband.



Figur 58 Beslag till småhus – orienteringsskiss.

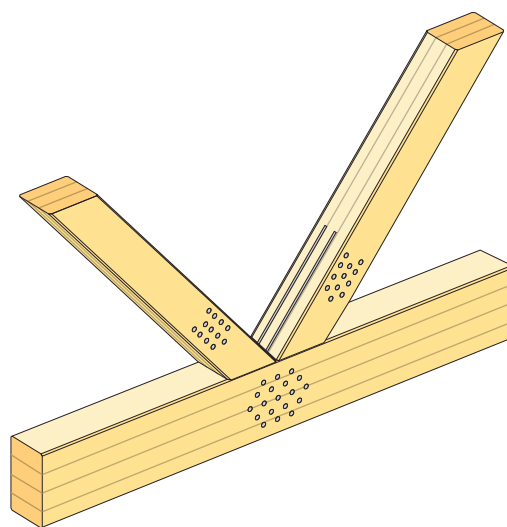
Standardbeslag till småhus

1. Spikningsplåtar

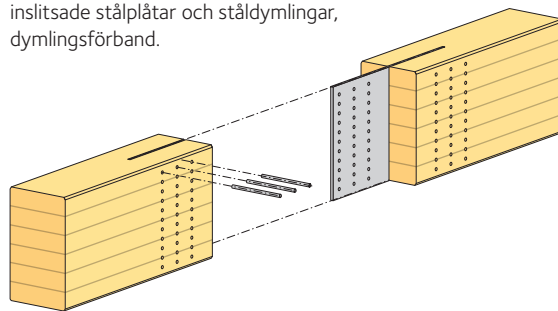
Spikningsplåtar kan användas som skarvplåt vid balk- och takkonstruktioner av limträ eller till infästning av pelarfot. För att undvika excentrisk belastning ska två plattor per förband användas (så kallade dubbelbeslag). Plattorna är tillverkade av varmförzinkad stålplåt eller rostfri syrafast stålplåt i tjocklekarna 1,5, 2,0 och 2,5 mm. Håldiameter 5 mm.

2. Takåsfäste

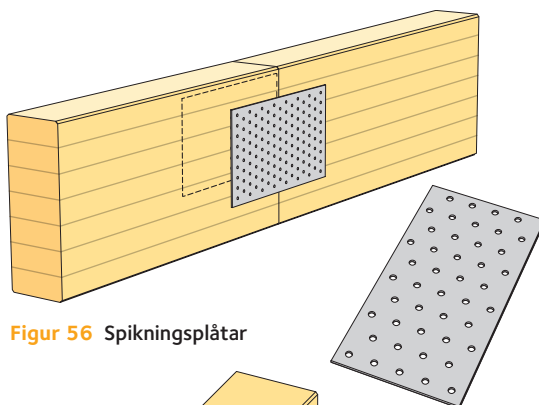
Takåsfäste används vid takkonstruktioner och korsande balkar, i huvudsak vid förankring av takåsar till primärbalk. De är särskilt användbara i konstruktioner som ska förses med inklädnad utanpå den bärande stommen eller där det saknas betydelse om beslaget är



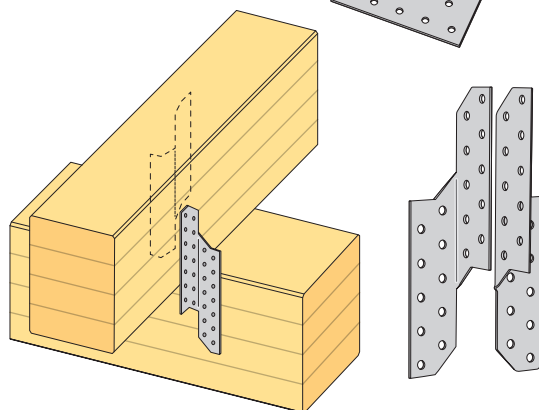
Figur 54 Knutpunkt i ett fackverk med inslitsade stålplåtar och stöldymlingar, dymlingsförband.



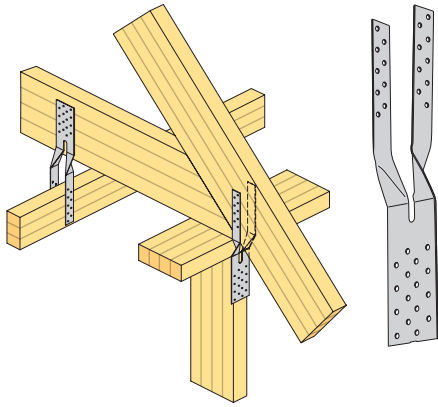
Figur 55 Dymlingsförband med inslitsad plåt



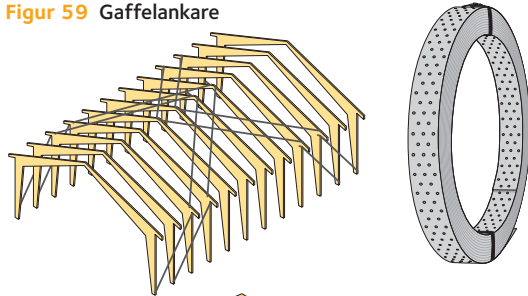
Figur 56 Spikningsplåtar



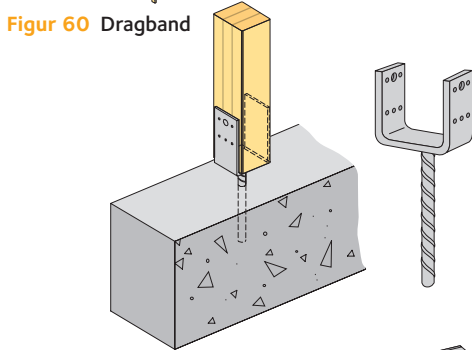
Figur 57 Takåsfäste



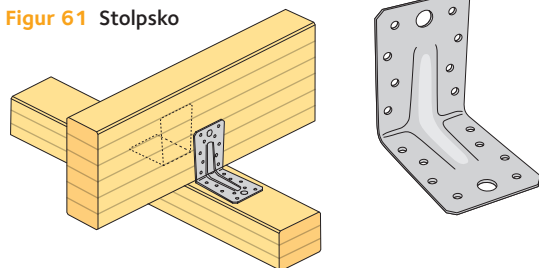
Figur 59 Gaffelankare



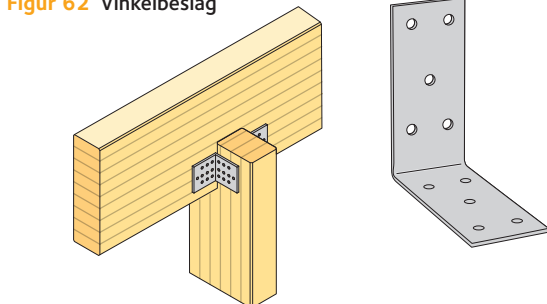
Figur 60 Dragband



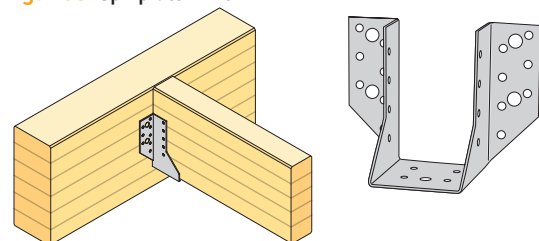
Figur 61 Stolpsko



Figur 62 Vinkelbeslag



Figur 63 Spikplåtsvinkel



Figur 64 Balksko med utvändiga flikar

synligt. Tillverkas i några olika modeller, som vänster- och högerbeslag, av varmförzinkad stålplåt. Håldiameter 5 mm.

3. Gaffelankare

Gaffelankare används i huvudsak som förband mellan takstolar och underliggande konstruktion men kan även användas vid kryssförband i trä. Tillverkas i olika modeller av varmförzinkad stålplåt i tjockleken 1,5 mm. Håldiameter 5 mm.

4. Dragband

Dragband av stålplåt används för stabilisering av takkonstruktioner. De används även till vindkryss i bjälklag och väggar. Tillverkas av varmförzinkad stålplåt. Håldiameter 5 mm för montering med ankar-spik eller ankarskruv.

5. Stolpsko

Stolpskor används för ingjutning eller fastsättning i betong vid infästning av limträpelare, till exempel för staket och altaner. Tillverkas i olika modeller, med eller utan justerbart utförande, i varmförzinkat stål.

6. Vinkelbeslag

Vinkelbeslag används som kryssförband i trä och limträ. Kan även användas vid infästningar för trä – betong. Finns i ett flertal dimensioner för anpassning till aktuell belastning. Tillverkas av varmförzinkad eller rostfri stålplåt med tjocklek 2 eller 3 mm. Håldiameter 5 mm för ankarspik eller ankarskruv, samt större hål för expanderingskruv.

7. Spikplåtsvinkel

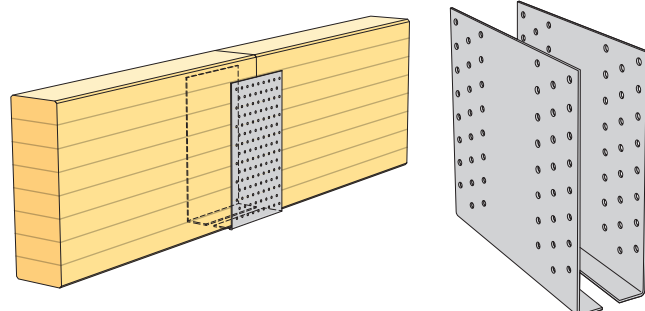
Spikplåtsvinklar kan användas vid förbindningar mellan stolpe och syll eller vid kryssförband med måttlig belastning. Tillverkas av varmförzinkad eller rostfri stålplåt med tjocklek 2 eller 4 mm. Håldiameter 5 mm.

8. Balksko

Balkskor används vid anslutning av balkar i samma plan och vid anslutning mellan pelare och balk av limträ. Det finns många olika typer av balkskor med flikar som har olika bredd. Inom varje typ finns ett antal höjder. Balkskor kan ha inåtvända eller utvändiga flikar. Tillverkas av varmförzinkad stålplåt med tjocklek 2 mm. Håldiameter 5 mm.

9. Gerberbeslag

Gerberbeslag används vid ej momentöverförande skarvning av balkar i samma plan. För att undvika excentrisk belastning ska två beslag



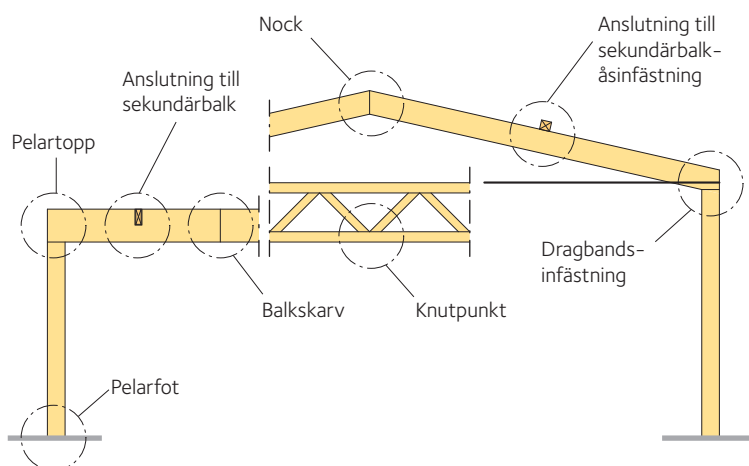
Figur 65 Gerberbeslag

per förband användas (så kallade dubbelbeslag). Tillverkas av varm-förzinkad stålplåt med tjocklek 2 mm. Håldiameter 5 mm.

10. Infästning med träskruv

Förband med speciell träskruv, universalskruv eller träbyggnadsskruv, är en annan enkel lösning vid mindre konstruktioner, till exempel uterum och carportar. Figur 67 intill visar universalskruv för anslutning av sekundärbalk till primärbalk. Den kan också användas som förstärkning av limträbalk vid upplag. Skruven har borrarpspets för att undvika sprickor i virket. Den monteras ofta i vinkel (skrå).

Beslag till större byggnader

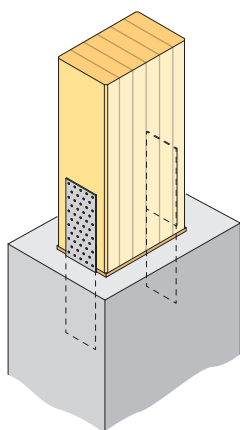


Figur 68 Orienteringskiss över redovisade anslutningsdetaljer till större byggnader.

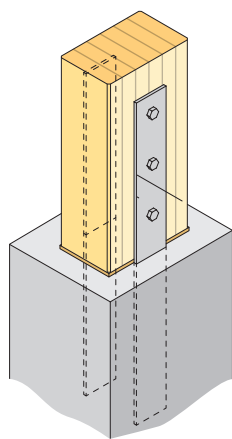
Pelarfot

Spikningsplåtar

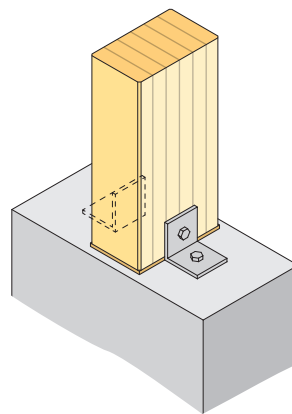
Ledad eller inspänd infästning av pelarfot med spikningsplåtar på ömse sidor. Det är en enkel lösning, lämplig för såväl små som stora horisontalkrafter och vertikalkrafter (lyft).



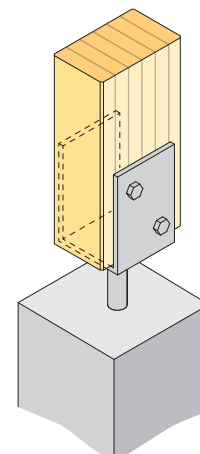
Figur 69 Spikningsplåt på ömse sidor. Fuktskydd mellan limträ och betong.



Figur 70 Plattstål på ömse sidor. Fuktskydd mellan limträ och betong.



Figur 71 Vinkelstål på ömse sidor. Fuktskydd mellan limträ och betong.



Figur 72 Stolpsko av L- eller U-profil med påsvetsad förankringsstång.



Ankarskruv. Används i kombination med byggbeslag.



Ankarspik. Används i kombination med byggbeslag.



Borrande dymling. Används för montering av inslitsade stålplåtar i träkonstruktioner.



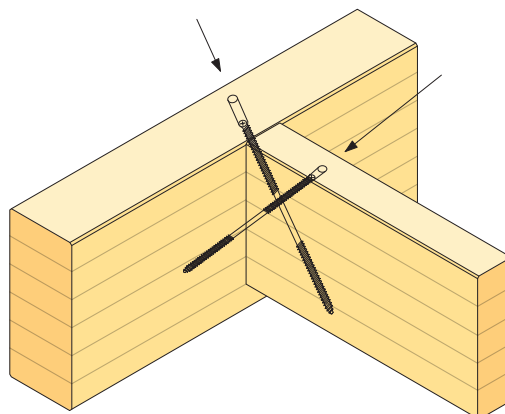
Universalskruv. Med övre och undre förankringsgångar för två virkesstycken.



Träbyggnadsskruv. Med specialutformade gängor. Behöver inte förborras.

Figur 66 Exempel på spik och träskruv som används till limträförband.

Skruvning snett in i limträet.



Figur 67 Universalskruv



Detalj av knutpunkt inock, Västerviks resort.

Vid ledad infästning placeras spikningsplåtarna i regel på pelarens breda sidor, vid fast inspänning vanligtvis på pelarens smala sidor. Beslaget kan antingen gjutas fast i betongkonstruktionen eller svetsas mot en ingjuten stålplåt. Kraftöverföringen sker med ankar-spik eller -skruv. Ändträtor ska fuktskyddas mot betong och andra fuktsugande material och gärna vara åtkomliga för fuktskyddande underhåll, se vidare avsnittet *Fuktskydd*, sidan 37.

Speciella åtgärder för brandskydd kan krävas, till exempel brandskyddsmålning eller inklädnad, se avsnitt *Projektering med hänsyn till brand*, sidan 62.

Plattstål

Ledad eller inspänd infästning av pelarfot med plattstål är ett likvärdigt alternativ till spikningsplåtar.

Vid ledad infästning placeras plattstålen i regel på pelarens breda sidor, vid fast inspänning vanligtvis på pelarens smala sidor. Plattstålet gjuts in i betongkonstruktionen eller svetsas fast mot en ingjuten stålplåt.

Kraftöverföringen sker med genomgående skruv eller någon typ av träskruv. Ändträtor ska fuktskyddas mot betong och andra fuktsugande material och de ska vara åtkomliga för fuktskyddande underhåll, se vidare avsnittet *Fuktskydd*, sidan 37.

Speciella åtgärder för brandskydd kan krävas, till exempel brandskyddsmålning eller inklädnad.

Vinkelstål

Ledad infästning av pelarfot med vinkelstål som skruvas mot pelaren är en enkel lösning, lämplig vid små horisontalkrafter och vertikalkrafter (lyft).

Vinkelstål skruvas fast i betongkonstruktionen med expanderskruv eller så kallade kemankare, vilket möjliggör en noggrann inmätning och minskar risken för felplacering. Det vanliga är symmetriska vinkelstål på vardera sidan om pelaren. Ändträtor ska fuktskyddas och gärna vara åtkomliga för fuktskyddande underhåll, se vidare avsnittet *Fuktskydd*, sidan 37.

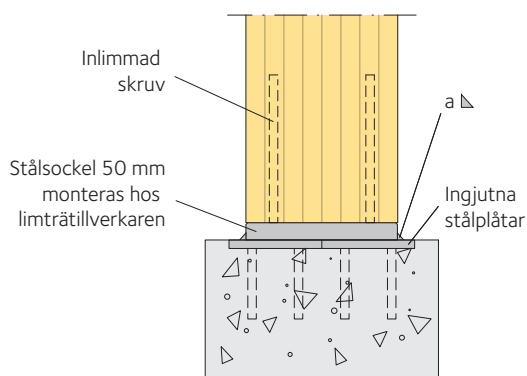
Stolpsko

För ledad infästning utomhus eller i lokaler där det förekommer fritt vatten och om krafterna är små, är stolpskor en lämplig lösning eftersom uppsugning av vatten genom pelarens ändyta förhindras. Beslaget består ofta av en U-profil och en påsvetsad förankringsstång. Som regel gjuts den nedre delen av förankringsstången fast i betongkonstruktionen, men stången kan också svetsas fast mot en ingjuten stålplåt. Kraftöverföringen sker vanligen med hjälp av skruv. Även justerbara standardbeslag finns att tillgå.

Inlimmad skruv

Vid ledad eller inspänd infästning med inlimmad skruv är infästningen helt dold. Brandtekniskt sett ger ett dolt beslag ett godtagbart skydd. Inspänning lämpar sig endast vid relativt små inspänningsmoment. Inlimmad skruv får inte användas i konstruktioner i klimatklass 3 (utomhuskonstruktioner) eller i konstruktioner utsatta för dynamiska laster, till exempel fordon eller utmattningslaster. I limträ inlimmad skruv omfattas av ett Typgodkännande (Typgodkännandebevis 1396/78).

Anslutningen mot grundkonstruktionen utformas som regel med en ändplåt på pelarens ändyta. Ändplåten fästes med bricka och mutter till den inlimmade skruven. Pelaren kan även anslutas med utstickande skruv som gjuts in i ursparingar i grundkonstruktionen.



Figur 73 Stålsockel med inlimmad skruv samt ingjuten stålplåt.

Inlimmad dubb

En enklare, ej kraftöverförande variant är inlimmad dubb som kan vara tillräcklig när endast styrning av pelare eftersträvas. Dubb kan utföras av helgängad stång i hållfasthetsklass 4.6 eller 8.8 och med diameter M12, M16, M20 eller M24 enligt beställarens specifikation. Limkvalitet motsvarar den som används för inlimmad skruv, dock omfattas inlimmad dubb ej av typgodkännandet för inlimmad skruv. Således får ingen hållfasthet tillgodoräknas. Produkten behöver inte provdras eller märkas.

Observera att limning får endast utföras av godkänd limträtilver-kare! Hål i betongunderlag borras med en diameter som är 2 mm större än dubbens diameter, alternativt något större hål som fylls på plats med injekteringsmassa. Pelarfoten ska förses med fuktskydd mot betongen, till exempel med 4,8 mm oljehärdad, våttillverkad hård träfiberskiva, se figur 74.

Pelartopp

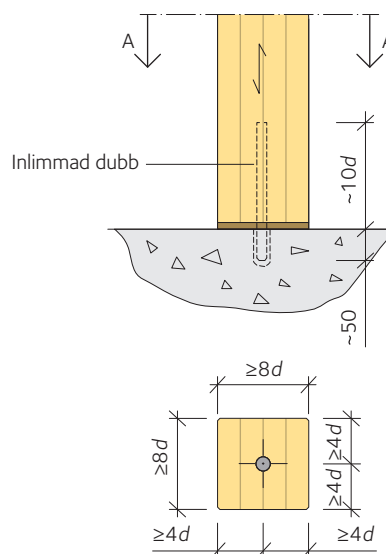
Spikningsplåtar

Ledad anslutning med spikningsplåtar på ömse sidor om limträ-elementen är enkel och lämplig för såväl små som stora laster. De plåtar som finns i standardkataloger har tjocklekar som begränsar användningen till måttliga laster. Plåttillverkarens anvisningar ska noga följas. Kraftöverföringen sker med hjälp av ankarspik eller -skruv. Plåtarna bör placeras så nära pelarens innerkant som möjligt så att de inte förhindrar balkens vinkeländring. Speciella åtgärder för brandskydd kan krävas, till exempel skyddsmålning eller inklädnad, se avsnitt *Brandskydd av förband och beslag – allmänna synpunkter*, sidan 66.

Plattstål

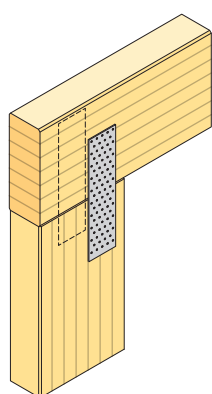
Ledad anslutning med plattstål på ömse sidor om limträelementen är också, i likhet med spikningsplåtar, enkel och ändamålsenlig.

Plattstål, typ plattstång eller universalstång, lämpar sig för såväl små som stora laster. Godstjockleken väljs ur standardserien 5, 6, 8, 10, 12, 15 eller 20 mm och minst 0,3 x skruvdiametern. Hål för skruv bör vara cirka 1 mm större än skruvdiametern eller utföras som vertikala, ovala hål. Speciella åtgärder för brandskydd kan krävas, till exempel brandskyddsmålning eller inklädnad, se avsnitt *Brandskydd av förband och beslag – allmänna synpunkter*, sidan 66.

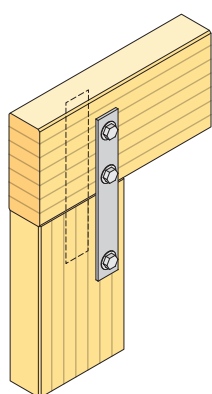


A-A

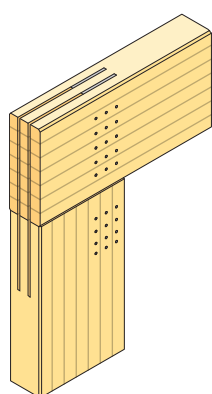
Figur 74 Inlimmad dubb för fixering av pelare (ej kraftöverförande beslag).



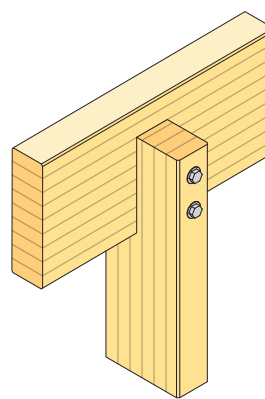
Figur 75 Spikningsplåt på ömse sidor om limträ-elementen.



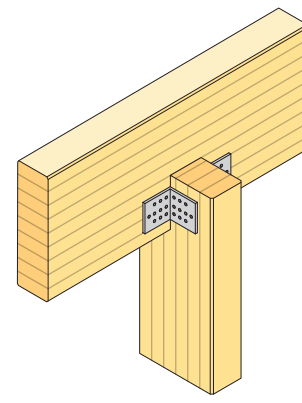
Figur 76 Plattstål på ömse sidor om limträ-elementen.



Figur 77 Inslitsade plåtar med ståldymlingar.

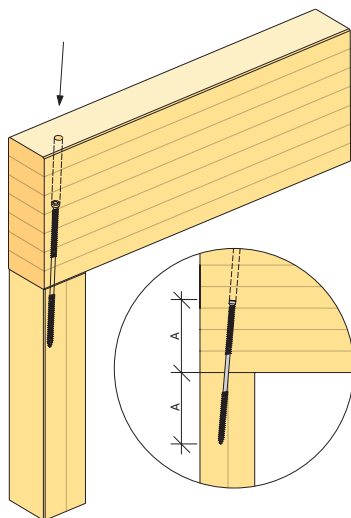


Figur 78 Infälld balk och genomgående skruv med mutter och bricka.

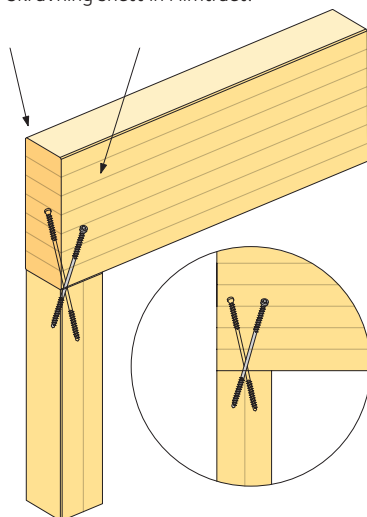


Figur 79 Infälld balk och plåtinklar.

Skruvning snett uppifrån in i limträet.



Skruvning snett in i limträet.



Figur 80 Två exempel på pelar-balkanslutning med universalskruv – en skruv uppifrån (ovan), två skruvar från sidorna (nedan). Universalskruv i ändträ bör dras i minst 30° vinkel mot fibrerna för att få en acceptabel utdragskraft.

Inslitsade plåtar

Vid ledad anslutning med inslitsad stålplåt och ståldymlingar är infästningen helt dold. Ståldymlingarna kan försänkas i limträbalken och täckas med träplugg. Brandtekniskt sett ger ett helt dolt beslag ett godtagbart skydd, se figur 77, sidan 57.

Infälld balk

Infälld limträbalk används ofta vid gavelpelare för att överföra pelarens horisontalkraft till limträbalken. Urtaget i limträpelaren görs ofta lika stort som balkbredden. Kraftöverföringen mellan limträbalk och limträpelare sker som regel med hjälp av genomgående skruv, brickor och mutter. Vid små horisontalkrafter och lyftkrafter kan även infästning med hjälp av plåtvinklar, universalskruv eller träbyggnadsskruv användas, se figur 79, sidan 57.

Universalskruv

Förband med speciell träskruv, universalskruv, är en annan enkel lösning vid både mindre och större konstruktioner, till exempel uterum, carportar, bjälklag och hallstommar. Många skruvapplikationer finns, exempelvis enligt figur 67 och 80. Skruvvinkel minst 30° bör eftersträvas i ändträ, förborring tillämpas i regel inte och skruven försänks med lätthet, så att den ogångade delen alltid kommer i virkesfog.

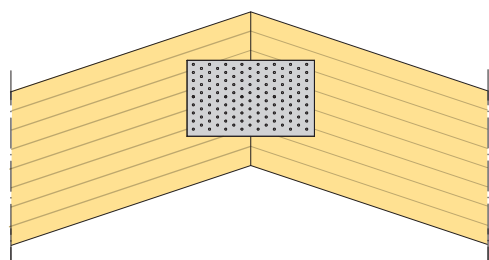
Nock

Ledad nockskarv överför horisontella och vertikala krafter. Moment överförs ej. Infästningen bör utformas så att vinkeländringen inte förhindras. Om vinkeländringen inte kan ske fritt uppstår extraspänningar som kan medföra oförutsedda skador på byggnadskonstruktionen.

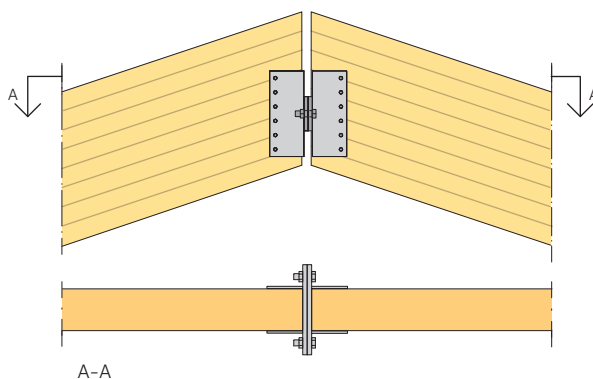
Spikningsplåtar

Ledad nockskarv av spikningsplåtar på ömse sidor är enkel och ändamålsenlig. Laskar av spikningsplåt lämpar sig till såväl små som stora krafter. Plåttillverkarens anvisningar ska noga följas. Kraftöverföringen mellan spikningsplåt och limträbalk sker med hjälp av ankarspik eller -skruv. Plåtarna bör placeras så nära limträbalkarnas nedre kant som möjligt så att de inte förhindrar limträbalkens vinkeländring. Lämpligt avstånd mellan underkant limträbalk och understa spikraden är 10 × spik-/skruvdiametern. Det finns förborrade spikningsplåtar av varmförzinkad stålplåt som lagervara i olika storlekar och tjocklekar mellan 1,5 och 5 mm.

Ett annat lämpligt utformat nockbeslag har utvecklats av Limträteknik i Falun AB, se figur 82.



Figur 81 Nockskarv, ledad, med spikningsplåtar på ömse sidor.



Figur 82 Nockbeslag av stål enligt Limträteknik i Falun AB.

Balkskarv

Ledad balkskarv överför horisontella och vertikala krafter. Moment överförs ej. Infästningen bör utformas så att limträbalkarnas vinkeländring inte förhindras. Om vinkeländringen inte kan ske fritt uppstår extraspanningar som kan medföra oförutsedda skador på byggnadsstrukturen.

Spikningsplåtar

Ledad balkskarv med laskar av spikningsplåtar är enkel och ändamålsenlig. Den lämpar sig för små eller måttliga krafter. Plåttillverkarens anvisningar ska noga följas. Plåtarna bör placeras centriskt med avseende på limträbalkens mittlinje = systemlinje. Kraftöverföringen mellan plåtar och limträbalk sker med hjälp av ankarspik eller -skruv.

Svetsat Gerberbeslag

Ledad balkskarv med Gerberbeslag rekommenderas om stora tvärkrafter ska överföras och om kraften alltid har samma riktning. Mindre tvärkrafter i motsatt riktning överförs genom skruvförband i sidoplåtarna. Krafterna överförs huvudsakligen med hjälp av anläggning. Om Gerberbeslaget ska överföra dragkrafter kompletteras det med påsvetsade plattstänger. För att inte motverka limträbalkarnas vinkeländring placeras sidoskruvarna så nära topp- respektive bottenplåten som möjligt. Lämpligt kantavstånd är $2 \times$ skruvdiametern om skruven enbart överför horisontella krafter och $4 \times$ skruvdiametern om skruven även överför vertikala krafter.

Standard Gerberbeslag

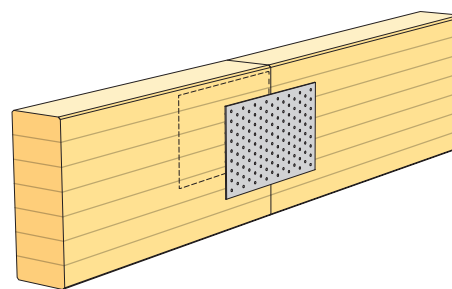
Gerberbeslag tillverkas som lagervara. De är tillverkade av varmforzinkad stålplåt och lämpar sig vid små och måttliga tvärkrafter. Plåttillverkarens anvisningar ska noga följas. Beslagen kan vara hela eller delade. De hela passar till bestämda tvärsnittsmått för limträbalkar, medan de delade som regel är oberoende av limträbalkarnas tvärsnittsmått. Krafterna överförs huvudsakligen med hjälp av ankarspik eller -skruv. Vid användning av dubbla beslag, av den typ som visas här bredvid, måste risken för fläkning särskilt beaktas, se *Limträhandbok Del 2*. En tumregel är att höjden till översta ankarspik eller -skruv dividerad med balkhöjden h ska vara $\geq 0,7$.

Anslutning till sekundärbalk

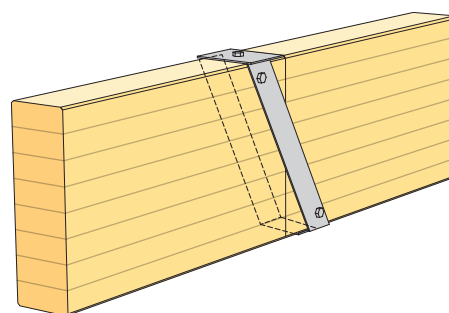
Sekundärbalk upplagd ovanpå primärbalk överför vertikala krafter och små horisontella krafter i primärbalkens riktning. Sekundärbalk upphängd på primärbalkens sida överför även horisontalkrafter i sekundärbalkens riktning. Vid behov kan beslaget utformas så att även moment överförs.

Skruvfästning med universalskruv

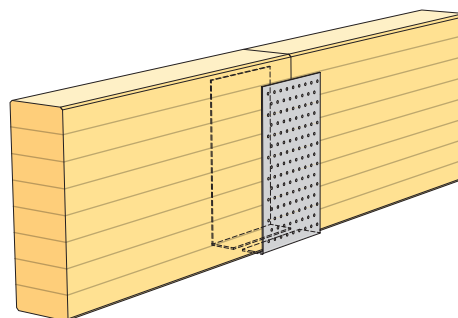
Dubbelgängad universalskruv på skrå kan användas vid små eller måttliga krafter. Skruvtillverkarens anvisningar ska noga följas.



Figur 83 Spikningsplåtar på ömse sidor av skarven.

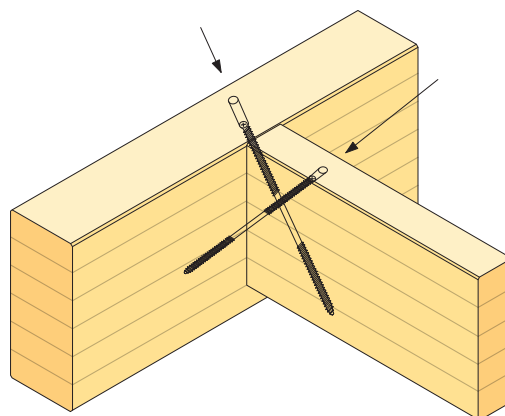


Figur 84 Gerberbeslag av plattstål.

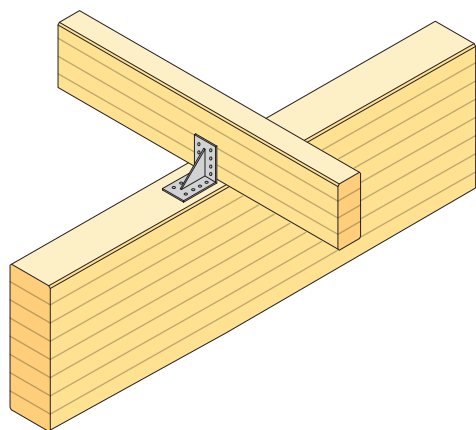


Figur 85 Gerberbeslag (standard) av stålplåt.

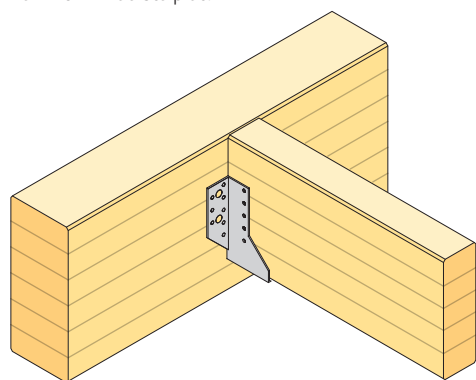
Skruvning snett in i limträet.



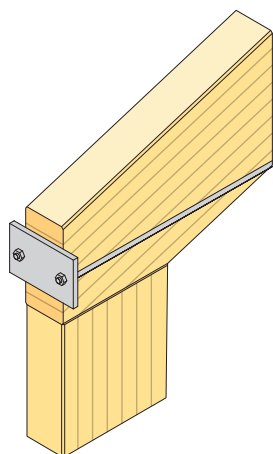
Figur 86 Anslutning av sekundärbalk mot primärbalk med hjälp av universalskruv.



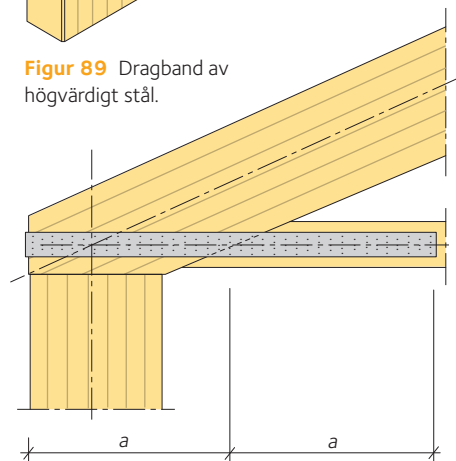
Figur 87 Åsinfästning med vinkelbeslag av varmförzinkad stålplåt.



Figur 88 Balksko av stålplåt eller konstruktionstål. Plåtalternativet finns som standardbeslag.



Figur 89 Dragband av högvärdigt stål.



Figur 90 Dragband av limträ och plattstål eller spikningsplåt som går runt balkänden.

Åsinfästning

Infästning av åsar i primärbalkens översida sker som regel med hjälp av industriellt tillverkade beslag av kallformad, varmförzinkad stålplåt, till exempel vinkelbeslag. Beslaget kan utformas med förstyvande rilla, eller så kallad knagge. Kraftöverföringen sker huvudsakligen genom kontaktryck och med hjälp av ankarspik eller -skruv. Beslag-tillverkarens anvisningar ska noga följas.

Standardbalksko och svetsad balksko

Anslutning av sekundärbalk med balksko av standardtyp är en enkel och ändamålsenlig lösning, framförallt när limträbalkarnas översida ska ligga i samma plan. Kraftöverföringen sker huvudsakligen genom kontaktryck och med hjälp av ankarspik eller -skruv. Balkskotillverkarens anvisningar ska noga följas. När stora upplagsreaktioner (tvärkrafter) ska överföras från sekundärbalken krävs som regel svetsade balkskor av varmvalsat stål (plattstäng eller universalstäng).

Kraftöverföringen mellan sekundärbalk och svetsad balksko sker huvudsakligen genom kontaktryck medan kraftöverföringen mellan balksko och primärbalk sker med hjälp av spik, genomgående skruv eller någon typ av träskruv. Balkskor kan utformas på olika sätt.

Dragbandsinfästning

Dragbandsinfästning överför enbart horisontella dragkrafter till limträbalken. Dragbandet utgörs som regel av två eller flera stålstänger. Vid små dragkrafter kan dragbandet även utgöras av limträ. Infästningen utformas normalt så att dragkraften angriper så nära skärningspunkten mellan limträbalkens och limträpelarens systemlinjer som möjligt.

Dragband av stål

Dragband av högvärdigt stål är lämpliga för såväl små som stora dragkrafter. Den enklaste infästningen får man med ett dragband på vardera sidan om limträbalken. Vid måttliga dragkrafter kan de två dragbanden ersättas med ett enda dragband som dras igenom ett centriskt hål i limträbalken. Detta bör dock undvikas vid mycket höga limträbalkar av tillverkningsmässiga skäl. Vid stora dragkrafter kan de två dragbanden på sidorna kompletteras med ett tredje, centriskt placerat. Stålplåten mot limträbalkens ändträyta förses med spikhål för att underlätta montaget. Kraftöverföringen sker huvudsakligen via kontaktryck snett fiberriktningen.

Dragband av limträ

Dragband av limträ är lämpliga att använda vid små dragkrafter. Infästningen av dragbandet i limträbalken kan utgöras av plattstänger som antingen går runt limträbalkänden eller som slutar ett stycke in på dragbandet. Plattstålets eller spikningsplåtens längd ska då vara enligt figur 90. Vid små dragkrafter kan plattstålet bytas ut mot spikningsplåtar. Överföringen av horisontalkrafter sker genom anliggning med hjälp av påsvetsad stålplåt och med hjälp av ankarspik eller -skruv.

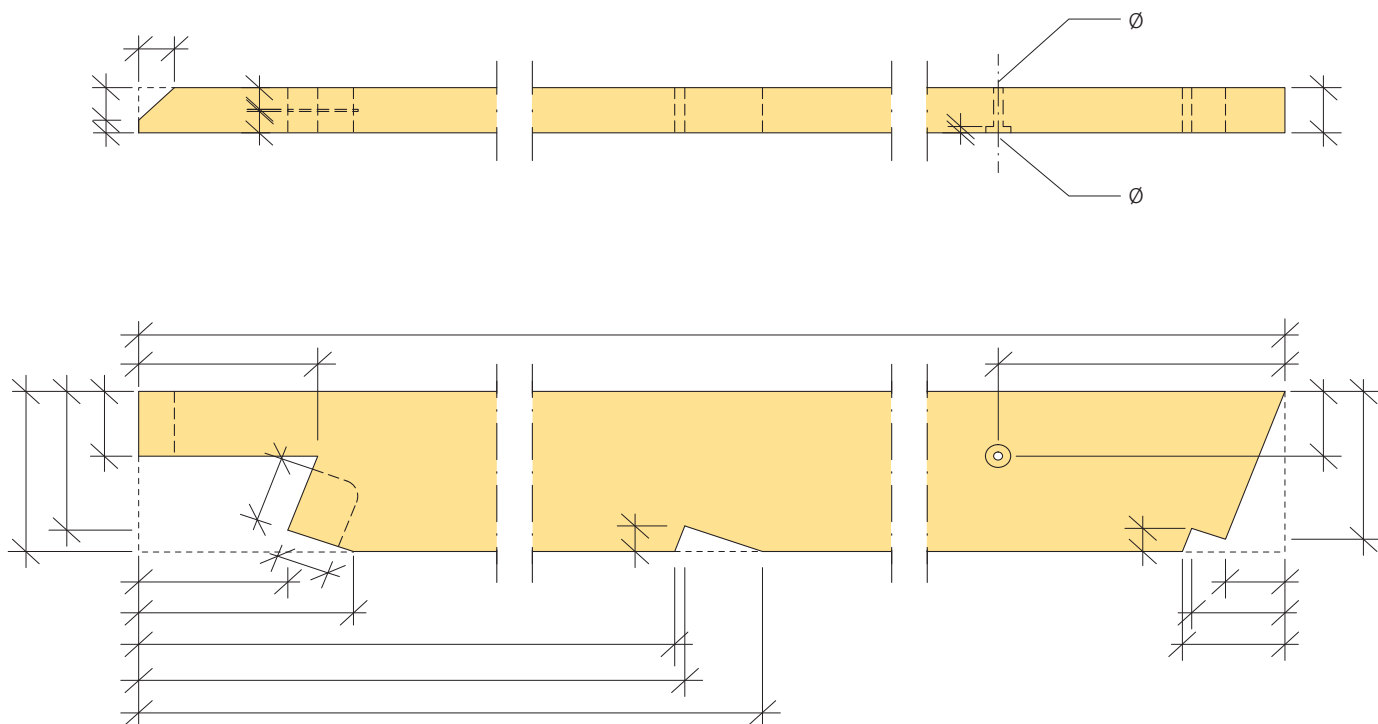
Måttsättning

En tydlig och korrekt måttsättning av limträelementen ger en snabb behandling och minskar risken för felaktigheter och förseningar vid efterbearbetning hos limträ tillverkaren. Exempel på måttsättning ges i figur 91 nedan.

Alla erforderliga vyer måste ritas upp och måttsättas. Snittpilar underlättar förståelsen. Det räcker ofta att limträbalken eller limträpelaren sedd från sidan ritas upp. Limträelementen orienteras med fördel horisontellt eller vertikalt på efterbearbetningsritningen, för att spara ritutrymme och underlätta måttsättningen.

Vid måttsättningen bör man utgå från det obearbetade limträelementet och ta med alla mått i x- och y-led som krävs för att man själv skulle kunna bearbeta balken. Det är fördelaktigt att alltid utgå från samma punkt vid måttsättningen av exempelvis ett hak, även om det tar mer ritutrymme i anspråk. Förekommer hål ska läge, håldiameter och eventuell försänkning samt förstärkning anges. Förekommer till exempel slitsar eller pålimmade knap måttsätts dessa på lämpligt sätt. Förklarande text kan komplettera måttsättningen.

Moderna 3D-ritprogram genererar i regel per automatik 2D-ritningar, där måttsättningen dock bör kontrolleras så att den är komplett. Kan 3D-modeller av limträelementen infogas på efterbearbetningsritningen underlättar det förståelsen vid komplicerad konfektionering.



Figur 91 Exempel på tydlig måttsättning för efterbearbetning.

Projektering med hänsyn till brand



Maskinhall av treledsramar med fingerskarvade ramhörn, Söderköping.

Historiskt sett har bränder med trähus inträffat vilket har satt sina spår i bygglagstiftning, bland annat i form av olika restriktioner för användning av trä i byggnader. Erfarenheter har emellertid också visat att i synnerhet grova träkonstruktioner bibehåller en stor del av sin bärförmåga under ett begynnande skede av en brand. Denna erfarenhet avspeglas sedan länge i myndighetskraven i våra byggregler, där oskyddade limträelement och korslimmade träelement, KL-trä, får användas även i brandsäkra byggnader, men märks också i försäkringsbolagens premiesättning, där man jämför stommar av limträ med stommar av betong.

Räddningstjänsten föredrar limträ framför många andra stommaterial. Erfarenheter från många bränder har visat att sammanstörtning av limträstommar är ytterst sällsynta eftersom bärförmågan förblir betryggande under relativt lång tid. Det finns exempel på att limträstommar restaurerats efter en brand och kunnat behållas i den restaurerade byggnaden. Sedan mitten av 1990-talet har en övergång skett till funktionskrav i brandföreskrifterna. Detta och ökade kunskaper om brandtekniskt korrekt dimensionering och utförande av träkonstruktioner har medfört nya möjligheter för sådana träkonstruktioner som uppfyller kraven på en betryggande brandsäkerhet. Därför används trästommar numera även i flervåningshus.

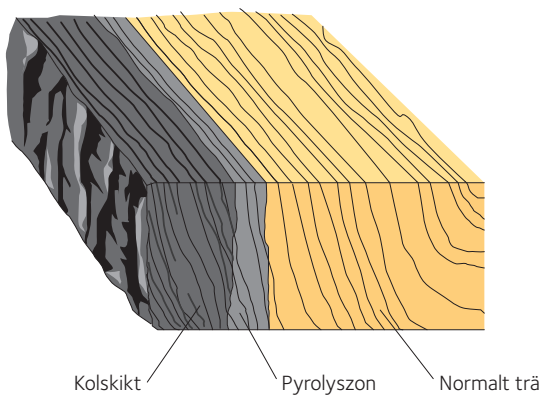
Limträ och brand

Om en träkonstruktion blir utsatt för brandpåverkan kommer dess ytor att antändas. Förbränningen fortskrider sedan inåt med i stort sett konstant hastighet. Inträngningen sker dock långsamt på grund av att det kolskikt som bildas är värmeisolerande och motverkar värmeledet från brandrummet till pyrolyszonen. I pyrolyszonen råder temperaturer mellan cirka 250 och 350 °C och där bildas brännbara gaser som diffunderar genom kolskiktet tills de möter syre vid dess yta och börjar brinna. En tydlig gräns mellan kolskiktet och restvärsnittet bildas vid 300 °C. Vid breda sprickor och yttre hörn är inbränningen större.

Även metalliska förbindare som skruvar, bultar, dymlingar med mera kan bidra till ökat värmeledet in i limträtvärsnittets inre och en ökad inbränning. Limfogarna har ingen negativ inverkan på limträets brandmotstånd, förutsatt att godkända limmer används, till exempel melaminlim. Däremot kan andra, både äldre och nyare limtyper förlora sin hållfasthet vid i brandsammanhang låga temperaturer och förorsaka delaminering, ökad inbränning och ytterligare reduktion av limträets bärförmåga.

Limträets gynnsamma egenskaper vid en brand beror främst på att det ”skyddar sig självt”, det vill säga genom kolskiktet. Vid konventionella limträförband med utanpåliggande beslag är brandskyddet ofta otillräckligt – här kan det behövas ett extra brandskydd genom att fästa beklädnadsskivor av exempelvis trä eller gips utanpå förbandsdelarna. Ett effektivt sätt att uppnå ett betryggande brandskydd är att använda dold infästning med till exempel inslitsade plåtar och dymlingar av stål. Hål vid dymlingar skyddas mot brandpåverkan genom att dölja dem med träplugg.

Temperaturen i de oförbrända delarna av en grov träkonstruktion förblir även under långvarig brandpåverkan i huvudsak opåverkad. Endast i en smal, cirka 10 mm djup zon omedelbart under kolskiktet, förekommer temperaturer över 100 °C, samtidigt som hållfastheten och styvheten där är väsentligt lägre än i det opåverkade träet.



Figur 92 Brandinträngning

Temperaturrelserna under en brand blir därför försumbara i en limträstomme till skillnad från en stål- eller betongstomme där längdutvidgningen vid en brand kan ge upphov till sekundära skador i till exempel upplag eller anslutande murverkskonstruktioner. En limträkonstruktion formförändras inte heller lika kraftigt vid brand som en oskyddad stålkonstruktion. Detta är en bidragande orsak till att totalskadorna efter en brand som regel blir mindre i byggnader med limträstomme än i sådana med stålstomme.

Brandtekniska krav i byggreglerna

De byggnadstekniska brandskyddskraven i Sverige är bland annat formulerade som krav på visst brandmotstånd hos en konstruktion eller byggnadsdel eller på en viss brandteknisk klass hos ytskikt. Det finns även en klassindelning för hela byggnader som styr vilka krav som gäller framförallt beroende på utrymningsmöjligheterna och hur stor risken är för allvarliga personskador om en brand skulle uppstå. Faktorer som byggnadens storlek, antalet våningar och vad den ska användas till, exempelvis bostäder, påverkar byggnadens brandtekniska klass.

Om risken för personskador är mycket stor kräver myndigheterna att byggnaden ska vara brandsäker, det vill säga utförd i byggnadsklass Br 0 eller Br 1. För andra byggnader kräver man brandhärdigt utförande, det vill säga klass Br 2. För de flesta enplansbyggnader räcker dock klass Br 3 med de lägsta kraven.

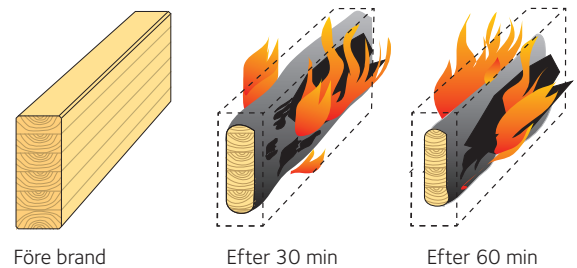
Konstruktionselement

Bärande konstruktioner ska, enligt de nationella föreskrifterna, utformas och dimensioneras så att säkerheten mot brott är betryggande även vid brandpåverkan. Man kan visa att kravet är uppfyllt genom att beräkna bärförmågan under realistiska förutsättningar beträffande till exempel temperaturförloppet (så kallat naturligt brandförlopp).

För träkonstruktioner är beräkningsmetoder för dessa ej tillräckligt utvecklade för att kunna användas i praktiken. Därför använder man en förenklad schablonmetod där temperatur-tidkurvan följer ett givet samband (standardbrand). Bärverket byggs då upp av brandtekniskt klassificerade delar dimensionerade för standardbrand av olika varaktighet enligt de nationella föreskrifterna.

Brandteknisk klass för bärande eller avskiljande byggnadsdelar oavsett material anges med beteckningar som R15, R30, R60 och så vidare, eller EI30, EI60 och så vidare där R betyder bärförmåga, E integritet (täthet med avseende på brandgaser och flammor) och I isolering med avseende på temperaturhöjning på den icke brandutsatta sidan. Siffrorna anger den tid i minuter som byggnadsdelen förmår motstå brandpåverkan från en standardbrand, utan att förlora sin bärande eller avskiljande funktion. En bärande avskiljande vägg kan till exempel behöva uppfylla kravet REI60, det vill säga behöva motstå en standardbrand under en timme enligt kriterierna med avseende på alla tre kraven.

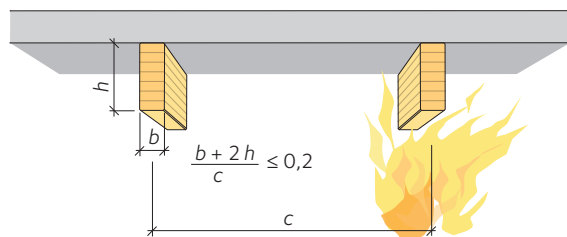
Balkar och pelare av limträ ingår vanligtvis i byggnadsdelar som ska vara både bärande och avskiljande. Ofta är limträelementen synliga och de kommer då också att utgöra en del av byggnadens tak- eller väggytor. Vad gäller den bärande och avskiljande funktionen får balkar och pelare i alla typer av byggnader, även flervåningshus, utföras av limträ, däremot kan krav på ytskikt i vissa utrymmen innebära begränsningar.



Figur 93 Limträ bibehåller en betydande bärförmåga även under en brand. Det skyddande kolskiktet som bildas på den förbrända ytan bidrar till detta. Bilden åskådliggör ett limträtvärsnitt före brand (till vänster), efter 30 min brand (mitten) samt efter 60 min brand (till höger) vid fyrsidigt brandangrepp.



Limträ behåller till skillnad från oskyddat stål sin bärförmåga vid brand.



Figur 94 Limträbalkars yta kan vara upp till 20 procent av golvarean utan krav på behandling för att uppnå högre ytskiktssklass än europeisk klass D.



Parkeringshus med stomme av limträ och korslimmat trä, KL-trä, Ekorren, Skellefteå.

Ytskikt

Ytskikt definieras som den yttre delen av en byggnadskonstruktion som kan bli exponerad i en brands tidiga skede och ytskiktssklassen betecknar förmågan att hindra eller fördröja övertändning och rökutveckling. Ytskiktet kan vara en obehandlad träyta, men om den är ytbehandlad ingår till exempel färg eller lack. För europeiska klasser för ytskikt, så kallade euroklasser, se tabell 19, sidan 65. Klasserna har beteckningar A1 – F med tillägg för rök- och droppklasser, som dock normalt inte är avgörande för materialvalet. De europeiska klasserna motsvarar i stort sett de tidigare svenska klasserna I, II eller III, se tabell 19, sidan 65. Klass B är den högsta klass som kan uppnås för brännbara produkter och klass D motsvarar egenskaperna hos obehandlad träpanel.

Limträ har generellt visats uppfylla kraven för klass D-s2,d0 enligt den harmoniserade produktstandarden för limträ SS-EN 14080, se tabell 19, sidan 65. I de nationella föreskrifterna ges inga detaljerade krav på ytskikt utom när det gäller utrymningsvägar. I rådtext sägs emellertid att takytor i brandsäkra byggnader (klass Br 0 och Br 1) bör ha ytskikt som motsvarar klass B och väggytor i klass C. Brandhårdiga byggnader (klass Br 2) bör ha ytskikt klass C i tak och klass D på vägg. För takytor rekommenderas i båda fallen underlag av obrännbart material eller så kallad täandskyddande beklädnad, till exempel gips-skiva eller annat obrännbart skivmaterial.

Krav på ytskikt av högre klass än klass D (obehandlat trä) kan tillgodoses genom att man väljer något typgodkänt färgsystem. Såväl genomsynliga som täckande alternativ finns. Däremot kan naturligtvis inte krav på underlag av obrännbart material eller täandskyddande beklädnad uppfyllas för de delar av en tak- eller väggyta som består av synligt limträ.

I praktiken förekommer ofta flera material med sinsemellan olika brandegenskaper inom samma tak- eller väggyta. Det kan då vara svårt att avgöra om normens krav på ytskiktssklass är uppfyllt. En vanlig situation är att man vill ha limträstommen helt eller delvis synlig i ett utrymme där de nationella föreskrifterna kräver ytskikt klass B eller C på obrännbart underlag.

För närvarande är kunskapen otillräcklig om hur en delvis brännbar yta fungerar med avseende på flamspridning och övertändning. Det är dock uppenbart att små exponerade limträytor på stort avstånd från varandra inte nämnvärt påverkar den brandtekniska funktionen hos en i övrigt obrännbar yta. I anslutning till ovan nämnda råd beträffande ytskiktssklass anges i de svenska föreskrifterna, Boverkets byggregler, BBR följande:

”För mindre byggnadsdelar kan ytskikt utformas i lägre ytskiktssklass, dock lägst brandteknisk klass D-s2, d0.” Detsamma gäller för små rum i de fall ytskiktet inte påverkar utrymnings säkerheten i byggnaden. Myndigheterna har vid sin bedömning vanligen utgått från att ytskiktssklassen hos en obrännbar bjälklagsplatta (till exempel bärande träullselement) upplagd på obehandlade limträbalkar inte påverkas om den exponerade bruttoarean (summan av för brand utsatta ytor) inte överstiger 20 procent av golvarean. Balkar som är ytbehandlade till klass B kan godtas generellt.

Installation av en automatisk sprinkleranläggning kan möjliggöra så kallade tekniska byten. Det innebär att ett passivt brandskyddssystem, exempelvis en brandklassad konstruktion, ersätts med ett aktivt system som sprinkler. Bland annat kan krav på ytskiktssklass reduceras vid installation av sprinklersystem.

Det finns även avancerade modeller, till exempel genom så kallad Fire safety engineering, för dimensionering av enskilda byggnader där klassificering ger alltför onyanserade lösningar.

Tabell 19 Europeiska ytskiktsskisser enligt SS-EN 13501-1

Brandklass	Rökklass	Droppklass	Äldre svensk klass	Exempel på produkter
A1	–	–	Obrännbart	Sten, betong
A2	s1 – s3	d0 – d2	Obrännbart	Gipsskivor, mineralull
B	s1 – s3	d0 – d2	Klass I	Brandskyddat trä
C	s1 – s3	d0 – d2	Klass II	Tapeter på gipsskivor
D	s1 – s3	d0 – d2	Klass III	Trä, limträ och träbaserade skivor
E	–	–	Oklassat	Vissa plaster
F ¹⁾	–	–	Oklassat	Vissa plaster

¹⁾ Uppfyller inte klass E och får inte användas i byggnader enligt Boverkets Byggregler, BBR.

Limträkonstruktioners brandmotstånd

När det gäller brandbelastade träkonstruktioner är de nationella föreskrifterna ytterst återhållsamma med verifieringsmetoder. Beräkningsmodeller om inbränning och hållfasthetsnedsättning kan hämtas från den gemensamma standarden Eurokod 5, medan säkerhetsparametrar (partialkoefficienter, lastreduktionsfaktorer med mera) måste hämtas från det gällande nationella anpassningsdokumentet, EKS.

Dimensioneringen av en brandexponerad limträbalk sker i två steg. Först beräknas resttvärsnittet, det vill säga det tvärsnitt som är kvar när man räknat bort kolskiktet. Kolskiktets tjocklek ökar med cirka 0,7 mm/minut. Om man använder detta värde kan den ökade inbränningen vid hörn anses vara beaktad. Eftersom det sker en hållfasthetsreduktion på grund av delvis uppvärmning i resttvärsnittet, kan man enligt en förenklad metod reducera resttvärsnittets area genom en motsvarande ökning av inbränningsdjupet med maximalt 7 mm efter 20 minuters brandexponering. Det härmed erhållna effektiva resttvärsnittet anses då ha samma egenskaper som det kalla tvärsnittet. Med andra ord: dimensioneringen i brandfallet utförs med ett reducerat tvärsnitt som vid normal temperatur.

Dimensioneringsvärdet för hållfasthet för det effektiva resttvärsnittet är då den karakteristiska hållfastheten (vid normal temperatur) dividerat med partialkoefficienten för material vid brand ($\gamma_m = 1,00$). Enligt Eurokod 5 får hållfastheten ökas med 15 procent. Omräkningsfaktorn för reduktion av den dimensionerande hållfastheten med avseende på lastvaraktighet och klimatklass vid dimensionering vid normal temperatur är ej relevant i brandfallet.

Limträbalkar

Exempel på limträbalkar med rektangulärt tvärsnitt som uppfyller de brandtekniska klasserna R30 och R60 ges i *tabell 21, sidan 67*. Tabellen ger erforderliga mått om branden kan angripa från tre eller fyra sidor. Tabellvärdena gäller om ingen risk för vippning föreligger. Vid bortfall av stabiliserande element, till exempel takåsar, måste vippning beaktas vid dimensioneringen.

I brandfallet räknas med en reducerad last, se *SS-EN 1995-1-2 avsnitt 2.4.2*, där lasteffekten vid brand, $E_{d,fi}$, på en enskild konstruktionsdel beräknas som $E_{d,fi} = \eta_{fi} \cdot E_d$, där E_d är den dimensionerande lasteffekten vid dimensionering för normal temperatur för huvudlastkombinationen enligt gällande EKS och η_{fi} är reduktionsfaktorn för dimensionerande last vid brand beroende av lastkvoten $Q_{k,1}/G_k$ och kombinationsfaktorn ψ_{fi} för frekvent värde för variabla laster.

Tabell 20 Europeisk ytskiktsskisser för limträ enligt produktstandarden SS-EN 14080

Material	Minimidensitet, medelvärde (kg/m ³)	Minimigtjocklek (mm)	Klass
Limträ	380	40	D – s2, d0



Ladugård med bärande konstruktion av limträ, Löhammar ladugård, nominerad till Träpriset 2008.



Universeum, Göteborg, vinnare av Träpriset 2004.

För överslagsmässiga beräkningar rekommenderas $\eta_{fi} = 0,6$. Vid nyttig last i kategori E enligt EKS, utrymmen där lastansamling kan förväntas, inklusive kommunikationsutrymmen, är rekommenderat värde $\eta_{fi} = 0,7$. För lätta bjälklag kan reduktionsfaktorn η_{fi} vara mindre. Till exempel vid snölast i snözon 3 är rekommenderat värde $\eta_{fi} = 0,3$.

Det är dock enklare att beräkna det effektiva resttvärsnittet direkt enligt ovan och att jämföra bärförmågan med den givna lastpåverkan, se *Limträhandbok Del 2*.

Limträpelare

Brandmotståndet för limträpelare kan beräknas enligt samma principer som för limträbalkar. Eftersom limträpelarens slankhet ökar i takt med att branden reducerar tvärsnittet, kan emellertid inte resultatet sammanfattas i en enkel tabell, utan man måste göra en särskild beräkning för varje enskilt fall. Ofta uppnår man brandteknisk klass R30 utan att tvärsnittsmåtten behöver ökas med hänsyn till brandpåverkan medan klass R60 vanligen kräver viss överdimensionering.

Brandskydd av förband och beslag – allmänna synpunkter

Medan själva limträelementen har goda egenskaper i samband med en brand, utgör ofta förband och anslutningsdetaljer av stål svaga punkter som kan behöva brandskyddas, om konstruktionen som helhet ska uppfylla kraven för en viss brandteknisk klass. Några regler för brandteknisk klassificering av infästningsdetaljer ges i *Limträhandbok Del 2*. Ytterligare dimensioneringsregler finns i Eurokod 5 som informationen nedan bygger på.

Enligt Eurokod 5 klarar ett oskyddat spik-, träskruvs- eller skruvförband som fullt utnyttjas vid normal temperatur även en brandexponering under minst 15 minuter och ett oskyddat dymlingsförband under minst 20 minuter beroende på konfigurationen av förbandet. Genom lägre utnyttjande kan brandmotståndet till exempel hos dymlingsförband ökas till upp emot 40 minuter. För att uppnå vanliga brandmotståndskrav för brandteknisk klass R30 eller R60 krävs antingen större limträdimension, extra brandskyddsisolering eller reducerad utnyttjandegrad, det vill säga genom överdimensionering. Åtgärderna kan kombineras.

Brandskyddsisoleringens funktion är att fördröja det kritiska temperaturtillståndet efter 15 respektive 20 minuter för ett oskyddat förband så att det tidigast uppträder efter 30 eller 60 minuter.

Utanpåliggande ståldetaljer kan skyddas med brandskyddsfärg enligt respektive tillverkares anvisningar. Ett effektivt skydd av förband uppnås när det kläs in med trä eller limträ, plywoodskivor, fanerträ, gipsskivor eller stenull. En brandskyddsisolering av trä eller plywoodskivor bör helst vara så tjock att den inte brinner bort under den tid som klassificeringen avser. Anledningen är att vinsten med brandskyddsisoleringen avtar mycket snabbt efter att skyddet har fallit bort. Detsamma gäller för vanliga gipsskivor som kan falla ned när träet har börjat förkolna bakom gipsskivan, medan en brandgipsskiva sitter kvar betydligt längre. Inklädnad med utanpåliggande brandskydd är effektivare än motsvarande överdimensionering av trädelarna eftersom den motverkar även ökad värmeledning in i tvärsnittet genom förbindarna. Skivor av limträ, fanerträ eller plywood skruvlimmas mot limträytan. I stället för limning är målning med

Tabell 21 Minsta balkhöjd med hänsyn till brandteknisk klass för limträbalkar med rektangulärt tvärsnitt.¹⁾

Brand-klass	η_{fi}	Limträ balkbredd (mm)					
		90	115	140	165	190	215
3-sidig brand							
R30	0,3	90	90	90	90	90	90
	0,4	135	90	90	90	90	90
	0,5	225	115	90	90	90	90
	0,6	495	180	135	135	90	90
	0,7	–	225	180	135	135	135
R60	0,3	–	–	225	180	135	135
	0,4	–	–	360	225	180	180
	0,5	–	–	–	315	225	180
	0,6	–	–	–	540	315	270
	0,7	–	–	–	–	495	360
4-sidig brand							
R30	0,3	180	135	135	135	135	135
	0,4	270	180	180	135	135	135
	0,5	405	225	180	180	180	180
	0,6	945	315	225	225	180	180
	0,7	–	450	315	270	225	225
R60	0,3	–	–	405	360	270	225
	0,4	–	–	720	405	315	315
	0,5	–	–	–	585	450	360
	0,6	–	–	–	1080	585	495
	0,7	–	–	–	–	990	675

¹⁾ Förutsättningar: Limträ GL30c, klimatklass 1 eller 2, säkerhetsklass 3 och lastvaraktighetsklass M. Se även avsnitt 16.2 i *Limträhandbok Del 2*.

Tabell 22 Exempel på brandskyddsisolering av olika förband. Minsta isolertjocklek i mm.¹⁾

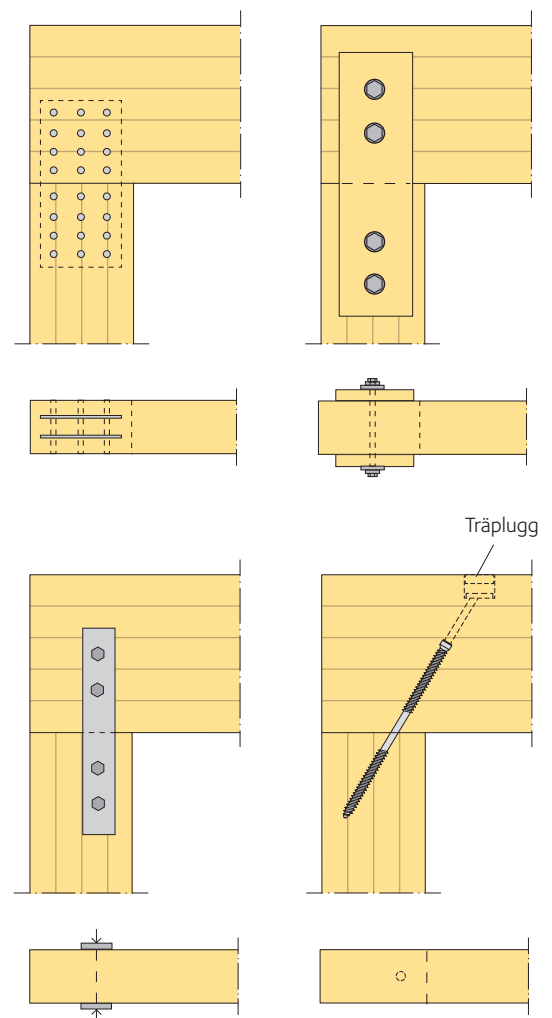
Material	Minimi-densitet, medelvärde (kg/m ³)	Spik-, träskruvs-, skruvförband		Dymlingsförband	
		R30	R60	R30	R60
Träskivor ²⁾	600	19	³⁾	14	³⁾
Plywoodskivor, fanerträ	450	23	³⁾	16	³⁾
Konstruktionsvirke, limträ	350	16	44	10	40
Normalgipsskivor (typ A)	–	12,5	3 × 12,5 ⁴⁾	9	2 × 12,5 ⁴⁾
Brandgipsskivor (typ F)	–	12,5	2 × 12,5 ⁴⁾	12,5 ⁵⁾	2 × 12,5 ⁴⁾
Gipsfiberskivor	–	12,5	3 × 12,5 ⁴⁾	9	2 × 12,5 ⁴⁾
Stenullsskivor	30	60	140	45	125
Stenullsskivor	120	40	80	35	75

- ¹⁾ Standardtjocklekar kan vara större.
²⁾ Spånskivor, träfiberskivor, OSB-skivor.
³⁾ Flera skivlag kan beräknas enligt SS-EN 1995-1-2.
⁴⁾ Spikning eller skruvning av varje skivlag.
⁵⁾ Minsta tillgängliga tjocklek i Sverige.

brandskyddsfärg på ena kontaktytan ett effektivt sätt att täppa till eventuella springor. Hos dymlingsförband fås ett mycket effektivt brandskydd genom ökade limträdimensioner plus träpluggar respektive träkilar som skyddar dymlingarna respektive plåtarna från brandexponeringen. Hos skruvförband är det viktigt att skruvskallen försänks och täcks av brandskyddsisoleringen.

Tabell 22 ger exempel på erforderliga isolertjocklekar för klasserna R30 och R60 hos olika brandskyddsisoleringar för spik-, träskruvs- och skruvförband och för dymlingsförband med inslitsad stålplåt. I vissa fall krävs lägre lastutnyttjande hos förbandet vid normal temperatur.

Det billigaste alternativet är vanligtvis stenull men utseendemässigt är inklädnad med limträ, plywood, fanerträ, eller målning med brandskyddsfärg att föredra.


Figur 95 Exempel på olika typer av pelar-balkanslutningar för limträ som uppfyller visst brandmotstånd.

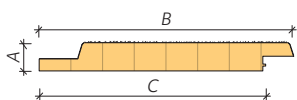
Övriga limträprodukter

Limträytterpanel

Breda utvändiga panelbrädor tillverkas av limträ, med tvärsnittsmåtten 25 × 225 alternativt 25 × 325 mm. Råvaran är gran och limträytterpanelbrädorna har stående årsringar för ökad livslängd, formstabilitet och hållbarhet. Det finns en profil för stående och en för liggande limträytterpanel. Den synliga framsidan är finsågad. Limträytterpanel kan levereras grundmålad, alternativt grundmålad och mellanstruken.

Stående limträytterpanel*

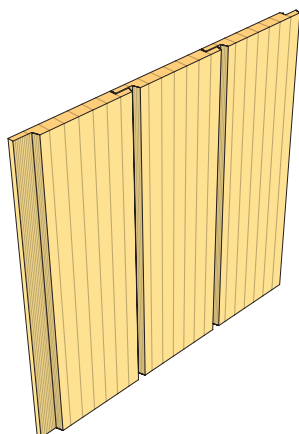
En finsågad framsida.
Tre hyvlade sidor.
Faserna och falsen är rillade.
Stående montering rekommenderas.



A x B C (täckande bredd)

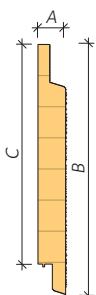
25 x 225	200
325	300

* ej svensk standard



Liggande limträytterpanel*

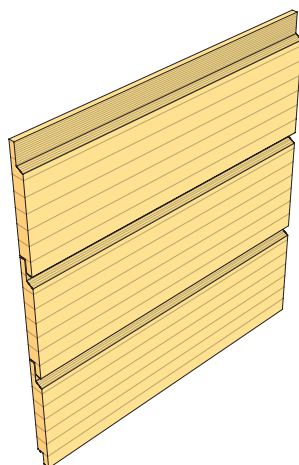
En finsågad framsida.
Tre hyvlade sidor.
Faserna och falsen är rillade.
Liggande montering rekommenderas.



A x B C (täckande bredd)

25 x 225	200
325	300

* ej svensk standard



Specialtillverkning

Där ovanligt stora spännvidder, laster eller andra omständigheter avgör utformningen, tillverkas limträ enligt ritning med tillhörande handlingar, i samråd med limträttillverkarna. Objektstillverkat limträ kan fås i praktiskt taget vilken dimension och form som helst för att uppfylla beställarens krav och förutsättningar.

Några exempel på vanliga objektstillverkade limträprodukter är överhöjda balkar, krökta balkar, pulpetbalkar, sadelbalkar, ramar och bågar.

Överhöjning av limträelement görs av limträttillverkaren efter beställarens ritning och beskrivning. Storleken på överhöjningen ska motsvara den beräknade nedböjningen. Överhöjning behövs inte på kortare balkar.



Limträytterpanel på fasad.

Ytbehandling och underhåll

För att få en långsiktigt hållbar yta på limträ måste i regel en ytbehandling med tillhörande underhåll utföras på plats, särskilt om limträet kommer att exponeras utomhus för väder och vind. Bärande limträkonstruktioner ska skyddas mot nederbörd och annan fukt, till exempel markfukt. Utomhusexponering kan dock förekomma, till exempel limträpelare vid entréer och fasader av limträytterpanel.

Många ytbehandlingar ger ett kortvarigt skydd mot uppfuktning och uttorkning. Vissa ytbehandlingar har dessutom skyddande effekt mot angrepp av mikrobiell påväxt. Med en fuktskyddande ytbehandling motverkas deformationer och sprickbildning i måttlig grad. De flesta sprickor som uppstår i limträelement innebär som regel ingen risk beträffande hållfasthetsegenskaperna. Vid osäkerhet bör dock limträ tillverkaren eller en byggnadskonstruktör kontaktas för ett utlåtande. Färgtillverkarna kan ge utförlig information om olika metoder för ytbehandling och underhåll. Här lämnas några allmänna råd.

Ytbehandling

En ytbehandling kan, med hänsyn till uppbyggnaden, indelas i filmbildande och icke filmbildande ytbehandling.

- Till filmbildande ytbehandlingar hör lasyrfärg, täcklasyr, täckfärg, klarlack och speciella ytskikt, till exempel polyuretan.
- Till icke filmbildande ytbehandlingar hör slamfärg, färglös träolja och kemiska ytbehandlingar, till exempel järnvitriolbehandling.

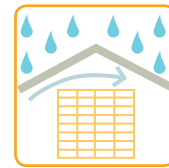
En filmbildande ytbehandling gör ytan lättare att rengöra och skyddar limträet mot mekanisk åverkan. Det finns särskilda täckfärger och klarlack som motverkar flamspridning och rökutveckling vid brand, så kallade brandskyddsfärger, *se vidare under avsnitt Projektering med hänsyn till brand, sidan 62*.

Limträ kan ytbehandlas med samma medel och metoder som används för vanligt trä. De tekniska och estetiska förutsättningarna avgör valet i det enskilda fallet. Impregnerat limträ ger visserligen ett effektivt skydd mot röta men måste ytbehandlas och underhållas på samma sätt som vanligt limträ.

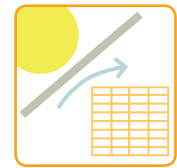
Limträ levereras normalt med fuktkvot som högst motsvarar målfuktkvot 16 % från limträ tillverkaren. Vid inbyggnad får ytfuktkvoten i limträ vara högst 18 %. Vid målning får ytfuktkvoten vara högst 16 %.

Limträ inomhus – ytbehandlingsråd

- I normalt uppvärmda lokaler krävs ingen ytbehandling av limträet om det inte ska ges en annan kulör än limträets egen gulvita. Då kan alla typer av ytbehandlingar användas som används på vanligt trä – täckfärg, täcklasyr, lasyrfärg, klarlack eller träolja. Vid underhållsmålning bör i första hand samma typ av ytbehandling användas som ursprungligen använts.
- I lokaler med hög fuktbelastning, till exempel simhallar och våtutrymmen eller andra lokaler med risk för kondens, bör man vara restriktiv med ytbehandlingar som kräver omfattande förbehandlingar vid underhåll, till exempel täckfärg och klarlack. Välj därför lämplig lasyrfärg eller träolja, som är mer underhållsvänlig.



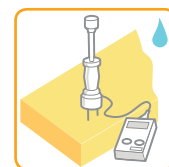
Skydda mot nederbörd



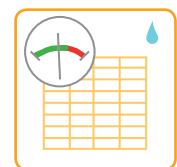
Skydda mot solstrålning



Skogssauna Tomtebo, Gävle, vinnare av Träpriset 2012.



Fuktkvotmätare



Kontrollera fuktkvoten

Vägledning för val av ytbehandlingsmaterial på invändigt limträ

Kombinationsmöjligheter för nymålning och underhåll: ■ = Lämplig ■ = Möjlig ■ = Olämplig

Tabell 23 Vägledning för val av ytbehandlingsmaterial på invändigt limträ

Färgtyp	Linoljefärg	Alkydoljefärg	Akrylatfärg ¹⁾	Träskyddsolja ²⁾	Klarlack	Lasyr ³⁾
Nymålning						
Obehandlat, nytt	■	■	■	■	■	■
Underhåll						
Tidigare målat, linoljefärg	■	■	■	■	■	■
Tidigare målat, alkydfärg	■	■	■	■	■	■
Tidigare målat, akrylatfärg	■	■	■	■	■	■
Tidigare oljat, träskyddsolja	■	■	■ ⁴⁾	■	■	■
Tidigare klarlackat	■	■	■	■	■	■
Tidigare målat, lasyrfärg	■	■	■ ⁵⁾	■	■ ⁶⁾	■

¹⁾ Till invändiga bänkskivor av trä och fönsterbågars mellansidor rekommenderas i första hand alkydoljefärger. Lösningsmedelsburen eller vattenburen alkydoljefärg förekommer.

²⁾ Komeriella preparat är vanligen en kombination av olika torkande och icke torkande oljor samt fungicider. Relativt korta underhållsintervaller. Oljor som innehåller vax ska undvikas.

³⁾ Framhäver träets struktur och ådring. Olika bindemedel förekommer, till exempel alkyd eller akrylat. Vattenburen eller lösningemedelsburen lasyr förekommer.

⁴⁾ Oljade trätytor ska grundas med alkydoljegrundfärg före målning med toppfärgen.

⁵⁾ Laserade trätytor ska grundas med alkydoljegrundfärg före målning med toppfärgen.

⁶⁾ Klarlack används som skyddande topplack på laserade ytor som utsätts för stort slitage.

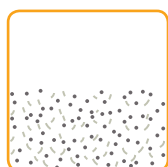
Skydda limträ:



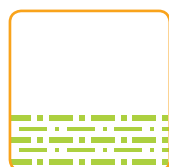
Mot nederbörd



Mot solstrålning



Mot smuts



Mot markfukt

Limträ utomhus – ytbehandlingsråd

- Obehandlat limträ och limträ som ytbehandlats med en opigmenterad behandling (färglös träolja) blir grått efter en tids utomhus-exponering. En obehandlad träyta eller bristfälligt underhållen ytbehandling kan orsaka uppfuktning genom nederbörd, blötsnö, smält- eller stänkvatten, vilket i sin tur på sikt kan orsaka missfärgning och sprickbildning.
- De viktigaste nedbrytande faktorerna vid utomhusexponering är nederbörd, blötsnö, solstrålning och markfukt. Växlingar mellan regn och solsken innebär stora påfrestningar på väderexponerade ytor. Limträ ska skyddas mot nederbörd.
- Vid solbelysning kan en yta snabbt få hög temperatur – mörka ytor kan nå upp mot 70 °C. Detta ger kraftig uttorkning av ytan vilket ger rörelser som följd med risk för att ytskiktet successivt börjar spricka.

Undvik sprickbildning

Limträprodukter som är avsedda att exponeras utomhus, till exempel utvändiga panelbräda, kan levereras industriellt ytbehandlad för att sedan färdigmålas efter uppsättning. En sådan behandling ska ha en filmtjocklek på grundfärgen på minst 60 µm (mymeter) torrt skikt. 60 µm är lika med 0,06 mm, eller att man behöver 1 liter färg till cirka 6 m².

Mindre sprickor, så kallade torksprickor, är i allmänhet så små och ytliga att de inte utgör någon större olägenhet. Större sprickor ger vatten möjlighet att snabbt tränga in i limträets inre delar. De utgör också ficksor för fukthållande skräp och smuts som kan påskynda angrepp av mikrobiell påväxt.

Vägledning för val av ytbehandlingsmaterial på utvändigt limträ

Egenskaperna indelas i tre klasser: **3** = Mycket bra **2** = Bra **1** = Mindre bra

Egenskaperna kan variera med till exempel skiktjocklek, torrhalt, pigmenttyp.

Kombinationsmöjligheter för nymålning och underhåll: ■ = Lämplig ■ = Möjlig ■ = Olämplig

Tabell 24 Vägledning för val av ytbehandlingsmaterial på utvändigt limträ

Färgtyp	Linoljefärg	Alkydoljefärg	Akrylatfärg ¹⁾	Slamfärg ²⁾	Täcklasyr ³⁾	Lasyr	Träolja ⁴⁾	Trätjära ⁵⁾
Egenskaper								
Fuktskydd	3	3	3	1	2	2	2	2
UV-skydd och kulörbeständighet	3	3	3	3	2	1	1	2
Glansbeständighet	1	2	3	1 ⁶⁾	2	1	1	1
Mekaniskt skydd	3	3	3	2	2	1	1	1
Torktid	1	2	3	3	3 ⁷⁾	3 ⁸⁾	1	1
Nymålning								
Obehandlat, nytt	■	■	■ ¹¹⁾	■	■	■	■	■
Obehandlat, ytåldrat	■	■	■ ¹¹⁾	■	■	■	■	■
Impregnerat, träskyddsklass NTR/A och NTR/AB ⁹⁾	■	■	■	■	■	■	■	■
Impregnerat, träskyddsklass NTR/B ¹⁰⁾	■	■	■	■	■	■	■	■
Underhåll								
Tidigare målat, linoljefärg	■	■	■	■	■	■	■	■
Tidigare målat, alkydoljefärg	■	■	■	■	■	■	■	■
Tidigare målat, akrylatfärg	■	■	■	■	■	■	■	■
Tidigare målat, slamfärg	■	■	■	■	■	■	■	■
Tidigare målat, lasyrfärg	■	■	■	■	■	■	■	■
Tidigare olja, träskyddsolja	■	■	■	■	■	■	■	■
Tidigare olja, petroleumolja	■	■	■	■	■	■	■	■
Tjärbehandlat, trätjära	■	■	■	■	■	■	■	■
Järnvitriolbehandlat, järnvitriol	■	■	■ ¹¹⁾	■	■	■	■	■

¹⁾ Vid målning med akrylatfärg på obehandlat trä ska träytor oljas med penetrerande grundolja och grundas med alkydoljegrundfärg enligt färgtillverkarens anvisningar.

²⁾ Vanligen slamfärg i rött, men andra pigment förekommer. Vattenburen. Endast på sågade eller finsågade trätytor. Linoljehalt högst 8 procent av den våta färgens vikt.

³⁾ Kan ha olika bindemedel, till exempel alkyd, akrylat eller alkyd + akrylat. Vattenburen eller lösningsmedelsburen.

⁴⁾ Kommersiella preparat är vanligen en kombination av olika torkande och icke torkande oljor samt ibland en liten beståndsdel av fungicid, ett ämne mot angrepp av mikroorganismer. Oljor som innehåller vax bör undvikas.

⁵⁾ Olika kvaliteter förekommer. Torkar mycket långsamt. Stark lukt.

⁶⁾ Slamfärger har en matt yta.

⁷⁾ För täcklasyr med alkyd som bindemedel är torktiden **2**.

⁸⁾ För lasyr med alkyd som bindemedel är torktiden **2**.

⁹⁾ Användning av impregnerat trä och träskyddsmedel regleras av Kemikalieinspektionen, KEMI.

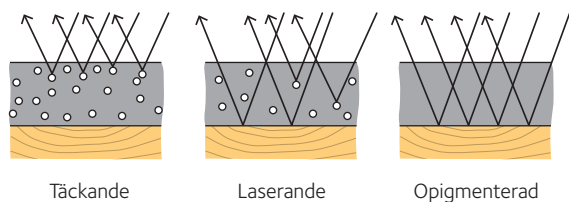
¹⁰⁾ Förekommer i bland annat fönster och trädgårdsmöbler av furu och är oljebaserad.

¹¹⁾ Trätytor ska grundas med penetrerande grundolja och därefter en strykning med alkydoljegrundfärg före målning med toppfärgen.

Särskilt på horisontella ytor och i stora sprickor där vatten kan bli stående är risken stor för röta. Sprickor som uppstått bör fyllas med lämpligt material för att förhindra fortsatt sprickbildning.

Med hjälp av i första hand rätt konstruktiv utformning kan långvarig uppfuktning minimeras. Uppvärmning från värmeledningsrör eller varmluftsinsblåsning kan medföra risk för lokal uttorkning och sprickbildning.

Färgtypers olika täckande förmåga



Figur 96 Solens UV-strålar bryter ned en träyta. Bilden visar skillnaden mellan olika färgtypers täckande förmåga för att förhindra nedbrytningen.



Metropol Parasol i Sevilla med skyddande ytskikt av polyuretan.



Följ uppställd
checklista



Kontrollera
limträet

Hastiga fuktkvotsförändringar kan dämpas med en fuktskyddande beklädnad eller ytbehandling.

Ändträytor suger fukt väsentligt snabbare än övriga träytor. Bärande limträbalkar som har väderexponerade ytor måste i regel förses med en inklädnad av till exempel ventilerande plåtbeklädnad eller utvändiga panelbrädor, särskilt på ändträytor och översidor. Om detta inte är möjligt ska de exponerade ytorna regelbundet ytbehandlas med ett fuktskydd, till exempel penetrerande grundolja eller träskyddsprodukt.

Motverka nedbrytning av UV-strålning

Genom att använda en pigmenterad ytbehandling erhålls ett bättre skydd mot UV-strålning. Ju högre pigmenthalt, desto bättre skydd – en täckfärg ger optimalt UV-skydd och god hållbarhet. Täcklasyr och lasyrfärg ger ett visst men begränsat UV-skydd och därmed sämre hållbarhet jämfört med täckfärgssystem.

Klarlack och färglös träolja ger i regel ett otillräckligt skydd mot UV-strålar och bör därför inte användas till utomhusexponerat limträ, som är svårt att byta ut, såvida man inte accepterar den ytliga vädergrånaden. Klarlack på utvändigt limträ kan så småningom börja krackelera och flagna av, vilket försvårar underhållet. Det finns klarlack med inbyggt UV-filter. I kvalificerade sammanhang, kan limträ förses med ett skyddande ytskikt av polyuretan.

Underhåll

Underhåll av byggnader svarar för en betydande del av deras totala kostnader. Att vårda byggnader kräver förståelse, kunskap, varsamhet och omdöme. En byggnad eller anläggning som inte underhålls förfaller. För träbroar finns myndighetskrav på regelbundna inspektioner.

Underhåll syftar till att vidmakthålla funktioner och att bevara. Regelbunden översyn av olika byggnadsdelar ingår i det löpande underhållet och är nödvändigt för att man i tid ska kunna upptäcka nedsatt funktion eller en begynnande skada och för att kunna bestämma lämpliga underhållsåtgärder.

Det finns inga bestämda underhållsintervaller för olika material och konstruktioner. Yttre påverkan kan variera så mycket att det är omöjligt att generellt ange hur ofta en översyn behöver göras och vilka underhållsintervall för olika åtgärder som det är fråga om i ett enskilt fall.

Underhållsplanering

Underhållet bör tidplaneras och en underhållsplan bör innehålla åtgärder som erfordras under aktuell period, normalt de närmaste tio – femton åren. I underhållsplanen redovisas de åtgärder som ska utföras årsvis under perioden samt omfattning och kostnader.

En limträstommes kondition från underhållssynpunkt kan fastställas med olika metoder. Det vanligaste och enklaste sättet är okulär bedömning på platsen. Besiktning av en erfaren byggnadsingenjör/-konstruktör ger en god bild av limträstommens underhållsstatus.

Med hjälp av mätning och provtagning kan man skaffa sig kompletterande underlag för att kunna göra en säkrare bedömning. Mätning av fuktkvoten i limträet är en vanlig metod för att få mer information om fuktförhållanden. Om det finns begynnande röta eller mikrobiell påväxt kan man med hjälp av specialföretag fastställa typ och art genom odling.

Översyn och kontroller bör göras regelbundet och systematiskt i form av besiktningar eller inspektioner. Se till att dokumentera noga.

Resultatet från besiktningen tjänar sedan som underlag för bedömning av vilka åtgärder som ska sättas in och när dessa åtgärder senast måste vara utförda.

När det gäller limträstommar bör följande iakttas vid en besiktning/inspektion:

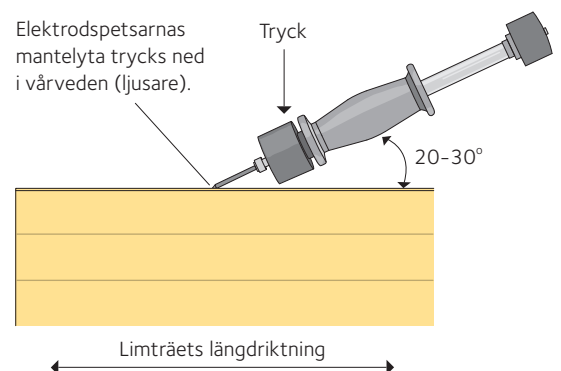
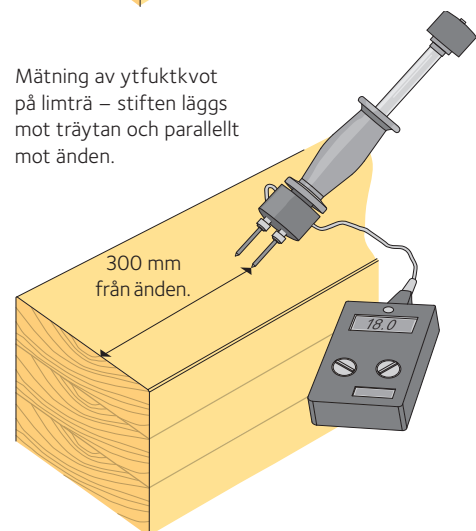
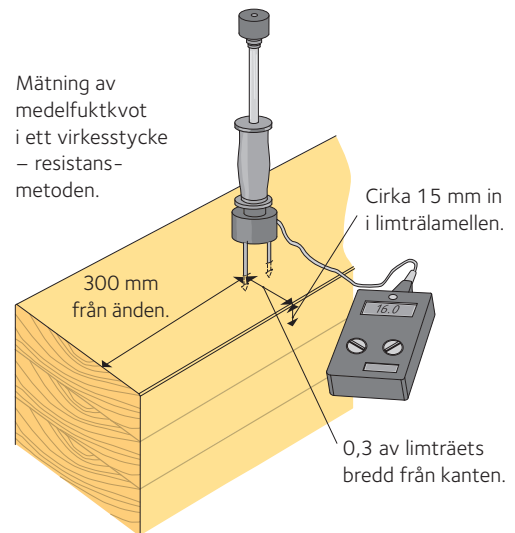
- Bärförmåga.
- Förekomst av röta.
- Förekomst av mikrobiell påväxt.
- Fuktkvot i limträet.
- Förekomst eller spår av insekter.
- Förekomst av sprickor och delaminering (bristfälliga limfogar).
- Förekomst av springor och glipor.
- Förbandens funktion.
- Förekomst av besvärande svikt (balkonger eller bjälklag).
- Deformationer, till exempel onormala nedböjningar eller andra formförändringar.
- Infästningars kondition, till exempel förekomst av korrosion.

Utomhusexponerat limträ

Känsliga punkter där limträ ingår är till exempel taksprång med utkragande limträbalkar eller exempelvis utanpåliggande limträpelare. Ändrättytor är särskilt känsliga för uppfuktning och kräver därför regelbunden översyn.

Horisontella limträtytor ska vara täckta med plåt eller skyddas på motsvarande sätt mot nederbörd. Plåtbleck och plåtbeklädnader bör regelbundet ses över så att de uppfyller avsedd funktion.

Färgskikt skyddar trävirket mot den nedbrytande UV-strålningen samt i regel även mot uppfuktning. Redan något år efter en målning uppstår synbara defekter i ett färgskikt och dessa defekter tilltar successivt med åren.



Nederdelen av hammarelektroden kan slipas ner så att rätt vinkel uppnås.

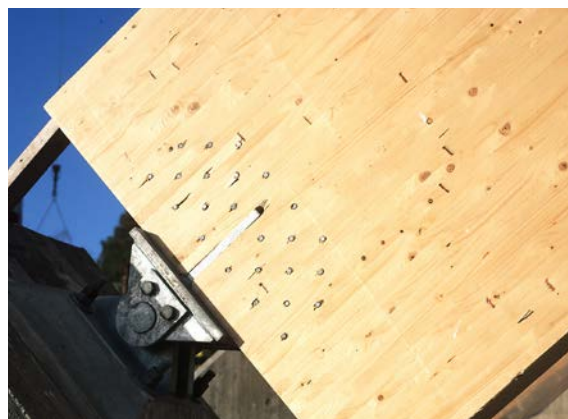
Figur 97 Mätning av medelfuktkvot och ytfuktkvot.



Kostall med stomme av limträ.



Bro av limträ för tung trafik, Iggesund.



Exempel på båganfang med inslitsade stålplåtar och dymlingar av stål, Kolmårdens djurpark.

Yttre påverkan varierar kraftigt mellan inlands- och kustklimat. Även väderstrecken ger olika påverkan – en sydfasad är mycket hårdare utsatt än de övriga fasaderna. Norrfasader ligger i kyligare och fuktigare klimat. Byggnaders höjdläge kan också ge olika påverkan. Träbroar över vattendrag utsätts för stora mängder fukt.

Växlingar i omgivningens luftfuktighet kan ge betydande fuktrörelser som i sin tur kan orsaka sprickor i träunderlaget och krackeleringar i färgskiktet. Underhållsbehovet för olika färgsystem varierar lika mycket som klimatet.

Utomhusexponerade material utsätts för hård nedsmutsning från luftföroreningar. Av tekniska och estetiska skäl kan utvändiga målade ytor behöva rengöras. En borste och vatten kan ofta vara tillräckligt. En effektivare metod är högtryckstvätt, men man bör vara försiktig med den yttre miljön och med arbetsmiljön samt beakta att limträet inte tillförs onödigt stora mängder fukt som inte kan avgå inom rimlig tid.

Målade ytor bör regelbundet ses över med avseende på förekomst av missfärgning, blåsbildning och sprickbildning (krackelerande färgskikt).

Kontrollera att limträet är fritt från röta och mikrobiell påväxt. Grova genomgående sprickor i limträ är olämpligt målningsunderlag för täckande färg varför sådant limträ ska bytas ut i samband med underhåll. Springor, som släpper in fukt och som är omöjliga att ”måla igen”, bör inte heller förekomma i utomhusexponerat limträ.

När man har fastställt limträstommens status återstår att föreslå och vidta nödvändiga underhållsåtgärder. Om befintligt färgskikt ska tas bort har man stor frihet att välja färgtyp till ommålningen. Om befintligt färgskikt är i sådant skick att väsentliga delar kan få sitta kvar, bör man vid val av färg nogta ta hänsyn till och analysera befintligt färgskikt.

Underhållsmålning

Målning får inte utföras på limträ som har rötskador eller grova sprickor. Mindre sprickor finns alltid – de brukar normalt inte vålla några problem om man behandlar dessa flödigt med penetrerande grundolja eller träskyddsprodukt och grundfärg.

Vid underhåll ska limträ som är skadat eller i övrigt olämpligt som målningsunderlag bytas ut innan målningsarbetet kan påbörjas. Ytor som har mikrobiell påväxt ska rengöras. Nya limträytor avsedda för täckmålning måste skyddas mot ljusnedbrytning så snart som möjligt, eftersom träytan blir försvagad redan efter några veckors exponering utomhus och detta medför en försämrad hållbarhet för vissa färgtyper, särskilt för moderna täckfärgssystem. Sådant limträ ska därför, efter kontroll av ytfuktkvoten, ytbehandlas snarast efter montage.

Det är viktigt att minimera risken för uppfuktning av utvändiga limträytor, för att motverka sprickbildning, deformationer och mikrobiell påväxt. Den effektivaste och mest hållbara fuktskyddande ytbehandlingen erhålls med ett täckande, filmbildande färgsystem.

Ommålning kan i regel utföras på befintligt färgskikt förutsatt att färgskiktet är väl förankrat mot träunderlaget. Löst sittande färgskikt ska avlägsnas. Man bör i möjligaste mån välja samma färgtyp till ommålningen som det befintliga yttersta färgskiktet, förutsatt att det befintliga inte givit upphov till röta. Vid alltför tjocka och krackelerande färgskikt, det vill säga efter ett antal underhållsmålningar, bör man överväga färgborttagning.

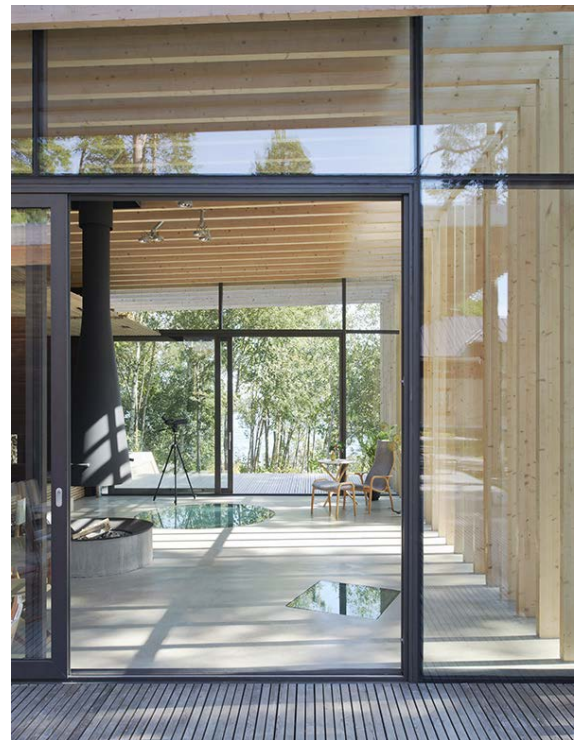
Till täckande målning används till den första behandlingen – grundningen – ett medel som kan tränga in i limträet. Vid användning av traditionella färgtyper – linoljefärg och alkydoljefärg – kan grundningen i regel bestå av penetrerande grundolja eller träskyddsprodukt och grundfärg (i vissa fall utspädd färdigfärg/toppfärg).

I ett modernt täckfärgssystem är grundbehandling i allmänhet fråga om en tvåstegsbehandling med en penetrerande grundolja eller träskyddsprodukt och en förseglande grundfärg. Penetrerande grundolja ska ge fuktskydd och bör innehålla verksamma beståndsdelar mot mikrobiell påväxt. Grundfärgen ska vara penetrerande och ge ytterligare fuktskydd. Färdigfärgen – toppfärgen – är vanligen alkydoljefärg eller akrylatfärg, men även andra färgtyper förekommer, till exempel blandningar av alkyd och akrylat. Toppfärgen ska tekniskt sett skydda grundfärgen mot nedbrytning. Ett modernt täckfärgssystem har vattenburna produkter som är skonsamma för miljö och människor. Färgtillverkarens anvisningar ska följas noggrant.

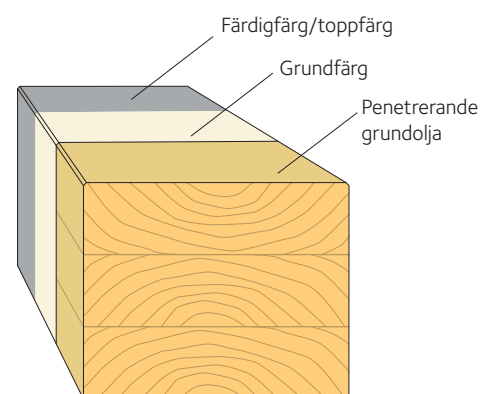
Ursprunglig ytbehandling har från början valts med hänsyn till flera olika faktorer. Täckande färgsystem ger i regel god kulörbeständighet och hållbarhet men kräver ofta omfattande förbehandling vid underhåll.

Laserande färg ger sämre kulörbeständighet och hållbarhet jämfört med täckande färgsystem men är enklare att underhålla. Valet av ytbehandling är ju emellertid även estetiskt betingat.

Läs mer om drift och underhåll av limträ i *Drift och underhåll av limträ* från Svenskt Trä.



Skogssauna, Tomtebo, Gävle, vinnare av Träpriset 2012. Väggar med linoljelasyr, golv obehandlad kärnfuru, pergolataken av limträ i gråvit oljelasyr.



Figur 98 Täckfärgssystem

Träskydd

Impregnerat limträ

Där konstruktivt träskydd bedöms otillräckligt och där risk föreligger för allvarliga personskador, kan det vara motiverat att använda impregnerat limträ.

Genom att i vissa speciella situationer använda impregnerat limträ kan ett långvarigt och effektivt rötskydd erhållas. Det kan dock inte ersätta det konstruktiva träskyddet, utan ska ses som ett komplement. Fukt som tillförs en konstruktion kan ge upphov till andra problem än röta.

Impregnerat trä saluförs i sex olika träskyddsklasser, NTR/M, NTR/A, NTR/AB, NTR/B, NTR/Gran och NTR/GW som lämpar sig för olika användningsområden. Träskyddsklass NTR/M är avsedd för användning i havsvatten där det finns risk för angrepp av skeppsmask. Klass NTR/A är avsedd för permanent markkontakt och klass NTR/AB för användning ovan mark.

Klass NTR/B är avsedd för utvändiga snickerier och används nästan uteslutande för impregnering av virke till fönster och ytterdörrar.

Impregnerat trä enligt dessa klasser är producerat enligt gemensamma nordiska regler som utarbetats av Nordiska Träskyddsrådet, NTR, och som baseras på europeiska standarder. De företag som producerar klassificerat, impregnerat trä är certifierade enligt ett regelverk som också tagits fram av NTR.

Limträ kan tillverkas med lameller av impregnerat trä och skyddseffekten kan ytterligare ökas genom efterbehandling med penetrerande grundolja. Alternativt kan hela limträelement impregneras industriellt.

Observera att limträprodukter inte kan klassificeras enligt NTR-systemet utan endast det ingående lamellvirket.

Kemikalieinspektionens, KEMI, föreskrifter reglerar användningen av produkter av impregnerat trä. Trä till konstruktioner som kräver ett särskilt gott skydd mot träförstörande organismer får vara impregnerat i träskyddsklass NTR/A i följande situationer:

- Konstruktioner i permanent kontakt med mark, sötvatten eller bräckt vatten.
- Konstruktioner ovan mark där personsäkerheten kräver att de inte försvagas eller som kan vara svåra att inspektera och byta ut.
- För att ge skydd mot träförstörande svampar och insekter.

Brokonstruktioner och utomhusläktare är exempel på användningsområden för impregnerat limträ.



Impregnerade limträpelare

Checklista för beskrivning och beställning

En väl utförd limträkonstruktion förutsätter en korrekt och entydig beskrivning. Vid projektering och upprättande av handlingar bör följande uppgifter anges:

Nr	Beskrivning	Datum	Sign
1	Elementbeteckning för identifikation.		
2	Antal enheter. Vid olika enheter ska antal enheter för dessa specificeras, till exempel 20 st pelare med längden 5 400 mm, 10 st pelare med längden 3 200 mm och så vidare. Observera att en treledsram eller en treledsbåge består av två element.		
3	Typ av konstruktionselement, till exempel rak balk, pelare, sadelbalk eller referens till ritning.		
4	Nominella tvärsnittsmått ska anges, se även avsnitt <i>Måttsättning</i> , sidan 61.		
5	En limträbalk anges med breddmått b , höjdmått h och längdmått L .		
6	En limträpelare anges med breddmått b , djupmått h och höjdmått L .		
7	För balkar med olika höjdmått, till exempel sadelbalk, anges minsta höjd/största höjd. För speciella elementtyper anges mått på ritning. Bearbetning, till exempel urtag och kapning, kan utföras av tillverkaren enligt ritning, se avsnitt <i>Måttsättning</i> , sidan 61.		
8	Hållfasthetsklass enligt SS-EN 14080, till exempel GL30c.		
9	Limtyp. Tillverkningsstandard är Limtyp I.		
10	Utseendekvalitet. Lagerstandard i Sverige är Renhyvlade, ej lagade ytor som betecknas R. Renhyvlade, lagade ytor betecknas RL. Hyvlade ytor betecknas H. Justerade ytor betecknas J. Utseendeklasser enligt avsnitt <i>Utseendekvalitet</i> , sidan 22.		
11	Om Renhyvlade, lagade ytor specificeras, ange vilka ytor som efter montage blir synliga.		
12	Om överhöjning önskas, ange måttet för överhöjningen i mm.		
13	Om annat träslag än gran önskas, till exempel furu.		
14	Om impregnerat limträ önskas, ange träskyddsklass på ingående lamellvirke alternativt om hela limträelement ska vara impregnerat samt eventuell ytbehandling.		
15	Särskilda önskemål beträffande emballage, till exempel styckevis emballering, lastordning, kantskydd för kranmontage etcetera.		
16	Om andra måttoleranser önskas än de standardiserade, ange särskilda krav på plus- och minustoleranser, se sidan 23.		

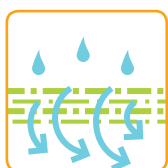
Tabell 25 Exempel på specifikation i samband med en beställning

Typ av element	Antal (st)	b (mm)	h (mm)	L (mm)	Utseendekvalitet	Hållfasthetsklass/limtyp	Anmärkning
Rak balk	12	90	405	9 000	R	GL30c / Limtyp I	Emballage: PE-film
Pelare	24	90	315	3 500	R	GL30c / Limtyp I	Grundmålet 60 μ m

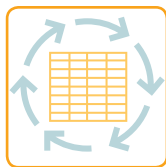
Observera Limträttillverkaren kan ha egna beteckningar för utseendekvalitet.



Skydda mot nederbörd



Dränerad mark



Placera limträ för utomhusbruk ventilerat och skyddat



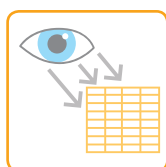
Skydda mot nedsmutsning



Skydda mot solstrålning



Se till att emballaget är helt



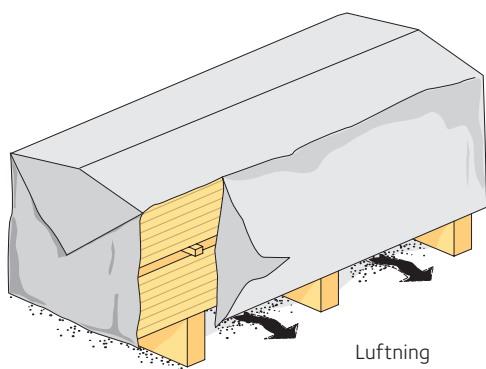
Kontrollera kvaliteten



Fuktkvotsmätare



Kontrollera fuktkvoten

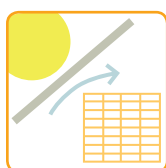


Figur 99 Lagring av limträ

Exempel på hur man kortvarigt kan skydda limträ på byggarbetsplatsen.



Ventilation under presenning



Skydda mot solstrålning



Strölägg limträet om det blivit fuktigt

Hantera limträ rätt

Lagring och hantering av limträ kräver omsorg och kan på ett avgörande sätt påverka inte bara konstruktionens utformning utan även projektets ekonomi och planering. För att kunna montera limträelement krävs nästan alltid tillgång till någon form av lyftanordning.

Till skydd mot nederbörd, solstrålning, smuts och markfukt under transport, lagring och montage levereras limträ som regel emballerat, buntvis eller var för sig.

Vid leverans

- Montage: planera montaget i god tid före lossning för att undvika tidskrävande omlastningar.
- Emballage: kontrollera att det är helt.
- Kvantitet och dimensioner: kontrollera att antal limträprodukter och dimensioner samt att beslag stämmer mot beställning och följesedeln.
- Kvalitet: kontrollera leveransen, notera eventuella synliga skador. Stäm av sort och märkning mot beställning och följesedeln.
- Fuktkvot: ta stickprov på ett antal limträprodukter med en elektrisk resistansfuktkvotsmätare med isolerade hammarelektroder för att få en indikation på att fuktkvoten stämmer mot beställningen.
- Märk upp tydligt och systematiskt enskilda limträprodukter och beslag för att underlätta montaget.
- Dränera eventuell fukt innanför emballaget genom att skära upp det på undersidan.
- Kontrollera att limträet är rent från jord och smuts.

Vid lagring

- Lägg aldrig limträ direkt på marken.
- Placera inte limträ där det finns risk för nedsmutsning av till exempel stänk från takdropp eller trafik.
- Marken ska vara snöröjd.
- Se till att lagringsplatsen ligger i skugga under vår, sommar och höst. Solbelysta limträytor får högre temperatur än utomhus-temperaturen vilket kan leda till sprickbildning eller kondens, som ökar risken för mikrobiell påväxt.
- Använd rena underslag, minst 300 mm höga över mark eller golv och som ger god luftning. Se till att ha tillräckligt stort antal underslag så att limträet inte böjs.
- Underlaget ska vara torrt och plant så att limträelementen inte slår sig eller skevbelastas.
- Placera rena ströläkt mellan limträelementen och placera läkten lodrätt ovanför varandra.
- Vid utomhuslagring skyddas limträ till exempel med presenningar som läggs på rena regler så att fullgod ventilation erhålls under presenningen. Se till att presenningen inte ligger an mot limträet någonstans. Låt inte presenningen gå ända ner till marken.
- Undvik långvarig lagring utomhus på byggarbetsplatsen.

Observera Om limträ blivit fuktigt måste det ges möjlighet att långsamt torka ut för att motverka uppkomst av sprickor. Det är dock normalt att sprickor kan uppstå av den uttorkning som limträet utsätts för under byggnadens första år.

Vid montaget

- Kontrollera fuktkvoten och ytfuktkvoten innan limträprodukten används samt att det inte förekommer mikrobiell påväxt.
- Använd breda, rena stroppar vid kranlyft och skydda limträelementens kanter med plåtvinklar eller annat kantskydd, så att inga lyftmärken uppkommer.
- Se till att arbetshandskar, stroppar och andra lyftdon är rena.
- Gå inte på ytor som ska vara synliga efter montage.
- Vidta nödvändiga åtgärder för att säkra stommen mot vind och andra påfrestningar under byggskedet.
- Fixera limträprodukterna i rätt läge tills dess att stommen har stabiliserats.
- Låt emballaget sitta kvar efter montage som skydd mot nedsmutsning och nederbörd under byggskedet.
- I samband med montage används med fördel byggbeslag av varmförzinkad stålplåt och ankarspik eller -skruv. I bygg- och trävaruhandeln finns olika typer av standardiserade byggbeslag.
- Kontrollera att ytfuktkvoten vid inbyggnad är högst 18 % och vid målning högst 16 %. Ta stickprov med en elektrisk resistansfuktkvotmätare med isolerade hammarelektroder.

Viktuppgifter vid hantering

Använd följande viktuppgifter vid hantering av limträ:

- Limträ cirka 500 kg/m³.
- Impregnerat limträ cirka 600 kg/m³.

Bevara fuktkvoten

Ett parti limträ har normalt en fuktkvot som högst motsvarar målfuktkvot 16 % vid leverans från limträtilverkararen. Limträ levereras med ett transportskydd. Om emballaget är helt tätt kan limträ under en kortare tid förvaras utomhus under tak.

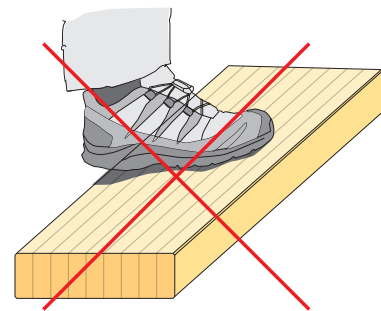
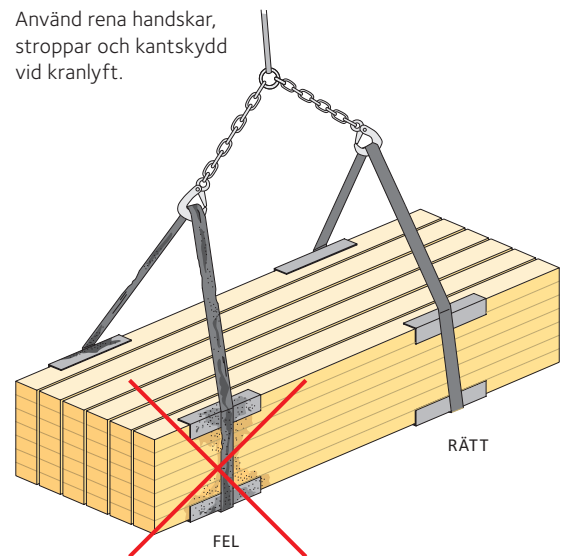
Om emballaget bryts, laga det (även mindre revor) eller ta bort det helt och fortsätt lagra limträet i ett torrt och varmt utrymme om det ska användas inomhus. Limträ som ska användas i icke uppvärmda byggnader eller i utomhusklimat, skyddat under tak, kan lagras i ett kallt utrymme väl skyddat mot nederbörd.

Hantera avfall

Sortera träavfall från limträ i en separat fraktion som sedan kan flisas och brännas för energiutvinning. Avfall från impregnerat limträ ska hanteras enligt anvisningar från kommunens miljökontor.

Läs mer om hantering av limträ i *Hantera limträ rätt* från Svenskt Trä.

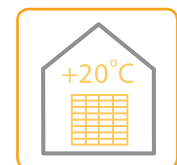
Använd rena handskar, stroppar och kantskydd vid kranlyft.



Trampa inte på limträprodukten.



Sexsidigt emballage



Limträ för inomhusbruk ska lagras inomhus



Avfall

Figur 100 Hantera limträ rätt



Symboler

Symboler i SS-EN 1995-1-1.

Symbol	Förklaring
Latinska versaler	
A	Tvärsnittsytta
A_{ef}	Effektiv area för kontaktytan mellan en spikplåt och det underliggande träet; effektiv kontaktyta vid tryck vinkelrätt mot fiberriktningen
A_f	Flänsens tvärsnittsarea
$A_{net,t}$	Nettotvärsnittsarea vinkelrätt fiberriktningen
$A_{net,v}$	Nettoskjuvarea parallellt fiberriktningen
C	Fjäderkonstant
$E_{0,05}$	Elasticitetsmodulens 5-procentsfraktil
E_d	Elasticitetsmodulens dimensioneringsvärde
E_{mean}	Elasticitetsmodulens medelvärde
$E_{mean,fin}$	Slutligt medelvärde på elasticitetsmodulen
F	Kraft
$F_{A,Ed}$	Dimensionerande kraft på en spikplåt verkande i den effektiva areans tyngdpunkt
$F_{A,min,d}$	Minsta dimensionerande kraft på en spikplåt verkande i den effektiva areans tyngdpunkt
$F_{ax,Ed}$	Dimensionerande axialkraft på en förbindare
$F_{ax,Rd}$	Dimensionerande värde för axiell utdragsbärförmåga för en förbindare
$F_{ax,Rk}$	Karakteristiskt värde för axiell utdragsbärförmåga för en förbindare
F_c	Tryckkraft
F_d	Dimensionerande kraft
$F_{d,ser}$	Dimensionerande kraft i bruksgrenstillståndet
$F_{f,Rd}$	Dimensionerande bärförmåga per förbindare i ett väggelement
$F_{f,c,Ed}$	Dimensionerande reaktionskraft (tryck) i änden av en väggskiva
$F_{f,t,Ed}$	Dimensionerande reaktionskraft (dragning) i änden av en väggskiva
$F_{i,vert,Ed}$	Vertikal last på en vägg
$F_{i,v,Rd}$	Dimensionerande bärförmåga vid skivverkan för delement i eller vägg i
F_{ja}	Tvärgående last
$F_{M,Ed}$	Dimensionerande kraft från ett dimensionerande moment
F_t	Dragkraft
$F_{t,Rk}$	Karakteristiskt värde för dragbärförmågan hos ett förband
$F_{v,0,Rk}$	Karakteristisk bärförmåga för en skruv med mellanlänggsbricka längs fiberriktningen
$F_{v,Ed}$	Dimensionerande tvärkraft per skjuvningsplan för en förbindare; horisontell dimensionerande kraft på en väggskiva

$F_{v,Rd}$	Dimensionerande skjuvbärförmåga per skjuvningsplan för en förbindare; dimensionerande skjuvbärförmåga
$F_{v,Rk}$	Karakteristisk skjuvbärförmåga per skjuvningsplan för en förbindare
$F_{v,w,Ed}$	Dimensionerande tvärkraft i balkliv
$F_{x,Ed}$	Dimensioneringsvärde för en kraft i x -riktningen
$F_{y,Ed}$	Dimensioneringsvärde för en kraft i y -riktningen
$F_{x,Rd}$	Dimensioneringsvärde för en plåts bärförmåga i x -riktningen
$F_{y,Rd}$	Dimensioneringsvärde för en plåts bärförmåga i y -riktningen
$F_{x,Rk}$	Plåtens karakteristiska bärförmåga i x -riktningen
$F_{y,Rk}$	Plåtens karakteristiska bärförmåga i y -riktningen
$G_{0,05}$	Skjuvmodulens 5-procentsfraktil
G_d	Skjuvmodulens dimensioneringsvärde
G_{mean}	Skjuvmodulens medelvärde
H	En takstols totala höjd
I_f	Flänsens tröghetsmoment
I_{tor}	Vridtröghetsmoment
I_z	Tröghetsmoment kring den vekare axeln
K_{ser}	Förskjutningsmodul
$K_{ser,fin}$	Slutlig förskjutningsmodul
K_u	Momentan förskjutningsmodul vid brottgränstillstånd
$L_{net,t}$	Tvärsnittareans nettobredd vinkelrätt mot fiberriktningen
$L_{net,v}$	Nettolängd av brottyta vid skjuvning
$M_{A,Ed}$	Dimensionerande moment på en spikplåt
$M_{app,d}$	Dimensionerande moment i hjässzonen
M_d	Dimensionerande moment
$M_{y,Rk}$	Karakteristiskt flytmoment för en förbindare
N	Axialkraft
$R_{90,d}$	Dimensionerande fläkbärförmåga
$R_{90,k}$	Karakteristisk fläkbärförmåga
$R_{ax,d}$	Dimensionerande bärförmåga för ett axiellt belastat förband
$R_{ax,k}$	Karakteristisk bärförmåga för ett axiellt belastat förband
$R_{ax,\alpha,k}$	Karakteristisk bärförmåga i en vinkel α mot fiberriktningen
R_d	Dimensionerande värde på bärförmåga
$R_{ef,k}$	Effektiv karakteristisk bärförmåga för ett förband
$R_{w,d}$	Dimensionerande skjuvbärförmåga för en vägg
R_k	Karakteristisk bärförmåga
$R_{sp,k}$	Karakteristisk fläkbärförmåga
$R_{ta,k}$	Karakteristisk bärförmåga för en tandbricka

$R_{v,d}$	Dimensionerande skjuvbärförmåga för en vägg
V	Tvärkraft; volym
V_{ur}, V_l	Tvärkrafterna i övre respektive nedre delen av en balk med ett hål
W_y	Böjmotstånd kring y -axeln
X_d	Dimensionerande värde för en hållfasthetsegenskap
X_k	Karakteristiskt värde för en hållfasthetsegenskap
Latinska gemena	
a	Avstånd
a_1	Avstånd, parallellt fiberriktningen, mellan förbindare inom en rad
$a_{1,CG}$	Minsta ändavstånd till tyngdpunkten för träskruven i respektive virkesdel
a_2	Avstånd, vinkelrätt fiberriktningen, mellan rader av förbindare
$a_{2,CG}$	Minsta kantavstånd till tyngdpunkten för träskruven i respektive virkesdel
$a_{3,c}$	Avstånd mellan förbindare och obelastad ände
$a_{3,t}$	Avstånd mellan förbindare och belastad ände
$a_{4,c}$	Avstånd mellan förbindare och obelastad kant
$a_{4,t}$	Avstånd mellan förbindare och belastad kant
a_{bow}	Största initialkrokighet i en virkesdel i ett fackverk
$a_{bow,perm}$	Största tillåtna initialkrokighet i en virkesdel i ett fackverk
a_{dev}	Största placeringsavvikelse för ett fackverk
$a_{dev,perm}$	Största tillåtna placeringsavvikelse för ett fackverk
b	Bredd
b_i	Bredd hos skiva i eller vägg i
b_{net}	Fritt avstånd mellan väggreglar
b_w	Livets bredd
d	Diameter; gängans ytterdiameter
d_1	Diameter för centrumhålet hos en mellanläggsbricka; gängans innerdiameter
d_c	Mellanläggsbrickans diameter
d_{ef}	Effektiv diameter
d_h	Förbindarens huvuddiameter
$f_{h,i,k}$	Karakteristisk hållkanthållfasthet för trädel i
$f_{a,0,0}$	Karakteristisk förankringshållfasthet per ytenhet för $\alpha = 0^\circ$ och $\beta = 0^\circ$
$f_{a,90,90}$	Karakteristisk förankringshållfasthet per ytenhet för $\alpha = 90^\circ$ och $\beta = 90^\circ$
$f_{a,\alpha,\beta,k}$	Karakteristisk förankringshållfasthet
$f_{ax,k}$	Karakteristisk utdragshållfasthet för spetsändan för en spik; karakteristisk utdragshållfasthet
$f_{c,0,d}$	Dimensionerande tryckhållfasthet längs fiberriktningen
$f_{c,w,d}$	Dimensionerande tryckhållfasthet hos balkliv
$f_{f,c,d}$	Dimensionerande tryckhållfasthet hos balkfläns
$f_{c,90,k}$	Karakteristisk tryckhållfasthet vinkelrätt mot fiberriktningen

$f_{t,t,d}$	Dimensionerande draghållfasthet hos balkfläns
$f_{h,k}$	Karakteristisk hållkanthållfasthet
$f_{head,k}$	Karakteristisk genomdragshållfasthet för förbindare
f_1	Lägsta egenfrekvens
$f_{m,k}$	Karakteristisk böjhållfasthet
$f_{m,y,d}$	Dimensionerande böjhållfasthet kring y -axeln (huvudaxel)
$f_{m,z,d}$	Dimensionerande böjhållfasthet kring z -axeln (huvudaxel)
$f_{m,\alpha,d}$	Dimensionerande böjhållfasthet i vinkeln α mot fiberriktningen
$f_{t,0,d}$	Dimensionerande draghållfasthet längs fiberriktningen
$f_{t,0,k}$	Karakteristisk draghållfasthet längs fiberriktningen
$f_{t,90,d}$	Dimensionerande draghållfasthet vinkelrätt mot fiberriktningen
$f_{t,w,d}$	Dimensionerande draghållfasthet hos balkliv
$f_{u,k}$	Karakteristisk draghållfasthet för skruv
$f_{v,0,d}$	Dimensionerande panelskjuvhållfasthet
$f_{v,\alpha,\alpha,k}$	Karakteristisk utdragshållfasthet i vinkel α mot fiberriktningen
$f_{v,\alpha,\alpha,90,k}$	Karakteristisk utdragshållfasthet vinkelrätt mot fiberriktningen
$f_{v,d}$	Dimensionerande skjuvhållfasthet
h	Höjd; vägghöjd
h_{sp}	Hjässzonens höjd
h_d	Håldjup
h_e	Inträngningsdjup; avstånd till belastad kant
h_{ef}	Effektiv höjd
$h_{f,c}$	Höjd hos tryckt fläns
$h_{f,t}$	Höjd hos dragen fläns
h_{rt}	Avstånd från hålets undre kant till elementets underkant
h_{ru}	Avstånd från hålets övre kant till elementets överkant
h_w	Livhöjd
i	Vinkel på urtag
$k_{c,y}, k_{c,z}$	Instabilitetsfaktor
k_{cr}	Sprickfaktor för skjuvbärförmåga
k_{crit}	Faktor som används vid beräkning av vippling
k_d	Dimensionsfaktor för skiva
k_{def}	Deformationsfaktor
k_{dis}	Korrektionsfaktor som tar hänsyn till spänningsfördelningen i hjässzonen
$k_{f,1}, k_{f,2}, k_{f,3}$	Korrektionsfaktorer för bärförmåga hos stagningar
k_h	Höjdfaktor
$k_{i,q}$	Faktor för utbredd last
k_m	Faktor som tar hänsyn till omfördelning av böjspänningar i ett tvärsnitt
k_{mod}	Lastvaraktighets- och fuktfaktor

k_n	Faktor för väggs beklädnad
k_r	Reduktionsfaktor
$k_{R,red}$	Reduktionsfaktor för bärförmåga
k_s	Faktor för avstånd mellan förbindare; korrektionsfaktor för fjäderkonstant
$k_{s,red}$	Reduktionsfaktor för inbördes avstånd
k_{shape}	Faktor beroende på tvärsnittets form
k_{sys}	Faktor för bärförmåga hos ett system
k_v	Reduktionsfaktor för balkar med urtag
k_{vol}	Volymfaktor
k_y eller k_z	Instabilitetsfaktor
$l_{a,min}$	Minsta förankringslängd för en inlimmad skruv
l, L	Spännvidd; kontaktlängd
l_A	Avstånd från ett hål till elementupplagets centrumlinje
l_{ef}	Effektiv längd; effektiv fördelningslängd
l_V	Avstånd från ett hål till elementets ände
l_z	Centrumavstånd mellan hål
m	Massa per ytenhet
n_{40}	Antal frekvenser under 40 Hz
n_{ef}	Effektivt antal förbindare
ρ_d	Utbredd last
q_i	Ekvivalent jämnt utbredd last
r	Krökningsradie
s	Avstånd/delning
s_0	Basavstånd mellan förbindare
r_{in}	Innerradie
t	Tjocklek
t_{pen}	Inträngning
u_{creep}	Krypdeformation
u_{fin}	Slutlig deformation
$u_{fin,G}$	Slutlig deformation för permanent last G
$u_{fin,Q,1}$	Slutlig deformation för den variabla huvudlasten Q_1
$u_{fin,Q,i}$	Slutlig deformation för samhörande variabla laster Q_i
u_{inst}	Momentan deformation
$u_{inst,G}$	Momentan deformation för permanent last G
$u_{inst,Q,1}$	Momentan deformation för den variabla huvudlasten Q_1
$u_{inst,Q,i}$	Momentan deformation för samhörande variabla laster Q_i
w_c	Överhöjning
w_{creep}	Krypedböjning
w_{fin}	Slutlig nedböjning
w_{inst}	Momentan nedböjning
$w_{net,fin}$	Slutlig nettonedböjning
v	Impulshastighetsrespons

Grekiska gemena	
α	Vinkeln mellan x-riktningen och kraften i en spikplåt; vinkeln mellan kraft och fiberriktning; vinkeln mellan lastens angrepp och den belastade kanten (eller änden)
β	Vinkeln mellan fiberriktningen och kraften för en spikplåt
β_c	Rakhetsfaktor
γ	Vinkel mellan x-riktningen för en spikplåt och tråelementets huvudriktning
γ_M	Partialkoefficient för materialegenskaper, tar också hänsyn till osäkerheter i beräkningsmodell och måttavvikelser
λ_y	Slankhetstal svarande mot böjning kring y-axeln
λ_z	Slankhetstal svarande mot böjning kring z-axeln
$\lambda_{rel,y}$	Relativt slankhetstal svarande mot böjning kring y-axeln
$\lambda_{rel,z}$	Relativt slankhetstal svarande mot böjning kring z-axeln
ρ_k	Karakteristisk densitet
ρ_m	Medeldensitet
$\sigma_{c,0,d}$	Dimensionerande tryckspänning längs fiberriktningen
$\sigma_{c,\alpha,d}$	Dimensionerande tryckspänning i vinkeln α mot fiberriktningen
$\sigma_{f,c,d}$	Medelvärde för dimensionerande tryckspänning i fläns
$\sigma_{f,c,max,d}$	Dimensionerande tryckspänning i flänsens yttersta fiber
$\sigma_{f,t,d}$	Medelvärde för dimensionerande dragspänning i fläns
$\sigma_{f,t,max,d}$	Dimensionerande dragspänning i flänsens yttersta fiber
$\sigma_{m,crit}$	Kritisk böjspänning
$\sigma_{m,y,d}$	Dimensionerande böjspänning kring y-axeln (huvudaxel)
$\sigma_{m,z,d}$	Dimensionerande böjspänning kring z-axeln (huvudaxel)
$\sigma_{m,\alpha,d}$	Dimensionerande böjspänning i vinkeln α mot fiberriktningen
σ_N	Normalspänning
$\sigma_{t,0,d}$	Dimensionerande dragspänning längs fiberriktningen
$\sigma_{t,90,d}$	Dimensionerande dragspänning vinkelrätt fiberriktningen
$\sigma_{w,c,d}$	Dimensionerande tryckspänning i balkliv
$\sigma_{w,t,d}$	Dimensionerande dragspänning i balkliv
τ_d	Dimensionerande skjuvspänning
$\tau_{F,d}$	Dimensionerande förankringsspänning av axiell kraft
$\tau_{M,d}$	Dimensionerande förankringsspänning av moment
$\tau_{tor,d}$	Dimensionerande skjuvspänning av vridning
ψ_0	Faktor för kombinationsvärde av variabla laster
ψ_1	Faktor för frekvent värde på variabel last
ψ_2	Faktor för kvasipermanent värde på variabel last
ζ	Relativ dämpning

Referenser

SS-EN 301:2013 Lim – Lim av fenol- och aminoplast för bärande träkonstruktioner – Klassificering och egenskapskrav. SIS Förlag AB, 2013.

SS-EN 1991-1-3:2003/AC:2009+A1:2015 Eurokod 1: Laster på bärverk – Del 1-3: Allmänna laster – Snölast. SIS Förlag AB, 2003.

SS-EN 1995-1-1:2004/AC:2006+A2:2014 Eurokod 5: Dimensionering av träkonstruktioner – Del 1-1: Allmänt – Gemensamma regler och regler för byggnader. SIS Förlag AB, 2004.

SS-EN 1995-1-2:2004/AC:2010 Eurokod 5: Dimensionering av träkonstruktioner – Del 1-2: Allmänt – Brandteknisk dimensionering. SIS Förlag AB, 2004.

SS-EN 13501-1:2007+A1:2009 Brandteknisk klassificering av byggprodukter och byggnadselement – Del 1: Klassificering baserad på provningsdata från metoder som mäter reaktion vid brandpåverkan. SIS Förlag AB, 2009.

SS-EN 14080:2013 Träkonstruktioner – Limträ och limmat konstruktionsvirke – Krav. SIS Förlag AB, 2013.

SS-EN 14298:2004 Sågat virke – Bedömning av torkningskvalitet. SIS Förlag AB, 2004.

SS-EN 15425:2008 Lim – Enkomponentspolyuretan för lastbärande träkonstruktioner – Klassificering och funktionskrav. SIS Förlag AB, 2008.

Friskrivningar

Genom att använda innehållet i *Limträhandbok Del 1* godkänner du nedan angivna användarvillkor. All information i *Limträhandbok Del 1* tillhandahålls endast i informationssyfte och ska inte anses vara en rådgivande eller professionell relation med läsaren.

All information tillhandahålls i befintligt skick och utan någon form av garanti, i den utsträckning som tillåts av gällande lag. Även om utgivaren i rimlig omfattning försöker tillhandahålla tillförlitlig information i *Limträhandbok Del 1*, garanterar inte utgivaren att innehållet är fritt från felaktigheter, misstag och/eller avsaknad av information eller att innehållet är aktuellt och relevant för användarens behov.

Utgivaren, Föreningen Sveriges Skogsindustrier, lämnar ingen garanti för några resultat som härrör från nyttjandet av informationen som finns i *Limträhandbok Del 1*. All användning av information i *Limträhandbok Del 1* sker på eget ansvar och på egen risk.

Rättigheterna till innehållet i *Limträhandbok Del 1* tillkommer Föreningen Sveriges Skogsindustrier. Innehållet skyddas enligt upphovsrättslagen. Missbruk beivras. Kopiering av innehållet är förbjuden.

Föreningen Sveriges Skogsindustrier tar inte något ansvar för skada som må orsakas på grund av innehållet i *Limträhandbok Del 1*.

Svensk limträindustri

Råvarorna kommer från svenska skogar och de färdiga produkterna uppfyller den europeiska standarden för CE-märkt limträ. Varje limträstillverkare har en miljödeklaration och de är certifierade av ackrediterat certifieringsorgan.



Martinson Group AB

Burträskvägen 53
937 80 Bygdsiljum
Tel: 0914-207 00
Fax: 0914-207 81
www.martinsons.se



Glulam of Sweden AB

Folkets Husvägen 6
840 10 Ljungaverk
Tel: 0691-363 50
Fax: 0691-330 10
www.glulam.se



Setra Trävaror AB

Amungsvägen 17
770 70 Långshyttan
Tel: 0225-635 00
Fax: 0225-600 34
www.setragroup.com



Moelven Töreboda AB

Box 49
545 21 Töreboda
Tel: 010-122 62 00
Fax: 0506-162 63
www.moelven.se

Limträhandbok Del 1

© Föreningen Sveriges Skogsindustrier, 2016
Femte utgåvan

Utgivare

Skogsindustrierna
Svenskt Trä
Box 55525
102 04 STOCKHOLM
Tel: 08-762 72 60
Fax: 08-762 79 90
E-post: info@svenskttra.se
www.svenskttra.se

Projektledare

Roberto Crocetti – Lunds Tekniska Högskola
Johan Fröbel – Svenskt Trä

Huvudförfattare och redaktör

Holger Gross – Gross Produktion AB

Referensgrupp och faktagranskare

Eric Borgström – Svenskt Trä
Leif Cederlöf – Setra Trävaror AB
Roberto Crocetti – Lunds Tekniska Högskola
Mikael Fonselius – Woodvalue, Finland
Johan Fröbel – Svenskt Trä
Jouni Hakkarainen – Metsä Wood, Finland
Åge Holmestad – Moelven Limtre AS, Norge
Thomas Johansson – Moelven Töreboda AB
Rune Karlsson – Rune Karlssons Byggprojektering i Hedemora
Greger Lindgren – Martinsons Byggsystem KB
Harald Liven – Moelven Limtre AS, Norge
Päivi Myllylä – Puuinfo OY, Finland
Tero Vesanen – Finnish Glulam Association, Finland
Gunnar Utskot – Vestlandske Limtre Industri AS, Norge

Medarbetare

Bengt Friberg – ProService Kommunikation AB
Rune Karlsson – Rune Karlssons Byggprojektering i Hedemora:
Dimensionstabeller
Lotta Olsson – ProService Kommunikation AB
Sture Samuelsson: Limträhistoria
Marie Åsell – Svenskt Trä

Illustrationer

Vendela Martinac – Thelander Arkitektur & Design AB
Cornelia Thelander – Thelander Arkitektur & Design AB

Foto

Tobias Andersson Åkerblom, sidan 11 underst
Per Bergkvist, sidan 72
Patrick Degerman, sidan 15, 64, 68, 76
Sören Håkanlind, sidan 7, 4, 8, 9, 16, 21 nedre, 32, 52, 80
Åke E:son Lindman, sidan 1, 30, 65 nedre, 66, 69, 74 övre, 75
Ola Jais, sidan 5
Carl Michael Johannesson, sidan 29, 74 nedre
Kristofer Lönnå, sidan 74 mitten
Martinson Group AB, sidan 12 nedre, 21, 15, 41, 42, 74, 76
Moelven Limtre AS, sidan 10 övre
Moelven Töreboda AB, sidan 6, 11 övre, 12 övre, 56, 62
ProService Kommunikation AB, sidan 21 övre
Gösta Wendelius, sidan 10 nedre

Grafisk form och produktion

ProService Kommunikation AB

ISBN 978-91-983601-4-1

Publikationer och hemsidor från Svenskt Trä

Publikationer om limträ

Beställ via www.svenskttra.se/publikationer.



Drift och underhåll av limträ

Folder som beskriver ytbehandling och underhåll av limträ. 6 sidor. Format A4.



Hantera limträ rätt

Folder och snabbguide i färg som beskriver hur man lagrar limträ på byggarbetsplatsen. 6 sidor och etikett. Format A4.



Limträhandbok i fyra delar

1. Fakta om limträ. 88 sidor.
2. Projektering av limträkonstruktioner. 268 sidor.
3. Dimensionering av limträkonstruktioner. 224 sidor.
4. Planering och montage av limträkonstruktioner. 80 sidor. Format A4.



Limträ PocketGuide

Samlad information om limträ. 36 sidor. Format A6.

Publikationer om trä

Beställ via www.svenskttra.se/publikationer.



Att välja trä

Samlad information om materialet trä. 120 sidor. Format A4.



Dimensionering av träkonstruktioner i tre delar

1. Projektering av träkonstruktioner. 316 sidor.
2. Regler och formler enligt Eurokod 5. 64 sidor.
3. Exempel. 64 sidor. Format A4.



Guide för handelsortning och hållfasthetsklasser

12 sidor. Format A4.

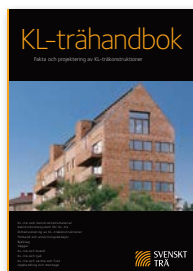
Handelsortering

En hjälpreda om sågade trävaror i Europa enligt SS-EN 1611-1. 60 sidor. Format A5.



Hantera virket rätt

Folder och etikett i färg som beskriver hur man lagrar trä på byggarbetsplatsen. 6 sidor och etikett. Format A4.



KL-trähandbok

Fakta om KL-trä, vägledning vid projektering och konstruktionsberäkningar för statisk dimensionering av KL-trä. 188 sidor i färg. Format A4.



Lathunden

En hjälpreda vid dimensionering och virkesåtgång. 84 sidor. Format A6. Finns även som app. Sök efter Lathunden i App Store eller Google Play och ladda ner.

Hemsidor



www.svenskttra.se



www.svenskttra.se/limtra



www.traguiden.se



www.traradhuset.se



Svenskt Trä verkar för kunskapsspridning, inspiration och utveckling som rör trä, träprodukter och träbyggande. Målsättningen är att genom information och inspiration öka träanvändningen i Sverige och på utvalda marknader utomlands. Svenskt Trä syftar också till att lyfta fram trä som ett konkurrenskraftigt, miljövänligt och hållbart material.

Svenskt Trä är en verksamhet inom branschorganisationen Skogsindustrierna. Bakom Svenskt Trä står svensk sågverks- och limträindustri.

© Föreningen Sveriges Skogsindustrier, 2016.

Box 55525
102 04 Stockholm
Tel: 08-762 72 60
Fax: 08-762 79 90
info@svenskttra.se
svenskttra.se



ISBN 978-91-983601-4-1