



## Trebaserte konstruksjonselementer



JANUAR  
2011



- Homogene produkter
- Flere egenskaper ivaretas av samme produkt
- Lav vekt i forhold til bæreevne



Trebaserte bygningsmaterialer, ofte omtalt som EWP (Engineered Wood Products), har fått stadig mer økende anvendelse innenfor byggevirkksomheten i Norge. Dette FOKUS omhandler trebaserte produkter som benyttes som bjelker, søyler etc. Trebaserte materialer er også behandlet i FOKUS på tre nr. 26, Trebaserte plater.

EWP er videreforedledede produkter. Dette medfører at de er mer skreddersydde til sitt bruk, og at mange fysiske egenskaper er optimalisert. Eksempelvis kan nevnes at:

*EWP er dimensjonsstabile*

- produksjonen foregår industrielt
- delprodukter/-kompositter er spesialtørket før produksjonen
- kravene til delprodukter/-kompositters dimensjonsnøyaktighet er høye pga. den videre produksjon (sammenføring, etc.)

*EWP har lav variasjon med hensyn til fasthets- og stivhetsegenskaper*

- homogene produkter, ofte underlagt ekstern kontroll
- delprodukter/-kompositter spesialsorteres i snevre klasser (fasthet, utseende, etc.)

*EWP optimaliserer materialforbruket*

- optimal oppbygning mht. geometri og materialvalg (riktig råstoff på riktig plass)
- flere egenskaper ivaretas av samme produkt (f.eks. fasthet, isolasjonsevne, lyd, brann)
- kan leveres med eksakte mål (ikke svinn pga. kapp, etc.)
- lav vekt i forhold til bæreevne

*EWP har høy grad av prefabrikasjon*

- kan leveres ferdig til montasje (tverrsnitt, dimensjon, overflatefinish, etc.)

- ikke begrenset av trevirkets lengde og/eller diameter

Alle trebaserte materialer som skal brukes i bærende konstruksjoner, skal ha *dokumenterte fasthets- og stivhetsverdier* basert på ekstern testing og tredjepartskontroll. Kravene til et produkt er normalt gitt ved en NS-EN/NS-standard eller en ETA (European Technical Approval).

### Limtre

Med limtre i denne sammenheng menes produkter som oppfyller krav gitt i NS-EN 14080. I produksjonsstandarden NS-EN 386 er limtre definert som: "konstruksjonsdel formet ved å lime sammen trelameller med hovedsakelig parallell fiberretning".

Sammenlimte trekonstruksjoner ble brukt allerede på slutten av 1800-tallet (Russland og Tyskland). På grunn av mangel på stål, ble det etterspørsel etter limtre under siste verdenskrig. Det ble også benyttet limtre til diverse krigsmateriell. Det ble blant annet bygget torpedobåter



med laminerte spant, kledd med kryssfinér. For å unngå å utløse magnetiske miner, ble limtre også benyttet i minesveipere. Etter en del tidlige forsøk, kom norsk limtreindustri i gang for fullt rundt ca. 1960 og Norsk Limtrekontroll ble formelt stiftet i 1962. I 1967 ble Nordisk Limtrenemnd dannet på initiativ fra Norge. Hensikten med Nordisk Limtrenemnd var at det skulle være felles produksjons- og kontrollregler slik at limtre kunne handles fritt mellom landene.

### Råstoff

Med følgende unntak produseres norsk limtre av 40 mm tykke lameller av gran eller furu: For konstruksjonselementer som skal brukes i klimaklasse 3, brukes det lameller med mindre tykkelse. For krumme konstruksjonselementer vil lamelltykkelsen bli bestemt av krumningsradius.

Valg av gran eller furu vil normalt bli bestemt av pris, krav til utseende og evt. behov for impregnering. Alternative treslag, f.eks. bjørk, er brukt i helt spesielle tilfeller hvor hensikten har vært å oppnå arkitektoniske effekter. Slike produkter er ikke standard vare i dag.

Det skal kun benyttes godkjent konstruksjonslim. Tradisjonelt har det vært benyttet lim av typen fenol-resorcinol-formaldehyd (PRF). Imidlertid har det i de siste 10 - 15 årene blitt mer og mer vanlig å bruke lim av typen melamin-urea-formaldehyd (MUF). Den viktigste årsaken til at MUF har blitt foretrukket, er de lyse ("usynlige") limfugene. I dag er også polyurethan lim (PU) godkjent for limtre som skal brukes i klimaklasse 1 og 2. PU har fargeløse limfuger.

Limtre kan teoretisk sett produseres i hvilken som helst ønsket størrelse. Det begrensende vil

normalt være relatert til produksjonstekniske forhold (kapasitet og størrelse av produksjonsutstyr/lokaler) og mulighetene for transport (trafikktekniske forhold, svinger, brohøyder etc.).

### Produksjon

Lamellene styrkesorteres visuelt eller maskinelt og fingerskjøtes. På grunn av limprosessen tørkes lamellene ned til en midlere fuktighet på 10 - 12 % før liming (trykkimpregnerte lameller 11 - 18 %). Dette medfører at produkter brukt innendørs ikke får nevneverdig krymping pga. nedtørking til vanlig innefuktighet. For å oppnå optimale limflater, høvles lamellene rett før liming. Når lamellene er påført lim, plasseres de i spesielle presser som sikrer riktig lime-trykk og temperatur under herdeprosessen. Etter at produktet er limt, blir det høvlet på alle fire sider. På denne måten får limtreproduktet en glatt og fin overflate, utvendig limsøl fjernes og riktig dimensjon sikres.

Limtre kan produseres med forskjellig form som:

- rette bjelker ("standardbjelker") og søyler
- krumme bjelker
- pulttaksbjelker
- saltaksbjelker med rett eller krum underside
- rammehalvdeler

Et standard limtreværnsnitt er bygget opp av lameller i to forskjellige fasthetsklasser. De ytterste lamellene (minimum 1/6 av tverrsnittshøyden) på hver side har høyere fasthet, spesielt m.h.t. strekkfasthet, enn lamellene som ligger i tverrsnittets midtsone. På denne måten oppnås det et ferdig produkt med høy fasthet uten at forbruk av lameller i den høyeste fasthetsklassen er større enn nødvendig. Videre vil en kunne benytte en større del av råstoffet, da også lavere fasthetsklasser inngår i

produksjonen uten at dette påvirker nevneverdig sluttproduktets kvalitet.

### Eksempel på bruksområder

- Hovedbjelker, sperrer, åser og/eller søyler i boliger, næringsbygg, etc.
- Bjelkelag i golv med spesielle behov, f.eks. industrigulv eller gulv med store spenn
- Forsterkning over åpninger i bærevegg
- Delstaver i fagverkskonstruksjoner
- Hoved- og/eller sekundærkonstruksjon i store bygg, etc. (buer, rammer, søyler, etc.)
- Hoved- og/eller sekundærkonstruksjon i trebruer

### Materialeegenskaper

Spesifikasjoner, krav og karakteristiske verdier til limtre er gitt i følgende standarder:

- Eurocode 5 (NS-EN 1995-1-1) Prosjektering av trekonstruksjoner. Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger
- NS-EN 14080 Trekonstruksjoner – Limtre – Krav
- NS-EN 1194 Konstruksjonstrevirke – Limtre – Fasthetsklasser og bestemmelse av karakteristiske verdier
- NS-EN 385 Fingerskjøtt konstruksjonstre – Ytelseskrav og minstekrav til produksjon
- NS-EN 386 Limtre – Ytelseskrav og minstekrav til produksjon
- NS-EN 387 Limtre – Store fingerskjøter – Ytelseskrav og minstekrav til produksjon

### Spesielle forhold

Limtre har gode branntekniske egenskaper. Selv under direkte brann, vil bæreevnen beholdes i lengre tid. Dette skyldes at det forkullede laget etter hvert vil

forhindre/begrense oksygentilgangen til trevirket og innbrenningshastigheten reduseres. Limtre har lav varmelednings- evne. Dette gjør at limtre kan virke som et brannsiolerende sjikt, f.eks. ved innslissede knutepunktsplater av stål.

Sammenlignet med konkurrerende materialer (stål, armert betong, etc.) er temperaturbevegelser hos trevirke generelt minimale. Dette gjør at sekundære brannskader som skyldes temperaturforlengelse ikke er noe reelt problem for limtrekonstruksjoner.

Limtre kan leveres impregneret. Avhengig av impregneringsmiddel, kan impregneringen skje før og etter oppliming. På grunn av limetekniske forhold må f.eks. impregnering med kreosot skje på ferdig, opplimt tverrsnitt.

### I-bjelker

I USA ble det eksperimentert med limte I-bjelker med flenser av trevirke og steg av trebaserte plater så tidlig som på 1920-tallet. Utviklingen gikk imidlertid sakte, og det var først under siste verdenskrig at militær forskning frembrakte fullstendige produkter. Disse ble primært brukt som konstruksjonselementer i trebaserte flytyper. Det første kommersielle I-bjelkeproduktet kom på markedet (USA) i 1968. Senere har bruken av I-bjelker blitt vanlig i små og mellomstore konstruksjoner, så vel i USA som i Europa.

I Norge ga NS 3470 fra 1972 til 1989 beskrivelse av dimensjoneringsprinsippet for spikrete I-bjelker av tre. Dette konstruksjonselementet hadde steg bygget opp av krysslagte bord i to lag som lå med 45° på hovedretningen. Spikrete I-bjelker ble hovedsaklig brukt som bærebjelker i relativt store konstruksjoner. Dessuten ble de brukt



som brudekke i mindre gangbruer av tre. I disse tilfellene fungerte det krysslagte steget både som gangbane og avstivningssystem. Flensene dannet både snublekant og innfesting for rekkverk.

Etter oljekrisen først på 1970-tallet ble det innført strengere krav til varmeisolering av hus i Norge. En konsekvens av dette var at veggtykkelsen måtte økes for å få plass til tilstrekkelig isolasjonsmateriale. Dette åpnet for alternative produkter som ga rom for økt veggtykkelse uten at materialforbruket økte. I Norge ble det første norskproduserte I-bjelketverrsnittet godkjent i 1983. Standardproduktet består av maskinsorterte flenser, dimensjon 47 mm x 47 mm, og stegplate av konstruksjonssponplate. Flenser og steg er limt sammen ved hjelp av PRF-lim i en fuge utfrest i flensen.

Under første halvdel av 1980-tallet ble det gjennomført et samarbeidsprosjekt mellom norsk industri, Treteknisk og SINTEF Byggforsk hvor forutsetninger for produksjon, kontroll, byggdetaljer etc. ble beskrevet. Byggdetaljer for I-bjelker er blant annet beskrevet gjennom Byggforskserien. I dag skjer godkjenning og kontroll av I-bjelker i regi av SINTEF Teknisk Godkjenning, med Treteknisk som testlaboratorium.

### Råstoff

I Norge produseres flensene av maskinelt styrkesortert gran. På grunn av flensenes små tverrsnitt stilles det spesialkrav til styrkesorteringen sammenlignet med tradisjonelt maskinsortert trevirke. Fasthetskravene til flensvirke er satt høyere enn til tradisjonell konstruksjonslast.

Stegmaterialet består tradisjonelt av en trebasert konstruksjonsplate. Sponplate og trefiberplate er det vanlige på det norske markedet. Men det produseres også bjelker med OSB-plater (f.eks. i Europa og USA). I tillegg produseres det I-tverrsnitt hvor steget er av metall. Forbindelsen mellom metallsteg og flens varierer for de forskjellige produsentene. Ved bruk av trebaserte stegplater skal det kun benyttes et godkjent vannfast konstruksjonslim.

### Produksjon

På grunn av de mange forskjellige produkttypene innenfor begrepet I-bjelker, er det vanskelig å beskrive en felles produksjonstype. Dersom en tar utgangspunkt i I-bjelker med trebaserte plater i steget, vil imidlertid følgende hovedpunkt være felles:

Flensene styrkesorteres, dimensjonshøvles og det freses ut spor til stegplaten. Deretter finger-

skjøtes flensene i store lengder og mates inn i en produksjonsjigg. Her blir først lim påført i bunnen av flenssporet. Deretter mates stegplaten fortløpende inn i jigg og tilpasses i sporet. Stegplatene kan utføres med limt skjøt, men legges normalt med åpen buttskjøt. Avstanden mellom stegskjøtene, enten de er limt eller åpne, er gitt av platenes standardlengder. Profilet settes så under press, eventuelt sammen med høy temperatur, slik at limfugen mellom flens- og stegmateriale blir optimal.

Tverrsnittshøyden for I-bjelker reguleres ved stegplaten, da flensdimensjonen er konstant og uavhengig av høyden. Standard tverrsnittshøyder ligger i intervallet mellom 200 mm og 450 mm. I vanlige småhuskonstruksjoner benyttes vanligvis 250 mm og/eller 300 mm.

Maksimal bjelkelengde er gitt av de produksjonstekniske begrensningene. I-bjelker kan prefabrikeres for spesielle bruksområder. Eksempelvis kan de leveres med ferdige innhakk o.l. for spesielle takkonstruksjoner (takstoler etc.). Videre kan de leveres med ferdige utsparinger i stegplaten, beregnet for gjennomføring av forskjellige installasjoner (luftkanaler, vannrør, el-installasjoner, etc.)

### Eksempel på bruksområder

- Bjelkelag
- Stendere
- Taksperer
- Takstoler/takbind

### Materialeegenskaper

I-bjelkekonstruksjoner dimensjoneres etter NS-EN 1995-1-1. Fastheter og/eller stivheter for dimensjonering kan bestemmes etter NS-EN 338. Forutsetningen for dette er at det benyttes delmaterialer med forskriftsmessig dokumenterte egenskaper.

Industrielt fremstilte I-bjelker som er på det norske markedet har SINTEF Teknisk Godkjenning. Kapasiteter og stivhetstall for disse produktene er fastsatt ved fullskalatesting og løpende kontroll (tredjeparts-kontroll), og er gitt i tabellverk fra produsentene og utarbeidet i samsvar med SINTEF Teknisk Godkjenning. SINTEF Teknisk Godkjenning for trebaserte lett-bjelker, inklusiv I-bjelker, vil bli erstattet med en tilsvarende felleseuropeisk godkjenning, ETA (European Technical Approval).

### Spesielle forhold

På grunn av I-bjelkenes slanke tverrsnitt må trykkflenser være tilstrekkelig avstivet mot sideveis utknekking. Kapasiteten for standardbjelker gjelder for en maksimal avstiveravstand på 350 mm. Pga. stegmaterialets fuktighetsegenskaper, kan bruk av I-bjelker være begrenset til klimaklasse 1 og 2, kfr. NS-EN 1995-1-1.

### LVL-bjelker

LVL-bjelker, (LVL = Laminated Veneer Lumber), er et produkt som kan ligne en mellomting mellom kryssfinér og limtre. Bjelketverrsnittet er bygget opp av sammenlimte finérslag med parallell fiberretning. I motsetning til limtre har LVL-bjelkene stående limfuger.

Tankegangen bak LVL-bjelker er å utnytte "lamineringseffekten" tilnærmet optimalt. Med en "lamell"-tykkelse (finértykkelse) på 3 - 4 mm vil virkesfeil fordeles jevnt over hele bjelkens volum og således ikke medføre et forutsigelig kritisk tverrsnitt. Denne tverrsnittsoppbygningen medfører et tilnærmet homogent materiale med hensyn til fasthets- og stivhetsegenskaper (lav variasjonskoeffisient).

LVL ble først introdusert på 1960-tallet, men det var først på 1980-tallet at etterspørselen virkelig tok av. I dag finnes de største LVL-produsentene i USA, Finland, Japan, New Zealand og Østerrike.



### Råstoff

KERTO-bjelken og Swedlam-LVL produseres av skrellet finér fra hovedsaklig gran, men også furu. I USA benyttes tilsvarende Yellow Pine (Micro-Lam). Det benyttes vannfast lim av type fenolharpiks, eventuelt et lyst mellaminharpikslim.

### Produksjon

LVL produseres av skrellet finér med tykkelse 3 - 4 mm og bredde ca. 2 m. Finérlagene blir styrkesortert på bakgrunn av densitet. I lengderetning skjøtes finérlagene med skråskårne

skjøter som forskyves i forhold til hverandre, slik at det ikke finnes to overlappende skjøter i samme tverrsnitt. De midterste finérlagene kan være buttskjøtt. Finérlagene limes sammen under trykk ved en temperatur på ca. + 150 °C.

Det lages "LVL-plater" med tykkelse fra ca. 20 mm til 75 mm og lengder opp til 12 - 14 m. Lengder over 20 m kan produseres. Fra disse "platene" skjæres det ut bjelke dimensjoner med bredder fra 200 mm til 900 mm og tykkelse tilsvarende "plate-tykkelsen".

### Eksempel på bruksområde

- Bjelkelag
- Stendere
- Taksperrer
- Takstoler/takbind

### Materialegenskaper

LVL-bjelker dimensjoneres i prinsippet etter NS-EN 1995-1-1. Krav til LVL-virke er gitt i NS-EN 14374. Fastheter og/eller stivheter for LVL-bjelker er gitt i tabellverk fra produsentene utarbeidet i samsvar med SINTEF Teknisk Godkjenning.

### Massivtre

Massivtre, eller massive treelementer, er betegnelsen på plater eller skiver satt sammen av heltrebjelker/lameller. Byggeprinsippet kan sammenlignes med reisverksvegger (stående plank forbundet med not og fjær) i hus.

Utviklingen av massive treelementer slik vi kjenner dem i dag, er først og fremst en videreføring av erfaringene med tverrspente tredekker til bruer. Imidlertid startet utviklingen av elementer for bygningsformål i Sveits tidlig på 1900-tallet. I dag er bygging med massive treelementer en an-

erkjent metode i Sveits, Østerrike og Tyskland. Hittil har Sverige vært et foregangsland når det gjelder bygging med massive treelementer i Norden, men behovet for miljøeffektive og rasjonelle konstruksjoner har medvirket til at anvendelsen øker også i Norge.

En dekkekonstruksjon i et hus består tradisjonelt av en sammensatt konstruksjon med bjelkelag, gulvdekke og himling, enten de er plassbygde eller kommer som prefabriklerte golvelementer. Med massive treelementer kombineres disse funksjonene i én enhet. Ved et godt bearbeidet/pusset element, vil en både få et fint tregulv og en fin trehimling i underliggende etasje, samtidig som den samme platen utgjør en stiv og solid bærekonstruksjon.

Massive treelementer kan imidlertid benyttes til flere konstruksjonsdeler enn dekker. For eksempel egner de seg godt som veggkonstruksjon (kfr. reisverksveggen). Et annet spennende bruksområde for massivtreelementer er balkonger og svalganger.

Vegg og etasjeskillere i massivtre.



Behovet for balkongelementer er stigende etter hvert som eksisterende betongbalkonger i fleretasjeshus må byttes ut på grunn av slitasje og karbonatisering. Balkonger av massivtre er lette i vekt sammenlignet med tilsvarende betongelementer. Balkonger av massivtre er også aktuelt ved nybygg, både for eneboliger og fleretasjes hus.

For fleretasjes trehus vil ofte utvendige svalganger fungere som rømningsvei. Til dette formålet er massive treelementer meget velegnet, da de på grunn av sin tunge trekonstruksjon vil kunne fungere som brannsikre innenfor det påkrevde tidsrom (nødvendig rømningstid).

### Råstoff

Massive treelementer er trekonstruksjoner hvor enkeltlamellene er bundet til hverandre. Dette gir en bærekonstruksjon som kan sammenlignes med et bjelkelag hvor bjelkene ligger tett i tett. Dette gir muligheten til å benytte lavere fasthetsklasser i "enkeltbjelkene" enn det som benyttes i tradisjonelle bjelkelag hvor enkeltbjelkene normalt ligger med en senteravstand på 600 mm.

I massivtreelementer kan en med fordel utnytte de laveste fasthetsklassene av konstruksjonsvirke, f.eks. C14, uten at bæreevnen til elementet underkriper de krav som settes til sikkerhet og deformasjoner. Trevirke er normalt gran eller furu. Dersom spesielle egenskaper ønskes, f.eks. arkitektoniske effekter, kan bjørk og andre mindre brukte treslag også benyttes. I lengderetning kan lamellene være buttskjøtt eller fingerskjøtt.

Fordelene med å kunne benytte de laveste kvalitetene av konstruksjonsmateriale er flere. Eksempelvis er råstoffprisen lavere på disse klassene. Videre

gir det en fullverdig utnyttelse av trelast som det tidligere var meget liten etterspørsel etter.

Tykkelsen på et element vil bestemmes av konstruksjonens behov, trelastens kvalitet og elementets oppbygning.

Det kan benyttes flere typer forbindelsesmiddel mellom enkeltlamellene. Eksempel på forbindelsesmidler er lim, tverrspenningstål, skruer, spiker og tredybler. Dersom skruer eller spiker benyttes, må disse være så lange at de hver for seg går gjennom flere enkeltlameller. Benyttes det lim, må dette være et godkjent konstruksjonslim av tilnærmet samme type som benyttes i limtreproduksjon.

### Produksjon

Produksjonsmetoden for massivtreelementer vil variere fra produsent til produsent. Den vil videre være avhengig av bruksområde (synlige eller ikke synlige flater), forbindelsesmiddel (lim eller mekanisk) osv. Det er imidlertid enkelte viktige punkter som må ivaretas, spesielt under produksjonen.

- *Elementets utforming.* Det er alltid en risiko for at enkeltlamellene har tykkelsesvariasjoner, vridninger, forskjellig fuktighet, etc. Konsekvensen av slike forskjeller kan bli at elementet ikke blir et rett-vinklet parallelogram.
- *Lamellenes trefuktighet.* Avhengig av om elementet skal brukes utvendig (f.eks. balkong eller svalgang) eller innvendig (f.eks. gulvplate), er trefuktigheten under produksjonen meget avgjørende for det endelige produkt.
- *Forbindelsesmidler.* De forskjellige typene forbindelsesmidler stiller forskjellige krav til produksjonen. Dersom det

benyttes lim, bør trevirket på forhånd være tørket ned til et relativt lavt fuktighetsnivå. Lim vil kreve et mer avansert produksjonsutstyr enn f.eks. spikring eller skruing, som kan skje helt manuelt. Kostnadene ved å lime elementene kan bli relativt høye, men til gjengjeld har en et element hvor lastoverføringen mellom enkeltlamellene er optimalisert.

Et tverrspent element vil kunne oppnå høyere styrke og stivhet enn både limte og spikrete, evt. skrudde, elementer. Dette skyldes at tverrtrykket fra oppspenningen presser lamellene sammen, slik at den relative densiteten øker. En ulempe med dette vil være at det er vanskelig å forutsi den endelige dimensjonen. Videre kan, dersom det er stor forskjell på trefuktigheten under oppspenning og under bruk, krympingen av lamellene medføre at oppspenningskraften reduseres.

Skrudde eller spikrete elementer er også meget avhengig av fuktighetsvariasjonene. Krymping kan medføre at forbindelsen mellom lamellene reduseres. Videre kan det fort oppstå knirk i gulvdekket under bruk.

### Eksempel på bruksområde

- Gulvdekke/etasjeskiller
- Veggelement
- Balkong og svalgang
- Tak (*fortrinnsvis flate*)

### Materialeegenskaper

Massive treelementer beregnes prinsipielt etter reglene for konstruksjonstre gitt i NS-EN 1995-1-1. Imidlertid vil det kunne være særegenheter ved enkelte elementtyper (kfr. forbindelsesmidler) som det må tas spesielt hensyn til.

### Spesielle forhold

Dersom lamellene har vært for fuktige under produksjonen av elementene, vil det kunne oppstå problemer når de tørker til bruksfuktighet. Dersom differansen mellom produksjons- og bruksfuktighet er stor, kan mye av elementets plateegenskaper gå tapt. Fuktighet som skyldes kombinasjon av utildekket konstruksjon og nedbør i byggeperioden vil også kunne skape problemer. Se også Fokus på tre nr. 20, Bygningselementer av massivtre.

## Andre trebaserte konstruksjonselementer

### Forsterket limtre

Forsterket limtre er en fellesbetegnelse på limtreprodukter som ved hjelp av andre materialer er gitt høyere fasthets- og/ eller stivhetsegenskaper. I dag finnes det ikke slike produkter på det norske markedet, men det er i de siste årene eksperimentert med forskjellige muligheter. I USA produseres forsterket limtre kommersielt.

Forsterket limtre kan tilfredsstillende to forskjellige målgrupper. Først og fremst kan slike tverrsnitt bygges opp av trevirke med lave fasthetsegenskaper. Forsterkningen kan medføre at det ferdige produkt oppnår fullverdige egenskaper, sammenlignet med vanlige limtrekvaliteter. Dette er spesielt aktuelt i områder hvor tilgangen på fullverdige trevirke er redusert, men hvor det finnes utnyttbare treslag med lavere kvalitet. Et annet bruksområde er i konkrete konstruksjoner hvor krav til maksimal byggehøyde er låst på grunn av for eksempel eksisterende konstruksjonsdeler. I slike tilfeller kan en oppnå den nødvendige styrke og/eller fasthet ved hjelp av forsterkninger.

Effekten av forsterkningene er avhengig av forholdet mellom limtre lamellenes og forsterkningenes materialeegenskaper, spesielt elastisitetsmodulene. Jo større forskjell, desto mer gevinst.

### Råstoff

Hovedmaterialet i forsterkede limtrebjelker er, som for vanlig limtre, lameller av trevirke som limes sammen til statisk samvirke. Hvilket treslag som benyttes, og hvilke materialkvaliteter, velges ut fra hvilket behov som skal oppfylles. Oppbyggingen av lamellene til et tverrsnitt vil normalt være identisk med vanlig limtre. Hvilket forsterkningsmateriale som velges, vil kunne variere.

Å forsterke limtre med stålelementer er en kjent idé. Stålet kan for eksempel legges inn som en kabelforsterkning eller som en egen lamell. Trevirkets branntekniske egenskaper gjør at stålet beskyttes og slik bibeholder sine bæreegenskaper, selv etter lang tids brannpåkjenning. Ulempen med å benytte stålforsterkninger, kan være at det ferdige tverrsnittet blir tungt og u håndterlig sammenlignet med vanlig limtre. Bearbeidelsesprosessen kan også bli mer krevende, da stål krever andre verktøy enn trevirke.

I blant annet USA er det benyttet spesiallameller av fiberforsterket plast (FIRP = Fibre Reinforced Plastic). Eksempel på fiber som kan benyttes i slike plastmatriser er glassfiber, aramidfiber, karbonfiber osv. Disse spesiallamellene, matrisene, kan legges som vanlige lameller i den, eller de, ytterste limfugene på bjelketverrsnittet. Utseendemessig forandres ikke limtrevverrsnittet noe særlig. Det eneste som kan oppdages er at en eller flere av de ytterste limfugene synes tykk-

ere enn resten. FIRP-elementene kan skjules helt ved at de felles inn som "strenger" i den nest ytterste lamellen.

Limtre kan også forsterkes ved hjelp av trebaserte materialer. Eksempelvis kan en eller flere av de ytterste lamellene i et limtrettverrsnitt bestå av LVL (Laminated Veneer Lumber).

### PSL – Parallell Strand Lumber



PSL produseres av skrellet finér med en tykkelse på ca. 3 mm. Finérlagene klippes opp i bredder på ca. 20 mm og lengder avhengig av det enkelte finérlag. Ved å dele opp finérlagene i så smale bredder kan en benytte

tømmer med relativt liten diameter til produksjonen. Likeledes kan en benytte finérlag som av tekniske årsaker ikke egner seg til produksjon av for eksempel LVL.

PSL produseres av Douglas, Western Hemlock, Southern Pine og Yellow Poplar. Etter at finérstrimlene er påført lim, normalt et vannfast PRF-lim (Phenol Resorcinol Formaldehyd), mates de inn med parallell fiberretning i presser hvor det oppnås et trebasert produkt med høy densitet. Under pressingen herdes limet ved hjelp av mikrobølger. Det ferdig pressete og herdete materialet skjæres deretter opp i ønskede bjelke-dimensjoner.

PSL har høyere densitet enn tilsvarende tre- og limtrettverrsnitt. På grunn av den høyere densiteten samt liminnholdet, er produktet også noe mer tungbearbeidelig med hensyn til saging og boring.

### LSL – Laminated Strand Lumber

På samme måte som PLS kan sammenlignes med LVL, kan LSL sammenlignes med OSB. Hele stokker kappes opp ved hjelp av roterende kniver til store spon. På grunn av produksjonsmetoden kan det benyttes både små og store, rette og krok-

ete stokker. Lengden på sponene er ca. 300 mm og tykkelsen ligger mellom 0,5 mm og 1,5 mm. Før pressing og herding orienteres sponene slik at fiberretningen faller sammen med sluttproduktets lengderetning. Som lim benyttes et "polymeric diphenylmethane disocyanate". Det ferdig pressete og herdete materialet skjæres deretter opp i ønskede bjelke-dimensjoner.

LSL produseres av forskjellige treslag. En er ikke, som ved produksjon av finérbaserte produkter (f.eks. LVL og PSL), avhengig av å bruke treslag som lar seg skrelle. LSL vil være noe mer utsatt for fuktpåvirkning (svelling/krymping) enn hva LVL og PSL er.



**Forfatter** Kjell Helge Solli og Geir Glasø, Treteknisk

**Finansiering** TreFokus AS og Treteknisk

**Foto** Svein Grønvold Billedbyrå og Treteknisk

**TreFokus** 

TreFokus AS • Wood Focus Norway  
Postboks 13 Blindern, 0313 Oslo  
Telefon +47 22 96 59 10  
Telefaks +47 22 46 55 23  
trefokus@trefokus.no  
www.trefokus.no

**Treteknisk** 

Forskningsveien 3 B,  
Postboks 113 Blindern, 0314 Oslo  
Telefon 22 96 55 00  
Telefaks 22 60 42 91  
firmapost@treteteknisk.no  
www.treteteknisk.no