



RAPPORT

Hartwig Blümer

Fingerskarvning av otorkat virke

**Ett kostnadseffektivt affärskoncept för
tillverkning av synhigt trä och byggvirke**

Trätetek

Hartwig Blümer

FINGERSKARVNING AV OTORKAT VIRKE
ETT KOSTNADSEFFEKTIVT AFFÄRSKONCEPT FÖR TILLVERKNING
AV SYNLIGT TRÄ OCH BYGGVIRKE

Trätek, Rapport P 0207031

ISSN 1102 – 1071

ISRN TRÄTEK – R -- 02/031 -- SE

Nyckelord

economy
fingerjointing
green gluing
solid wood products

Stockholm juli 2002

Rapporter från Trätek – Institutet för träteknisk forskning – är kompletta sammanställningar av forskningsresultat eller översikter, utvecklingar och studier. Publicerade rapporter betecknas med I eller P och numreras tillsammans med alla utgåvor från Trätek i löpande följd.

Citat tillåtes om källan anges.

Reports issued by the Swedish Institute for Wood Technology Research comprise complete accounts for research results, or summaries, surveys and studies. Published reports bear the designation I or P and are numbered in consecutive order together with all the other publications from the Institute.

Extracts from the text may be reproduced provided the source is acknowledged.

Trätek – Institutet för träteknisk forskning – betjänar sågverk, trämanufaktur (snickeri-, trähus-, möbel- och övrig träförädlingsindustri), skivtillverkare och byggindustri.

Institutet är ett icke vinstdrivande bolag med industriella och institutionella kunder. FoU-projekt genomförs både som konfidentiella uppdrag för enskilda företagskunder och som gemensamma projekt för grupper av företag eller för den gemensamma branschen. Arbetet utförs med egna, samverkande och externa resurser. Trätek har forskningsenheter i Stockholm, Växjö och Skellefteå.

The Swedish Institute for Wood Technology Research serves sawmills, manufacturing (joinery, wood houses, furniture and other woodworking plants), board manufacturers and building industry.

The institute is a non-profit company with industrial and institutional customers. R & D projects are performed as contract work for individual industrial customers as well as joint ventures on an industrial branch level. The Institute utilises its own resources as well as those of its collaborators and outside bodies. Our research units are located in Stockholm, Växjö and Skellefteå.

Innehållsförteckning

	Sid
Beskrivning av affärskoncept	3
Produktportfölj	3
Tillverkning	4
Industriella tillämpningar i drift	7
Ekonomiska effekter	10
Slutsats	11
Referenser	12

Beskrivning av affärskoncept

Vid fingerskarvning används här virke som är nysågat d v s rått virke. Detta till skillnad från konventionell fingerskarvning där virket först torkas till avsedd fuktkvot för att sedan skarvas. Varför använda rått virke? Affärsidén bygger på att göra rätt från början d v s att så tidigt som möjligt avskilja de virkesdelar som av kvalitets skäl inte kan användas i produktportföljen. Att fingerskarva otorkat virke - våtskarva - medför således också en förkortning av ledtiderna. Det förutsätts att fingerskarvning sker i direkt anslutning till sönderdelning av sågtimret. Detta för att undvika blånad och mögel på det nysågade virket. En annan förutsättning är att virket torkas efter utförd fingerskarvning.

Det är en fördel att kunna eliminera kvalitets- och funktionsnedsättande virkesfel före torkning t ex genom defektkapning utan att dessa rejektbitar behöver hanteras i onödan. På så sätt minskas produktionskostnaderna för den säljbara virkesvolymen, samtidigt som intäkterna för kaspillet ökar. Detta för att våtflis, för användning inom cellulosaindustrin, betalas bättre än torrflis, för användning som bränsle eller som råvara inom skivindustrin. Tilläggas kan att en viss andel av kaspillet även kan användas för tillverkning av enklare produkter som emballage- och regelvirke som då också skarvas rått.

Man kan också förbättra virkets formstabilitet genom en systematisk kapning av långa virkestycken till 2 å 3 dellängder. Detta görs då under beaktande av eventuellt förekommande defekter. Genom kapning bryts virkets fiberstruktur, där en viss förekommande snedfibriighet annars kan ge upphov till formfel som synliggörs efter torkningen. Formfel minskar avsevärt när virket består av kortare skarvade dellängder jämfört med oskarvat virke.

Nysågat virke saknar dessutom kupighet och i regel formfel (flatböjning, kantkrokighet och skevhet), vilket utgör en teknisk fördel vid skarvningen. Vissa företag hyvlar det torkade virket före fingerskarvning för att eliminera kupigheten. Detta innebär en extra tjockleksförlust på minst 2 mm i och med att sådant virke måste hyvlas två gånger istället för en gång som vid våtskarvning.

Produktportfölj

Produktportföljen utgörs i princip av liknande produkter som i dagsläge skarvas torrt d v s synligt trä och byggvirke av både furu och gran. Detta gäller med ett undantag d v s för fingerskarvat virke i bärande konstruktioner enligt EN 385 /1/ och EN 386 /2/ som än så länge skall torkas före fingerskarvning. Insatser pågår för att få bort detta krav. Som produkt-exempel inom gruppen synligt trä kan följande nämnas:

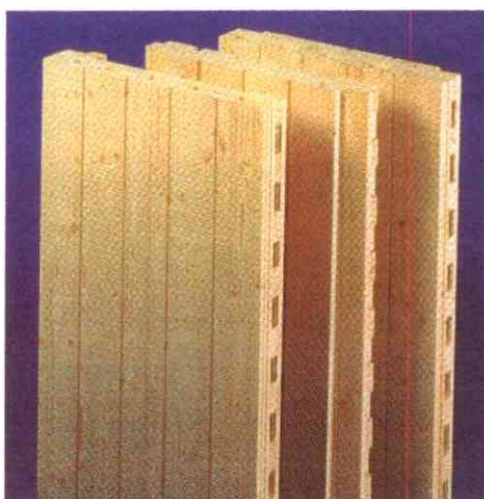
- Dekorativa panelbräder för vägg och tak inomhus (furu och gran)
- Massiva trägolv (furu)
- Kvistrena byggnadslister (furu)
- Massiva kantlimmade träskivor - limfog (furu och gran)
- Dörrkarmar
- Stångvirke för fönster (furu)
- Panelbräder som fasadbeklädnad (gran)

Typiska byggprodukter för icke bärande applikation utgörs av:

- Raka reglar
- Altanbeläggningar
- Limmade bjälklags-, tak- och väggblock (lameller)
- Formsättningskivor

Ett annat användningsområde finns inom segment skräddarsydda industriförpackningar.

Exempel på skiktlimmade väggblock med krysslagda lameller och med hålrum visas i figur 1. Denna produkt kallas på kontinenten för "brädplywood".



Figur 1. Skiktlimmade väggblock med krysslagda lameller (källa: Lignotrend).

Tillverkning

Fingerskarvning av otorkat virke sker i linjen direkt efter sönderdelningen av sågtimret och omfattar följande produktionssteg.

- Sönderdelning av sågtimmer till bräder och plank
- Råsortering (defektdetektering och kapning)
- Fingerskarvning
- Ströläggning
- Torkning
- Hyvling
- Exaktkapning
- Paketläggning och emballering

Sönderdelning

Sönderdelning av sågtimret utförs på vanlig sätt. Både bräd- och plankdimensioner kan användas vid fingerskavning. Efter sönderdelning förs virket till ett råsorteringsverk.

Råsortering

Vid råsortering och med tillhörande kringutrustning bör följande operationer kunna utföras.

- A. Topp-rotkapning.
- B. Kapning till beställda kundlängder – kappspill samlas för skarvning.
- C. Defektdetektering m h t utseende alternativt hållfasthet.
- D. Defektkapning – defektfria virkesdelar paketläggs för skarvning – kappspill omhändertas för skarvning eller flisas direkt. Kapning till dellängder under beaktande av defekter – dellängder paketläggs för skarvning.

Fingerskarvning

Fingerskarvning omfattas av flera moment som renkapning av skarvytorna, fingerfräsning, limpåföring, sammanföring av skarvbitarna, hopprensning och slutligen kapning. Själva fingerskarvningen sker på samma sätt som vid torrskarvning /3/, dock med ett undantag. Det behövs varken en förvärmning av skarvytorna eller en uppvärmd press vid skarvning av rått virke. Därmed minskar åtgången av elektrisk energi.

På grund av virkets höga fuktkvot är virkets vikt avsevärt högre jämfört med hantering av torkat virke. Detta förhållande måste beaktas vid dimensionering av maskinutrustningen.

Limsystem för fingerskarvning

Det ställs speciella krav på de limsystem som ska användas vid våtskarvning. Dessa limsystem ska kunna härda vid höga virkesfuktkvoter (40 till 150%) och dessutom inom några sekunder. Efter några sekunder ska då finnas en initialstyrka i skarven som möjliggör en hantering direkt efter pressning. Den slutliga styrkan i skarven uppnås sedan efter några dygn eller efter att virket har torkats. Idag står tre limsystem till förfogande som klarar de ovan nämnda kraven.

Det första limsystemet Greenweld® utgörs av tre komponenter d v s av ett modifierat fenol-resorcinol-formaldehyd (PRF) lim, en härdare och en accelerator. Modifieringen av PRF-limmet består bl a av en högre andel resorcinol än som finns i konventionella PRF-limmar. En härdare i pulverform tillsätts limmet och blandas till en limlösning. Acceleratorn består av ammoniak i en koncentration kring 30%.

De finns två sätt att arbeta industriellt med Greenweld. Ett sätt är att limlösningen appliceras på den ena sidan av skarven, medan ammoniak påförs den andra mötande sidan av skarven. Genom detta appliceringsförfarande fördröjs härdningen tills dess att de mötande delarna är sammanfogade. Kortare driftsstopp före sammanfogningen föranleder således ingen kassation av skarvämnen p g a förhärdning. Man kan också spruta ammoniak direkt på den limbelagda skarvdelen, vilket i så fall bör ske omedelbart före sammanfogning och pressning.

För att minska belastningen av lukt från acceleratorm kyls ammoniak ned till cirka 10° C. Man kan dessutom använda sig av en kemisk fångare som minskar den obehagliga lukten från ammoniak. Därutöver kapslas själva applikatoren in och förses med ett utsug.

Limsystemet Greenweld® är skyddat av ett antal patent. Användning av limsystemet förutsätter således ett licensavtal med patenträttsinnehavaren.

Det andra limsystemet består av ett konventionellt PRF-lim, härdare och en tillsatskomponent på sojabas. Denna komponent fungerar främst som accelerator men bidrar även till en viss limningseffekt. Komponenten tillverkas av sojaprotein som hydrolyseras. Hydrolysaten tillverkas i basisk miljö med natriumhydroxid (NaOH). Komponentlösningen är upplöst i vatten och har en torrhalt på cirka 50%. Limsystemet är inte patentskyddat och kan således fritt användas.

En limlösning bereds med PRF-lim och härdare. För att förstärka härdaren tillsätts även paraformaldehyd. Således består limlösningen av dessa tre delar.

Vid industriell fingerskarvning beläggs den ena sida av skarven med limlösning, medan den andra mötande sidan förses med tillsatskomponenten.

Tilläggs kan att båda limsystemen med PRF ger mörka d v s rödbruna fogar. Vid användning av Greenweld och en överdosering av ammoniak kan missfärgning uppstå i skarvområdet. En sådan missfärgning har observerats vid fingerskarvning av furuvirke, dock inte när det gäller gran.

Det tredje limmet utgörs av ett en-komponent polyuretanlim (PUR) som består av isocyanat (MDI = Metylendifenyl-Diisocyanat) och isocyanat prepolymerer. Isocyanat reagerar med fukten från virket eller luften och bildar amin. Vid reaktionen, som påskyndas av virkets höga fuktkvot, avges koldioxid. Aminerna reagerar vidare med isocyanatet och bildar en polyuretanbindning. Limmet är inte patentskyddat och kan således fritt användas.

Samma typ av polyuretanlim används sedan flera år för torrlimning d v s både vid fingerskarvning och lamellimning (limträ tillverkning). Limmet har testats industriellt vid fingerskarvning av nysågat virke och uppfyller efter torkningen de ställda hållfasthets- och beständighetskraven.

Vid industriell fingerskarvning appliceras polyuretanlim direkt ur leveransbehållaren utan föregående blandning med varken härdare eller accelerator på antingen den ena sidan av skarven eller vid behov på båda sidorna. Överskottslim, som tränger ut efter pressning, bildar nästan omedelbart ett skikt av skum. Limfogen förblir i princip ljus och färglös.

Hållfasthet och beständighet hos våtlimmade fingerskarvar är likvärdig jämfört med torrlimning.

Ströläggning

Efter kapning styrs det skarvade virket via en tvärtransportör till ströläggningssmaskinen. Ströläggning utförs på konventionellt sätt. Utformning av ströpaket underlättas av att samtliga virkesstycken i ett paket är av en och samma längd. Således bestäms paketlängden av den aktuella virkeslängden. Att lägga täta strörader har visat sig vara fördelaktigt. Med täta strörader minskar risken avsevärt för formfel efter torkning.

Torkning

För virkestorkning rekommenderas satstorkar. De flesta satstorkar är tvärmatade vilket innebär att paketlängden begränsas av torkens bredd. Vanligast är således en paketlängd på cirka 6 m. Vid större virkeslängder installeras torkar som matas i paketets längdriktning. Ifall

torkarnas hela bredd respektive längd kan nyttjas fås en maximal fyllnad av torkarna. Detta ökar torkningskapaciteten avsevärt och förbättrar produktionsekonomin.

Torkningen sker under beaktande av de användarkrav som ställs på medelfuktkvot, spridning, fuktkvotsgradient och restspänningar. Vid torkning av fingerskarvat virke används således ett liknande torkschemat med normala temperaturer som vid vanlig virkestorkning med samma kvalitetskrav. Experiment har visat att torkningsresultatet under dessa betingelser blir mycket bra.

Än så länge föreligger inte några erfarenheter från torkning av fingerskarvat virke med förhöjd temperatur eller från regelrätt högttemperatortorkning, över 100°C.

Hyvling, exaktkapning, paketläggning och emballering

Dessa operationer utförs i förekommande fall efter torkning på samma sätt som för vanliga träprodukter.

Industriella tillämpningar i drift

Fingerskarvning av otorkat virke tillämpas sedan ett antal år på flera platser utomlands. Industrierna som redan är engagerade i verksamheten skarvar mestadels avkapsbitar till regel- och emballagevirke. Det skarvas både barr- och lövträ. Skarvning sker i regel med PRF-system (PRF Greenweld och PRF med sojaprotein).

Det finns ett antal rationella tillverkningsenheter i USA, vars affärsidé är att producera raka regler ur avkapsbitar för både vertikal och horisontell användning. Ett företag exporterar sådana regler även till Japan. Enligt uppgift från tillverkarhåll får man bättre betalt för dessa skarvade regler än för konventionella oskarvade regler.

Fingerskarvning sker antingen direkt vid sågverket eller hos ett fristående företag som köper avkapsbitar från närbelägna sågverk. Vid externa leveranser köps avkap, sorterat efter tvärsnittsdimension, i containers. Avräkning och betalning sker efter vikt. Av den levererade avkapsmängden kan ungefär hälften, efter upparbetning, användas i produkten. Den återstående delen flisas och säljs vidare som cellulosaflis. Ett exempel på ännu inte upparbetade avkapsbitar visas i figur 2.



Figur 2. Utseendet hos avkapsbitar före upparbetning.

Själva fingerskarvningen sker styckevis på ett mycket effektivt sätt. Produktionshastigheten uppgår till cirka 100 bitar/min. Själva fingerskarvningslinjen utgörs av en konventionell sk kortvirkesskarv som också används vid konventionell torrskarvning. Minsta virkeslängden uppgår till 250 mm medan den största längden är 900 mm. För generell information om våtskarvning hänvisas till Träteknik Rapport P 0111022 /4/.

I figur 3 visas frästa och limförsedda skarvämnen placerade mot medbringare.

Fingerskarvade regler säljs antingen torkade eller otorkade. Otorkade regler hyvlas i anslutning till fingerskarvning fyrsidigt och förses med rundade kanter. I bägge fallen sorteras det skarvade virket i enlighet med gällande kontrollavtal. Ett antal företag har fått ett typgodkännande för väggreglar och underkastas därmed både en intern och extern kontroll. Hur dessa produkter presenteras framgår av figur 4.

En anläggning för fingerskarvning av emballagevirke har kommit i gång i Storbritannien. Ytterligare anläggningar för skarvning av regler planeras. Övriga länder i Europa är fortfarande i väntan på att fingerskarvning av rått virke godkänns för tillverkning av konstruktionsvirke, som delvis redan skett i USA.



Figur 3. Detalj av skarvlinjen med frästa och limförsedda skarvämnen. Matning sker från vänster till höger.



Figur 4. Fingerskarvade och hyvlade väggreglar.

Trätek har genomfört ett antal undersökningar med våtskarvning av både furu och gran med samtliga tre limsystem samt torrskarvning som referens. Resultaten från dessa undersökningar visar en god överensstämmelse med tidigare erhållna resultat från utländska undersökningar. Hållfastheten efter torkning hos fingerskarvar tillverkade av otorkat virke motsvarar i princip

de värden som fås vid konventionell torrskarvning. Vid inomhusbruk och vid icke konstruktivt bärande användning utomhus är skarvförbandets fuktbeständighet tillräcklig.

Ekonomiska effekter

Baserat på ovan nämnda Träteck-arbeten har även de ekonomiska effekterna som våtskarvning medför undersökts. Dessa effekter exemplifieras med tillverkning av fingerskarvat gran-virke i dimension 50 x 200 mm i hållfasthetsklass C24. Nedan redovisas således en kostnadsjämförelse mellan konventionell torrskarvning och våtskarvning. Värderingsunderlaget härrör från ett statistiskt produktionsunderlag för nämnd produkt och dimension när det gäller torrskarvning och från en analys av en driftsundersökning med våtskarvning.

Det torrskarvade virket tillverkades ur norrländskt justerat granvirke med kvalitetsbeteckning Sort A och B. Det våtskarvade virke tillverkades av ojusterat granvirke i sågfallande kvalitet härstammande från ett mellansvenskt sågverk. Skarvningen utfördes i båda fallen i en och samma anläggning.

Urlägg och avkap

I tabell 1 redovisas urläggs- och avkapsandelar relaterat till ingående volymer. Med urlägg menas här plank i hellängd som p g a de sammantagna individuella särdragen inte kunde användas för ändamålet (hållfasthetsklass C24). Avkap uppkom vid defektkapning, rensågning av ändträytor samt vid kvistborttagning närmast skarven.

Tabell 1. Sammanställning av urläggs- och avkapsandelar vid torr- och våtskarvning.

	Torrskarvning	Våtskarvning
Urlägg (%)	22	13
Avkap (%)	16	9

Beräkning av virkeskostnader

Med dessa urläggs- och avkapsvolymerna som underlag kan följande kostnadsjämförelse göras. Virket avsett för torrskarvning prissätts med 1.350 SEK/m³. För det otorkade virket görs ett avdrag med 130 SEK/m³ för uteblivna torknings- och justeringskostnader. Således uppgår priset för detta sortiment till 1.220 SEK/m³. Marknadsvärdet för urläggsvirke bedöms vara 1.080 SEK/m³. För avkap, konverterat till torr- respektive våtflis för avsalu, fås 100 SEK/m³ f respektive 220 SEK/m³ f.

Under beaktande av ovan sammanställda virkeskostnader, urläggs- och avkapsandelar och intäkter från försäljning av urläggsvirke och flis uppgår således virkeskostnaderna för tillverkning av 1 m³ fingerskarvat virke till 1.685 SEK/m³ vid torrskarvning och till 1.334 SEK/m³ vid våtskarvning. Dessa virkeskostnader används fortsättningsvis i kostnadsjämförelser mellan torr- och våtskarvning.

Sammanställning av kostnaderna förr torr- respektive våtskarvning

En jämförelse av kostnaderna för torr- respektive våtskarvning redovisas i tabell 2. För torrskarvning har kostnader för lim tagits upp med 43 SEK/m³ och för våtskarvning med PUR-lim till 68 SEK/m³. Ett avdrag för lägre elförbrukning vid våtlimning har gjorts med 6 SEK/m³. Detta beroende på att förvärmning av skarvytorna med HF samt en uppvärmning av skarvpressen utgår.

I sammanställningen ingår kostnader för torkning av det våtskarvade virket med 130 SEK/m³. En reduktion av torkningskostnader vid våtskarvning med 15% har tagits med. Detta beroende på en högre fyllnadsgrad i torken som åstadkoms med torkpaket innehållande virke av en och samma längd. Ett avdrag därutöver med 7% har gjorts med hänsyn till den avkapsmängd som inte behöver torkas. Dessa två avdrag på sammanlagt 22% medför en reduktion av torkningskostnader med 28 SEK/m³ från 130 SEK/m³ till 102 SEK/m³. För torkning av det otorkade urläggsvirket tillkommer andelsmässigt 17 SEK/m³ i våtskarvningskalkylen.

Tabell 2. Jämförelse av kostnader vid torr- och våtskarvning av 1m³ virke i hållfasthetsklass C24.

Kostnader	Torrskarvning	Våtskarvning
Virke (SEK/m ³)	1.685	1.334
Lim (SEK/m ³)	43	68
Torkning av virke (SEK/m ³)		102
Torkning av urlägg (SEK/m ³)		17
El (SEK/m ³)		+ 6
Summa kostnader (SEK/m ³)	1.728	1.515

Kostnaderna för maskiner, byggnader och personal ingår inte i tabell 2. Dessa kostnader är lika för båda skarvningsmetoderna. Några korrigeringar har därför inte gjorts i kostnadsjämförelsen.

Av tabellen framgår att kostnaderna för fingerskarvning av 1 m³ virke i hållfasthetsklass C24 är 213 SEK/m³ lägre vid våtskarvning jämfört med konventionell torrskarvning.

Slutsats

Erfarenheter från industriella tillämpningar utomlands samt från genomförda undersökningar både utomlands och i Sverige (Träteck) visar att våtskarvning kan utföras rationellt och med tillfredsställande resultat. Det finns dessutom en rad ekonomiska fördelar med våtskarvning som borde främja fingerskarvning som en kostnadseffektiv metod för framtagning av funktionsanpassade produkter. Med våtskarvning vidgas dessutom möjligheterna för produktutveckling. De ännu gällande begränsningar vid användning av våtskarvat virke i bärande konstruktioner kommer successivt att avvecklas i takt med det fortskridande arbetet inom internationell standardisering.

Referenser

- /1/ EN 385 Finger jointed structural timber – Performance requirements and minimum production requirements.
- /2/ EN 386 Glued laminated timber –Performance requirements and minimum production requirements.
- /3/ Blümer, H.: Fingerskarvade snickeriprodukter. Trätek Rapport P 0111023.
- /4/ Blümer, H., Ekdahl, I.: Framtidens gransågverk. Trätek Rapport P 0111022.

Detta digitala dokument
skapades med anslag från

**Stiftelsen Nils och Dorthi
Troëdssons forskningsfond**

Träte

INSTITUTET FÖR TRÄTEKNISK FORSKNING

Box 5609, 114 86 STOCKHOLM
Besöksadress: Drottning Kristinas väg 67
Telefon: 08-762 18 00
Telefax: 08-762 18 01

Vidéum Science Park, 351 96 VÄXJÖ
Besöksadress: Lückligs plats 1
Telefon: 0470-59 97 00
Telefax: 0470-59 97 01

Skeria 2, 931 77 SKELLEFT
Besöksadress: Laboratorg
Telefon: 0910-28 56 00
Telefax: 0910-28 56 01