

STATENS PROVNINGSANSTALT
Laboratoriet för byggnadsteknik
Box 857, 501 15 BORÅS, Tel 033-16 50 00

SP-RAPP 1983:10
ISSN 0280-2503

CARL-JOHAN JOHANSSON

HÅLLFASTHET HOS FINGERSKARVAT VIRKE TILL LIMTRÄ

BESTÄMNING AV BÖJ- OCH DRAGHÅLLFASTHET HOS FINGERSKARVADE
LIMTRÄLAMELLER FRÅN FEM TILLVERKARE

BORÅS 1983

HÅLLFASTHET HOS FINGERSKARVAT VIRKE TILL LIMTRÄ

BESTÄMNING AV BÖJ- OCH DRAGHÅLLFASTHET HOS FINGER-
SKARVADE LIMTRÄLAMELLER FRÅN FEM TILLVERKARE

STRENGTH OF FINGER-JOINTS FOR GLUED LAMINATED TIMBER

DETERMINATION OF BENDING STRENGTH AND TENSILE STRENGTH
OF FINGER-JOINTED LAMINATIONS FROM FIVE SWEDISH MANU-
FACTURERS

SAMMANFATTNING

Fingerskarvar från fem svenska limträ-tillverkare har böj- och dragprovats. Totalt har 200 provkroppar tagna ur normal produktion - hälften dragprover och hälften böjprover - belastats till brott.

Resultaten visar att fyra av fem tillverkare når upp till det kravvärde på böjhållfastheten som nu tillämpas. Däremot klarar endast två tillverkare det krav som ställs på draghållfastheten.

Skarvtillverkningen uppvisar brister i något avseende hos samtliga fem tillverkare. Allvarligast är bristerna vad gäller virkessorteringen samt olika typer av limningsfel.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och omfattning	2
2	PROVUTTAG	3
3	ÅTGÄRDER FÖRE PROVNING	5
4	PROVNING	6
4.1	Böjprovning på lågkant	6
4.2	Dragprovning	6
5	PROVNINGSRESULTAT	8
6	DISKUSSION	14
7	JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	18
8	SLUTSATSER	20
9	REFERENSER	21

FÖRORD

I föreliggande rapport redovisas en undersökning avseende hållfastheten hos fingerskarvar i limträlameller.

Finansieringen av projektet har skett, dels genom stöd från Svenskt Limträ AB, dels inom Statens provningsanstalts normala ramar för bidragsmedel.

Provningen samt en stor del av databehandlingen har utförts av Thomas Claesson. Carina Krantzén har skrivit ut rapporten på maskin.

Manuskriptet har lästs av Olle Carling, Svenskt Limträ AB, som har givit värdefulla synpunkter vilka har beaktats i den slutliga versionen av rapporten.

Borås i mars 1983

Carl-Johan Johansson

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Fingerskarvar i limträ tillverkas och kontrolleras enligt SBN Godkännanderegler 1975:7 "Fingerskarvat konstruktionsvirke" [1]. Kraven på skarvarnas hållfasthet ges i de sk L-reglerna [2]. Där anges:

"Skarvarnas karakteristiska draghållfasthet ska vara minst lika med den nominella karakteristiska draghållfastheten för virke av ifrågavarande sorteringsklass."

Limträ tillverkas nästan uteslutande i kvalitet L40 med LT30-lameller i ytterzonerna. För LT30-lameller blir kravet på draghållfastheten 27 MPa.

L-reglerna medger emellertid att den fortlöpande kontrollen av fingerskarvarnas kvalitet sker genom böjprovning av skarvade lameller. Dels tar tillverkaren själv varje skift ut 3 skarvprover per anläggning, dels uttar statens provningsanstalt vid två tillfällen per år totalt 30 prover. Provingen sker med den skarvade limträlamellen orienterad på lågkant. Spännvidden är 15 x lamelltjockleken. Lasten påförs i båda tredjedelspunkterna. L-reglerna anger, att "karakteristisk böjhållfasthet som regel ska vara 1,3 gånger den nominella karakteristiska böjhållfastheten för ifrågavarande sorteringsklass." För LT30 blir då kravet $1,3 \times 27 = 35,1$ MPa, vilket också har tillämpats sedan lång tid.

Erfarenheter från Finland tyder emellertid på att böjprovning av fingerskarvar inte är ett tillräckligt utslagsgivande test. Man dragprovar där mera regelbundet limträlameller och har konstaterat att draghållfastheten ofta understiger kravet 27 MPa trots att böjhållfastheten är tillfredsställande.

1.2 Syfte och omfattning

Syftet med undersökningen är att bestämma draghållfasthet och böj-
hållfasthet hos fingerskarvade limträlameller och att i någon mån
försöka bedöma vilka faktorer som inverkar på skarvhållfastheten.
En viktig men föga utredd fråga är, om böjprovningen, som hittills
har antagits, ger ett tillfredsställande mått på draghållfastheten.
Syftet är vidare att bedöma utsikterna att höja skarvhållfastheten
till den nivå som krävs för limträ i kvalitet L50.

Undersökningen omfattar fingerskarvade limträlameller tagna ur nor-
mal produktion hos fem svenska limträtilverkare.

2 PROVUTTAG

Hos varje tillverkare har uttagits 40 fingerskarvade lameller, varav ena hälften till böjprovning och den andra till dragprovning.

Provuttaget har gjorts av tillverkaren (i tre fall) eller av provningsanstaltens representant i samband med kontrollbesök (i två fall), se tabell 1.

Vid de provuttag som har skett under provningsanstaltens medverkan har virke till böj- och dragprover tagits ur ett och samma parti. Åsyftad virkeskvalitet har varit LT30. Virket har som regel först kapats till 3,5 m resp 1 m längder. 21 st 3,5 m längder och lika många 1 m längder har sedan skarvats samman och efter skarvning kapats upp mittemellan skarvarna. Efter föreskriven härdning av skarvarna har virkesstyckena hyvlats till 45x145 mm och sänts väl emballerade, till provningsanstalten.

Skarvningen bedöms ha skett under normala produktionsförhållanden. Fyra av tillverkarna bytte dock till nyslipade fräsar strax före skarvningen av proven.

I två fall motsvarade virkeskvaliteten inte LT30 som hade åsyftats. Kvistarna var för stora, varför nytt provuttag fick göras.

Tabell 1 Översikt över uttagna fingerskarvsprover

Tillverkare	Profil $\ell \times p \times t^1$ (mm)	Prov uttagna av tillverkaren	Prov uttagna av SP	Byte av frässtål före skarvning av prover
1	32x6,2x0,6 FS ²)	x		x
2	29x6,2x0,8 FS	x		x
3	15x3,8x0,3 FS		x	
4	28x6,2x0,6 FS		x	x
5	32x6,2x0,5 KS ³)	x		x

¹) ℓ = längd, p = delning och t = spetstjocklek, avser frässtålets geometri, se figur 1

²) FS = fingrarna synliga på flatsidan

³) KS = fingrarna synliga på kantsidan

Tabell 2 Uppgifter om tillverkarnas skarvutrustningar

Tillverkare	Förvärmning	Fräs	Limpågivning	Lim Härdare	Press	Efterhärdning
1	-	Dimter	Spruta	Casco 1762 2562	Sundin	Mellanlager 20 °C 8h
2	-	Dimter	Spruta (färdig- blandat lim)	Casco 1711 2622	Sundin	Mellanlager 20 °C i 4h
3	-	Cook- Bolinder	Rulle	Dyno S199 624	Cook- Bolinder	Mellanlager 20 °C i 8h
4	-	Sauter	Rulle	Casco 1711 2620	Sauter	Mellanlager 20 °C i 8h
5	1 st HF*)	Sundin	Spruta	Casco 1762 2562	Sundin	Mellanlager 20 °C i 4h

*) Högfrekvensuppvärmning

3 ÅTGÄRDER FÖRE PROVNING

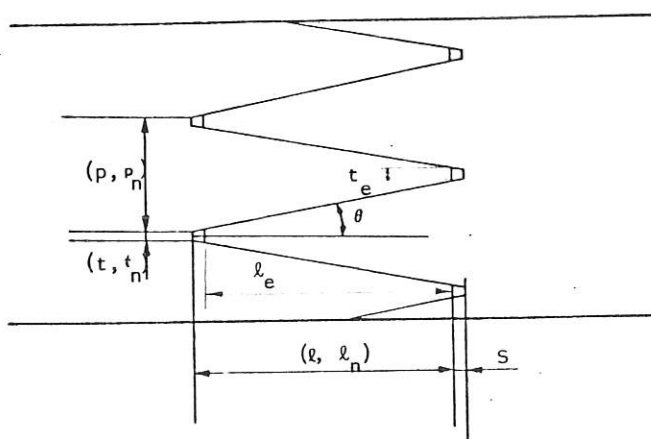
Efter ankomsten till provningsanstalten konditionerades provkropparna i klimatet 20 °C 65 % RH. Konditioneringstiden kom att variera mellan en till tre månader för de olika provomgångarna, eftersom de anlände vid olika tidpunkter.

Provkropparna deformerades inte märkbart under konditioneringen.

Skarvarnas geometri uppmättes på varje prov. Medelvärden för varje tillverkare redovisas i tabell 3. De i tabellen använda beteckningarna förklaras i figur 1.

Tabell 3 Resultat från uppmätning av skarvarnas geometri

Till- ver-	Nominell geometri (mätt på frässtål)			Orien- tering	Geometri mätt på den frästa profilen						
	l_n	p_n (mm)	t_n		<i>Stämning</i> l	p	t	s	l_e	t_e	
1	32	6,2	0,6	FS	9,7	31,4	6,2	0,5	0,2	30,4	0,8
2	29	6,2	0,8	FS	13	29,4	6,2	0,7	0,8	28,2	1,0
3	15	3,8	0,3	FS	8	15,4	3,8	0,5	1,4	13,9	0,7
4	28	6,2	0,6	FS		25,4	6,2	0,6	2,1	23,5	1,1
5	32	6,2	0,5	KS	8	31,4	6,2	0,6	2,2	28,9	1,0



Figur 1 Skarvgeometri

4 PROVNING

4.1 Böjprovning på lågkant

Provning skedde enligt [1] med provkroppen orienterad på lågkant, med belastning i tredjedelspunkterna och med skarven placerad mittemellan belastningspunkterna.

Lasten påfördes så att nedböjningen vid belastningspunkterna ökade med 8 mm/min, vilket ger brott inom ca 3 min.

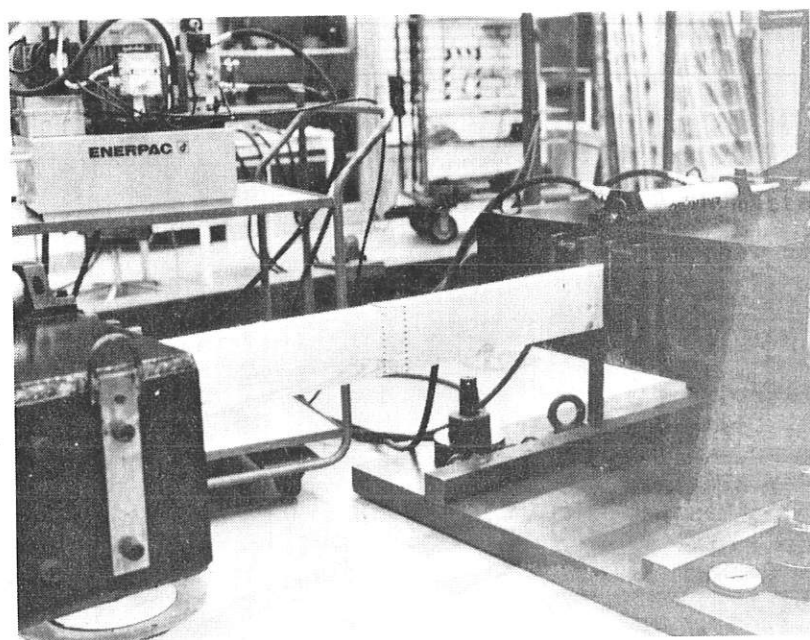
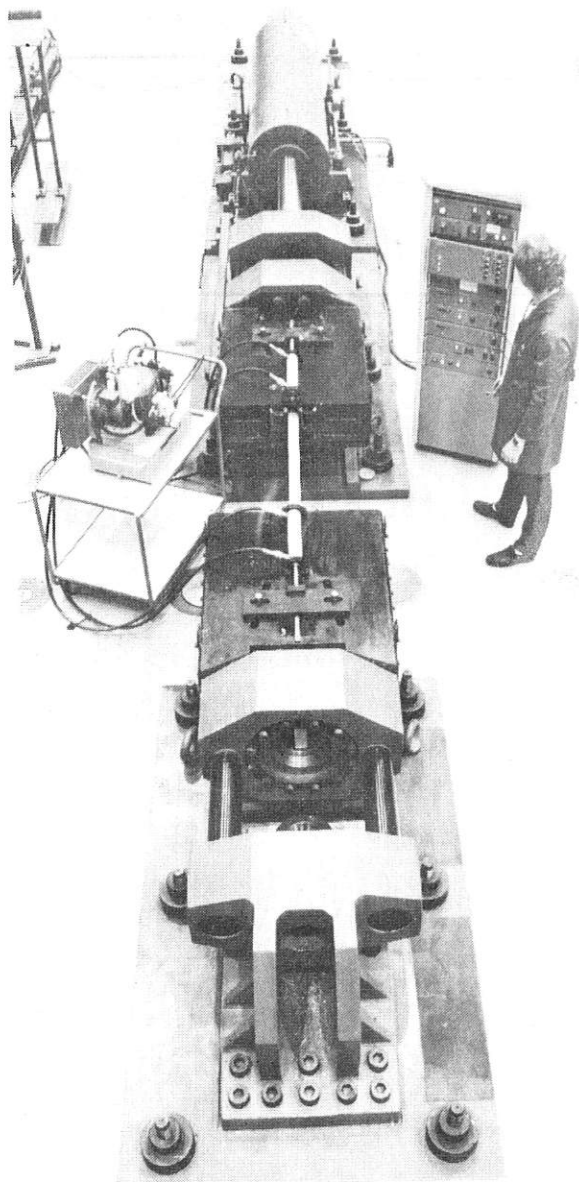
Efter brott bedömdes brottorsaken. Fuktkvoten mättes med en elektrisk fuktkvotsmätare (Protimeter Timbermaster). Densitetsprover uttogs på ömse sidor om skarven.

4.2 Dragprovning

Provningen skedde i en dragprovningssmaskin i vilken provkroppens båda ändar kan klämmas fast enligt kilbacksprincipen, se figur 2. Inspänningslängden är en meter och ytorna som pressar mot provkroppen utgörs av polyuretangummi som limmats mot stålplattor. Genom detta arrangemang undviks spänningskoncentrationen och därmed oönskade brott inom inspänningslängden. Den fria längden mellan infästningarna var ca 1 m med skarven belägen mittemellan.

Lasten påfördes med konstant hastighet så att brott inträffade inom ca 5 min.

Efter brott bedömdes brottorsaken, fuktkvoten mättes samt densitetsprover uttogs på samma sätt som för böjproverna. Storleken på kvis-tar som bedömdes ha orsakat brott mättes.



Figur 2 Dragprovningmaskin

5 PROVNINGSRESULTAT

En sammanställning av resultaten från böj- och dragprovningen ges i tabell 4 och 5. Vad gäller beräkning av böjhållfasthet hänvisas till [1]. I tabell 4, som avser prover med brott i skarven, redovisas också, för jämförelse, resultat från böjprovning av skarvar i tillverkarens interna kontroll (se avsnitt 1.1). Dessa resultat avser månaderna kring den tidpunkt då provuttaget till föreliggande undersökning skedde. Tabell 5 omfattar resultat från samtliga prover oavsett brottorsak. Angiven torrdensitet utgör medelvärdet för trät på ömse sidor om skarven.

Följande kan noteras med utgångspunkt från tabell 4 och 5:

1. Överensstämmelsen mellan tillverkarens egna böjprovningens resultat ($f_{b,e}$) och de som erhållits enligt avsnitt 4.1 (f_b) är god. Tillverkare 2 utgör ett undantag, vilket bedöms bero på att tillverkarens provningsmaskin ger för låga värden.

Man kan av ovanstående dra slutsatsen att de skarvar som har uttagits till projektet någorlunda representerar normal skarv- och virkeskvalitet hos de fem tillverkarna.

2. Kvoten mellan drag- och böjhållfasthet enligt tabell 4 för prover med skarvbrott blir:

Tillverkare:	1	2	3	4	5
Baserat på medelvärde	0,75	0,64	0,79	0,77	0,78
Baserat på karakteristiskt värde	0,72	0,45	0,61	0,72	0,78

Det blir i allmänhet en skillnad beroende på om man räknar kvoten på medelvärdet eller på karakteristiskt värde. Skälet till detta är att variationskoefficienten för draghållfastheten är större än för böjhållfastheten, för tillverkare 2 och 3 dubbelt så stor.

3. Materialet i böj- och dragprovkroppar har jämförbar kvalitet, vilken kvoten mellan medeldensiteterna från tabell 4 visar.

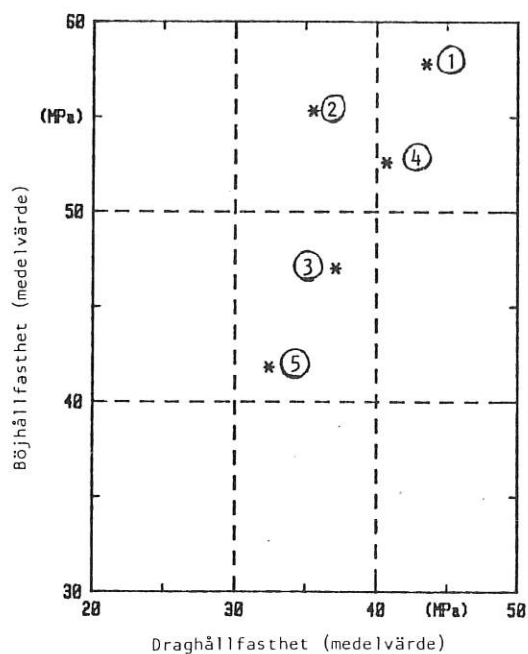
Tillverkare:	1	2	3	4	5
Kvot	0,99	1,02	1,02	0,99	1,01

4. En jämförelse mellan tabell 4 och 5 visar att hållfasthetsvärdena (medelvärde och karakteristiska värden) blir ungefär de samma oavsett om man endast räknar med prover med skarvbrott eller med samtliga prover.
5. Böjhållfastheten enligt tabell 4 (det karakteristiska värdet) hos skarvar från tillverkare 1, 2, 3 och 4 ligger över eller i nivå med kravvärdet, som är 39 MPa enligt L-reglerna [2]. Kravet på draghållfastheten (27 MPa) uppfylls däremot endast av tillverkare 1 och 4.
6. Bortser man från tillverkare 2 föreligger ett gott samband mellan böj- och draghållfasthet oavsett om man ser till medelvärdena eller till de karakteristiska värdena för varje tillverkare, se figur 3 och 4.

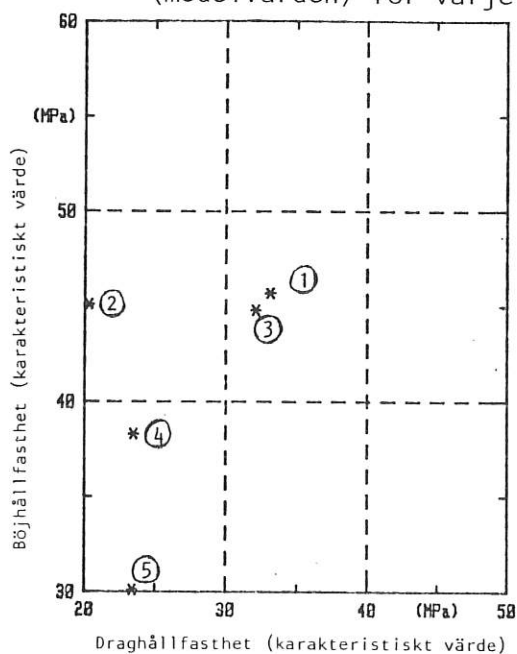
I tabell 6 redovisas en sammanställning över brottorsakerna. Följande kan noteras:

- Hos tillverkare 1, 3 och 5 har en stor andel brott skett i kvistar. Dessa kvistar har i nära hälften av fallen varit större än reglerna för visuell sortering av limträlameller tillåter. Vad gäller tillverkare 5 är emellertid virket maskinsorterat, varför kviststorleken i princip kan överstiga de visuella kraven utan att man därmed kan påstå att kvaliteten är undermålig.
- Tillverkare 2 har brott till helt övervägande delen skett i skarvarna längs fingerflankerna. Medan för tillverkare 4 och 5 den vanligaste brottorsaken är brott i fingerbottnarna.

3. För tillverkare 2 och 3 är inslaget av limbrott mycket stort medan för tillverkare 4 och 5 limbrodden bedöms ha haft liten betydelse. Värdena på limbrotsandelen kan inte direkt jämföras eftersom de ju bara avser de fall då brott har skett längs fingerflankerna.



Figur 3 Jämförelse mellan böjhållfasthet och draghållfasthet (medelvärden) för varje tillverkare



Figur 4 Jämförelse mellan böjhållfasthet och draghållfasthet (karaktäristiska värden) för varje tillverkare

Tabell 4 Resultat från provning enligt avsnitt 4.1 och 4.2 samt resultat från tillverkarnas interna kontroll. Resultaten avser prov med skarvbrott

Tillverkare nr	1	2	3	4	5
<u>Böjhållfasthet, $f_{b,e}$, bestämd i internkontrollen (MPa)</u>					
Medelvärde	55,5	48,7	45,7	53,3	40,4
Variationskoefficient *) (%)	17	17	9	14	10
Karakteristiskt värde **)	40,3	34,1	38,9	40,5	33,2
Minsta värde	30,4	34,0	40,0	38,0	32
Antal värden	158	110	107	127	53
<u>Böjhållfasthet, f_b, från provning enligt avsnitt 4.1 (MPa)</u>					
Medelvärde, \bar{f}_b	57,8	55,3	47,0	52,6	41,8
Variationskoefficient (%)	11	10	9	8	14
Karakteristiskt värde, f_b^{kar}	45,7	45,1	38,3	44,8	30,1
Minsta värde	43,6	41,6	39,4	46,0	29,9
Antal värden	16	20	18	20	19
Torr densitet (kg/m^3), medelvärde	418	424	400	397	423
<u>Draghållfasthet, f_t, från provning enligt avsnitt 4.2 (MPa)</u>					
Medelvärde, \bar{f}_t	43,5	35,5	37,1	40,7	32,4
Variationskoefficient (%)	11	22	18	11	14
Karakteristiskt värde, f_t^{kar}	33,1	20,3	23,5	32,1	23,4
Minsta värde	37,5	16,0	22,7	27,0	23,6
Antal värden	7	19	13	16	14
Torr densitet (kg/m^3), medelvärde	424	414	394	402	418
Profil	32FS	29FS	15FS	28FS	32KS

*) standardavvikelsen/medelvärdet

**) 5 %-fraktilvärdet på 75 % konfidensnivå

Tabell 5 Resultat från provning enligt avsnitt 4.1 och 4.2.
Samtliga resultat är medtagna oavsett om brott har inträffat i eller utanför skarv

Tillverkare nr	1	2	3	4	5
<u>Böjhållfasthet, f_b, från provning enligt avsnitt 4.1 (MPa)</u>					
Medelvärde \bar{f}_b	58,1	55,3	46,7	52,7	42,1
Variationskoefficient *) (%)	12	10	9	7	14
Karakteristiskt värde **)	45,1	45,1	38,3	44,9	30,6
Minsta värde	43,6	41,6	39,4	46,0	29,9
Antal värden	20	20	20	20	20
Torrdensitet (kg/m^3), medelvärde	419	425	399	397	425
Fuktkvot (%), medelv	14	14	14	14	13
<u>Draghållfasthet, f_t, från provning enligt avsnitt 4.2 (MPa)</u>					
Medelvärde \bar{f}_t	41,3	35,1	34,6	40,5	32,6
Variationskoefficient (%)	21	22	24	14	16
Karakteristiskt värde	24,6	20,0	18,1	29,6	22,2
Minsta värde	23,7	16,0	18,2	27,0	22,9
Antal värden	20	20	19	20	20
Torrdensitet (kg/m^3), medelv	418	413	388	401	409
Fuktkvot (%), medelv	14	13	14	15	13
Profil	32FS	29FS	15FS	28FS	32KS

*) standardavvikelsen/medelvärdet

**) 5 %-fraktilvärdet på 75 % konfidensnivå

Tabell 6 Sammanställning av brottorsaker i dragproverna. Antal prov

Till- ver- kare	Profil	Brott utanför skarv		Brott i skarv		Både i finger- bottarna och längs finger- flankerna	Andel limbrott (%)
		Kvist	Annan orsak	I finger- bottarna	Längs finger- flankerna		
1	32FS	10(4)*	1	2	1	4	0
2	29FS	-	1	-	16	3	50
3	15FS	5(2)*	1	4	1	8	45
4	28FS	2	2	11	1	4	20
5	32KS	5(2)*	1	10	3	1	20

*) Värden inom parentes anger antal prov i vilka kviststorleken överskred tillåtet värde

6 DISKUSSION

I tabell 3 redovisade resultat från uppmätning av skarvarnas geometri kan göras mera lättolkade genom beräkning av relativa fogarean och tvärsnittsreduktionen.

Relativa fogarean, som ju bör vara så stor som möjligt, är den totala arean utefter fingerflankerna dividerad med virkets tvärsnittsarea.

Tvärsnittsreduktionen, som givetvis bör hållas nere, utgör finger-spetsens tjocklek dividerad med centrumavståndet mellan fingerspetsarna.

I tabell 7 redovisas relativa fogarean och tvärsnittsreduktionen för de fem tillverkarna uträknade på två olika sätt, dels utgående från nominella värden på fingerlängden (l_n) och spetstjockleken (t_n), dels utgående från den limmade sträckan längs fingerflanken (l_e) och uppmätt "verklig" spetstjocklek (t_e).

För det första ser man då att skillnaden mellan nominell och "verklig" relativ fogarean är måttlig utom för tillverkare 4, som har en "verklig" relativ fogarean som är ca 20 % mindre än den nominella. Tillverkare 4 redovisar trots detta den högsta karakteristiska draghållfastheten.

Skillnaden mellan nominell och "verklig" tvärsnittsreduktion är betydande överlag.

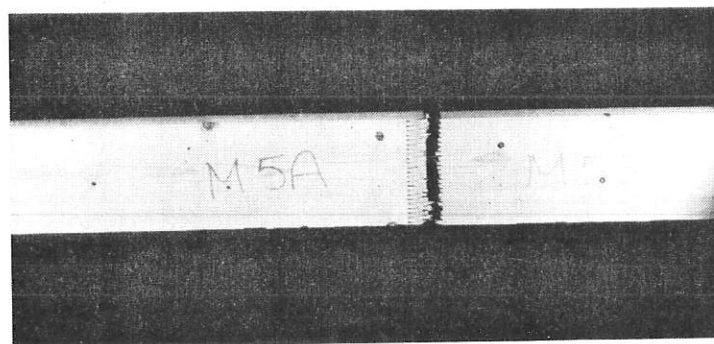
Vad gäller tillverkare 3, 4 och 5 är den "verkliga" tvärsnittsreduktionen ungefär dubbelt så stor som det nominella värdet.

Mot bakgrund av ovanstående framstår den goda draghållfastheten hos skarven från tillverkare 4 som något förbryllande.

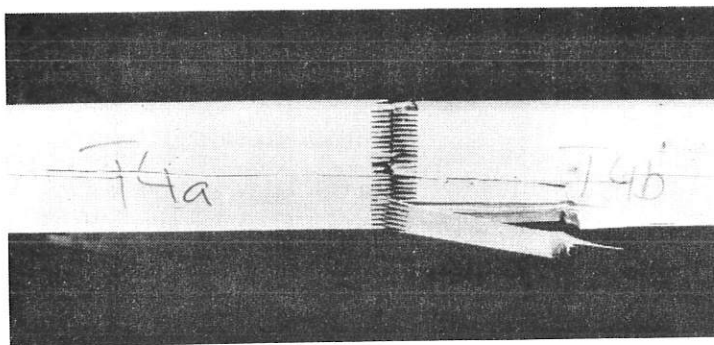
Det kan vara av intresse att uppskatta vilken draghållfasthet som skulle ha erhållits om virket hade varit oskarvat. I en tidigare undersökning av limträlameller [3] av ungefär samma kvalitet och dimension som i föreliggande undersökning beräknades följande samband mellan draghållfasthet (f_t) och torrdensitet (δ_{ou}):

Tabell 7 Skarvgeometri, tvärsnittsreduktion och relativ fogarea.
Jämförelse mellan "verkliga" och nominella värden

Tillverkare	1	2	3	4	5
<u>Relativ fogarea</u>					
Nominellt värde	10,4	9,4	8,0	9,1	10,4
Verkligt värde	9,6	9,2	7,4	7,6	9,4
<u>Tvärsnittsreduktion (%)</u>					
Nominellt värde	9,7	12,9	7,9	9,7	8,1
Verkligt värde	12,9	16,1	18,4	17,7	16,1
Profil	32FS	29FS	15FS	28FS	32KS



a.



b.

Figur 5 Exempel på brottyper
a. brott i fingerbottnarna
b. brott längs fingerflankerna

$$f_t = \delta_{ou} \cdot 0,22-49$$

Med detta kan en grov uppskattning (\hat{f}_t) av draghållfastheten i oskarvat virke erhållas för de olika tillverkarna, se tabell 8.

Man finner att överensstämmelsen mellan uppmätt medeldraghållfasthet (\bar{f}_t) baserad på samtliga 20 värden överensstämmer väl med det förväntade värdet enligt uttrycket ovan när det gäller tillverkare 1,3 och 4. Tillverkare 2 och 5 har däremot klart lägre draghållfasthet än vad en uppskattning med hjälp av densiteten ger.

Tabell 8 Förväntad draghållfasthet jämfört med uppmätt draghållfasthet enligt tabell 5

Tillverkare	1	2	3	4	5
Uppmätt draghållfasthet, \bar{f}_t , (MPa)	41,3	35,1	34,6	40,5	32,6
Förväntad draghållfasthet, \hat{f}_t , (MPa)	43,0	41,9	36,4	39,2	41,0
\bar{f}_t/\hat{f}_t	0,96	0,84	0,95	1,03	0,80
Torr densitet, δ_{ou} , (kg/m ³), medelv	418	413	388	401	409
Profil	32FS	29FS	15FS	28FS	32KS

Man kan knappast förvänta sig, att med aktuell virkeskvalitet (densitet) nå mycket högre draghållfasthet i en fingerskarv än vad tillverkare 1 uppvisar. Den aktuella skarven har en geometri som nästan helt överensstämmer med de nominella värdena, se tabell 7. Av sammanställningen i tabell 6 framgår att själva skarvningen (belimning, pressning och härdning) har fungerat korrekt eftersom antalet skarvbrott är förhållandevis litet samt eftersom inget limbrott kunde upptäckas i skarvar med brott.

För tillverkare 4 kan draghållfastheten säkert förbättras något genom att fingrarna görs spetsigare.

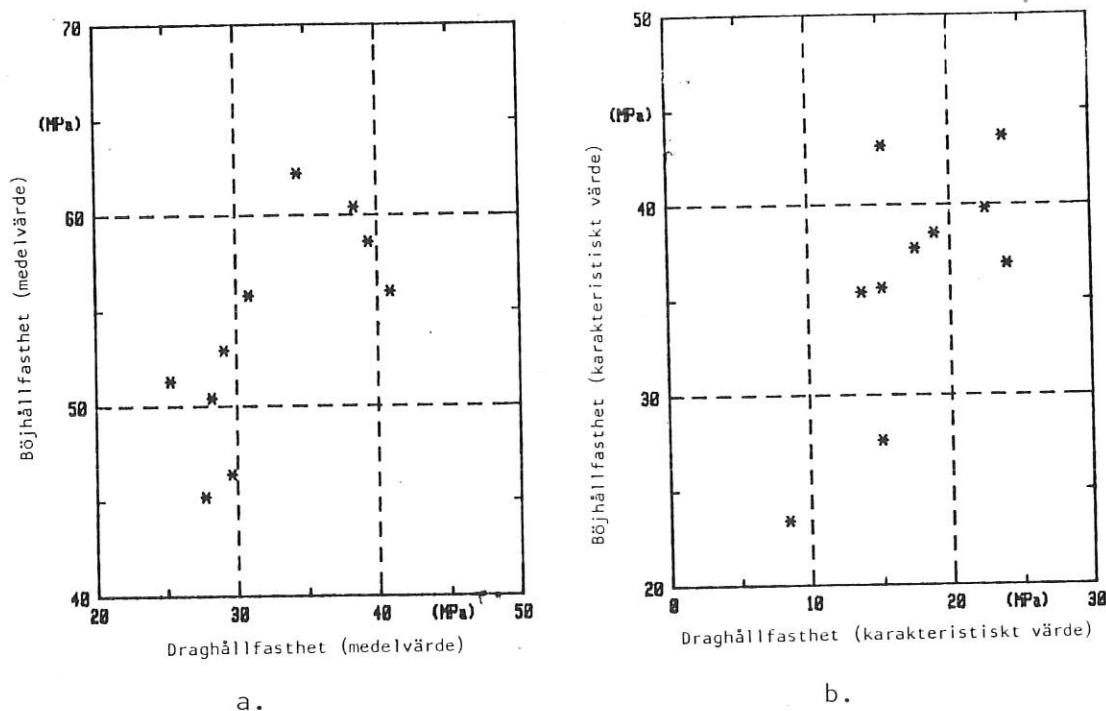
Huruvida den låga draghållfastheten för tillverkare 5 beror på brister i skarvgeometrin eller själva skarvningen eller på skarvens orientering kan ej bedömas. Onekligen innebär den aktuella skarvorienteringen att man kan få en större brottanvisning vid dåligt limmade ytterfingrar jämfört med om fingrarna är synliga på flatsidan.

Tillverkare 2 bör efter en översyn av skarvningsprocessen (limningen) kunna få upp draghållfastheten på samma nivå som för tillverkare 1 och 4. Tillverkare 3 uppvisar brister vad gäller såväl skarvgeometrin (andelen brott i fingerbottnarna är stor) som själva skarvningen (belimning och pressning). Efter åtgärder av detta borde en något högre draghållfasthet kunna uppnås med aktuell virkeskvalitet.

7 JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

Det finns relativt få undersökningar utförda på fingerskarvaras draghållfasthet, bl a därför att det krävs en så speciell och dyrbar utrustning. Närmast till hands för jämförelse ligger H J Larsens undersökning [4] som dock avser skarvar med en annan profil än de som svenska limträ tillverkare använder. Tabell 9 ger en översikt över resultatet från 10 danska tillverkare ur [4]. Virkestjockleken är 33 mm och bredden varierar mellan 70 och 195 mm och skarvprofilen är $\lambda \times p \times t = 20 \times 6,2 \times 1$ mm med fingrarna synliga på flatsidan utom för en tillverkare som har profilen $\lambda \times p \times t = 10 \times 4 \times 1$ mm.

Jämfört med föreliggande undersökning redovisas i [4] en klart lägre draghållfasthet både i absoluta tal mätt och i jämförelse med böjhållfastheten. Detta är emellertid naturligt eftersom de aktuella skarvarna (20KS och 10KS) har sämre förutsättningar på grund av den lägre relativa fogarean och högre tvärsnittsreduktionen. Ett visst samband mellan böj- och draghållfasthet kan noteras, se figur 6.



Figur 6 Jämförelse mellan böj- och draghållfasthet för varje tillverkare enligt [4]

a: medelvärde

b: karakteristiskt värde

Tabell 9 Resultat från H J Larsens undersökning [4] av fingerskarvars drag- och böjhållfasthet

Tillverkare	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>Böjhållfasthet (MPa)</u>										
Medelvärde, \bar{f}_b	52,9	51,3	55,8	46,4	62,2	58,6	45,2	60,4	50,4	56,0
Karakteristiskt värde, f_b^{kar}	38,5	37,7	35,4	27,6	43,1	43,6	35,6	36,9	23,4	39,8
<u>Draghållfasthet (MPa)</u>										
Medelvärde, \bar{f}_t	29,1	25,3	30,9	29,6	34,4	39,4	27,7	38,4	28,2	40,9
Karakteristiskt värde, \bar{f}_t	18,9	17,5	13,7	15,0	15,2	23,8	15,1	24,0	8,4	22,5
Torrdensitet, medelvärde (MPa)										
	397	411	453	423	443	437	428	433	437	426
\bar{f}_t/\bar{f}_b	0,56	0,50	0,56	0,67	0,56	0,69	0,62	0,66	0,60	0,73
f_t^{kar}/f_b^{kar}	0,49	0,46	0,39	0,54	0,35	0,55	0,42	0,65	0,23	0,56
Profil	20KS	20KS	20KS	20KS	20KS	20KS	20KS	20KS	20KS	10KS

Arvidsö skolorna 10F3

8 SLUTSATSER

- Vid böjprovning av fingerskarvade limträlameller uppfyller fyra av de fem tillverkarna kravet på böjhållfastheten, som är 39 MPa. Detta gäller såväl vid provning under en längre tid i tillverkarnas egen regi som vid provning av ett mindre antal prov vid Statens provningsanstalt.
- Av de fyra tillverkare som uppfyller kravet på böjhållfastheten når endast två upp till det grundläggande kravet enligt L-reglerna [2], som är att draghållfastheten ska överstiga 27 MPa.
- Det föreligger ett visst samband mellan böj- och draghållfasthet. Det är emellertid tveksamt om detta samband är så starkt att man som nu sker, kan använda böjhållfastheten som en ställföreträdande parameter för draghållfastheten.
- Utmärkande för tre tillverkare är, att virket ej hade sorterats till rätt kvalitet. Kvistarna var för stora.
- För fyra av fem tillverkare finns anmärkningar mot fingerskarvsgeometri och mot limfogarnas kvalitet.
- Den högsta böjhållfastheten respektive draghållfastheten, som redovisas i undersökningen, är 57,8 och 43,5 MPa (medelvärden). Motsvarande torrdensitet var ca 420 kg/m^3 . Med högre virkesdensitet och därmed högre materialkvalitet kan sannolikt högre skarvhållfasthetsvärden än de redovisade erhållas.

9 REFERENSER

- [1] SBN Godkännanderegler 1975:7 Finger-skarvat konstruktionsvirke. Tillverkning och kontroll. Statens planverk
- [2] L-regler L-märkt limträ. Tillverkning och kontroll. Svensk Limträkontroll 1977:1
- [3] Johansson, C-J Draghållfasthet hos limträlameller. Kvistars inverkan på draghållfastheten parallellt med fibrerna hos limträlameller av granvirke. Inst för konstruktionsteknik, Avd för Stål- och Träbyggnad, Chalmers Tekniska Högskola. Int skr S76:18
- [4] Larsen, H. J. Böjnings- og traekstyrke af finger-skarringer. Institute of Building Technology and Structural Engineering, Aalborg University Center, Report No 7902