



# Inverkan från kvist i närheten av fingerskarvar

Johan Oja  
Urban Haggström

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Bygg och Mekanik

SP Rapport 2009:37

# Inverkan från kvist i närheten av fingerskarvar

Johan Oja  
Urban Häggström

# Abstract

## The effect from knots close to fingerjoints

According to the current standard (EN385), the distance between a knot and a fingerjoint must be greater than three times the knot diameter. When grading the boards visually it is difficult to fulfil this rule without generating large losses due to cuts. When grading the boards automatically, it is possible to do a correct grading, but the cuts will result in a significantly lower yield. Glulam manufacturers have done tests that show that the strength of the fingerjoints do not increase when they increase the cuts in order to fulfil the rules. The feeling among the manufacturers is that they make cuts, not to reach the correct strength, but only to fulfil the rules in the standard. Hence, the aim of this project was to study whether the current rules are relevant with regard to strength.

The study is based on 80 Norway spruce boards graded as LS22. Each board was cross-cut in two positions. One cut was placed so that the distance to knots fulfilled the rules described in EN385. The other cut was placed so that there were knots too close according to EN385, but the distance between knots and the cut (the future fingerjoint) fulfilled alternative rules defined by the project group. After cross-cutting, the pieces were fingerjointed in a normal production line at Martinsons in Bygdsiljum. This resulted in totally 80 pairs of fingerjoints, each pair with one fulfilling EN385 and one that only fulfilled the alternative rules. Half of the pairs were then tested for bending strength and the other half for tensile strength.

The analysis of the tests resulted in the following conclusions:

- The results did not show a significant difference on the 95% level between EN385 and the alternative rules.
- The results indicate that there are more samples with really low strength among the samples with knots close to the fingerjoint.
- The results indicate that knots close to the fingerjoint have a larger effect on bending strength than on tensile strength.
- The results indicate that when testing in bending, the rules according to EN385 for distance between knots and fingerjoint is not relevant for knots in the center part of the face of the board.
- The results indicate that the rules according to EN385 for distance between knot and fingerjoint is relevant for knots on the edge or close to the edge of the board.

Key words: Fingerjoint, bending strength, tensile strength, knot

**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**

SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2009:37

ISBN 978-91-86319-25-0

ISSN 0284-5172

Skellefteå

# Innehållsförteckning / Contents

<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Innehållsförteckning / Contents</b>	<b>4</b>
<b>Förord / Preface</b>	<b>5</b>
<b>Sammanfattning / Summary</b>	<b>6</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte och mål	7
<b>2 Material och metod</b>	<b>7</b>
2.1 Definition av reviderade regler	8
2.2 Bøj- och dragprovning enligt EN408	9
<b>3 Resultat</b>	<b>9</b>
3.1 Provuttag och fingerskarvning	9
3.2 Resultat från bøjprovning	10
3.3 Resultat från dragprovning	13
<b>4 Diskussion</b>	<b>15</b>
<b>5 Slutsatser</b>	<b>16</b>

**Bilaga 1: Provuttag, bøjprovning**

**Bilaga 2: Provuttag, dragprovning**

**Bilaga 3: Provresultat, bøjprovning**

**Bilaga 4: Provresultat, dragprovning**

## **Förord / Preface**

Studien är finansierad av Träcentrum Norr.

## Sammanfattning / Summary

Bakgrunden till projektet är de regler som beskriver hur stora kvistar som får finnas i närheten av en fingerskarv. Enligt nuvarande standard (EN385) så måste avståndet mellan skarv och kvist vara minst tre gånger kvistens diameter mätt tvärs fiberriktningen (undantaget kvistar med diameter mindre än 6 mm). Vid visuell (manuell) sortering är det relativt komplicerat att efterleva regeln utan att orsaka stora avkap. Vid automatisk sortering klarar man visserligen att göra en korrekt bedömning men får även då ett sämre utbyte på grund av stora avkap. Samtidigt har tester som utförts av limträstillverkarna visat att skarvarnas hållfasthet inte ökar när man för att uppfylla standarden kapar mer. Det kan därför upplevas som att man kapar, inte för att få rätt kvalitet på skarvarna, utan enbart för att uppfylla standarden. Syftet med denna studie var därför att undersöka om de gällande reglerna är relevanta för hållfastheten.

Studien baseras på 80 stycken granplankor som klassats som LS22 och är ämnade för produktion av ytterlameller i limträbalkar. Virket hade dimensionen 45 × 140 mm och 12% fuktkvot. Varje planka kapades i tre delar som därefter skarvades ihop med två fingerskarvar. När plankan kapades placerades kapställena så att den ena fingerskarven hade ett avstånd till närliggande kvistar som var godkänt enligt EN385. Det andra kapstället placerades så att kvistarna låg för nära skarven enligt EN385, men uppfyllde de reviderade regler som definierades av projektgruppen. Efter kapning fingerskarvades bitarna ihop i den ordinarie produktionslinjen på Martinsons i Bygdsiljum. Totalt 80 plankor resulterade på detta sätt i 80 par fingerskarvar (godkänd respektive icke godkänd enligt EN385), totalt 160 fingerskarvar. Hälften av dessa (40 par) provades i böj medan 40 par provades i drag. Både drag- och böjprovning gjordes enligt EN408.

Analysen av de parade testerna gav följande slutsatser:

- Resultaten visar inte på någon signifikant påverkan av medelvärdet på grund av icke godkända kvistar
- Resultaten ger en tydlig indikation till fler riktigt svaga prover på grund av icke godkända kvistar.
- Kvistar i närheten av fingerskarven tycks ha större inverkan vid böjprovning än vid dragprovning.
- Resultaten indikerar att för draghållfastheten är kravet på avstånd från skarv till kvist enligt EN385 inte relevant för de kvistar som i denna studie definierades som mittkvistar.
- Resultaten indikerar att det krav som EN385 ställer på avstånd mellan skarv och kvist är relevant för de kvistar som i denna studie definierades som kant- respektive sidokvist.

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Bakgrunden till projektet är de regler som beskriver hur stora kvistar som får finnas i närheten av en fingerskarv. Enligt nuvarande standard (EN385) så måste avståndet mellan skarv och kvist vara minst tre gånger kvistens diameter mät tvärs fiberriktningen (ingen hänsyn tas till kvistar mindre än 6 mm). Bakgrunden till denna regel är oklar. Inga vetenskapliga studier som beskriver bakgrunden till regeln har påträffats, trots noggrann efterforskning. Vid visuell (manuell) sortering är det relativt komplicerat att efterleva regeln utan att orsaka stora avkap. Vid automatisk sortering klarar man visserligen att göra en korrekt bedömning men får även då ett sämre utbyte på grund av stora avkap. Samtidigt har tester som utförts av limträstillverkarna visat att skarvarnas hållfasthet inte ökar när man för att uppfylla standarden kapar mer. Det kan därför upplevas som att man kapar, inte för att få rätt kvalitet på skarvarna, utan enbart för att uppfylla standarden.

Om man, utan att skarvens kvalitet försämras, kan tillåta kvistar att ligga närmare fingerskarven än vad dagens regler tillåter, så skulle det vara möjligt att öka utbytet vid limträstillverkning, något som innebär en stor kostnadsbesparing. Att förändra standarden är dock en process som kräver goda argument och därmed krävs det studier som på ett objektivt sätt visar på hur kvistar i närheten av fingerskarvar påverkar skarvens hållfasthet.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med studien är att undersöka om fingerskarvars hållfasthet minskar när kvistar ligger närmare skarven än vad som tillåts enligt EN385. Målet är att göra en parvis jämförelse mellan godkända respektive icke godkända skarvar.

# 2 Material och metod

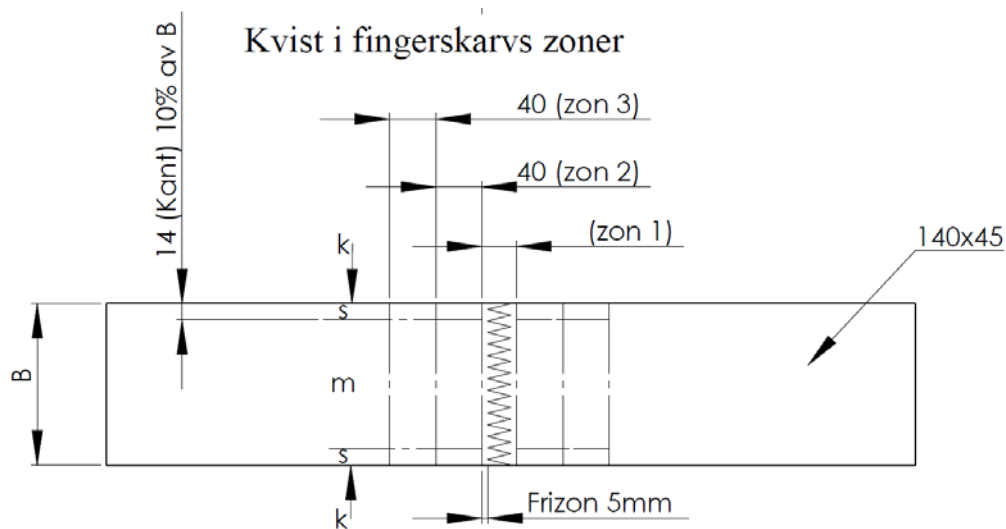
Studien baseras på 80 stycken granplankor som klassats som LS22 och är ämnade för produktion av ytterlameller i limträbalkar. Virket hade dimensionen 45 × 140 mm och 12% fuktkvot. Varje planka kapades i tre delar som därefter skarvades ihop med två fingerskarvar. Fingerskarvens längd var 20 mm. När plankan kapades placerades kapställena så att den ena fingerskarven hade ett avstånd till närliggande kvistar som var godkänt enligt EN385. Det andra kapstället placerades så att kvistarna låg för nära skarven enligt EN385, men uppfyllde de reviderade regler som definierades av projektgruppen (se nedan). Vid fingerskarvningen kräver utrustningen att de virkesstycken som ska skarvas är minst 1500 mm. Detta gjorde att varje planka kapades i tre bitar som är minst 1500 mm långa. För dragproven krävdes en minst 1800 mm lång mittbit (se nedan). Detta innebär att plankorna till att börja måste vara minst 4800 mm (drag) respektive 4500 mm långa. I praktiken krävs längre plankor för att göra det möjligt att välja kapställena enligt provupplägget. Efter kapning fingerskarvades bitarna ihop i den ordinarie produktionslinjen på Martinsons i Bygdsiljum. Därefter kapades de skarvade ämnena till provbitar med längd anpassad för drag- respektive böjprovning.

Totalt 80 plankor resulterade på detta sätt i 80 par fingerskarvar (godkänd respektive icke godkänd enligt EN385), totalt 160 fingerskarvar. Hälften av dessa (40 par) provades i böj medan 40 par provades i drag. Både drag- och böjprovning gjordes enligt EN408. Vid dragprovningen frångicks provstandarden på så sätt att provbiten kortades. Tanken med detta var att syftet med studien är att undersöka hållfastheten för fingerskarven och

området närmast den. En längre provbit ger istället en större inverkan från virkesegenskaperna. Baserat på tidigare erfarenheter, bland annat från VTT i Finland beslöts att  $3 \times$  virkets höjd, totalt 420 mm, var ett lämpligt avstånd mellan dragprovutrustningens grepp. För att säkerställa provresultatet måste dragutrustningen greppa minst 700 mm i vardera ände, vilket ger en minimilängd på 1820 mm för de färdigskavade dragproven. Vid böjprovning måste den färdigskavade provbiten vara minst 900 mm.

## 2.1 Definition av reviderade regler

Det är naturligt att om stora kvistar ligger tillräckligt nära fingerskarven så kommer effekten av kvist och fingerskarv att samverka och på så sätt orsaka en lägre hållfasthet. Det är därför inte relevant att släppa valet av kapställe helt fritt. Istället definierades reviderade regler som tillåter kvistar att vara närmare fingerskarven än de  $3 \times$  kvistdiametern som tillåts enligt EN385. De reviderade reglerna baseras på tre zoner som anger avståndet till fingerskarven och tre kvisttyper som anger position på flat- eller kantsida (Figur 1). De prover som valt ut baserat på dessa reviderade regler och inte uppfyller EN385 kallas i texten nedan för underkända eller icke godkända prover.



Figur 1: De reviderade reglerna baseras på tre zoner (z1, z2 och z3) och tre kvisttyper (m, k och s):

z1: Zon 1 innefattar fingerskarven samt ytterligare 5 mm.

z2: Zon 2 innefattar området 5 – 45 mm från fingerskarven.

z3: Zon 3 innefattar området 45 – 85 mm från fingerskarven.

k: Kantkvistar definieras som typ k.

m: Mittkvistar ligger på flatsidan och inte närmare kanten än 14 mm.

s: Sidokvistar är flatsideskvistar som till 2/3 ligger mindre än 14 mm från kanten.

Med tre zoner och tre kvisttyper enligt Figur 1 får man nio olika typer av avvikelser från de ursprungliga reglerna. Erfarenheten har visat att kantkvistar har störst inverkan på hållfastheten, därför gjordes endast en mindre justering av reglerna för dessa kvistar (k- och s-kvistar). Denna justering innebar att enligt de reviderade reglerna (underkända prover) fick avståndet till fingerskarven inte vara mindre än  $2,5 \times$  kvistdiametern för s- och k-kvistar i zon 2 och 3. I undersökningen hade prover som underkänts på grund av s- och k-kvistar i zon 2 och 3 därför sådana kvistar med ett avstånd till fingerskarven som var  $2,5 \times$  kvistdiametern (Tabell 1).



I zon 1 gällde för samtliga kvisttyper att kvistdiametern fick vara max 10 mm. För m-kvistar tilläts i zon 2 och 3 större avvikelser från EN385 än för k- och s-kvistar.

I zon 2 tillät de reviderade reglerna m-kvistar med en diameter upp till 32 mm. För prover som underkänts på grund av m-kvistar i zon 2 innebar detta att dessa hade mittkvistar med diameter 21-32 mm. För alla dessa prover var avståndet mellan kvist och fingerskarv 6 mm.

Plankor med kvistar större än 32 mm var väldigt sällsynta i provmaterialet, dessa hade uppenbarligen inte uppfyllt kraven för att klassas som LS22. Det innebär att vi inte kunde hitta några prover som underkänts på grund av mittkvistar i zon 3 (z3m). Studien baserades därför på totalt åtta typer av underkända prover (z1m, z1k, z1s, z2m, z2k, z2s, z3k, z3s), se Tabell 1. Vid provuttaget var ambitionen att få relativt jämn fördelning mellan de olika grupperna.

*Tabell 1: Definition av de åtta olika typer av underkända prover som på olika sätt avviker från EN385. Zoner och kvisttyper definieras i Figur 1.*

Zon	Kvisttyp som orsakar underkännande	Kviststorlek som orsakar underkännande (mm)	Avstånd från kvist till fingerskarv (mm)
1	m, k och s	7-10	≤5
2	m	21-32	5
2	k och s	11-18	$2,5 \times \text{dia} < \text{Dist} < 3 \times \text{dia}$
3	k och s	19-34	$2,5 \times \text{dia} < \text{Dist} < 3 \times \text{dia}$

## 2.2 Böj- och dragprovning enligt EN408

Böjprovningen gjordes vid SP Träteks laboratorium i Skellefteå med en universell provningsmaskin, Instron 5500R.

Dragprovningen gjordes vid SP Träteks laboratorium i Borås med dragprovsmaskin för liggande drag, Lzp300.

## 3 Resultat

### 3.1 Provuttag och fingerskarvning

Till att börja med var tanken att basera undersökningen uteslutande på LS22-virke från Martinsons sågverk i Bygdsiljum. Efter en första genomgång av provmaterial visade det sig svårt att hitta plankor som uppfyllde kraven på längd och kviststorlek, det var helt enkelt ont om stora kvistar. För att hitta tillräckligt många lämpliga plankor kompletterades virket från Martinsons med LS22-virke från Setra Långshyttan. Totalt resulterade detta i 80 plankor av tillräcklig längd. På varje plankor markerades två kapställen, ett kapställe som uppfyller kraven enligt EN385 och ett kapställe som är underkänt och tillhör någon av de åtta grupper som beskrivs i Tabell 1 och Figur 1. En beskrivning av samtliga drag- och böjprover som togs fram återfinns i bilagorna 1 och 2.

Vid dragprovningen ”gled” infästningen vid ett av proverna så mycket att de två proverna (godkänt respektive icke godkänt) från den plankan togs bort från analysen. Efter drag-

och böjprovning inspekterades alla skarvar med avseende på limmängd. Det resulterade i att proverna från ytterligare fyra plankor togs bort från analysen av dragproven och proverna från fyra plankor togs bort från analysen av böjproven. Det innebär att alla analyser baseras på 35 par dragprover och 36 par böjprover.

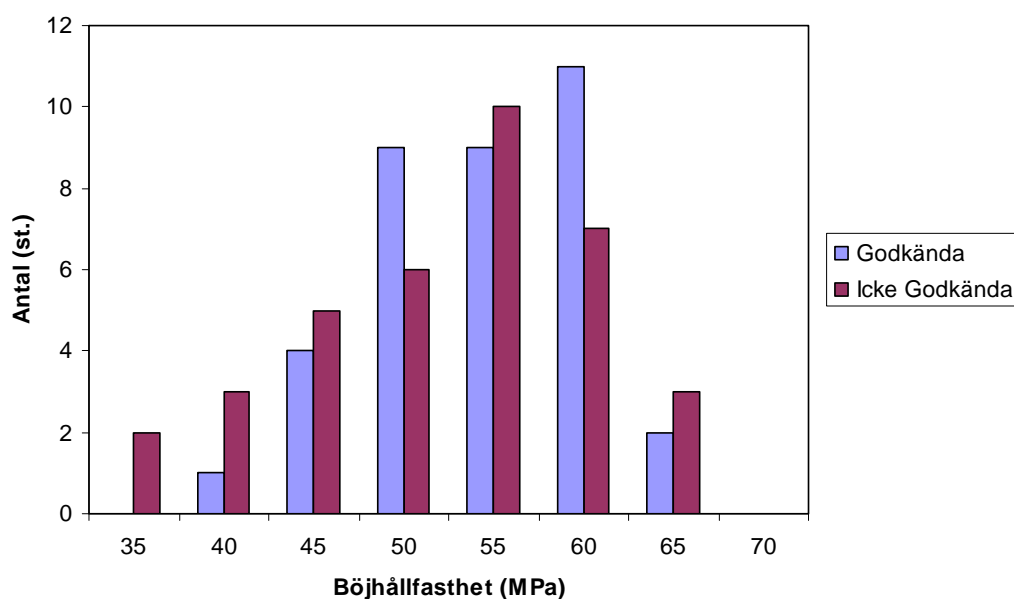
Provupplägget innebär att det är möjligt att göra jämförelser mellan parade prover från en och samma plankor där kvistarna kring den ena fingerskarven (Godkänd) uppfyller kraven i EN385, medan den andra skarven (Icke godkänd) har kvistar som ligger närmare skarven än vad som är tillåtet enligt EN385. Sådana parvisa jämförelser är möjliga att göra för både drag- och böjprovning. Beroende på att det inte är samma material som använts vid böj- respektive dragprovning är det däremot inte möjligt att göra direkta jämförelser mellan hållfastheten vid drag- och böjprovning.

## 3.2 Resultat från böjprovning

Alla provresultat från böjprovningen återfinns i bilaga 3. Medelvärdet för de godkända böjproverna (51,9 MPa) var 1,8 MPa högre än medelvärdet för de icke godkända böjproverna (50,1 MPa), se Tabell 2. Standardavvikelsen var dock stor (6,0 resp. 7,8 MPa) och de två fördelningarna var relativt lika, även om det bland de allra svagaste proverna fanns fler icke godkända än godkända prover (Fig. 2). Att skillnaden mellan de två grupperna är störst bland de svagare proven blir tydligt när man studerar 5%-percentilen, medan bara skiljer 1,8 MPa mellan medelvärdena så är 5%-percentilen 5,2 MPa lägre för de icke godkända proverna (Tabell 2). Bilaga 3 visar att det bland de icke godkända proverna är tre prover som har en böjhållfasthet lägre än 38,8 MPa (kravvärdet på böjhållfasthet för LS22) medan det bland de godkända är ett (1) prov som har en böjhållfasthet lägre än 38,8 MPa.

*Tabell 2: Sammanställning av resultaten från böjprovningen. Kolumnen med Icke godk. – Godk. redovisar resultatet från den parvisa jämförelsen. I denna kolumn har alltså först skillnaden mellan proverna i respektive par beräknats och därefter har medelvärde etc beräknats för dessa skillnader.*

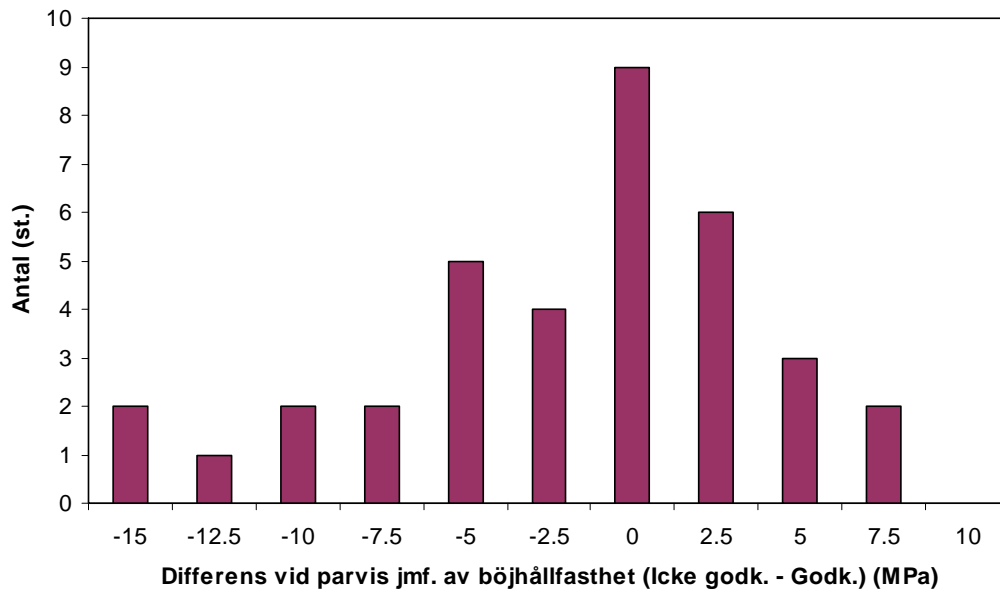
	Böjhållfasthet		
	Godkända prover (MPa)	Icke godkända prover (MPa)	Icke godk. – Godk. (MPa)
Medelvärde	51.9	50.1	-1.8
Standardavvikelse	6.0	7.8	6.0
Median	52.3	51.4	-0.7
Karaktäristisk hållf. (beräknat enl. EN385)	42.1	39.4	-
5%-percentil	42.1	36.9	-13.3
95%-percentil	60.1	60.8	6.4



Figur 2: Histogram för böjhållfasthet, godkända respektive icke godkända prover.

Vid en parvis jämförelse var medelvärdet -1,8 MPa för skillnaden mellan icke godkända och godkända prover. Standardavvikelsen (6,0 MPa) var dock stor i förhållande till medelvärdet för den parvisa jämförelsen och ett t-test för parvis jämförelse visade att det med 95% konfidensintervall inte gick att säga att medelvärdet skiljde sig mellan godkända och icke godkända prover ( $P=0,085$ ). Fördelningen är dock skev med en "svans" av låga värden (skevhet = -0,8). Av 36 parvisa prover är det 3-4 stycken som avviker genom att det icke godkända provet är kraftigt svagare jämfört med det godkända provet. Bilaga 3 visar att av dessa fyra prover är två prover med kantkvist i zon 3, ett prov har mittkvist i zon 2 och ett prov har sidokvist i zon 1.

I tabell 3 finns resultaten från böjprovningsen sammanställt baserat på kvisttyp och placering av kvist (zon) för de icke godkända proverna. Baserat på så få prover i respektive grupp går det inte att dra några säkra slutsatser och det är stora spridningar för många av grupperna. Kant- och sidokvistar i zon 1 ger den tydligaste skillnaden i medelvärde mellan godkända och icke godkända prover.



Figur 3: Histogram för skillnaden i böjhållfasthet, parvis jämförelse mellan icke godkända och godkända prover.

Tabell 3: Resultat från böjprovning uppdelat efter zon och kvisttyp.

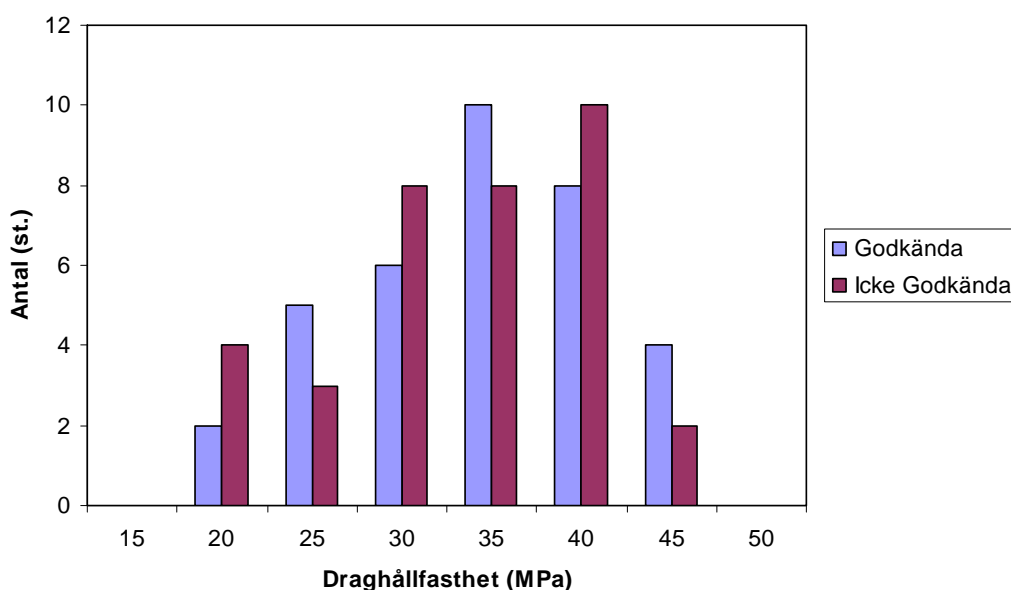
		Differens vid parvis jmf. av böjhållfasthet (Icke godk. - Godk.)		
		Antal provpar (st.)	Medelvärde (MPa)	Standardavvikelse (MPa)
Mittkvist	Zon 1	4	0,5	5,5
	Zon 2	11	-2,7	5,8
	Zon 3	-	-	-
Kantkvist	Zon 1	4	-2,9	3,1
	Zon 2	5	1,8	4,9
	Zon 3	4	-4,5	9,8
Sidokvist	Zon 1	2	-6,8	8,4
	Zon 2	3	2,7	4,8
	Zon 3	3	-3,3	4,8
Alla	Zon 1	10	-2,3	5,4
	Zon 2	19	-0,7	5,8
	Zon 3	7	-3,7	7,6

### 3.3 Resultat från dragprovning

Alla provresultat från dragprovningen återfinns i bilaga 4. Medelvärdet för de godkända dragproverna (31,9 MPa) var 1,0 MPa högre än medelvärdet för de icke godkända böjproverna (30,0 MPa), se Tabell 4. Standardavvikelsen var dock stor (6,6 MPa i båda fallen) och de två fördelningarna var relativt lika (Fig. 4). Men även vid dragprovningen är skillnaden mellan de två grupperna störst bland de svagare proverna, medan det bara skiljer 1,0 MPa mellan medelvärdena så är 5%-percentilen 2,7 MPa lägre för de icke godkända proverna (Tabell 4).

Tabell 4: Sammanställning av resultaten från dragprovningen. Kolumnen med Icke godk. – Godk. redovisar resultatet från den parvisa jämförelsen. I denna kolumn har alltså först skillnaden mellan proverna i respektive par beräknats och därefter har medelvärde etc beräknats för dessa skillnader.

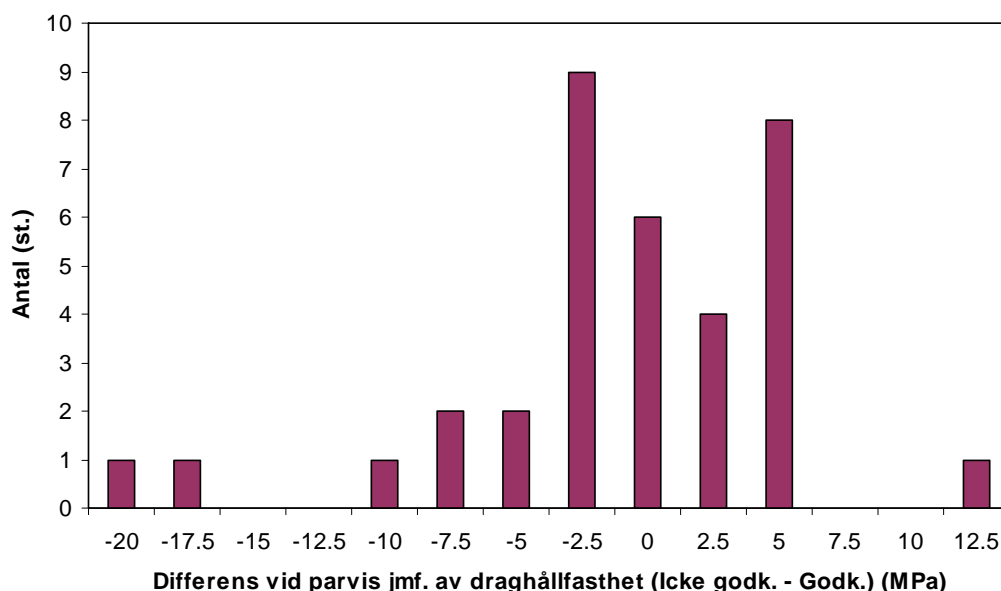
	Draghållfasthet		
	Godkända prover (MPa)	Icke godkända prover (MPa)	Icke godk. – Godk. (MPa)
Medelvärde	31.9	31.0	-1.0
Standardavvikelse	6.6	6.6	6.4
Median	34.1	31.9	-0.5
Karaktäristisk hållf. (beräknat enl. EN385)	22.0	21.3	-
5%-percentil	21.9	19.2	-13.3
95%-percentil	41.1	40.1	5.3



Figur 4: Histogram för draghållfasthet, godkända respektive icke godkända prover.

Vid en parvis jämförelse var medelvärdet -1,0 MPa för skillnaden mellan icke godkända och godkända prover. Standardavvikelsen var dock stor (6,4 MPa) och ett t-test för parvis jämförelse visade att det med 95% konfidensintervall inte gick att säga att medelvärdet skiljde sig mellan godkända och icke godkända prover ( $P=0,38$ ). Fördelningen är dock skev med en "svans" av låga värden (skevhet = -1,1). Av 35 parvisa prover är det 2 stycken som tydligt avviker genom att det icke godkända provet är kraftigt svagare jämfört med det godkända provet. Bilaga 4 visar att av dessa två prover har ett prov kantkvist i zon 2 och ett prov har mittkvist i zon 2. Bilaga 4 visar även att det bland de icke godkända proverna är fyra prover som har en draghållfasthet lägre än 22 MPa (kravvärdet på draghållfasthet för LS22) medan det bland de godkända är två prover har en draghållfasthet lägre än 22 MPa.

I tabell 5 finns resultaten från dragprovningsen sammanställt baserat på kvisttyp och placering av kvist (zon) för de icke godkända proverna. Baserat på så få prover i respektive grupp går det inte att dra några säkra slutsatser, men resultaten indikerar att skillnaden i medelvärde är störst för kantkvistar i zon 2 och 3.



Figur 5: Histogram för skillnaden i draghållfasthet, parvis jämförelse mellan icke godkända och godkända prover.

Tabell 5: Resultat från dragprovning uppdelat efter zon och kvisttyp.

		Differens vid parvis jmf. av draghållfasthet (Icke godk. - Godk.)		
		Antal provpar (st.)	Medelvärde (MPa)	Standardavvikelse (MPa)
Mittkvist	Zon 1	5	1,7	4,1
	Zon 2	11	-1,6	8,6
	Zon 3	-	-	-
Kantkvist	Zon 1	4	0,3	2,3
	Zon 2	4	-8,0	8,4
	Zon 3	4	-2,0	1,2
Sidokvist	Zon 1	2	2,0	1,4
	Zon 2	2	1,4	3,8
	Zon 3	3	2,6	2,9
Alla	Zon 1	11	1,3	3,0
	Zon 2	17	-2,8	8,4
	Zon 3	7	0,0	3,1

## 4 Diskussion

Resultaten visar att det baserat på detta material och med 95% konfidensintervall inte går att säga att medelvärdet skiljer sig mellan prover som uppfyller kraven enligt EN385 (godkända) och de prover som har kvistar närmare skarven än vad EN385 tillåter (icke godkända). Resultaten visar dock även att man vid den parvisa jämförelsen får en skev fördelning för differensen mellan godkända och icke godkända prover, detta gäller både vid drag- och böjprovning. Ett t-test som baseras på en normalfördelning ger därför inte ett korrekt resultat.

Vid användning av virke används det karaktäristiska värdet, det vill säga 5%-percentilen, som definition av brotthållfastheten. Att dra slutsatser utifrån 5%-percentilen är dock vanskligt när analysen baseras på så få prover (35 respektive 36 prover), enstaka prover inverkar då kraftigt på resultatet. Det är dock klart att studien tydligt indikerar att de icke godkända proverna innehåller fler prover med låg hållfasthet jämfört med de godkända proverna. Studien indikerar även att skillnaden mellan godkända och icke godkända prover är mindre vid dragprovning än vid böjprovning. Sammanställningen av provresultaten visar att kant- och sidokvistar i zon 1 påverkade hållfastheten vid böjprovning men inte vid dragprovning. Vid dragprovning var det istället kantkvistar i zon 2 och 3 som hade störst inverkan på hållfastheten.

För kant- och sidokvistar innebar de reviderade reglerna endast en mindre förändring jämfört med EN385. Trots detta är det kant- och sidokvistar som tycks ha störst inverkan

på hållfastheten hos de icke godkända proverna. Vad gäller mittkvistar så innebär de reviderade reglerna en ganska extremförändring, mittkvistar med diameter upp till 32 mm placerades endast 6 mm från skarven. Detta ska jämföras med att avståndet ska vara  $3 \times$  diametern enligt EN385. Trots detta visade inte resultaten på någon signifikant försämring av draghållfastheten beroende på dessa kvistar. Vid böjprovning fanns indikation till försvagning på grund av mittkvistar i zon 2.

## 5 Slutsatser

- Resultaten visar inte på någon signifikant påverkan av medelvärdet på grund av icke godkända kvistar
- Resultaten ger en tydlig indikation till fler riktigt svaga prover på grund av icke godkända kvistar.
- Kvistar i närheten av fingerskarven tycks ha större inverkan vid böjprovning än vid dragprovning.
- Resultaten indikerar att för draghållfastheten är kravet på avstånd från skarv till mittkvist enligt EN385 inte relevant.
- Resultaten indikerar att det krav som EN385 ställer på avstånd till kant- och sidokvist är relevant.



## Kvist i närhet av fingerskarv      Böjprovning

Provupplägg, se pdf fil provupplägg version 2.

Kapmarkering: dra ett vinkelrätt streck med tuschpenna, kvistavstånd + 4mm

Namnet: t.ex. z1 g1 skrivs på bägge sidor om skarven

Färgen: sprutas på bägge sidor om skarven (ca 250mm från skarven)

Avst. = Avstånd enligt provplan + fingerlängd (20mm) + finkap vid skarving (4mm)

Zon 1:

minst 10st godkända

minst 5st ur grupp m & 5st ur

grupperna s & k tillsammans

Lev.	Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.		Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.
M	z1 g01 B		6	C	-	z1 m01 B		10	C
M	z1 g02 B	1	3	C	-	z1 k02 B	2	10	C
S	z1 g03 B	1	6	C	-	z1 k03 B	1	10	C
S	z1 g04 B	1	5	C	-	z1 m04 B	2	10	C
S	z1 g05 B	1	6	C	-	z1 m05 B	1	10	C
S	z1 g06 B	2	6	C	-	z1 m06 B	2	10	C
M	z1 g07 B	1	6	C	-	z1 k07 B	1	11	C
M	z1 g08 B	1 + 1?	6	C	-	z1 m08 B	1	8	C
M	z1 g09 B	2	5	C	-	z1 m09 B	2	9	C
M	z1 g10 B	3	4	C	-	z1 k10 B	1	10	C
S	z1 g11 B	1	6	C	-	z1 s11 B	1	10	C
S	z1 g12 B	2	5	C	-	z1 s12 B	1	11	C

Antal prov Zon 1	12	=	g
	6	=	m
	2	=	s
	4	=	k

## Zon 2:

Leverans	Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.		Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.
M	z2 g01 B	2	18	78	-	z2 m01 B	1	14	30
M	z2 g02 B	1	20	84	-	z2 m02 B	1	14	30
M	z2 g03 B	1	18	78	-	z2 m03 B	1	15	30
M	z2 g04 B	1	14	66	-	z2 s04 B	1	14	59
M	z2 g05 B	3	13	63	-	z2 k05 B	3	18	69
M	z2 g06 B	1	22	90	-	z2 m06 B	1	16	30
M	z2 g07 B	1	16	72	-	z2 m07 B	1	13	30
S	z2 g08 B	2	24	108	-	z2 m08 B	1	17	30
S	z2 g09 B	2	15	69	-	z2 s09 B	3	14	59
S	z2 g10 B	1	17	75	-	z2 k10 B	2	13	56,5
S	z2 g11 B	2	16	72	-	z2 m11 B	1	14	30
S	z2 g12 B	2	22	90		z2 m12 B	2	22	30
S	z2 g13 B	1	16	72	-	z2 k13 B	2	12	54
S	z2 g14 B	2	11	57	-	z2 k14 B	1	14	59
M	z2 g15 B	2	20	84	-	z2 k15 B	2	17	66,5
M	z2 g16 B		26	102	-	z2 s16 B	2	12	54
M	z2 g17 B		23	93	-	z2 m17 B		21	30
S	z2 g18 B	2	17	75	-	z2 m18 B	2	13	30
S	z2 g19 B	2	26	102	-	z2 m19 B	2	26	30
M	z2 g20 B	1	13	63	-	z2 m20 B	2	17	30
M	z2 g21 B	2	23	93	-	z2 m21 B	3	19	30

Antal prov Zon 2	21	=	g
	13	=	m
	3	=	s
	5	=	k

## Zon 3:

Leverans	Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.		Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.
M	z3 g01 B	2	20	84	-	z1 k01 B	2	22	30
M	z3 g02 B	1	17	66,5	-	z1 s02 B	2	27	91,5
M	z3 g03 B	1	18	78	-	z1 k03 B	3	25	86,5
M	z3 g04 B	3	19	81	-	z1 s04 B	2	29	96,5
S	z3 g05 B	2	25	99	-	z1 k05 B	2	26	89
M	z3 g06 B	2	30	114	-	z1 s06 B	1	25	86,5
S	z3 g07 B		23	93	-	z1 k07 B	1	15	61,5

Antal prov Zon 3	7	=	g
	0	=	m
	3	=	s
	4	=	k

Provuttag: 2009-05-11 - 2009-05-13

Limning: 2009-05-14 -

## Kvist i närhet av fingerskarv Dragprovning

Provupplägg, se pdf fil provupplägg version 2.

Kapmarkering: dra ett vinkelrätt streck med tuschpenna, kvistavstånd + 4mm

Namnet: t.ex. z1 g1 skrivs på bägge sidor om skarven

Färgen: sprutas på bägge sidor om skarven (ca 250mm från skarven)

Avst. = Avstånd enligt provplan + fingerlängd (20mm) + finkap vid skarving (4mm)

Zon 1:

minst 10st godkända

minst 5st ur grupp m & 5st ur

grupperna s & k tillsammans

Lev.	Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.		Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.
S	z1 g01	1	5	C	-	z1 m01	1	8	C
S	z1 g02	0	-	-	-	z1 m02	1	9	C
S	z1 g03	1	5	C	-	z1 m03	1	9	C
S	z1 g04	2	3	C	-	z1 m04	1	8	C
S	z1 g05	1	3	C	-	z1 k05	2	10	C
M	z1 g06	1	3	C	-	z1 k06	1	8	C
M	z1 g07	2	6	C	-	z1 m07	1	9	C
M	z1 g08	2	5	C	-	z1 k08	2	10	C
M	z1 g09	2	6	C	-	z1 k09	2	10	C
M	z1 g10	1	4	C	-	z1 m10	1	8	C
M	z1 g11	1	5	C	-	z1 s11	1	9	C
M	z1 g12	1	3	C	-	z1 s12	1	8	C

Antal prov Zon 1

12	=	g
6	=	m
2	=	s
4	=	k

## Zon 2:

Leverans	Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.		Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.
S	z2 g01	3	10	54	-	z2 k01	2	15	61,5
S	z2 g02		15	69	-	z2 s02	2	15	30
S	z2 g03	2	14	66	-	z2 m03	2	15	30
S	z2 g04	2	16	72	-	z2 m04	2	17	30
S	z2 g05	3	22	90	-	z2 m05	3	27	30
S	z2 g06	1	10	54	-	z2 k06	2	12	54
S	z2 g07	2	15	69	-	z2 m07	1	21	30
S	z2 g08	1	20	84	-	z2 m08	1	27	30
S	z2 g09	1	20	84	-	z2 m09	1	14	30
S	z2 g10	0	-	-	-	z2 m10	1	33	30
S	z2 g11	2	29	111	-	z2 m11	1	20	30
	z2 g12								
S	z2 g13	3	17	75	-	z2 m13	2	16	30
S	z2 g14	2	22	90	-	z2 m14	1-2	22	30
S	z2 g15	1	13	63	-	z2 k15	1	12	54
S	z2 g16	3	17	75	-	z2 m16	3	15	30
S	z2 g17	2	12	60	-	z2 k17	2	13	56,5
S	z2 g18	2	16	72	-	z2 k18	2	16	64
S	z2 g19	4	15	69	-	z2 m19	3	20	30
S	z2 g20	2	24	114	-	z2 s20	2	24	84
S	z2 g21	1	22	90	-	z2 m21	2	21	30
S	z2 g22	0	-	-	-	z2 s22	1	12	54

Antal prov Zon 2	21	=	g
	13	=	m
	3	=	s
	5	=	k

## Zon 3:

Leverans	Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.		Namn	Ant. kvist	Storlek	Avst.
S	z3 g01	2	17	75	-	z1 k01	2	22	79
S	z3 g02	0	-	-	-	z1 k02	2	25	86,5
S	z3 g03	0	-	-	-	z1 k03	3	20	74
S	z3 g04	2	32	120	-	z1 s04	2	27	91,5
S	z3 g05	2	26	102	-	z1 s05	2	25	86,5
S	z3 g06	2	17	75	-	z1 s06	1	21	76,5
S	z3 g07	1	21	87	-	z1 k07	1	20	74

Antal prov Zon 3

7	=	g
0	=	m
3	=	s
4	=	k

Provuttag: 2009-05-11 - 2009-05-13

Limning: 2009-05-14 -

Resultat från bøjprovning, parvisa prover. Sorterade efter differens mellan godkänd och icke godkänd provbit.

Prov	Zon	Godkända prover						Icke godkända prover				Parvis jmf av bøjhållf. (differens)
		Kvisttyp	Leverantör	Bøjhållf. (MPa)	Ant. Kvist	Kvisttorlek (mm)	Avst. till skarv (mm)	Bøjhållf. (MPa)	Ant. Kvist	Kvisttorlek (mm)	Avst. till skarv(mm)	
z2 m19 B	z2	Mitt	S	51,3	2	26	78	33,8	2	26	6	-17,5
z3 k05 B	z3	Kant	S	49,6	2	25	75	34,6	2	26	65	-15,0
z1 s11 B	z1	Sida	S	53,6	1	6	0	40,9	1	10	0	-12,7
z3 k03 B	z3	Kant	M	53,8	1	18	54	43,4	3	25	62,5	-10,4
z3 s02 B	z3	Sida	M	61,5	1	17	42,5	52,6	2	27	67,5	-8,8
z2 m01 B	z2	Mitt	M	46,7	2	18	54	39,6	1	14	6	-7,1
z1 m04 B	z1	Mitt	S	55,1	1	5	0	48,0	2	10	0	-7,1
z2 m20 B	z2	Mitt	M	48,3	1	13	39	43,1	2	17	6	-5,2
z1 k02 B	z1	Kant	M	48,2	1	3	0	43,2	2	10	0	-5,0
z1 k10 B	z1	Kant	M	53,0	3	4	0	48,9	1	10	0	-4,1
z1 k03 B	z1	Kant	S	58,5	1	6	0	54,4	1	10	0	-4,1
z2 k05 B	z2	Kant	M	41,5	3	13	39	37,7	3	18	45	-3,8
z2 m17 B	z2	Mitt	M	56,1		23	69	53,4		21	6	-2,7
z2 m18 B	z2	Mitt	S	58,6	2	17	51	56,2	2	13	6	-2,3
z2 k13 B	z2	Kant	S	55,6	1	16	48	53,9	2	12	30	-1,7
z2 m07 B	z2	Mitt	M	52,3	1	16	48	51,1	1	13	6	-1,3
z2 s09 B	z2	Sida	S	64,2	2	15	45	63,0	3	14	35	-1,2
z1 s12 B	z1	Sida	S	45,7	2	5	0	44,9	1	11	0	-0,8
z3 s06 B	z3	Sida	M	52,3	2	30	90	51,8	1	25	62,5	-0,6
z3 s04 B	z3	Sida	M	57,4	3	19	57	56,8	2	29	72,5	-0,6
z2 m03 B	z2	Mitt	M	57,1	1	18	54	57,3	1	15	6	0,2
z2 m08 B	z2	Mitt	S	59,7	2	24	84	59,9	1	17	6	0,3
z1 m09 B	z1	Mitt	M	47,5	2	5	0	48,1	2	9	0	0,6
z2 m11 B	z2	Mitt	S	56,7	2	16	48	57,7	1	14	6	1,0
z2 s16 B	z2	Sida	M	46,1		26	78	47,2	2	12	30	1,2
z3 k01 B	z3	Kant	M	37,3	2	20	60	38,9	2	22	6	1,6
z1 k07 B	z1	Kant	M	44,2	1	6	0	45,9	1	11	0	1,7
z2 k10 B	z2	Kant	S	49,9	1	17	51	52,1	2	13	32,5	2,2
z2 m21 B	z2	Mitt	M	53,9	2	23	69	56,3	3	19	6	2,4
z2 m12 B	z2	Mitt	S	51,7	2	22	66	54,4	2	22	6	2,7
z1 m05 B	z1	Mitt	S	44,7	1	6	0	47,7	1	10	0	3,1
z2 k14 B	z2	Kant	S	56,3	2	11	33	60,1	1	14	35	3,8
z1 m08 B	z1	Mitt	M	49,0	1	6	0	54,5	1	8	0	5,5
z3 k07 B	z3	Kant	S	57,9		23	69	63,7	1	15	37,5	5,8
z2 s04 B	z2	Sida	M	42,3	1	14	42	50,4	1	14	35	8,1
z2 k15 B	z2	Kant	M	50,3	2	20	60	58,9	2	17	42,5	8,6
Medelvärde:				51,9				50,1				-1,8
Standardavvikelse:				6,0				7,8				6,0
Median:				52,3				51,4				-0,7
Karaktäristisk hållfastet (5%-percentil):				42,1				36,9				-13,3
95%-percentilen:				60,1				60,8				6,4





Resultat från dragprovning, parvisa prover. Sorterade efter differens mellan godkänd och icke godkänd provbit.

Prov	Zon	Kvisttyp	Leverantör	Godkända prover			Icke godkända prover			Parvis jmf av draghållf. (differens)		
				Draghållf. (MPa)	Ant. Kvist	Kviststorlek (mm)	Avst. till skarv (mm)	Draghållf. (MPa)	Ant. Kvist	Kviststorlek (mm)	Avst. till skarv(mm)	Icke godk. - Godk. (MPa)
z2 k18	z2	kant	S	37,1	2	16	48	17,5	2	16	40	-19,6
z2 m10	z2	mitt	S	35,7	0	-	-	17,3	1	33	6	-18,4
z2 m21	z2	mitt	S	34,1	1	22	66	23,0	2	21	6	-11,1
z2 m11	z2	mitt	S	37,3	2	29	87	29,6	1	20	6	-7,7
z2 k01	z2	kant	S	39,0	3	10	30	31,9	2	15	37,5	-7,0
z2 k17	z2	kant	S	35,2	2	12	36	29,3	2	13	32,5	-5,9
z2 m14	z2	mitt	S	34,1	2	22	66	30,3	1-2	22	6	-3,8
z2 m19	z2	mitt	S	23,1	4	15	45	19,9	3	20	6	-3,2
z3 k02	z3	kant	S	32,5	0	-	-	29,3	2	25	62,5	-3,1
z3 k07	z3	kant	S	38,2	1	21	63	35,4	1	20	50	-2,8
z1 m04	z1	mitt	S	25,5	2	3	0	22,9	1	8	0	-2,6
z1 m02	z1	mitt	S	40,2	0	0	0	37,6	1	9	0	-2,6
z2 m08	z2	mitt	S	34,3	1	20	60	32,0	1	27	6	-2,3
z1 k05	z1	kant	S	37,4	1	3	0	35,1	2	10	0	-2,3
z3 k01	z3	kant	S	28,5	2	17	51	27,0	2	22	55	-1,4
z2 s22	z2	sida	S	40,7	0	-	-	39,4	1	12	30	-1,3
z3 s04	z3	sida	S	35,0	2	32	96	34,2	2	27	67,5	-0,8
z3 k03	z3	kant	S	42,3	0	-	-	41,8	3	20	50	-0,5
z1 k09	z1	kant	M	35,5	2	6	0	35,0	2	10	0	-0,5
z2 k06	z2	kant	S	34,6	1	10	30	35,3	2	12	30	0,6
z1 k08	z1	kant	M	33,3	2	5	0	34,1	2	10	0	0,9
z1 s11	z1	sida	M	41,9	1	5	0	42,9	1	9	0	1,0
z2 m16	z2	mitt	S	29,5	3	17	51	31,6	3	15	6	2,1
z1 s12	z1	sida	M	25,2	1	3	0	28,2	1	8	0	3,0
z1 k06	z1	kant	M	34,3	1	3	0	37,4	1	8	0	3,1
z1 m10	z1	mitt	M	28,6	1	4	0	32,0	1	8	0	3,4
z2 s02	z2	sida	S	25,0	-	15	45	29,0	2	15	6	4,1
z3 s06	z3	sida	S	32,8	2	17	51	37,0	1	21	52,5	4,2
z3 s05	z3	sida	S	15,6	2	26	78	19,9	2	25	62,5	4,2
z2 m07	z2	mitt	S	28,7	2	15	45	32,9	1	21	6	4,3
z1 m07	z1	mitt	M	23,2	2	6	0	27,5	1	9	0	4,3
z2 m09	z2	mitt	S	19,1	1	20	60	23,7	1	14	6	4,6
z2 m05	z2	mitt	S	24,8	3	22	66	29,7	3	27	6	4,9
z1 m01	z1	mitt	S	31,4	-	5	0	37,5	1	8	0	6,2
z2 m03	z2	mitt	S	23,4	2	14	42	36,0	2	15	6	12,6
<b>Medelvärde:</b>				31,9				31,0				-1,0
<b>Standardavvikelse:</b>				6,6				6,6				6,4
<b>Median:</b>				34,1				31,9				-0,5
<b>Karaktäristisk hållfastet (5%-percentil):</b>				21,9				19,2				-13,3
<b>95%-percentilen:</b>				41,1				40,1				5,3



**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut** utvecklar och förmedlar teknik för näringslivets utveckling och konkurrenskraft och för säkerhet, hållbar tillväxt och god miljö i samhället. Vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling. Vår forskning sker i nära samverkan med högskola, universitet och internationella kolleger. Vi är ca 870 medarbetare som bygger våra tjänster på kompetens, effektivitet, opartiskhet och internationell acceptans.



**SP är organiserat i åtta tekniska enheter och sex dotterbolag varav CBI, Glafo och JTI ägs till 60 % av SP och 40 % av industrin.**

## SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: [info@sp.se](mailto:info@sp.se), Internet: [www.sp.se](http://www.sp.se)

[www.sp.se](http://www.sp.se)

Bygg och Mekanik

SP Rapport :

ISBN 91-7848-

ISSN 0284-5172

