

# Mätning av fibervinkel och kärnvedsinnehåll i granvirke vid tvärtransport

## Innehållsförteckning

<b>Förord</b>	<b>2</b>
<b>Sammanfattning</b>	<b>2</b>
<b>1 Bakgrund</b>	<b>3</b>
<b>2 Mål</b>	<b>4</b>
<b>3 Genomförande</b>	<b>4</b>
<b>4 Test med utrustning utvecklad för mätning på furuvirke</b>	<b>5</b>
4.1 Material och metod	5
4.2 Resultat och diskussion	5
<b>5 Test med algoritmer anpassade för mätning på granvirke</b>	<b>8</b>
5.1 Material och metod	8
5.2 Resultat och diskussion	8
<b>6 Industriella försök där virkets position i torken styrs utifrån fibervinkel</b>	<b>10</b>
6.1 Storskaligt test med granvirke i dimensionen 52x150 mm som torkas till 12%	10
6.1.1 Material och metod	10
6.1.2 Resultat och diskussion	11
6.2 Undersökning av effekten av paketens placering i höjddled	14
6.2.1 Material och metod	14
6.2.2 Resultat och diskussion	14
<b>7 Slutsatser</b>	<b>17</b>
<b>8 Behov av fortsatt arbetet</b>	<b>17</b>
<b>9 Referenser</b>	<b>17</b>
Bilaga 1: Torkscheman	18

## Förord

Projektet Fibervinkelmätning på granvirke under tvärtransport genomfördes av SP Trätec och LTU under perioden december 2005 till december 2006. Projektet finansierades av Träcentrum Norr och slutrapporterades i juni 2007.

## Sammanfattning

Målet med projektet har varit att mäta fibervinkel och kärnved på granvirke under tvärtransport med den utrustning som ursprungligen utvecklats för furuvirke och att göra de anpassningar som krävs för att utrustningen även ska fungera för granvirke.

De första försöken visade att det krävdes vidareutveckling av algoritmerna för att de skulle fungera även vid mätning på granvirke. Efter att algoritmerna vidareutvecklats visade nya försök att tekniken fungerar även på granvirke. Det innebär att mätteknik baserad på laser och bildbehandling gör det möjligt att även på granvirke mäta både kärnvedsandel och fibervinkel under tvärtransport. De nya algoritmerna som vidareutvecklats för att fungera på granvirke har även testats på furuvirke. Resultaten visar att de nya algoritmerna ger en förbättring även för furuvirket. Detta beror på att de problem som med de gamla algoritmerna uppstod relativt frekvent vid mätning på granvirke även kan uppträda vid mätning på furuvirke, om än mer sällsynt.

Baserat på mätning av fibervinkeln har skevningsbenäget virke sorterats ut och styrts till bestämda positioner i torken. Försök har gjorts med torkning i både kanal- och kammartorkar, i båda fallen har torkarna varit utrustade med tryckramar. Uppföljningen av virkets skevhet efter torkning visade tydligt att styrningen fungerar, skillnaden mellan paket med skevningsbenäget respektive icke skevningsbenäget virke var stor efter torkning. Men det var också tydligt att det endast var små skillnader beroende på virkets position i torken. Det betyder att effekten av att styra det skevningsbenägna virket till bottenpaketet endast är marginell när man, som i dessa fall, har tillgång till tryckramar. En jämförelse med tidigare försök indikerar att effekten av att styra det mest skevningsbenägna virket till bottenpaketet är ungefär likvärdig med effekten av en tryckram. I båda fallen garanterar man att det skevningsbenägna virket belastas under torkning, vilket resulterar i att skevheten efter torkning minskas till ungefär hälften jämfört med torkning utan belastning.

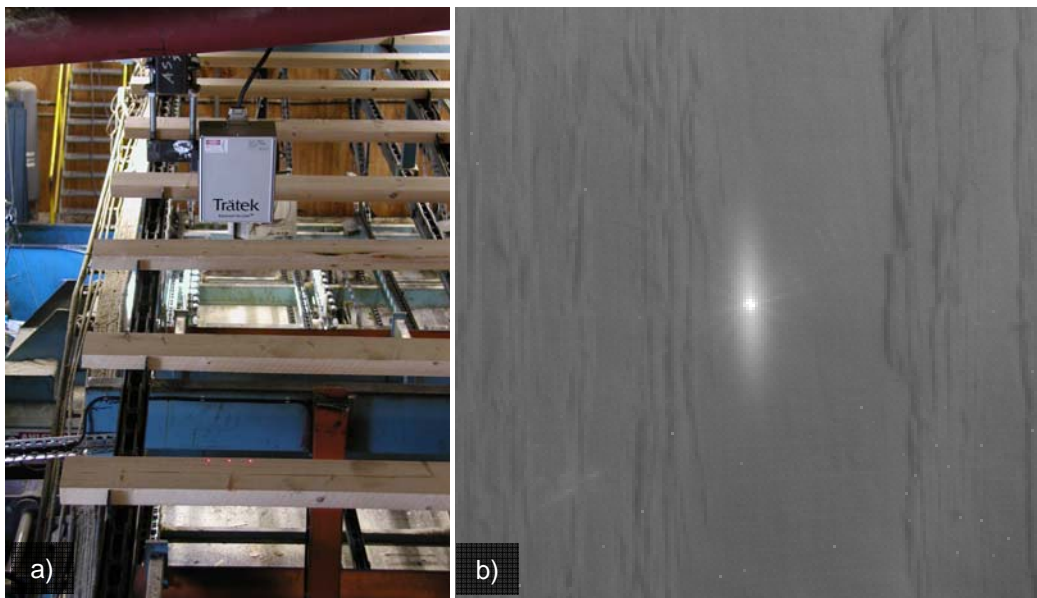
Slutsatserna från detta projekt gör det intressant att undersöka nya frågeställningar:

- Kan motskevning i kombination med sortering baserat på fibervinkel göra det möjligt att ytterligare förbättra resultatet?
- Tidigare försök har visat på en positiv effekt av högttemperatortorkning. Kan även en mindre ökning av temperaturen under den första delen av torkschemat resultera i rakare virke?
- Mätutrustningen gör det möjligt att mäta kärnvedsandel. Kan denna information användas för att förbättra torkningsprocessen?

## Bakgrund

Två stora nackdelar som ofta lyfts fram när trä jämförs med andra material är att trä inte är rakt och att trä ruttnar. Dessa nackdelar har gjort att trä tappat marknadsandelar i applikationer där trä traditionellt har varit det naturliga valet, till exempel reglar och fönster.

Under de senaste åren har ett antal projekt genomförts där SP Trätec tagit fram både verktyg och kunskaper om hur form- och nedbrytningsbeständiga träprodukter kan produceras. Ett exempel är att SP Trätec tagit fram en utrustning för att mäta kärnvedsandel och fibervinkel på furuvirke i en tvärgående råsortering (Oja et al. 2006, Figur 1a). Med hjälp av denna utrustning kan man producera rakare virke genom att styra det skevningsbenägna virket till bottenpaket i torken och på så sätt säkerställa att det är belastat under torkningen.



Figur 1: a) Bild på en kärnvedsmätare i drift på ett sågverk. Kärnvedsmätaren består av två likadana mätenheter som mäter på virkets över- respektive undersida.

b) Trakeideffekten (Nyström 2002). När man belyser en träyta med en punktlaser (den lilla ljusa punkten) sprids ljuset i träytan. På grund av att ljusspridning är större i fibrernas längsriktning blir resultatet ett ellipsformat område som orienterar sig efter fiberriktningen.

Mättekniken baseras på trakeideffekten (Nyström 2002, Figur 1b) och är möjlig att använda både på furu- och granvirke. Vid mätningar i tvärtransport är störningar på grund av kvistar den största felkällan vid mätning på furuvirke. Eftersom att kviststrukturen skiljer sig väsentligt mellan furu och gran måste tekniken testas och sannolikt även anpassas för att kunna användas för mätning av fibervinkel i granvirke. Vad gäller mätning av kärnvedsandel så bör den fungera även på gran men innan detta projekt startade hade inga industriella tester genomförts.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Johan Oja % Thomas Wamming SP Trätec	Utgåva: 3	Status: Slutlig
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn:	Datum 2008-01-29	Sida: 4 (18)

## Mål

Målet med projektet har varit att utveckla och testa teknik för mätning av fibervinkel och kärnvedsandel på granvirke i en tvärgående råsortering. Dessutom skulle effekten av att styra virkets position i torken baserat på den uppmätta fibervinkeln utvärderas.

## Genomförande

Projektet startades i november 2005. Utrustningen köptes in i december och installerades på Martinsons sågverk i Bygdsiljum i februari 2006. Under februari gjordes tester som visade att den utrustning som utvecklats för furuvirke gör det möjligt att mäta kärnvedsandel i granvirke. Testerna visade också att mätningen av fibervinkeln var relativt osäker och att algoritmerna för bild- och signalanalys därför måste anpassas för mätning på granvirke. Detta arbete utfördes under mars och april och slutet på april gjordes tester som visade att noggrannheten i fibervinkelmätningarna förbättrats så att tekniken kunde anses fungera även på granvirke.

Därefter planerades försök med utsortering och styrning av position i tork baserat på uppmätt fibervinkel. Dessa försök påbörjades med referensförsök under maj och tanken var att göra försök med utsortering i juni. När dessa skulle genomföras hade dock dator med kamera-kort stulits. Detta gjorde att en ny dator fick installeras och utrustningen fick kalibreras på nytt. I september genomfördes nya referensförsök med en hel kammare och motsvarande mängd virke (24 paket) från en kammartorkning. Därefter gjordes försök med utsortering baserat på fibervinkel med samma mängd virke. Vid samtliga försök gjordes dels stickprovskontroller av skevheten, dels en storskalig utsortering av skeva bitar från alla 24 paketen i respektive torksats.

Jämförelsen mellan referensförsök och försök med sortering baserat på fibervinkel visade inte på annat än marginella skillnader. I december genomfördes därför ytterligare ett försök för att analysera effekten av position i torken i kombination med styrning av positionen baserat på fibervinkel. I detta försök analyserades virke från en kammare, totalt 24 paket. Åtta paket innehöll osorterat virke medan övriga innehöll sorterat virke med det mest skevningsbenägna virket i fyra paket (25%) och det "bättre" virket i de resterande tolv paketen. Resultaten analyserades och slutrapporterades i januari 2007.

## Test med utrustning utvecklad för mätning på furuvirke

### Material och metod

Mätutrustningen som använts i projektet är densamma som ursprungligen utvecklats för mätning på furuvirke. Denna utrustning består av två mätenheter med en kamera (C-Cam Technologies BCi4-LS-M) och tre lasrar (Lasiris DLS-500-660-5, 5 mW punktlasrar med våglängden 660 nm) i vardera (Figur 1a). I detta första försök var även programvaran för analys av mätresultaten densamma som utvecklats för mätning på furuvirke.

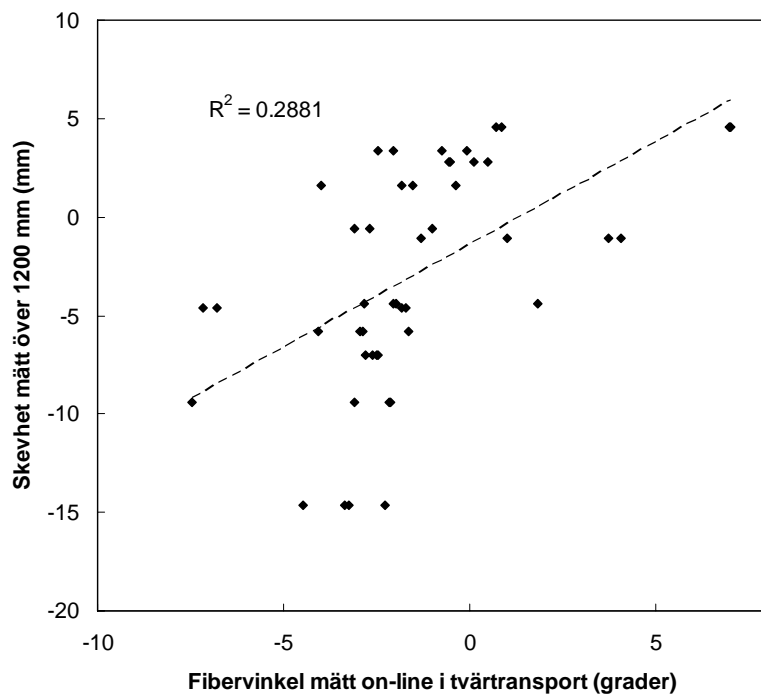
För att utvärdera hur väl den befintliga utrustningen fungerar vid mätning på granvirke gjordes ett test där 12 granplankor (50x150 mm) kördes fyra gånger genom mätutrustningen, två gånger med märgsidan upp respektive ned. Mätutrustningen mäter båda sidorna och skall automatiskt avgöra vilken sida som är splint- respektive märgsida. Den fibervinkel som mätutrustningen anger för biten är mätt mitt på splintsidan, den är med andra ord mätt på den del som är så nära tangentiell som möjligt. Plankorna kapades vid mätstället, kärnvedsgränsen markerades och en bild togs av tvärsnittet. Tvärsnittets kärnvedsandel kunde därefter beräknas med hjälp av bilden. Plankorna fick sedan torka till 8% liggande fritt och därefter mättes skevheten manuellt på en sträcka av 1.2 m. En vänstervriden skevhet respektive fibervinkel anges med negativa värden.

### Resultat och diskussion

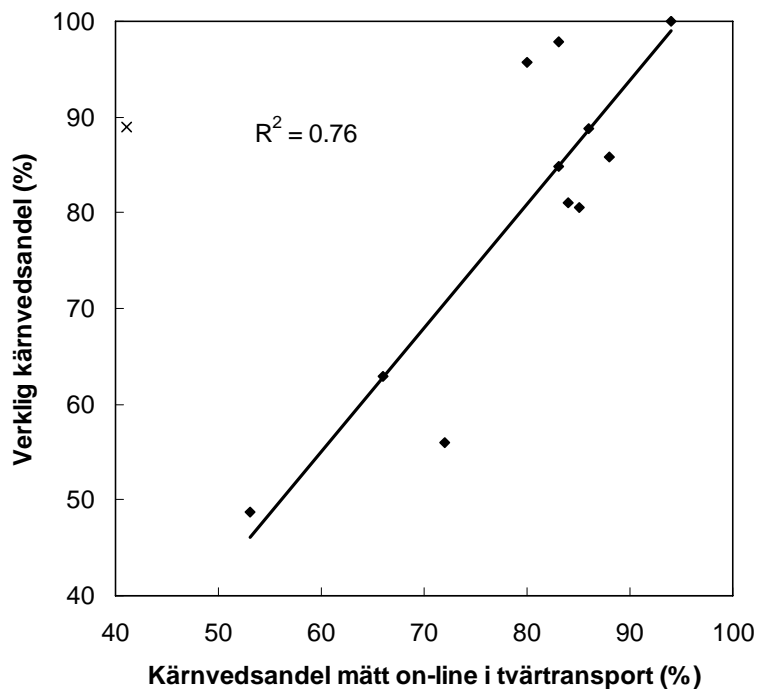
Den uppmätta skevheten för de torra plankorna jämfördes med den industriellt uppmätta fibervinkeln. Jämförelsen visade endast på ett svagt samband (Figur 2). En analys av resultaten indikerade att det dåliga resultatet framför allt berodde på att alltför många mätvärden påverkades av fiberstörningar runt kvistar. Baserat på detta beslöts att de algoritmer som filtrerar bort felaktiga värden måste förbättras för att mätningen ska kunna fungera på granvirke.

Jämförelsen mellan verklig och industriellt uppmätt kärnvedsandel visade att mätprincipen fungerar även på gran men att enstaka mätvärden kan bli väldigt felaktiga (Figur 3). En utvärdering av repeterbarheten visade att dessa felaktiga mätningar resulterar i en dålig repeterbarhet för mätningen (Figur 4). Även i detta fall visade en närmare analys av resultaten att de befintliga signalbehandlingsalgoritmerna inte kunde hantera den variation som finns i mätningar gjorda på granvirke.

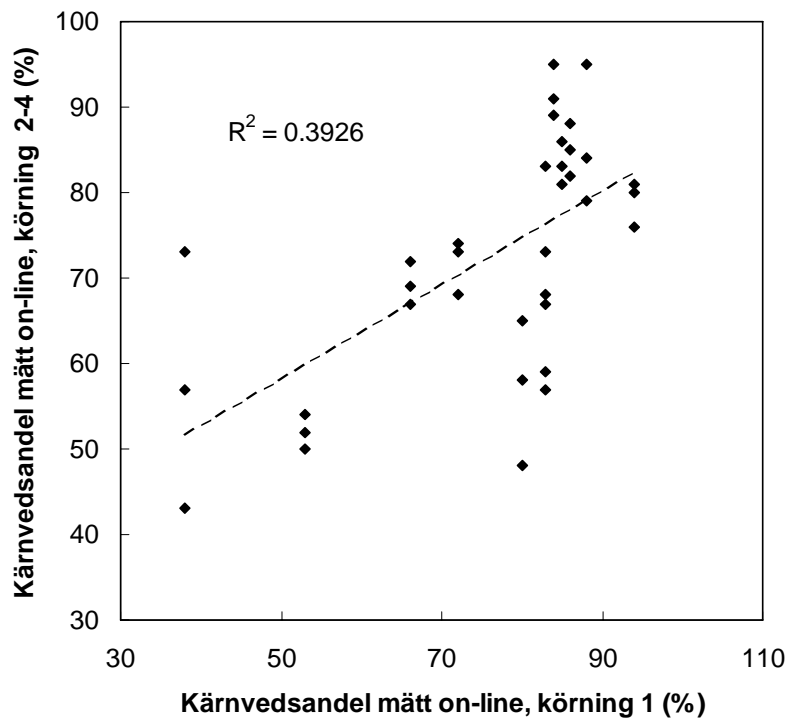
Slutsatsen från dessa försök var att algoritmerna måste förbättras och anpassas till mätning på granvirke innan en ny utvärdering av mätnoggrannheten genomförs.



Figur 2: Sambandet mellan skevhet och den industriellt uppmätta fibervinkeln (plankdimension 50x150 mm). Fibervinkeln har mätts fyra gånger på tolv plankor, två gånger med vardera sidan upp. Totalt ger detta 48 mätningar varav en utesluts på grund av kraftigt avvikande mätvärden. Skevheten redovisas mm mätt över längden 1200 mm och bredden 150 mm.



Figur 3: Sambandet mellan verklig och industriellt uppmätt kärnvedsandel (körning 2). En av de tolv plankorna (markerad med x) har utelämnats vid beräkning av förklaringsgraden ( $R^2$ ).



Figur 4: Repeterbarheten för den industriellt uppmätt kärnvedsandelen. Tolv plankor har körts totalt fyra gånger vardera genom mätutrustningen, två gånger med märgsidan upp respektive ned. Körning 2-4 jämförs med körning 1.

Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Johan Oja % Thomas Wamming SP Träteknik	Utgåva: 3	Status: Slutlig
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn:	Datum 2008-01-29	Sida: 8 (18)

## Test med algoritmer anpassade för mätning på granvirke

### Material och metod

Resultaten från mätningarna med den ursprungliga utrustningen visade att algoritmerna måste anpassas till mätning på granvirke. Det som krävdes var framför allt en bättre analys av vilka mätningar som påverkades av fiberstörningar runt kvistar. En ny algoritm baserad på en analys av variationen i mätvärdena från respektive laserpunkt gjorde det möjligt att med större precision avgöra vilka mätvärden som kunde antas vara användbara och vilka som måste förkastas.

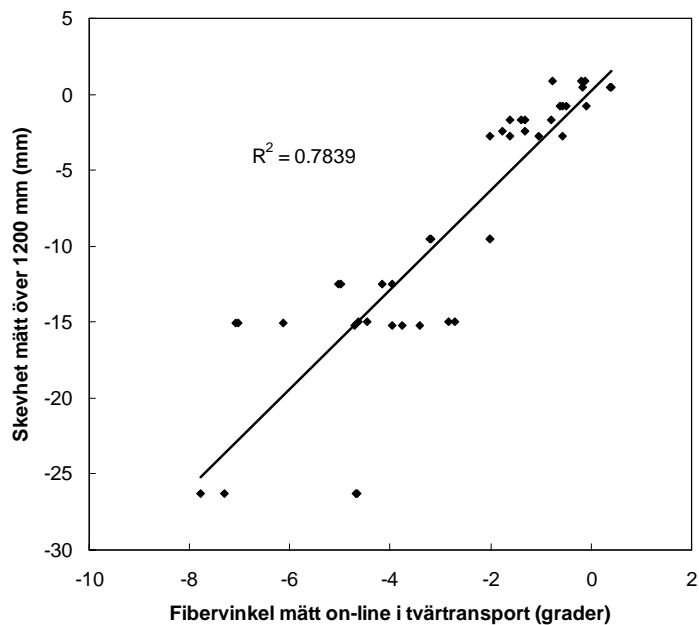
De nya algoritmerna implementerades i utrustning på Martinsons. Därefter gjordes en ny utvärdering av funktionen för att kontrollera mätningen av fibervinkel och kärnvedsandel förbättrats. Även denna utvärdering baserades på ett test där 12 granplankor (50x100 mm) kördes fyra gånger genom mätutrustningen, två gånger med märgsidan upp respektive ned. Tvärsnittets kärnvedsandel kunde därefter beräknas med hjälp av bilden. Plankorna fick sedan torka till 8% liggande fritt och därefter mättes skevheten manuellt på en sträcka av 1.2 m. En vänstervriden skevhet respektive fibervinkel anges med negativa värden. Vad gäller kärnvedsandelen kontrollerades endast repeterbarheten i mätningarna. Anledningen till att kontrollera repeterbarheten är att kärnvedsandelen används till att avgöra vilken sida som är splintsida och att en stor variation i den uppmätta kärnvedsandelen därmed även påverkar mätningen av fibervinkeln.

### Resultat och diskussion

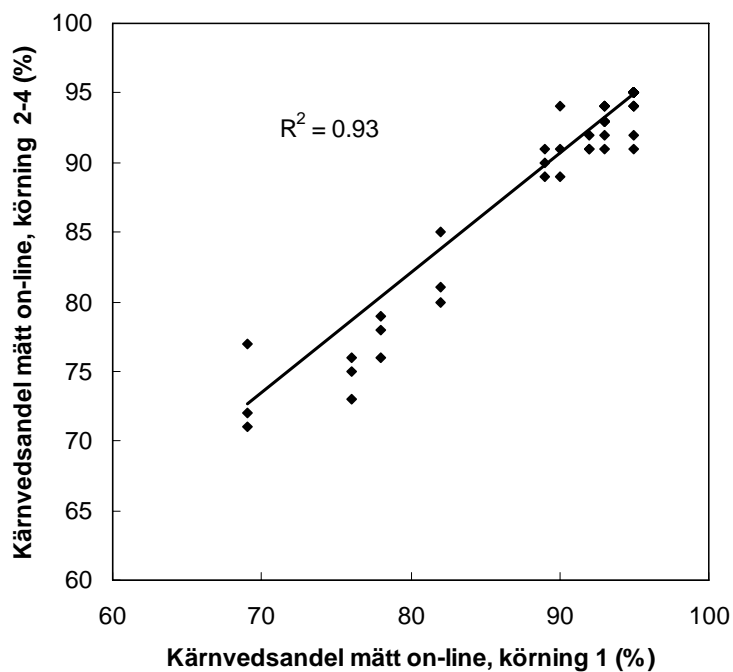
Den uppmätta skevheten för de torra plankorna jämfördes med den industriellt uppmätta fibervinkeln. Jämförelsen visade att de förbättringar som gjorts haft önskad verkan och att det nu finns ett relativt starkt samband mellan skevhet och industriellt uppmätt fibervinkel (Figur 5). Den nya algoritmen analyserar tillförlitligheten i mätningarna. Är tillförlitligheten alltför låg definieras mätningen som osäker, detta hände vid tre av totalt 48 mätningar. Vid praktisk drift kan de osäkra mätningarna hanteras genom att de aktuella plankorna sorteras till den grupp där effekten av fibervinkeln har minst betydelse. Förbättringarna resulterade även i en väsentligt högre repeterbarhet i mätningarna av kärnvedsandel (Figur 6).

De positiva resultaten gjorde att den förbättrade programvaran implementerades även i befintliga utrustningar som används för sortering av furuvirke. Resultaten visade att även dessa mätningar förbättrades något med hjälp av de nya algoritmerna.





Figur 5: Sambandet mellan skevhet och den industriellt uppmätta fibervinkeln. Fibervinkeln har mätts fyra gånger på tolv plankor (50x100 mm), två gånger med vardera sidan upp. Totalt ger detta 48 mätningar varav tre har uteslutits på grund av att algoritmerna bedömt mätningen som osäker. Skevheten redovisas mm mätt över längden 1200 mm och bredden 100 mm.



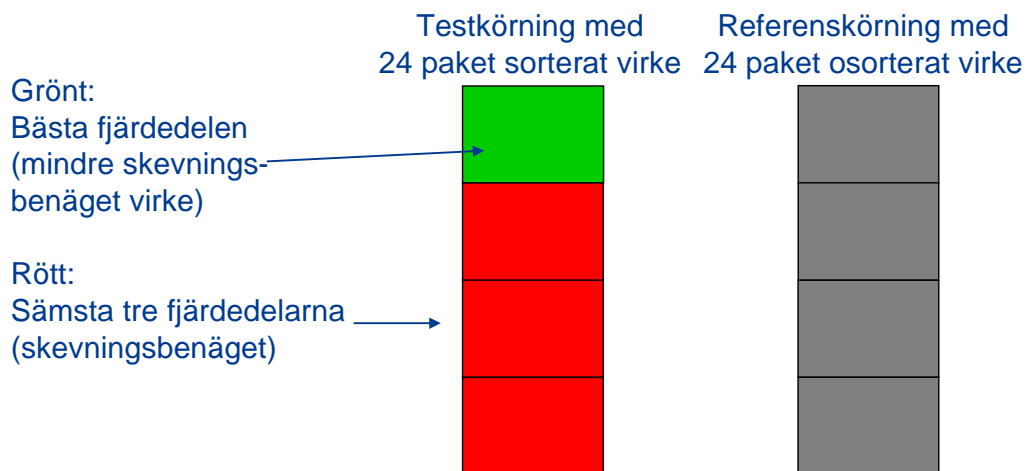
Figur 6: Repeterbarheten för den industriellt uppmätt kärnvedsandelen. Tolv plankor har körts totalt fyra gånger vardera genom mätutrustningen, två gånger med märksidan upp respektive ned. Körning 2-4 jämförs med körning 1.

## Industriella försök där virkets position i torken styrs utifrån fibervinkel

### Storskaligt test med granvirke i dimensionen 52x150 mm som torkas till 12%

#### Material och metod

För att verifiera att fibervinkelmätningen kan användas till att styra virkets position i torken och för att utvärdera nyttan av att göra detta i stor skala genomfördes industriella försök. Försöken baserades på totalt 96 virkespaket varav hälften torkades i kanaltork och hälften i kammartork. Med hjälp av fibervinkelmätningen sorterades hälften av virket upp i en fjärdedel med det minst skevningsbenägna virket och tre fjärdedelar med det resterande virket. Under torkningen placerades sedan det minst skevningsbenägna virket som toppaket (Fig. 7). Den 48 paket som inte sorterades baserat på fibervinkel utgjorde referensmaterial. Exempel på torkscheman för kanal- respektive kammartork återfinns i bilaga 1.



Figur 7: Schematisk beskrivning av hur det sorterade respektive osorterade (referens) virket placerades under torkning. Samma upplägg användes i både kanal- och kammartork, totalt baserades försöket därmed på 48 virkespaket.

Efter torkningen mättes skevheten på ett stickprov. För stickprovet valdes 36 plankor per paket från två topp- mellan och bottenpaket från sorterat respektive osorterat virke från både kanal- och kammartork. Skevheten mättes alltså till exempel på 72 plankor som sorterats baserat på fibervinkel och sedan torkats i toppaket i en kanaltork. För jämförelse finns då även 72 osorterade plankor som även de torkats i toppaket i samma kanaltork. Skevheten mättes på 3 meter och negativ skevhet innebär att plankan är vänstervriden.

För att få till en storskalig utvärdering gjordes även en kontroll av samtliga plankor från alla 96 virkespaket. Denna utvärdering gjordes genom att alla plankor som skulle ha kapats eller vrakats på grund av stor skevhet sorterades ut baserat på en manuell bedömning (under ordinarie produktion) i justerverkets rotkap. Andelen utsorterats virke mättes för sorterat respektive osorterat virke från kanal och kammartork.



Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Johan Oja % Thomas Wamming SP Träteknik	Utgåva: 3	Status: Slutlig
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn:	Datum 2008-01-29	Sida: 11 (18)

## Resultat och diskussion

Efter att virket körts genom justerverket räknades antalet plankor som sorterats ut på grund av stor skevhet. Bland det kanaltorkade virket hade 31 av cirka 4500 referensplankor och 28 av cirka 4500 sorterade plankor sorterats ut på grund av stor skevhet. För det kammartorkade virket var motsvarande siffror 15 av cirka 4500 referensplankor och 13 av cirka 4500 sorterade plankor. Denna mätning visade alltså inte på någon egentlig skillnad mellan sorterat respektive osorterat (referens) virke. En intressant iakttagelse var dock att av de bitar som sorterats ut hade många en extremt avvikande fuktkvot. Uppföljningen av fuktkvoten i hela materialet visade att torkningen fungerat mycket bra (Tabell 1). Vid en kontroll av det utsorterade materialet visade det sig att en stor del av dessa plankor hade en fuktkvot på 5-7 %. Detta indikerar att övertorkning är en viktig anledning till att man får extremt skeva plankor. Det vore därför intressant att undersöka möjligheten att minska antalet extremt skeva plankor genom att förlänga konditioneringen av virket.

Förutom utsorteringen i justerverket gjordes även stickprovsmätningar av skevheten. Stickprovet bestod av 36 plankor från sex paket (två topp-, mellan- och bottenpaket) per material, med andra ord gjordes mätningar på sex paket från sorterat virke som torkats i kammartork. En första grov sammanställning av medelvärde och standardavvikelse (Tabell 2) visade inte på några tydliga skillnader mellan det sorterade materialet och referensmaterialet. När man istället ritat upp histogram som visar fördelningen för skevheten för de olika paketen ser man klara skillnader (Fig. 8). Figur 8 visar tydligt att man i toppaket med referensmaterial (osorterat) har tydliga uteliggare med stor skevhet, dessa saknas i det sorterade materialets toppaket vilket utgörs av virke som inte skall vara skevningsbenäget. Jämför man mellan- och bottenpaket (där det sorterade materialet utgörs av mer skevningsbenäget virke) finns inga tydliga skillnader mellan referensmaterialet och det sorterade materialet. Man kan dock se att bottenpaketen innehåller väldigt få plankor med stor skevhet, dessa är något fler i mellanpaketen.

Slutsatsen från detta försök är att fibervinkelmätningen fungerar (inga extremer i de "bra" toppaketen) men att den storskaliga utvärderingen inte visade på någon signifikant skillnad mellan sorterat virke och referensvirke. Resultaten väckte två frågor, dels om en bättre konditionering kan minska antalet mycket skeva plankor, dels hur placeringen i höjddled i torken påverkar skevheten (speciellt när torkarna som i detta fall är utrustade med tryckkramar). För att besvara dessa frågor genomfördes ytterligare ett försök (se nedan).

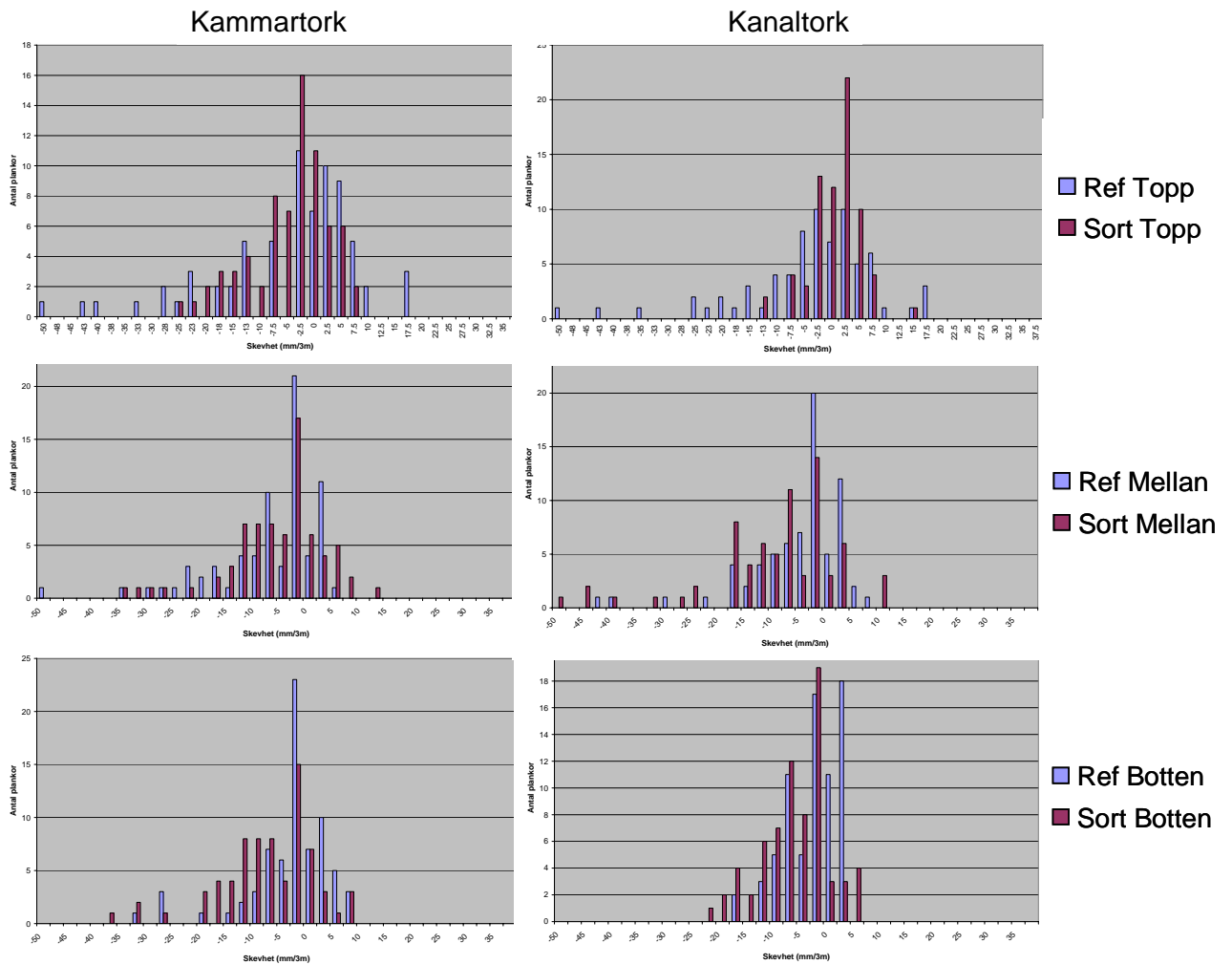
Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Johan Oja % Thomas Wamming SP Träteknik	Utgåva: 3	Status: Slutlig
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn:	Datum 2008-01-29	Sida: 12 (18)

Tabell 1: Fuktkvot uppmätt för ett stickprov (18 prover per material) med hjälp av torrviktsmetoden

	Fuktkvot	
	Medelvärde (%)	Standardavvikelse (%)
Kammartork, sorterat	10,6	1,3
Kammartork, referens	10,7	0,7
Kanaltork, sorterat	12,2	1,0
Kanaltork, referens	10,3	0,8

Tabell 2: Medelvärde och standardavvikelse för skevheten mätt på 36 plankor från totalt 24 paket (sex paket per torktyp för sorterat virke respektive referensvirke (osorterat). Skevheten redovisas mm mätt över längden 3000 mm och bredden 150 mm.

	Skevhet mätt över 3 m		Absolutvärdet för skevhet mätt över 3 m	
	medel (mm)	std (mm)	medel (mm)	std (mm)
Kanal sorterat	-3.7	9.6	6.6	7.7
Kanal referens	-2.7	10.0	6.3	8.2
Kammare sorterat	-4.6	8.6	6.9	6.9
Kammare referens	-3.9	12.3	7.5	10.4

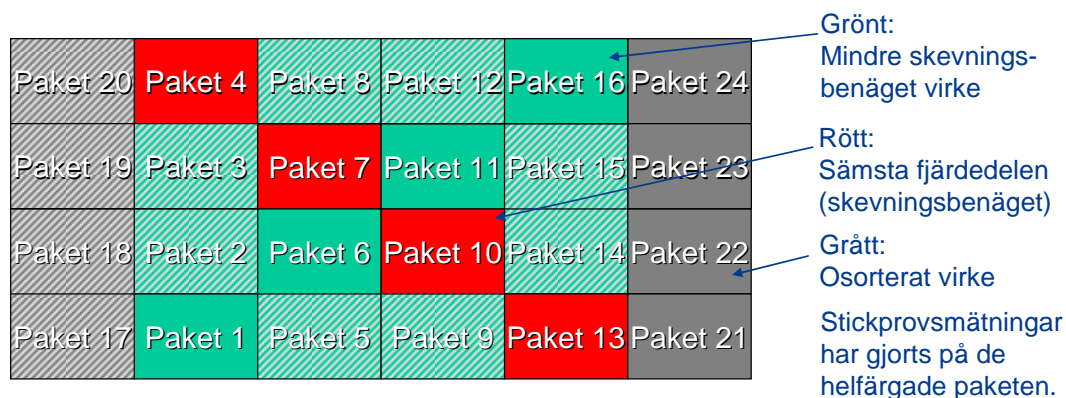


Figur 8: Histogram som visar fördelningen för uppmätt skevhet för virkespaket med sorterat virke respektive referensvirke (osorterat) från kanal- och kammartork. Skevheten redovisas mm mätt över längden 3000 mm och bredden 150 mm.

## Undersökning av effekten av paketens placering i höjddled

### Material och metod

För att fullt ut kunna tolka resultaten från det föregående försöket planerades ett försök där stickprovsmätningarna av skevheten görs på både bra och dåliga paket som torkats på alla fyra höjdpositionerna. Försöket gjordes på granvirke i dimensionen 52x150 mm som torkas i kammartork med målfuktkvoten 12 %. Materialet delades upp i tre grupper, dels osorterat virke dels virke där den mest skevningsbenägna fjärdedelen sorterats ut från det övriga virket. Paketerna placerades så att stickprovsmätningarna kunde göras på paket från varje materialtyp och höjdposition, se Figur 9. Skevheten mättes på 36 plankor per paket från totalt tolv paket. Skevheten mättes på 3 meter och negativ skevhet innebär att plankan är vänstervriden. Dessutom mättes fuktkvot och klyvprov för totalt 34 bitar.



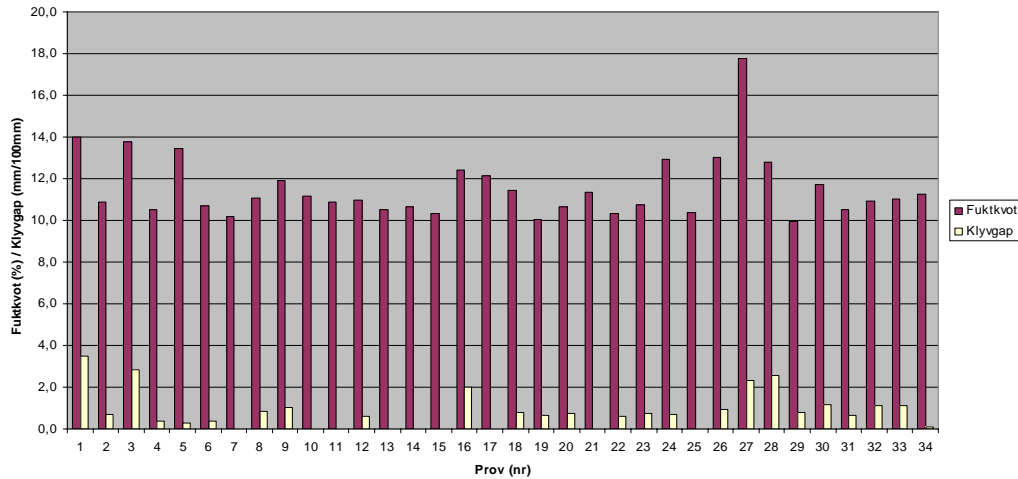
Figur 9: Schematisk beskrivning av hur placerades under torkningen.

### Resultat och diskussion

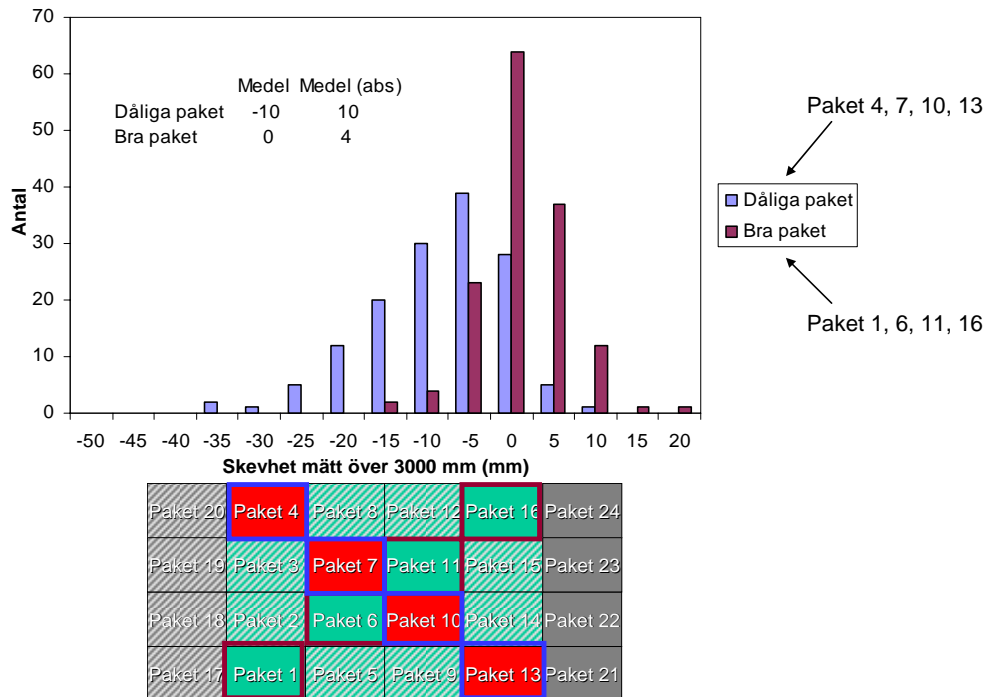
Virket torkades under cirka 120 timmar inklusive 10 timmar jämviktskonditionering. Våttemperaturen var 65°C vid start och max torrtemperatur var 85°C. Detta resulterade i en medelfuktkvot på 11,5 % med standardavvikelsen 1,6 %. De uppmätta klyvproven hade medelvärdet 0,8 mm och standardavvikelsen 0,9 mm. Fuktkvoten i plankorna närmast mellanrummen för truckströn hade inte lägre fuktkvot jämfört med det övriga materialet (Fig. 10).

Stickprovsmätningarna visade tydligt att sorteringen baserat på fibervinkelmätning fungerar, det virke som enligt sorteringen skulle vara mer skevningsbenäget var också väsentligt mer skevt (Fig. 11). Det viktigaste målet med undersökningen var att undersöka effekten av vilken höjdposition paketen torkats på. Figur 12 visar en jämförelse mellan "dåligt" virke som torkats som toppaket (paket 4) respektive bottenpaket (paket 13). Skevheten är relativt stor i båda paketen och virket i bottenpaketet är faktiskt mer skevt än virket från toppaketet. Detta visar dels att det i vissa fall tycks finnas systematiska skillnader i virkesegenskaperna i olika paket, men framför allt att det inte är någon större skillnad beroende på placering i höjddled. Tryckramarna ger med andra ord tillräckligt med belastning för att begränsa skevningen och för att minska skevheten ytterligare krävs det att man motskevar virket.

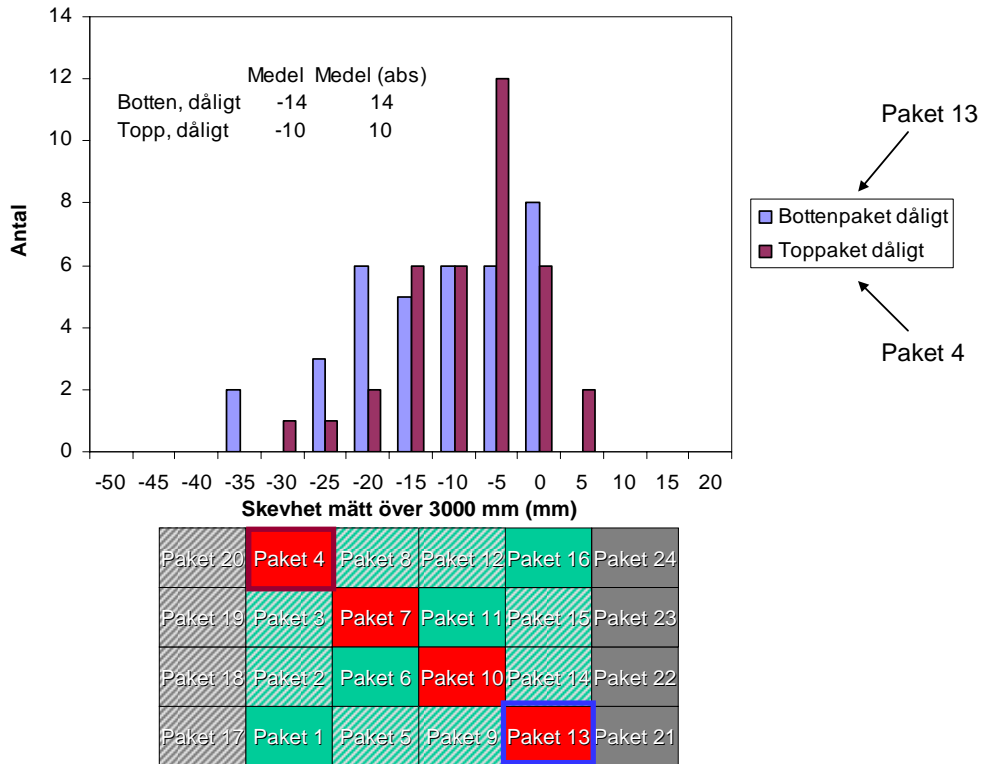
Jämför man referenspaketet med resultatet av en tänkt sortering (Figur 13) så ser man att sorteringen ger ett marginellt bättre resultat. Referenspaketet är något mindre skeva jämfört med motsvarande resultat från den tidigare kammatornkningen (Tabell 1), detta trots att referensvirket i det senare försöket är taget från en kantstapel. Med reservation för variationer i råvarans egenskaper så indikerar detta att den utökade konditioneringen resulterade i färre plankor med stor skevhet på grund av alltför låg fuktkvot.



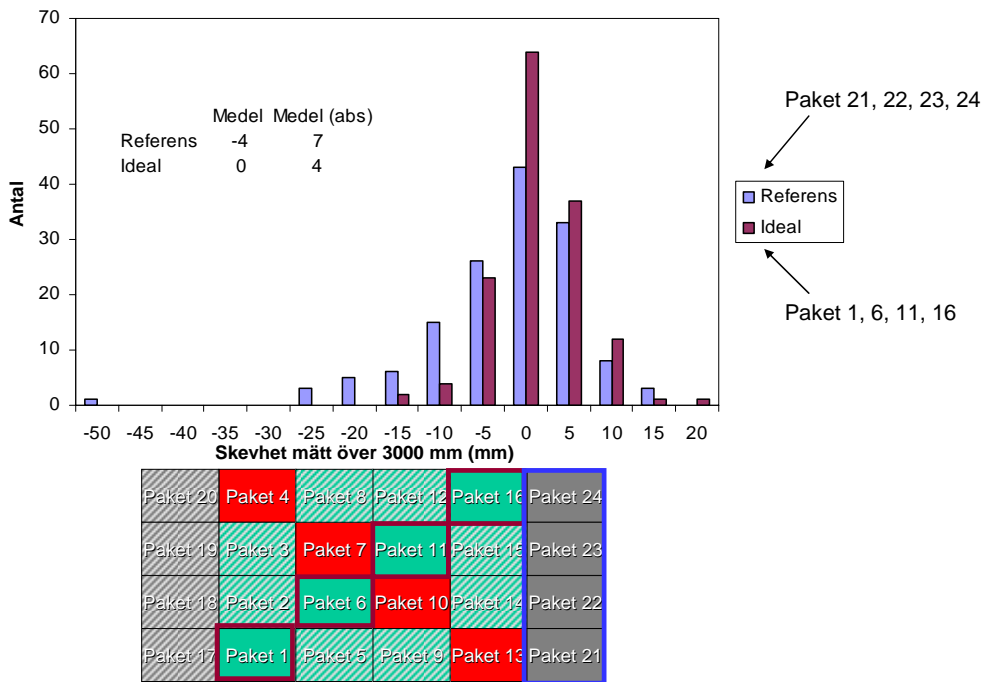
Figur 10: Fuktkvot och klyvgap. Proverna 1-13 kommer från plankor närmast ett truckströmlanrum.



Figur 11: Skevhet mätt på plankor från "bra" respektive "dåligt" material. Skevheten redovisas mm mätt över längden 3000 mm och bredden 150 mm.



Figur 12: Skevhets mätt på plankor från den mer skevningsbenägna fjärdedelen som torkats i topp- respektive bottenpaket. Skevhetsen redovisas mm mätt över längden 3000 mm och bredden 150 mm.



Figur 13: Skevhets mätt på plankor från referenspaket (osorterade) respektive de paket som tillsammans utgör resultatet av en tänkt sortering med det mest skevningsbenägna virket i bottenpaketet. Skevhetsen redovisas mm mätt över längden 3000 mm och bredden 150 mm.



Organisation: TräCentrum Norr	Författare: Johan Oja % Thomas Wamming SP Träteknik	Utgåva: 3	Status: Slutlig
Dokumenttyp: Rapport	Filnamn:	Datum 2008-01-29	Sida: 17 (18)

## Slutsatser

Resultaten från detta projekt visar att:

- det är möjligt att mäta fibervinkel och kärnvedsandel i granvirke under tvärtransport i råsorteringen
- att det är möjligt att mäta fibervinkeln och därigenom styra det mest skevningsbenägna virket till bottenpaket i torken
- det vid användning av tryckramar inte är någon skillnad i skevhet mellan skevningsbenäget virke i topp- eller bottenpaket
- tryckramarna ger tillräcklig last för att begränsa skevheten
- tryckramar och sortering baserat på fibervinkeln ger likvärdiga resultat

## Behov av fortsatt arbetet

Slutsatserna från detta projekt gör det intressant att undersöka nya frågeställningar:

- Kan motskevning i kombination med sortering baserat på fibervinkel göra det möjligt att ytterligare förbättra resultatet?
- Tidigare försök har visat på en positiv effekt av högtemperatortorkning. Kan även en mindre ökning av temperaturen under den första delen av torkschemat resultera i rakare virke?
- Mätutrustningen gör det möjligt att mäta kärnvedsandel. Kan denna information användas för att förbättra torkningsprocessen?

## Referenser

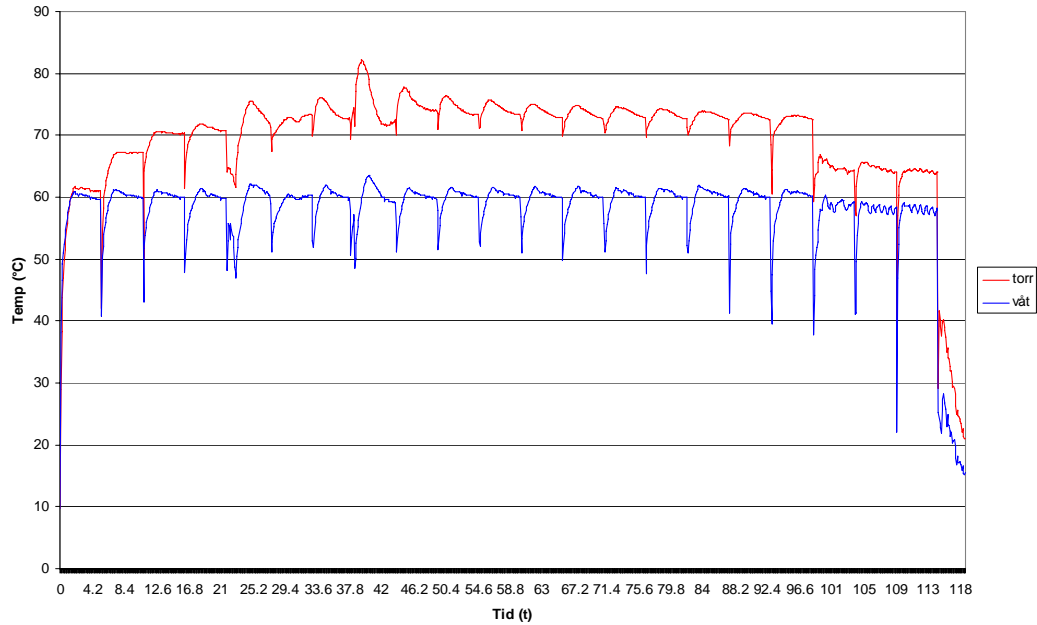
Anon. 2005. <http://www.vector-international.be/>

Grundberg, S. & Oja, J. 2004. Patent nr. 0302762. Förfarande för mätning av fukttinnehållet vid en yta hos ett virkesstycke. Patent och registreringsverket, Stockholm, Sweden.

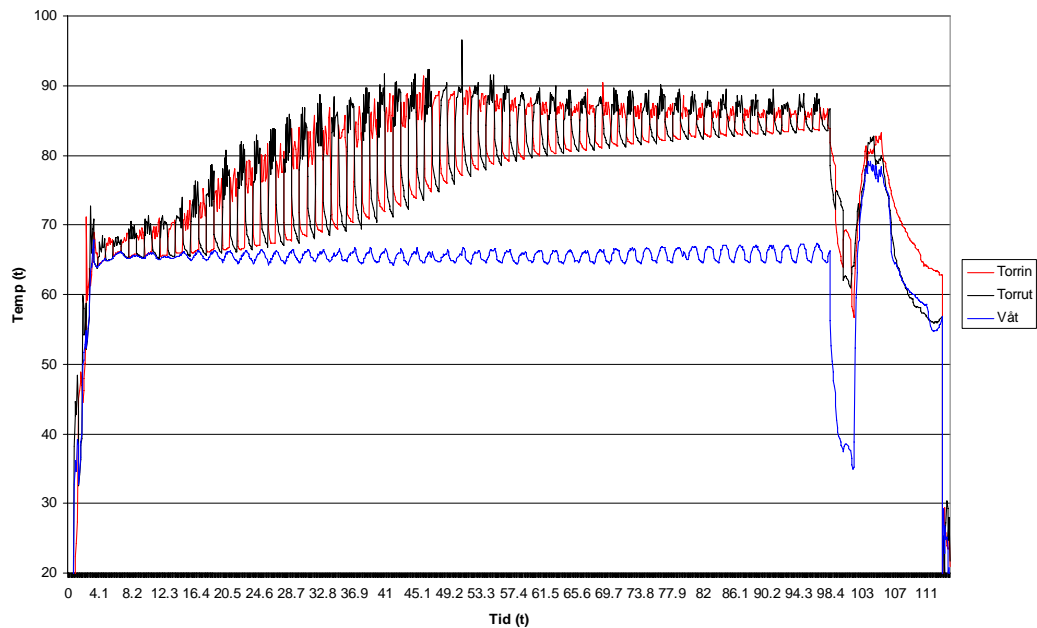
Nyström, J. 2002. Automatic measurement of compression wood and spiral grain for the prediction of distortion in sawn wood products. LTU 2002:37 ISSN 1402-1544.

Oja, J., Grundberg, S., Berg, P. & Fjellström, P-A. 2006. Mätutrustning för bestämning av fibervinkel och kärnvedsinnehåll vid tvärtransport av träprodukter i råsorteringen. SP Rapport 2006:16. ISBN nr 91-85533-01-7.

## Bilaga 1: Torkscheman



Figur A: Torkscheman för kanaltork.



Figur B: Torkscheman för kammartork.