

Per Berg, Johan Oja

**Att detektera fibervinkel med
4 kameror på obarkade stockar
– Resultat från vinterprov**

Trätec

Per Berg, Johan Oja

ATT DETEKTERA FIBERVINKEL MED 4 KAMEROR PÅ OBARKADE STOCKAR
–RESULTAT FRÅN VINTERPROV

Trätek, Rapport L 0404010

Nyckelord

fibre angle
laser
saw logs
tracheid effect
unbarked logs

Denna rapport är finansierad av Virkesmättningsrådet (VMR)

Stockholm april 2004

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	4
INLEDNING	5
MATERIAL OCH METOD	5
FÖRSÖKSUPPSTÄLLNING	5
PROVSTOCKAR	7
MANUELL MÄTNING AV FIBERVINKELN	9
VILLKOR FÖR GODKÄNDA FIBERVINKELVÄRDEN OCH FILTRERING AV DATA	10
RESULTAT	11
RESULTAT MED MANUELLT UPPMÄTTA FIBERVINKLAR SOM FACIT	11
RESULTAT MED KÖRNING 5 (BARKADE STOCKAR) SOM FACIT.	15
DISKUSSION OCH SLUTSATSER	18
BILAGA 1, STOCKLISTA	20

Sammanfattning

I en tidigare rapport ”Att med hjälp av 4 kameror och 4 punktlasrar använda trakeidmetoden för att detektera snedfibrighet på obarkade stockar”, Trätek L-rapport 0311040, provades en metod att detektera snedfibrigheten på obarkade stockar. Fibervinkeln mättes i de barkavskav som i de flesta fall förekommer på de stockar som går igenom mätstationerna. I den rapporten pekade vi på att ytterligare prov behövde genomföras för att:

- Placera kamerorna och lasrarna bättre än vid det första försöket.
- Detektera stockstart och stockslut med fotoceller istället för att försöka tolka detta med kamerorna.
- Genomföra prov under vinterförhållanden för att se vilken inverkan man får av att en mindre andel bark är borta och förekomst av is och snö på stockarna.

I slutet på februari (2004-02-17) genomfördes en ny provserie där 59 stockar (54 gran och 5 tall) kördes igenom mätsystemet 4 gånger i följd varefter de barkades i barkmaskinen och kördes igenom en sista gång för att erhålla ett ”facit”. Efter den sista körningen lades alla stockar ut på marken varefter deras fibervinklar uppmättes manuellt med hjälp av måttband och klavar. Av de ursprungliga 59 stockarna försvann två efter den första körningen och en efter den andra vilket medförde att endast 56 stockar fick ett manuellt facit.

Resultatet av studien visar på att vi, under de förhållanden som rådde vid mättillfället, på i huvudsak obarkat grantimmer kan få fram fibervinklar på strax under 40 % av stockarna. Det är då att beakta att antalet godkända mätvärden per stock är ganska få och att mätningens osäkerhet därmed blir större. En mer realistisk siffra är att vi får användbara data från omkring en tredjedel av stockarna. Man kan som förväntat notera att antalet godkända fibervinkelvärden ökar ju fler gånger man kör igenom partiet. Detta beror på att mer och mer bark faller av stockarna då dessa hanteras mellan körningarna.

Om metoden är i praktiken användbar eller inte är en bedömningsfråga. I praktisk drift skulle man antagligen med ytterligare en del möda och filtrering kunna bättra på resultatet en del. Samtidigt måste man nog vara medveten om att man under vinterförhållanden inte kan förvänta sig att systemet skall kunna klara av att sätta ett någorlunda korrekt fibervinkelvärde på mer än ca en tredjedel av granstockarna. Om det finns mycket snö och is på stockarna så minskar andelen ytterligare.

Tidigare studier som bl.a. VMR genomfört har visat att barken sitter sämre på tallstockar, åtminstone på mellan- och rödbark, så där kan man antagligen komma lite längre och få bra värden från fler stockar. Vi vet också att mätningen under andra årstider än under vintern blir bättre varför denna siffra kommer att öka under vår, sommar och höst.

Inledning

Denna rapport redovisar resultaten från ett andra försök att, denna gång under vinterförhållanden, mäta medelfibervinkeln på obarkade stockar. Den metod som använts bygger på den så kallade trakeideffekten, att ljus sprids bättre i träfibers längdriktning än tvärs fibern. Då man belyser en vedyta med en punktlaser får man en oval ljusfläck på vedens yta där fibervinkeln ligger längs med ljuspunktens storaxel. Trakeideffekten finns endast på vedytan, dvs. på ställen där barken finns kvar blir inte ljusfläcken oval utan rund. Detta medför att man genom att mäta förhållandet mellan längden på storaxel och lillaxel kan avgöra om mätningen sker på ved eller bark. Denna studie baseras på ett system där vi låtit stockar passera genom ett system bestående av fyra lasrar och fyra kameror enligt figur 1.

Det föregående försöket som resulterade i rapporten ”Att med hjälp av 4 kameror och 4 punktlasrar använda trakeidmetoden för att detektera snedfibrighet på obarkade stockar”, Trätek L-rapport 0311040, gjordes under maj månad 2003 med en liknande uppställning som den vi nu använt. Eftersom savningsförhållanden rådde vid den tidpunkten, var en betydligt större del av barken bortskavd eller så skavdes den bort under försökets gång. Försöket resulterade i att relativt goda värden erhöles som visade att metoden kunde vara användbar under de förhållanden som då gällde.

Vi hade vid det försöket en del problem med kameraplaceringar och att detektera var stockar började och slutade varför vi då rekommenderade ett nytt försök där vi,

- provade metoden under vinterförhållanden (med mindre barkavskav som följd)
- löste problematiken med att detektera var stockar började och slutade genom att använda fotoceller.
- Placerade kamerorna på ett bättre sätt än vid det föregående försöket.

Rekommendationen resulterade i att detta försök nu genomförts och redovisas i denna rapport.

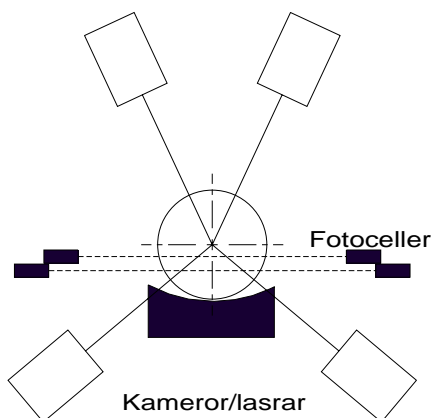
Material och metod

Försöksuppställning

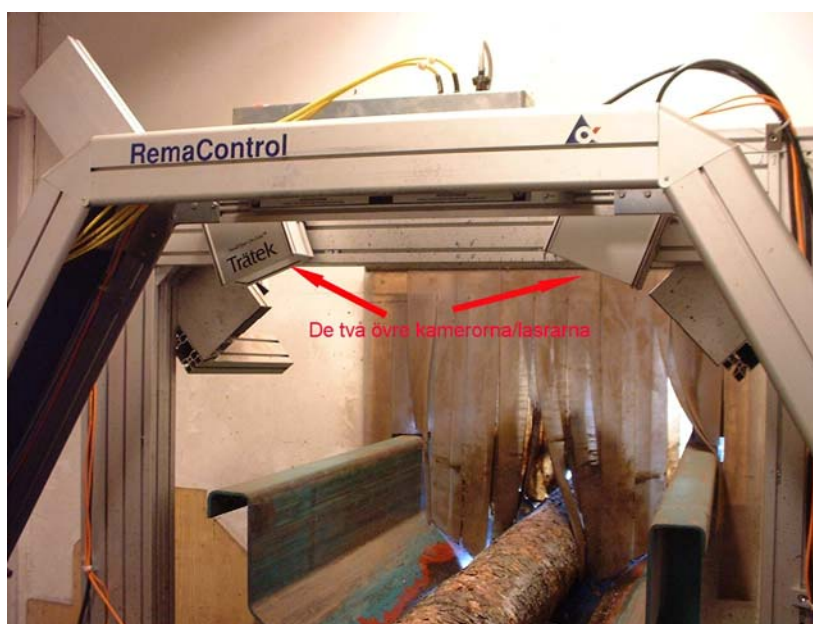
Kameror med lasrar och fotoceller monterades i försöksramen ca 30 – 40 cm före RemaControls 3D ram. Ett av de problem vi hade att brottas med på den föregående försöksuppställningen var att vi, då vi hade ca 90° mellan kamerorna/lasrarna, fick problem med inverkan av stockarnas olika diametrar. Den i teorin enda möjliga placeringen av en helt diameteroberoende kamera är rakt uppifrån. Alla andra placeringar kommer att medföra att laserpunkterna inte är riktade rakt in mot stockarnas centrum. Placeringen av kameror/lasrar vid denna försöksuppställning gjordes så att vi fick både de bögge övre och de bögge undre kamerorna/lasrarna relativt tätt ihop, se figur 1, 2 och 3, för att i möjligaste mån minimera inverkan av stockdiametern. I praktiken måste man sära framför allt de bögge undre enheterna något mer än önskvärt för inte störas av kerattbanans medbringare.

Ett annat problem vid det föregående provet var att detektera var stockarna började och slutade. Då användes en enkel algoritm för att detektera arean av laserpunkten från en av kamerorna på stockens mantelyta. Det visade sig att detta gav problem med barkflagor och liknande. I vissa lägen skymdes laserpunkten av skräp varför programmet uppfattade det som om stocken tog slut och en ny stock började när flagan/störningen försvann ur bild trots att samma stock fortfarande mättes. Av denna anledning valdes nu att istället detektera stockstart och stockslut med fotoceller istället.

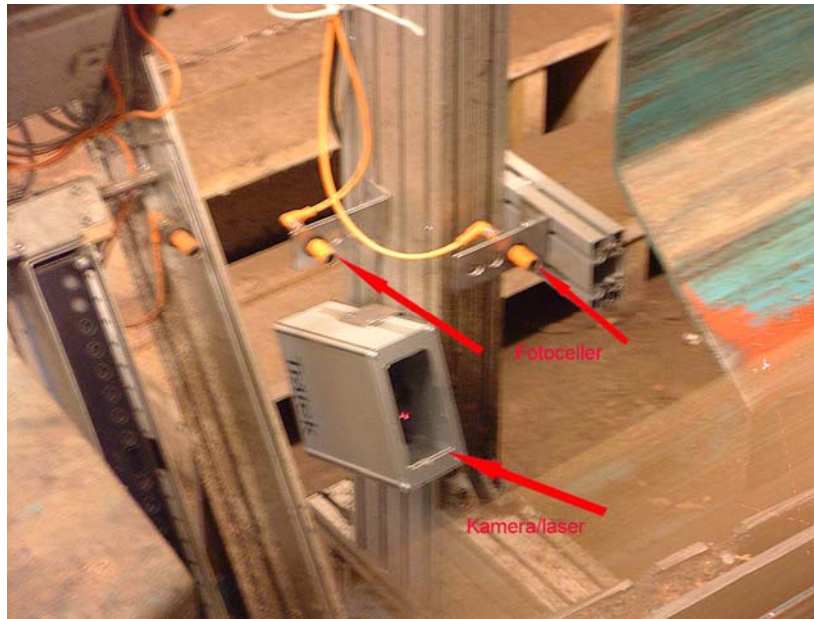
De fotoceller vi valde var av samma typ som RemaControl använder dvs. av sändar/mottagar typ. För att ytterligare förbättra försöksupställningen placerades ett fotocellpar före kamerorna och ett efter. Genom att ställa villkoret att båda fotocellerna skall vara påverkade kan även stockändarna filtreras bort. Hur placeringen av fotocellerna såg ut framgår av figur 1 och 3.



Figur 1. Ungefärlig placering av kameror/lasrar och fotoceller



Figur 2. De bägge övre kamerorna/lasrarna i försöksupställningen

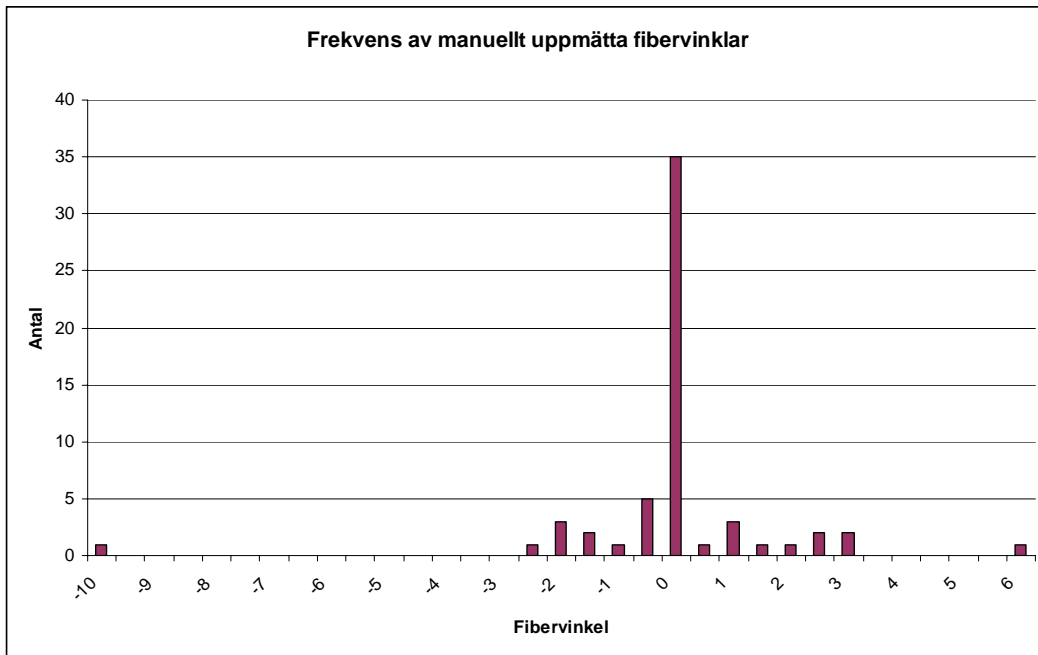


Figur 3. En av de undre kamerorna med laser samt det ena paret fotoceller. På andra sidan stockbanan symmetriskt med denna sitter den andra kameran med sin laser samt de andra två fotocellerna.

Provstockar

Sedan den förra studien hade värd företaget Forssjö Bruk AB gått samman med Boo Hjortkvarn AB och bildar nu Boo Forssjö AB. Detta har inneburit att sågverket i Forssjö nu endast sågar gran. Detta medförde i sin tur att provmaterialet kom att innehålla endast fem tallstockar, resterande provmaterial bestod av grantimmer. Ett annat önskemål var att i förväg sortera fram speciellt snedfibriga stockar för att se om dessa blev korrekt mätta. Tyvärr gick inte detta att genomföra, sannolikt beroende bl.a. på att det är svårt att visuellt se på obarkade stockar om dessa är snedfibriga. Detta i sin tur talar för att en automatisk detektering av fibervinkeln skulle vara av stort värde.

Totalt ingick 59 stockar, 54 gran och fem tall. En ordentligt fibervinklig grov granstock hittades (stock 59) och en annan granstock som av en slump ingick i studien visade sig efter barkning och manuell mätning ha en stor fibervinkel (stock 18). Av de ursprungliga 59 stockarna försvann två efter den första körningen och en efter den andra vilket medför att endast 56 stockar fick ett manuellt facit. Då tallstockarna var för få för att föranleda en uppdelning av materialet per träslag har hela materialet lagts samman. En lista på de i studien ingående stockarna finns som bilaga 1.



Figur 4. Frekvensen av olika fibervinklar, manuell mätning.



Figur 5. Närmast i bild, försöksstockarna före första körningen



Figur 6. Närmast i bild, försöksstockarna före 4:e körningen

Manuell mätning av fibervinkeln

De stockar som gått igenom mätsystemet fem gånger lades ut på marken och fibervinklarna på stockarna uppmättes manuellt. Mätningen gjordes så att man på en sträcka av en meter i stockens längdriktning la ett måttband parallellt med stockens fibrer och försökte bedöma hur många cm (med tecken) som sidförskjutningen var. Vinkeln erhålls därefter som $\arctan(\text{sidförskjutningen i cm} / 100)$ där 100 står för längdmåttet (i cm).



Figur 7. Fibervinkeln på stockarna mättes manuellt efter sista körningen

Villkor för godkända fibervinkelvärden och filtrering av data

Eftersom vi under körning 1 till 4 arbetade med obarkade stockar under vinterförhållanden innebär detta att barkavskavet var litet. Det var dessutom så att barkavskavet var mindre under körning 1 än under körning 4, då hanteringen av stockarna innebär att bark försvinner från dem. Resultatet av detta var att vi från att ha fått ett fåtal eller inga värden på vissa stockar i den första körningen fick fler och fler godkända värden för att slutligen då vi körde igenom de barkade stockarna endast få några få icke godkända värden. Fibervinkelvärdet som avlevererades från varje kamera och stock bestod av medianvärdet av alla godkända vedvärden.

Varje kamera analyserar ungefär en bild per cm i stockens längdriktning. Kriteriet för att godkänna en kameras vinkelvärde var att mätningen av stocken baserades på minst 20 godkända värden. På detta las dessutom kriteriet att de godkända värdenas standardavvikelse skulle vara mindre än eller lika med 4°. Det sistnämnda för att undvika problem med alltför många ”konstiga” värden som kan påverka mätningens medianvärde.

Tabell 1. Antal data (enskilda vinkelvärden) före och efter filtrering.

Före filtrering

	Kamera 0		Kamera 1		Kamera 2		Kamera 3	
	Antal		Antal		Antal		Antal	
Körning	Stock	Värden	Stock	Värden	Stock	Värden	Stock	Värden
1	43	1693	56	7617	56	2425	55	1589
2	46	2218	55	7545	55	3311	53	1858
3	52	3011	55	7773	55	4466	55	2594
4	51	4420	55	8547	55	5532	55	3238
5	56	23681	56	23407	56	29836	56	24753

Efter filtrering

	Kamera 0		Kamera 1		Kamera 2		Kamera 3	
	Antal		Antal		Antal		Antal	
Körning	Stock	Värden	Stock	Värden	Stock	Värden	Stock	Värden
1	16	873	6	661	9	530	1	44
2	23	1456	2	272	13	975	3	228
3	30	2145	1	63	16	1837	4	265
4	33	3713	2	156	18	1915	4	637
5	54	22955	44	19004	53	28245	48	21190

Notera den stora skillnaden då stockarna barkats och att vi får fler och fler data efterhand som barken försvinner. Vid utvärderingen konstaterades att en kamera fungerat sämre än de andra. Denna kamera hade gett betydligt fler godkända fibervinklar än de andra men dessa vinklar hade en betydligt större standardavvikelse jämfört med övriga kameror. Orsaken till att denna kamera fungerade sämre var antagligen att vi inte lyckats ställa in rätt ljuströskelnivåer och gränser för godkända vedbilder och att vi därför även fått med en hel del värden från barkflagor och liknande. Den sämre mätningen kan också bero på att vi inte lyckades rikta in kameran rätt, även om detta är en mindre sannolik förklaring. I alla följande figurer är därför resultaten från den felande kameran (benämnd kamera 1) exkluderade. Då vi

enligt ovan räknat bort kamera 1 återstår data från totalt 23 stockar från körning 1, 31 stockar från körning 2, 35 stockar från körning 3, 39 stockar från körning 4 och slutligen 56 stockar (Alla) från körning 5.

Resultat

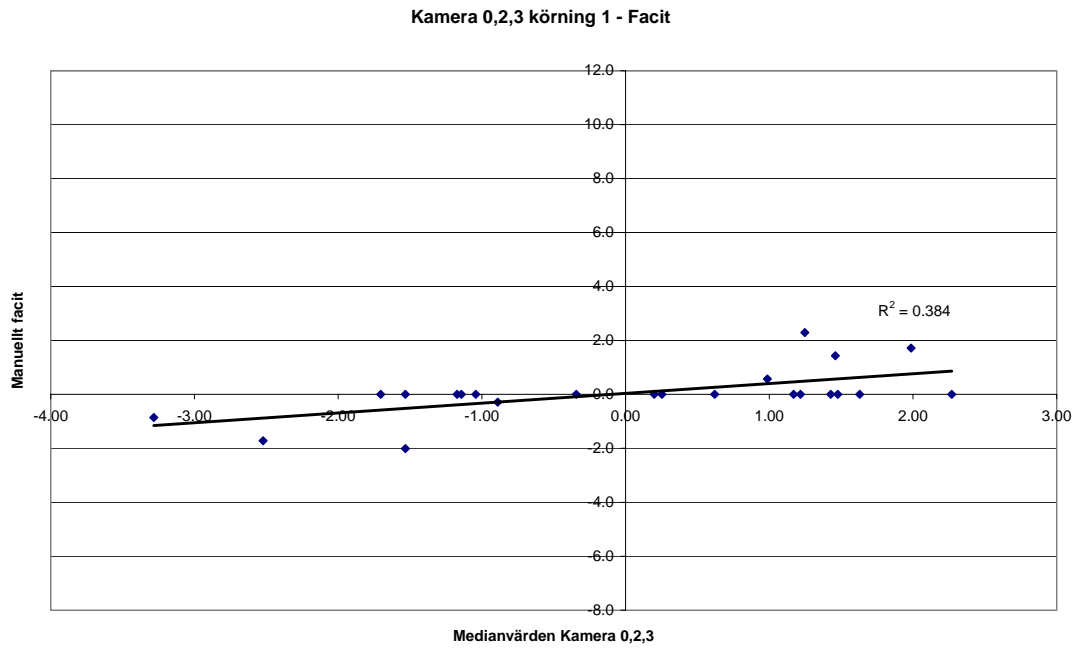
Resultatet från proven delas upp i två delar. Resultat med de manuellt uppmätta fibervinklarna som facit och resultat med avseende på repeterbarhet (den sista körningen med barkade stockar som facit). Orsaken till uppdelningen är bl.a att det manuella facit i någon mån är osäkert. Detta eftersom det övervägande flertalet av stockarna hade vinklar mellan noll och \pm ett par grader. Om man jämför med t.ex. en klocka så motsvarar en minut på denna 6 grader. 1 cm på 1 meters längd av stocken ger en vinkel på $\arctan(1/100) \approx 0.6$ grader. I föreliggande studie bedömdes att väldigt många stockar inte hade någon fibervinkel alls (dvs. 0 grader). I verkligheten kan de säkerligen ha haft upp till någon eller i värsta fall några graders fibervinkel. Då alla vinklar i övrigt är små så innebär fel av den storleksordningen att resultaten förrycks i hög grad. Det är därför intressant att som ett mått på repeterbarheten använda den sista körningen med barkade stockar som facit.

Resultat med manuellt uppmätta fibervinklar som facit

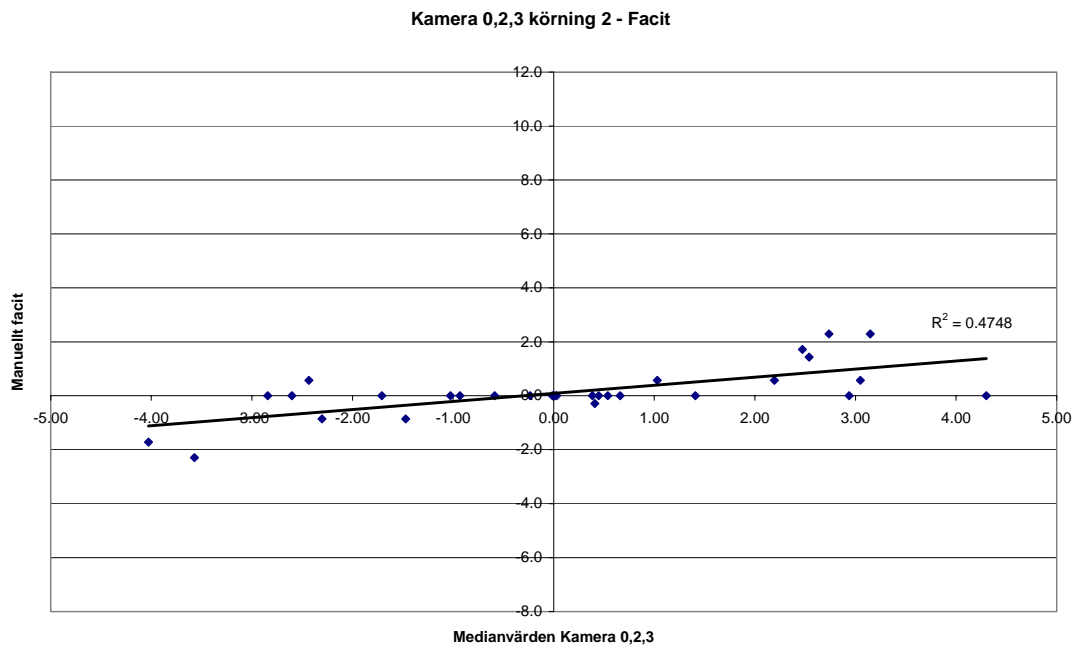
I figurerna 8 till 12 visas resultaten när de av systemet uppmätta fibervinklarna jämförs med de manuellt uppmätta (figur 4 och bilaga 1). Observera att vi definierat vinklarna olika i mätaren och i den manuella mätningen varför de manuella vinklarna redovisas med ombytt tecken.

De sämre R^2 värdena i figur 10,11 och 12 dvs. i körning 3,4 och 5 beror på att de två stockarna med stor fibervinkel ställer till trassel. Som framgår av figur 4 och bilaga 1 så fanns det i studien egentligen bara två stockar med verkligt stor fibervinkel. Den ena hade en uppmätt fibervinkel på -5.7 grader och den andra uppmättes till att ha en fibervinkel på 10.2 grader. I körning 1 och 2 fick vi inte så mycket data att någon av dessa stockar kom med varför R^2 värdena blev 0.38 respektive 0.47. I körning 3 kom den stock som hade vinkelvärdet 10.2 med men systemet lyckades inte registrera denna stora fibervinkel. Detta drog ned R^2 värdet till 0.033. I körning 4 inträffade samma sak varför R^2 här blev $R^2=0.028$. I körning 5 slutligen kom bägge stockarna med utan att systemet lyckades detektera vinkeln på någon av dem vilket innebar att R^2 blev 0.028 även här. Om man bortser från de två extremstockarna erhåller man R^2 värden från körning 3,4 och 5 på 0.459, 0.4182 resp. 0.4871 vilket är ett mer ”hyfsat” resultat.

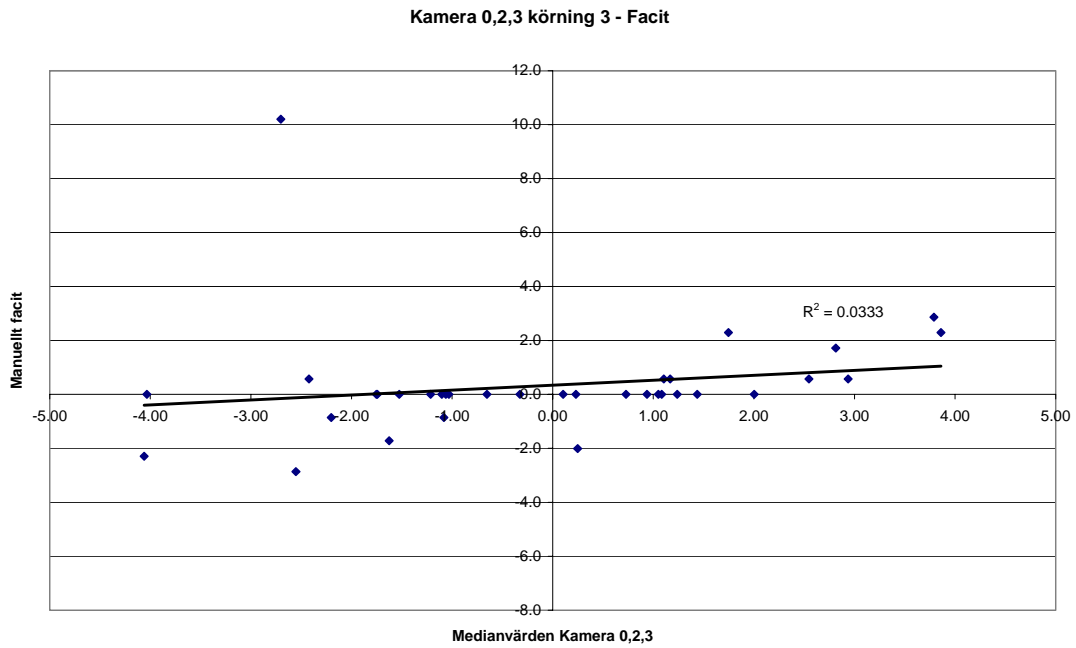
En misstanke som dykt upp under utvärderingen är att stock 59 fått fel tecken vid den manuella mätningen. Om så är fallet skulle det innebära att resultaten blir betydligt bättre.



Figur 8. Körning 1. Data från 23 stockar mot de manuellt uppmätta facitvärdena. $R^2=0.384$.

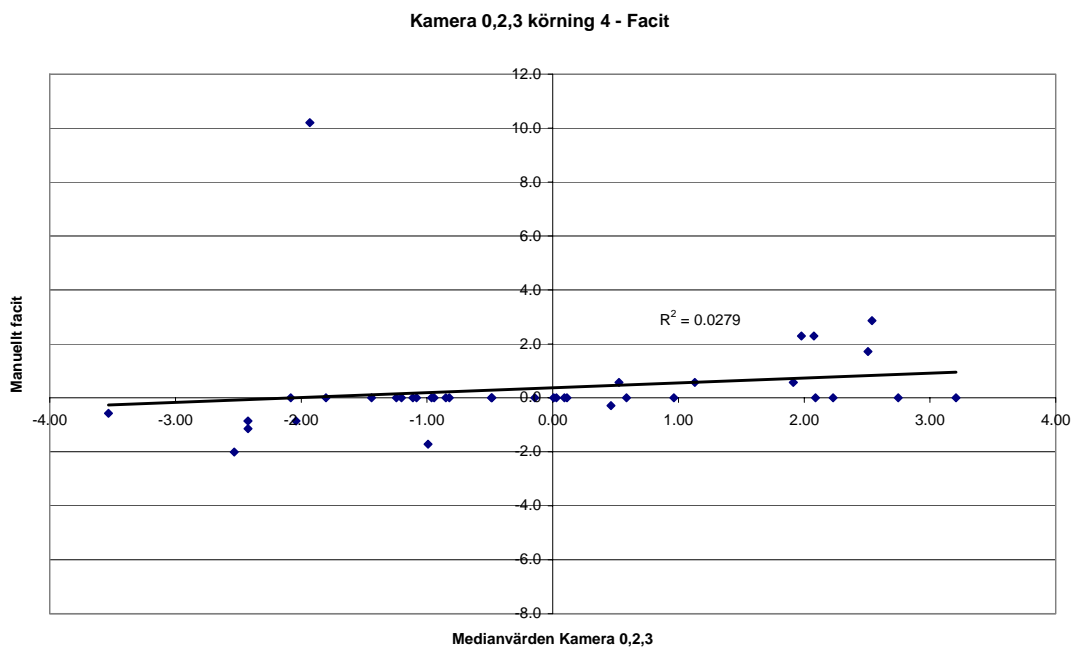


Figur 9. Körning 2. Data från 31 stockar mot manuellt facit $R^2=0.4748$



Figur 10. Körning 3. Data från 35 stockar mot manuellt facit $R^2=0.0333$.

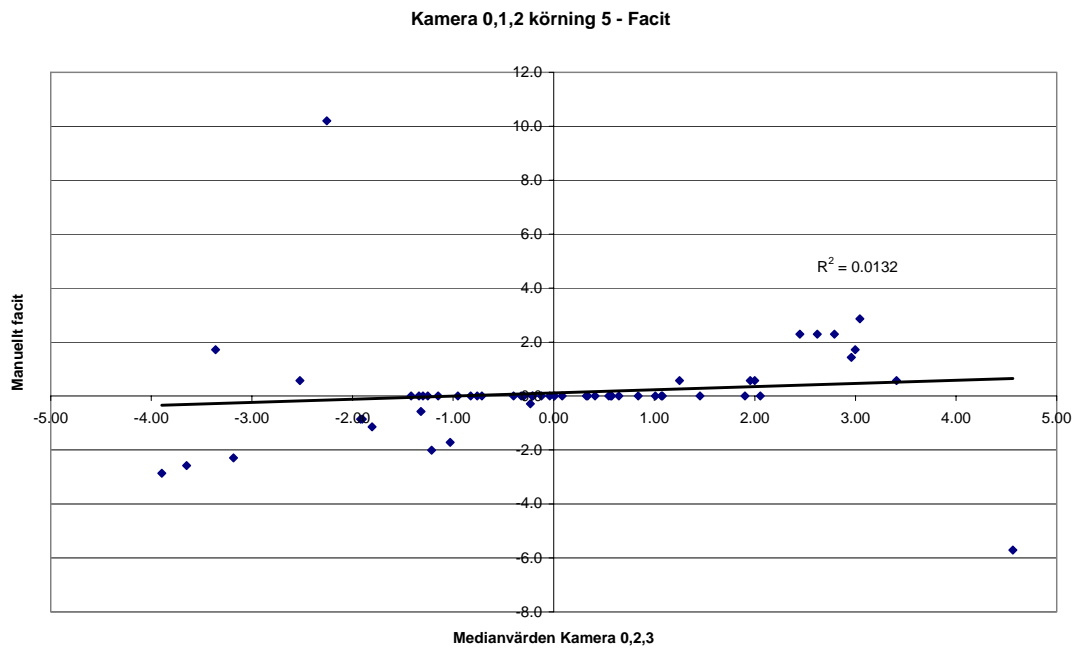
Orsaken till det mycket låga R^2 värdet är att det finns ett värde som ligger vid -2.7. Tas detta bort får vi ett R^2 värde på 0.459.



Figur 11. Körning 4, Data från 39 stockar mot manuellt facit $R^2=0.0279$.

Orsaken till det låga R^2 värdet är även här uteliggaren vid -1.93. Tas denna bort får vi ett R^2 värde på 0.4182.

Körning 5



Figur 12 Körning 5, Data från 56 stockar mot manuellt facit $R^2=0.0279$.

Orsaken till det låga R^2 värdet är även här uteliggare dels vid -2.26 och dels vid 4.56. Tas dessa två bort får vi ett R^2 värde på 0.4871.

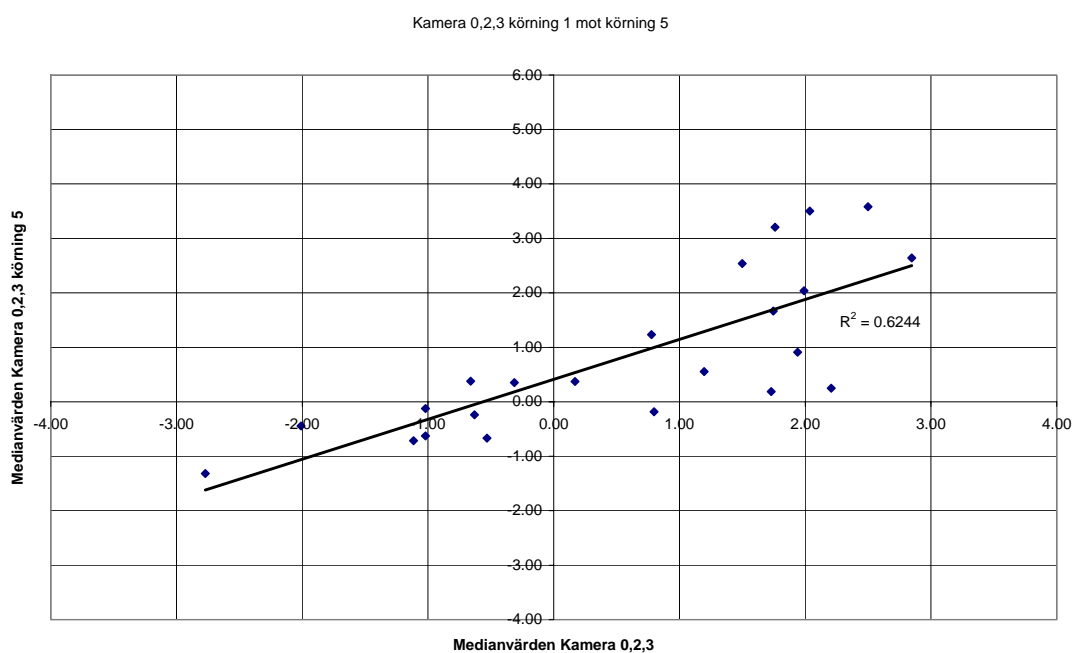
Resultat med körning 5 (barkade stockar) som facit.

I figurerna 13-16 visas resultaten när den automatiska mätningen i körning 1 till 4 jämförs med den automatiska mätningen på barkade stockar (körning 5).

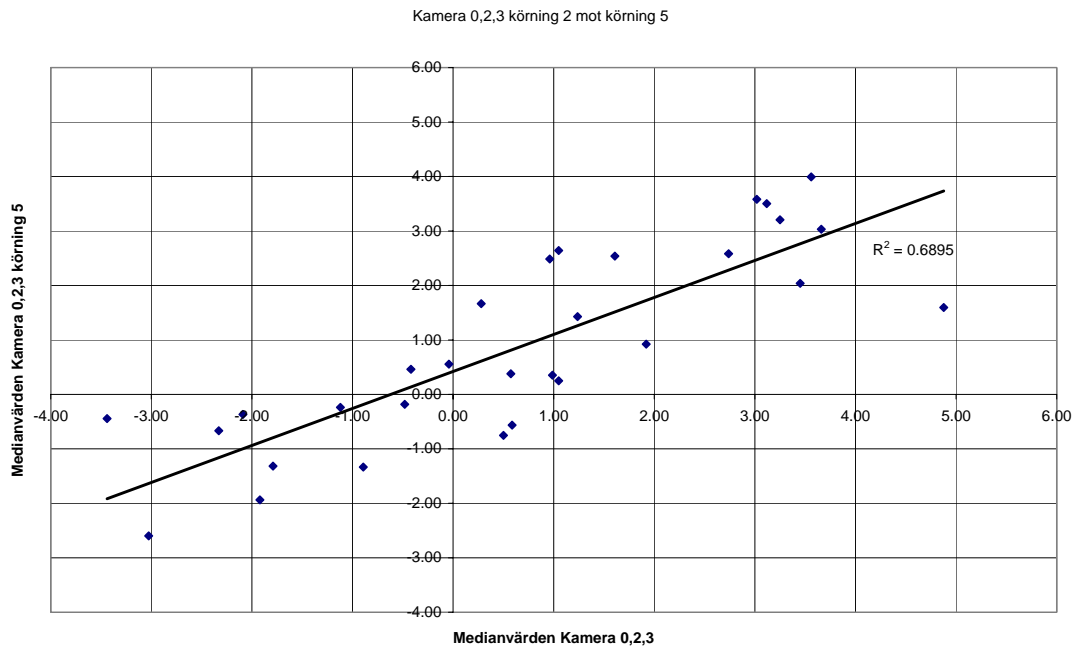
Man kan notera att repeterbarheten faktiskt är mycket bra i samtliga körningar. Detta är normalt ett tecken på att mätningen som sådan fungerar.

De efter förhållandena höga R^2 värdena indikerar därmed att vi lyckats i vår utsortering av vilka värden som skall sorteras bort. Detta styrks ytterligare av att R^2 värdet ökar efterhand som barken försvinner och vi får mer och mer godkända värden.

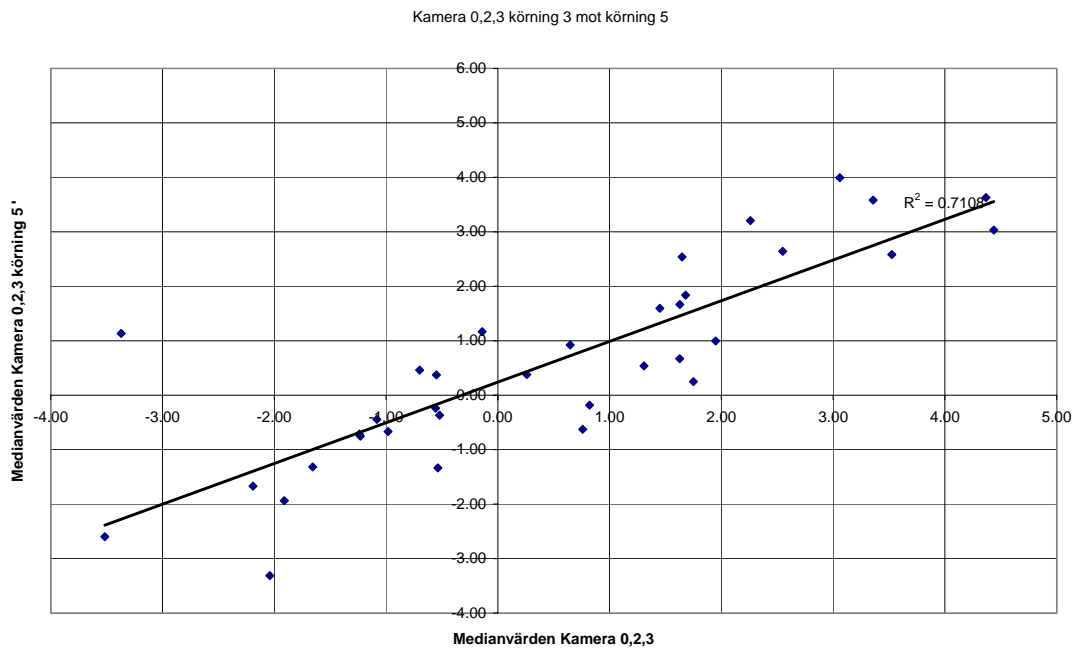
Skillnaden i resultat mot att använda de manuellt uppmätta fibervinklarna som facit beror också till viss del på att de två mest snedfibriga stockarna av någon orsak inte har så höga värden i körning 5.



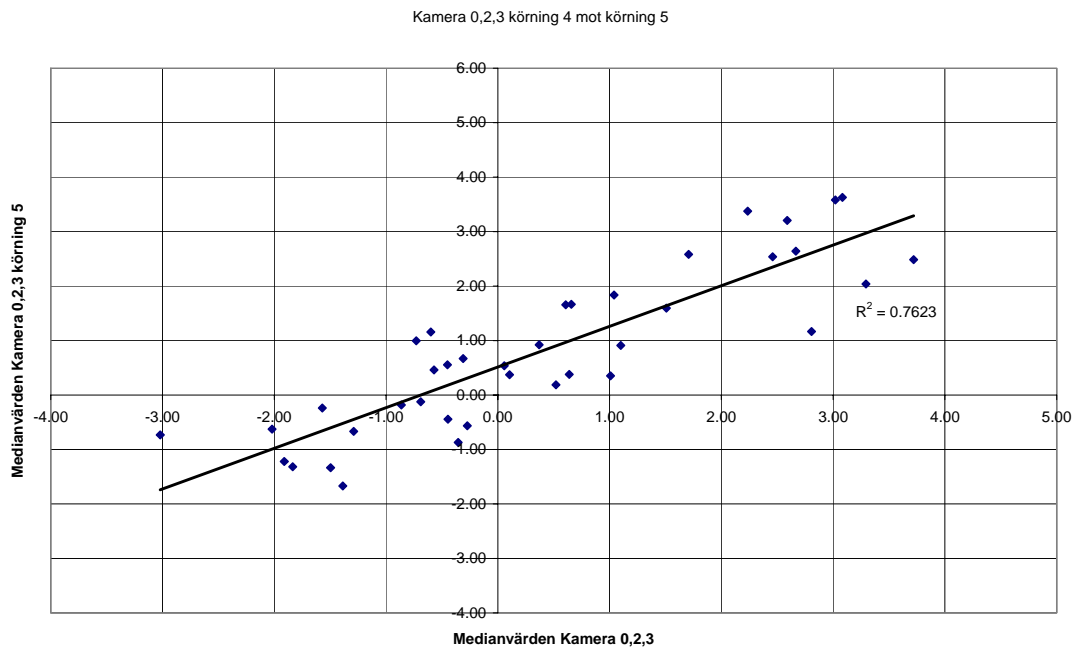
Figur 13 Körning 1 mot körning 5 $R^2=0.6244$



Figur 14 Körning 2 mot körning 5 $R^2=0.6895$



Figur 15 Körning 3 mot körning 5 $R^2=0.7108$



Figur 16 Körning 4 mot körning 5 $R^2=0.7623$

Diskussion och slutsatser

Vi vet sedan tidigare att metoden fungerar för att sortera barkade stockar och centrumutbyten med avseende på fibervinkel. Metoden används framgångsrikt på Karl Hedins sågverk Karbenning.

Skillnaden i resultat mellan att använda körning 5 som facit mot att använda de manuellt uppmätta fibervinklarna som facit beror, som tidigare nämnts, på att de två mest snedfibriga stockarna inte har så höga värden i körning 5. Eventuellt kan den ena av stockarna fått fel tecken dvs. vinkeln skulle ha varit 5.7° istället för -5.7° . Detta skulle ha medfört betydligt bättre träff (se t.ex. figur 12 körning 5 mot manuellt facit). En ytterligare förklaring till avvikelserna kan ligga i de fel i det manuella facitet som fås i och med att det är mycket svårt att manuell upptäcka och mäta upp värden på små fibervinklar.

Repetierbarheten är hög. Vi lyckas sortera bort konstiga värden och vi mäter som förmodat upp fibervinkeln på fler och fler stockar efterhand som barken faller av. Om vi lyckats kalibrera upp även kamera 1 så skulle vi sannolikt ha ytterligare bättre resultat.

En misstanke man kan ha är att barkavskaven på obarkade stockar till stor del uppstår dels vid kvistknölar och dels där hanteringsskador uppstått. I det sistnämnda fallet är veden dessutom ofta flisig och fibern sticker ut som någon slags borst. Fibervinkeln är varken på kvistknölar eller där mekaniska skador finns representativa för stocken som helhet. Genom att använda medianvärdet av alla uppmätta godkända fibervinklar på veden hoppas vi slippa inverkan av alla dessa onormala värden. Om alla avskav eller åtminstone en överväldigande majoritet av dem trots allt ligger vid kvistknölar och andra ställen med onormal fibervinkel så måste sannolikheten att vi skall hitta en, för stocken, representativ fibervinkel som medianvärdet av alla fibervinklar minska. Fenomenet kommer att indikeras genom att vi får en stor standardavvikelse varvid värdet kan filtreras bort.

En annan nackdel är att vi vet sedan tidigare vet att vi får problem med att mäta fibervinkel om det finns snö och is på stockarna. Detta beror på att ljusspridningen blir slumpartad i dessa medium.

Ovanstående medför att vi under de förutsättningar vi hade tror att man kan närma sig att få relativt god mätning på uppemot ca en tredjedel av stockarna. Talltimmer och sommarförhållanden ger betydligt bättre mätning då barkavskavet naturligtvis blir större.

Frågan som återstår är naturligtvis var man drar gränsen för att mätmetoden skall vara intressant att ha i praktisk drift. En slutsats kan vara att metoden idag inte riktigt uppfyller de krav man har för att använda den i vederlagsmätning men att metoden kan vara användbar redan nu som ett verktyg i samband med kvalitetssortering av timmer. Om man antar att den studie vi nu gjort visar på hur det kommer att se ut under den period på året då förutsättningarna är förhållandevis dåliga så kan man gissa att vi under den största delen av året kommer att kunna få fram fibervinklar på merparten av alla stockar.

Ett sätt att gå vidare är att hitta en metod som säkerställer att vi hittar barkfria ytor på timmerstockarna. Lösningen skulle då t.ex. kunna bestå i en anordning som fläker undan barken på någon del av stocken i samband med mätningen.

Bilaga 1, Stocklista

Följande stockar ingick i försöket

Nr	Träslag	Längd	Toppdiameter	Manuellt mätt vinkel [°]	Kommentarer
1	2	440	242	-0.6	
2	2	438	234	0.0	
3	2	437	195	0.6	Rotstock
4	2	442	300	1.1	Rotstock
5	2	383	275	0.0	
6	2	448	190	0.0	
7	2	560	140	-2.3	
8	2	502	149	-2.3	
9	2	437	170	0.0	
10	2	527	230	0.0	Rotstock
11	2	559	222	0.0	Rotstock
12	2	381	147	0.0	
13	2	559	191	-2.9	
14	2	379	222	0.0	
15	2	463	462	0.0	Kasserad efter 1:a körningen
16	2	442	183	0.0	
17	2	558	346	0.3	Rotben & Rotstock
18	2	379	148	-10.2	
19	2	501	194	0.9	
20	2	341	162	0.0	Gick av efter 1:a körningen
21	2	498	200	0.0	
22	2	381	254	2.0	
23	2	441	177	0.0	
24	2	439	218	2.9	Tjurved & Rotstock
25	2	497	218	-1.7	
26	2	480	179	0.0	
27	2	349	179	0.0	
28	2	383	149	-0.6	
29	2	527	218	-2.3	
30	2	377	175	0.0	
31	2	350	256	1.7	Rotben & Krokig
32	2	351	152	0.0	Försvann efter 2:a körningen
33	2	382	200	-0.6	
34	2	553	177	2.3	
35	2	438	183	0.0	
36	2	442	219	0.0	Rotstock
37	2	531	159	-1.4	
38	2	482	178	0.0	
39	2	441	182	0.0	
40	2	442	265	0.0	Rotstock
41	2	562	181	0.0	
42	2	438	229	2.6	Rotstock
43	2	441	222	0.0	

44	2	500	230	0.0	
45	2	439	270	0.0	
46	2	499	233	-0.6	
47	2	380	148	0.0	
48	2	398	150	0.0	
49	2	436	277	0.0	
50	2	556	260	0.0	Rotstock
51	2	380	254	-1.7	Rotstock & Tjur & Krokig
52	2	559	301	0.0	Rotstock & Rotben
53	2	563	247	0.0	
54	1	499	259	0.0	
55	1	409	192	-0.6	
56	1	458	160	0.0	
57	1	467	301	0.0	
58	1	557	226	0.9	
59	2	380	390	5.7	Vriden & Utlägg & Rotstock & Tjur