

Per Berg, Johan Oja

**Att med hjälp av 4 kameror och
4 punktlasrar använda
trakeidmetoden för att detektera
snedfibrighet på obarkade stockar**

Träte

Per Berg, Johan Oja

ATT MED HJÄLP AV 4 KAMEROR OCH 4 PUNKTLASRAR ANVÄNDA TRAKEID-
METODEN FÖR ATT DETEKTERA SNEDFIBRIGHET PÅ OBARKADE STOCKAR

Trätek, Rapport L 0311040

Nyckelord

fibre angle
laser
saw logs
tracheid effect
unbarked logs

Denna rapport är finansierad av Virkesmättningsrådet (VMR)

Stockholm november 2003

Sammanfattning

Ett system bestående av 4 kameror och 4 lasrar har byggts och installerats på mätstationen på Forsjö Bruks i syfte att försöka få fram hur bra man med hjälp av trakeidmetoden kan detektera fibervinkeln på obarkade stockar genom att de 4 kamerorna automatiskt känner av var det finns barkavskav och därmed blottade vedytor och på dessa punkter mäta fibervinkeln.

Ett repeterbarhetsprov har genomförts där 30 stockar, 8 gran och 22 tall, har körts 5 gånger genom systemet.



Bild 1. Provstockarna vid repeterbarhetstestet efter första körningen



Bild 2. Provstockarna vid repeterbarhetstestet efter sista körningen

De resultat som erhållits ur detta material pekar på att vi med ett bra inställt system kan mäta fibervinkeln med en standardavvikelse på omkring 0.7° . Möjligen skulle denna noggrannhet gå att ytterligare förbättra om man på ett bättre och mer tillförlitligt sätt kunde hitta stockstart och stockslut på stockarna då dessa passerat genom systemet samt genom att hitta bättre kamera och laserplacering.

I det prov som genomförts har vi fått fram data om alla stockar som var med i försöket.

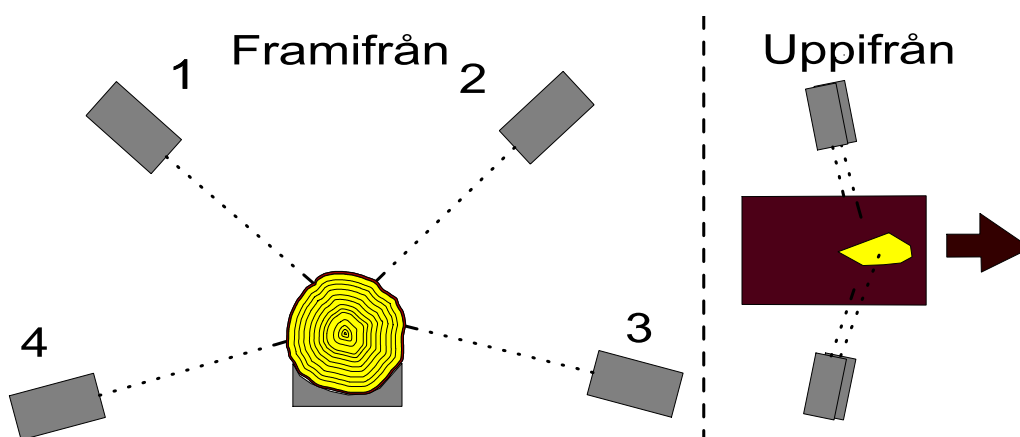
För att på ett säkert sätt få fram hur stor andel av stockarna som, sett över hela året, går att mäta med denna metod behöver ytterligare studier göras under de årstider då barkavskavet inte är lika stort. Om man genomför fler prov bör man komplettera utrustningen med fotoceller för detektering av stockstart/stockslut och försöka placera kamerorna och lasrarna på ett bättre sätt.

Syfte

Denna rapport avser att besvara följande frågeställningar kring mätning av fibervinkel med trakeidmetoden på obarkade stockar:

- Hur stor andel av inkommande stockar kan vi mäta med denna metod, dvs. hur stor andel av stockarna har en så stor andel av vedytan blottlagd att vi kan få ett mått på stockens fibervinkel?
- Vilken betydelse har antalet använda kameror/lasrar för resultatet?
- Vilken repeterbarhet och därmed vilken mätnoggrannhet kan vi få ut ur systemet?

Försöksuppställning



Figur 1. Placering av kameror/lasrar

Under våren (maj-2003) monterades kameror och lasrar på Forssjö Bruk.

I systemet har 4 kameror och 4 lasrar använts. Kamerorna är av fabrikatet Vector och modellbeteckningen är CCF15. Kamerorna kan arbeta med bilder med en storlek upp till 512 X 512 pixlar. Kamerorna arbetar med 8 bitar (256 steg) gråskala. Kamerorna har stöd för att kunna arbeta med mindre delar av bildytan, vilket för vår del är bra, då det ökar prestandan med avseende på hur många bilder per sekund man hinner med. Lasrarna är av punkttyp och har en effekt på 5 mW vardera.

Lasrarna är monterade ihop med kamerorna så att laserpunkten hamnar ungefär mitt i bildytan på resp. kamera.

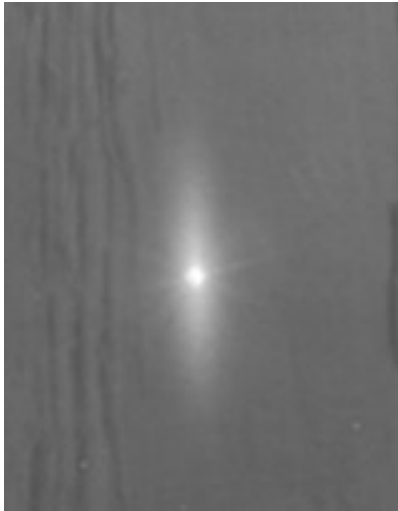
I praktiken har vi använt ett bildområde på ca 60 * 60 pixlar och kommit upp i en hastighet på ungefär 120 bilder/sek per kamera. Då banhastigheten ligger kring 1 – 1.2 m/s innebär detta att vi tar ungefär en bild per cm och kamera.

Kameror/lasrar har placerats på ett sådant sätt att laserpunkterna/bilderna hamnar med så stor spridning från varandra som varit möjlig med hänsyn till stockdiametrar och det faktum att vi inte velat att laserpunkterna skulle träffa kerattbanan eller stockmedbringarna då ingen stock var i mätområdet, se figur 1. Detta för att slippa ”falska” stockar eftersom vi detekterat stockarna i mätområdet med hjälp av kamerorna och inte använt någon fotocell.

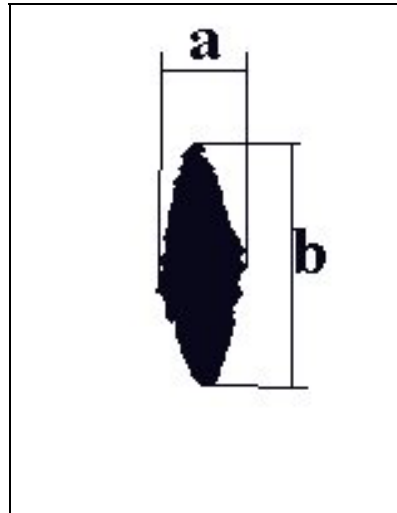
Kamerorna/lasrarna placerades även ca 6-7 grader vinklade mot stockens mantelyta. Detta för att kameror och lasrar skulle hamna i skydd från nedfallande skräp och stänk från stockarna. Kamerorna sitter genom denna placering bakom skyddande plåtar.

Uppställningen fungerar så att kamera 1 är den som styr, dvs. när laserpunkten hamnar på bilden i den kameran och punktens storlek överstiger ett visst gränsvärde så uppfattar systemet det som att en stock är i mätområdet.

Alla kameror arbetar därefter parallellt med att så snabbt de hinner ta bilder och programmet analysera dessa. Laserpunkternas storlek och ovalitet och ovalitetsvinkeln beräknas enligt nedanstående förfarande.



Laserpunkt på vedyta



Samma bild efter tröskling

Bilderna ovan visar hur en vedbild kan se ut före och efter trösklingen, dvs ett förfarande där alla punkter med ett ljusstyrka överstigande ett visst värde sätts till "1" och alla andra till "0". Efter detta beräknas a och b i figuren ovan samt storaxelns vinkel (ovalitetsvinkeln). Om ovaliteten som definierats som $Ovalitet = \left(\frac{b}{a}\right) - 1$

överstiger ett visst ställbart värde (0.9 i vårt fall) har bilden antagits vara en godkänd vedbild. Areor och vinklar lagras då undan i en vektor.

När laserpunkten hos kamera 1 försvinner ur bild eller då arean understiger ett visst värde betraktas stocken som slut och stock data räknas fram baserat på de lagrade vektorerna.

De stockdata som lagras på hårddisken är, per kamera:

- Totalt antal tagna bilder
- Antalet godkända vedbilder
- Medelvärde på ovalitetsvinkeln (fibervinkeln)
- Medianvärdet på ovalitetsvinkeln (fibervinkeln)
- Standardavvikelse ovalitetsvinkel (fibervinkeln)
- Medelarea laserpunkt
- Medelovalitet

Varje stock har lagrats på hårddisken som en rad i en fil som efterhand har fyllts på.

Ett problem vi haft under alla försöken är att det inte gått att få kamera 1 att detektera start och slut på stockarna på ett korrekt sätt. Beroende på stockgeometri, barkflagor och liknande har laserpunkten, vid enstaka tillfällen under stockens passage genom mätområdet, helt försvunnit eller understigit de gränsvärden vi lagt för att det skall uppfattas som en stock i mätområdet.

Detta har inneburit att systemet har uppfattat de flesta stockar som mer än en stock och det har i efterhand varit omöjligt att lägga ihop data så att den hänförs till rätt stock.

Det finns fler lösningar på problemet. Antingen kan man lägga en filtrering på kamera 1:s areavärden i längsled på stocken så att enstaka minvärden filtreras bort eller så

sätter man upp en fotocell i kombination med uppställningen som får detektera stockens början och slut.

Tiden har fram till nu inte medgivit att göra den erforderliga ändringen utan vid det senaste försöket valde vi, för att slippa problemet, att byta fil mellan varje stock istället. Denna lösning kan inte användas för några långtidsprov utan den fungerar bara då man är på plats och kör stockar genom systemet en och en med stor stocklucka.

Ett annat problem är att stockarnas skiftande diametrar medför att det är svårt att rikta in framför allt kamera 1 och 2. Vid minskande diametrar är det risk att laserpunkt/bildpunkt kommer för högt och att man får konstiga värden baserat på att laserpunkten endast tangerar stocken eller inte träffar den alls

Ytterligare ett problem är att det är relativt små vinklar vi mäter. Detta medför att det är ganska svårt att kalibrera kamerorna så att alla kameror är lika kalibrerade.

I vårt fall har vi försökt kalibrera kamerorna genom att efter att ha mätt ett större antal stockar lägga in en faktor som medför att medelvärdet för alla vinklar blir 0 för varje kamera. Denna metod verkar fungera bra även om en del systematiska fel finns kvar. Bland annat verkar kamera 4 haft felaktig skalfaktor vilket systematiskt gett för små värden (omkring 2 -3 grader).

Resultat

Ett repeterbarhetsprov genomfördes där 30 stockar kördes 5 ggr vardera genom systemet.

Det visade sig i efterhand att dessa data vid utvärderingen inte gick att använda på grund av svårigheter att särskilja vilka data som hörde till vilken stock (se försöksuppställning ovan).

Repeterbarhetsprovet upprepades därför igen i början på augusti och denna gång lagrades data på ett sådant sätt att varje stock kunde särskiljas.

30 stockar, varav 8 granstockar och 22 tallstockar, kördes genom mätsystemet 5 gånger i följd. Stockarna hade alla en toppdiameter mellan 20 och 25 cm. Stockarna lades in på bandet så att slumpen avgjorde i vilket läge de hamnade.

Data har rensats på följande sätt:

Då varje stock i de flesta fall uppfattats som fler stockar av systemet har alla "delstockar" med mindre än 10 godkända vedvärden sorterats bort. Vidare har alla "delstockar" med ovalitetsvinklar (fibervinkel) $\geq \pm 15^\circ$ tagits bort.

Resterande "delstockar" har summerats/medelvärdesbildats ihop med viktning på antalet godkända vedvärden till en summastock.

I vårt fall varierar resultatet något för de olika kamerorna, sannolikt beroende på hur bra vi lyckats rikta in och ställa in dem, varför vi tills vidare valt att redovisa resultatet från dem var för sig.

De värden vi koncentrerat oss på är medianvärdena från respektive stock och kamera. Detta beroende på att man kan misstänka att stockarna har en hel del barkavskav i samband med kvistknölar och defekter där det finns en fiberstörning och man därmed kan misstänka stora fibervinklar lokalt som inte är representativa för stocken i helhet. Medianvärdet har den fördelen att, eftersom det endast är mittvärdet som används, man slipper inverkan av extremvärden varför medianvärdet i detta fall kan antas vara mest representativt för stocken som helhet.

Slutligen har en tabell gjorts där vi räknat fram standardavvikelsen av medelvärdena (materialets variation) och medelvärdet av standardavvikelseerna (repeternoggrannheten, systemets variation) på olika kombinationer av de använda kamerorna.

Kamera 1

Stock nr	Medianvärde körning										Medelv. av medianv.	Totalt antal	Standardavv. Median
	1		2		3		4		5				
	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.			
1	1.47	50			1.94	113	2.82	175	1.84	158	2.0	496.0	0.6
2			-2.00	94	-2.79	16					-2.4	110.0	0.6
3							0.83	45	-6.42	17	-2.8	62.0	5.1
4			-0.42	304	-0.57	176			-1.06	243	-0.7	723.0	0.3
5	0.38	215	1.25	138	1.10	161	0.94	74	1.10	226	1.0	814.0	0.3
6							-0.46	46	-0.70	76	-0.6	122.0	0.2
7	0.05	188	1.66	222	0.74	294	1.11	142	0.77	306	0.9	1152.0	0.6
8	0.21	149	1.92	189	0.36	145	2.34	66	0.53	197	1.1	746.0	1.0
9			1.03	14							1.0	14.0	
10	-0.35	205	-1.27	91	0.43	76	2.76	12	-0.01	187	0.3	571.0	1.5
11	-0.26	69	-0.15	33	1.38	30	2.29	10	2.67	194	1.2	336.0	1.4
12	6.37	47	4.61	79	5.80	161	6.37	75	5.84	211	5.8	573.0	0.7
13			-1.10	22	1.71	58	1.73	11	0.87	49	0.8	140.0	1.3
14	1.04	46			-0.10	97					0.5	143.0	0.8
15	3.34	162	2.02	151	3.28	200	3.00	276	2.37	94	2.8	883.0	0.6
16	2.41	116	1.25	68					2.14	213	1.9	397.0	0.6
17			5.61	16	1.74	111	2.83	47	1.20	54	2.8	228.0	2.0
18					-1.29	11	-0.79	63	0.18	106	-0.6	180.0	0.7
19			0.33	53					0.97	118	0.7	171.0	0.5
20	-0.17	51	1.83	159	1.59	145	1.38	153	1.49	71	1.2	579.0	0.8
21	0.97	182	-0.48	171	-0.27	121	0.64	192	-1.00	284	0.0	950.0	0.8
22	2.51	14	1.19	23	0.43	14			1.21	76	1.3	127.0	0.9
23	3.96	155	2.04	180	3.12	295			2.37	286	2.9	916.0	0.9
24	1.49	18	2.78	34							2.1	52.0	0.9
25	0.88	69	2.66	19	0.10	65	2.57	101	0.93	24	1.4	278.0	1.1
26	2.07	88	2.32	17	4.54	10			1.79	243	2.7	358.0	1.3
27	0.67	45	0.59	61	0.73	120			0.52	119	0.6	345.0	0.1
28			3.47	73			3.63	52	4.64	65	3.9	190.0	0.6
29	1.37	316	1.31	293	0.88	348	1.11	298	1.83	468	1.3	1723.0	0.4
30	-0.72	51			-2.75	35			-0.96	72	-1.5	158.0	1.1
											Medelvärde	1.1	1.0
											Standardavv.	1.8	0.9

Tabell 1. Data från kamera 1. (Luckorna i tabellen beror på att det funnits för få värden för att vi skulle godkänna dem).

Tabellen visar stock för stock den erhållna fibervinkeln för varje körning (5ggr). Intressant är att standardavvikelsen på medelvärdena ligger på 1.8 medan medelvärdet av standardavvikelserna för de enskilda körningarna ligger på 1.0. Detta innebär, om man försöker tolka det, att spridningen på fibervinkeln mellan de olika stockarna är dubbelt så stor som medelvärdet av standardavvikelserna mellan de olika körningarna. Detta tyder på att metoden att mäta fibervinkel fungerar relativt bra.

Om man använder körning 5 som ”facit” och lägger den som X-axel och därefter ritat upp de 4 första körningarna som Y-värden mot denna så bör man idealt få alla värden att ligga efter en linje $X=Y$.

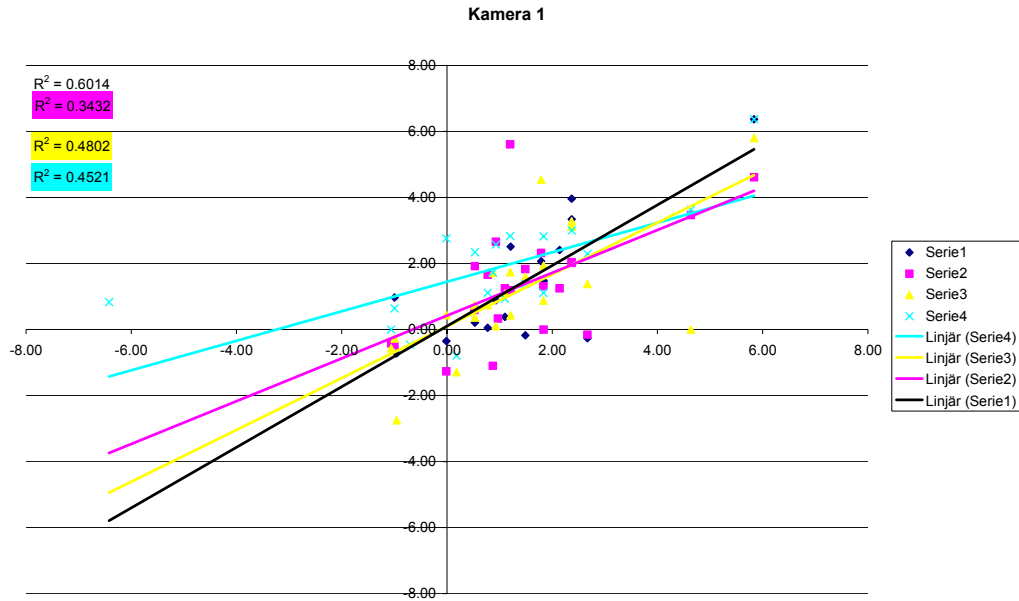


Diagram 1. Data kamera 1 uppritat mot körning 5

I ovanstående figur har även en linjärapproximation gjorts av de fyra första körningarna mot den sista. R^2 värdena för resp. serie i tur och ordning blir 0.6 0.34, 0.48 och 0.45

Kamera 2

Stock nr	Medianvärde körning										Medelv. av medianv.	Totalt antal	Standardavv. Median
	1		2		3		4		5				
	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.			
1	3.60	30	0.71	76	0.50	177	0.16	133	0.52	162	1.1	578.0	1.4
2			-4.70	178	-0.87	142	-1.68	134	-3.96	106	-2.8	560.0	1.8
3			-4.41	158	-1.01	157	-2.84	233	-4.17	254	-3.1	802.0	1.6
4			-1.72	252	-1.52	211	-1.40	272	-1.92	198	-1.6	933.0	0.2
5	-1.57	327	-1.42	247	-0.57	203	-0.74	263	-1.12	317	-1.1	1357.0	0.4
6	1.59	48	-0.10	62	1.11	55	-2.27	275	-2.45	245	-0.4	685.0	1.9
7	0.65	367	-0.30	288	0.12	238	0.75	167	-1.01	384	0.0	1444.0	0.7
8	0.98	164	-0.72	165	1.57	153	-0.97	111	-0.49	386	0.1	979.0	1.1
9	3.01	141	0.57	175	1.10	133	-0.01	127	0.30	122	1.0	698.0	1.2
10	-2.47	402	-0.72	124	-0.96	328	-0.39	299	-1.11	260	-1.1	1413.0	0.8
11	1.10	176	-0.39	189	-0.37	254	1.14	153	0.07	206	0.3	978.0	0.8
12	4.54	179	5.60	262	5.34	220	5.33	218	5.30	342	5.2	1221.0	0.4
13	1.33	100	0.04	327	-0.23	87	1.39	137	0.14	127	0.5	778.0	0.8
14	-1.21	111	-0.24	73	0.77	71	0.97	163	-1.02	125	-0.1	543.0	1.0
15	3.30	44	0.64	326	1.32	241	1.37	223	1.06	180	1.5	1014.0	1.0
16	0.26	325	0.62	416	0.69	391	1.01	136	1.21	317	0.8	1585.0	0.4
17	5.58	87	0.50	70	1.18	161	-0.55	150	-1.16	173	1.1	641.0	2.7
18	-1.14	106	-0.31	84	-1.13	113	-1.44	151	-0.99	36	-1.0	490.0	0.4
19	11.10	11	-0.10	114	-0.10	31	0.10	57			2.7	213.0	5.6
20	1.27	110	1.78	195	1.85	275	1.29	393	0.72	353	1.4	1326.0	0.5
21	1.14	149	-1.92	98	0.08	201	-0.92	255	-1.81	307	-0.7	1010.0	1.3
22	0.09	210	-0.08	294	0.67	147	-0.61	106	-0.31	338	0.0	1095.0	0.5
23	1.82	306	1.25	296	2.07	398	2.73	307	1.49	370	1.9	1677.0	0.6
24	2.10	130	0.75	253							1.4	383.0	1.0
25	0.87	135	-0.39	65	1.28	154	0.86	170	1.47	139	0.8	663.0	0.7
26	2.08	235	2.94	186	2.06	241	1.48	253	3.17	188	2.3	1103.0	0.7
27	1.33	68	1.15	53	0.46	94			0.50	183	0.9	398.0	0.4
28	2.36	41	1.51	42	0.82	56	1.11	58	1.97	102	1.6	299.0	0.6
29	-0.97	239	-1.25	260	-0.49	318	-0.01	244	-0.13	368	-0.6	1429.0	0.5
30	-1.97	303	2.67	49	-1.45	329	-0.74	174	-1.30	340	-0.6	1195.0	1.9
											Medelvärde	0.4	1.1
											Standardavv.	1.6	1.0

Tabell 2 Data från kamera 2. (Luckorna i tabellen beror på att det funnits för få värden för att vi skulle godkänna dem).

Tabellen visar stock för stock den erhållna fibervinkeln för varje körning (5ggr).

Man kan konstatera att standaravvikelsen på medelvärdena ligger på 1.6 och medelvärdet av standardavvikelseerna ligger på 1.1 vilket är sämre än för kamera 1.

Om man även här använder körning 5 som ”facit” och lägger den som X-axel och därefter ritat upp de 4 första körningarna får man:

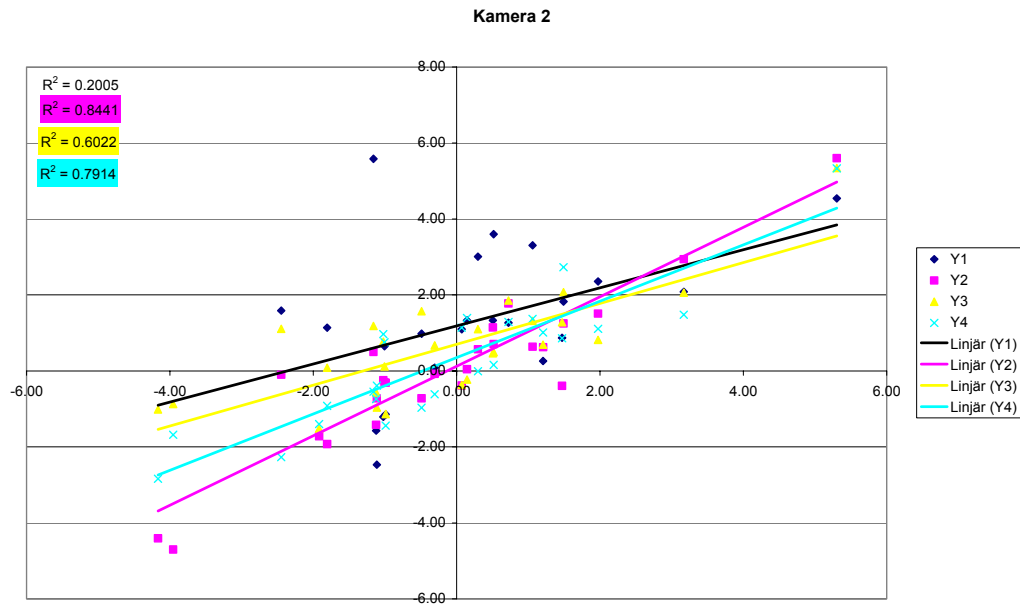


Diagram 2. Data kamera 2 uppritat mot körning 5

Linjärapproximation av de fyra första körningarna mot den sista ger R^2 värdena för resp. serie i tur och ordning blir 0.2 0.84, 0.60 och 0.79

Kamera 3

Stock nr	Medianvärde körning										Medelv. av medianv.	Totalt antal	Standardavv. Median
	1		2		3		4		5				
	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.			
1					1.79	41	0.84	10	1.61	20	1.4	71.0	0.5
2			4.41	34	4.09	21					4.2	55.0	0.2
3			1.53	16			-4.73	14	-3.26	43	-2.2	73.0	3.3
4			-2.13	75	0.18	117	0.46	90	1.10	12	-0.1	294.0	1.4
5	-0.30	99	-0.40	267	-2.53	192	-0.95	312	-2.06	189	-1.2	1059.0	1.0
6			-0.94	40	1.66	13	3.26	13	1.83	16	1.5	82.0	1.7
7	2.00	215	-1.14	132	0.20	432	-0.44	246	0.44	359	0.2	1384.0	1.2
8	-0.81	32	0.52	128	-0.66	28	-0.70	194	-0.28	113	-0.4	495.0	0.5
9							5.22	28	4.88	34	5.0	62.0	0.2
10	1.62	130	1.73	135	0.66	323	0.26	171	0.23	115	0.9	874.0	0.7
11					3.15	12	4.50	25	4.64	21	4.1	58.0	0.8
12	10.32	27	5.70	37	8.65	74	7.63	94	5.95	132	7.6	364.0	1.9
13			1.36	75	-1.03	67			2.88	11	1.1	153.0	2.0
14	2.62	21	-1.72	42			1.64	23	-1.20	10	0.3	96.0	2.1
15	0.71	43	2.98	20	1.68	154	1.02	106	1.34	105	1.5	428.0	0.9
16	1.32	46	2.75	116	3.34	60	2.20	34	2.34	80	2.4	336.0	0.7
17			2.24	33	0.09	117	0.23	129	1.24	142	0.9	421.0	1.0
18	0.62	17	-2.72	50	-2.74	61	0.85	85	-0.15	128	-0.8	341.0	1.8
19			7.07	11			-0.80	15			3.1	26.0	5.6
20			1.65	122	1.94	220	1.69	90	1.45	345	1.7	777.0	0.2
21	-1.04	75	-1.04	152	0.12	126	-2.11	365	-0.97	118	-1.0	836.0	0.8
22							-1.89	50	0.38	40	-0.8	90.0	1.6
23	2.10	62	3.68	253	2.99	240	2.90	243	4.76	10	3.3	808.0	1.0
24			1.44	24							1.4	24.0	
25	3.00	23				13	0.89	70	2.92	74	2.3	180.0	1.2
26			5.00	22	6.32	66	1.56	54	3.30	93	4.0	235.0	2.1
27	1.29	37	1.30	153	0.52	270			3.64	104	1.7	564.0	1.4
28			3.65	52	4.51	21					4.1	73.0	0.6
29	0.85	195	0.84	116	0.88	179	0.81	217	-0.43	365	0.6	1072.0	0.6
30			0.08	17	-0.10	23	-1.13	132	-0.80	82	-0.5	254.0	0.6
											Medelvärde	1.6	1.3
											Standardavv.	2.2	1.1

Tabell 3. Data från kamera 3. (Luckorna i tabellen beror på att det funnits för få värden för att vi skulle godkänna dem).

Tabellen visar stock för stock den erhållna fibervinkeln för varje körning (5ggr).

Man kan konstatera att standaravvikelsen på medelvärdena ligger på 2.2 och medelvärdet av standardavvikelserna ligger på 1.3 vilket är sämre än för kamera 1.

Om man även här använder körning 5 som ”facit” och lägger den som X-axel och därefter ritat upp de 4 första körningarna får man:

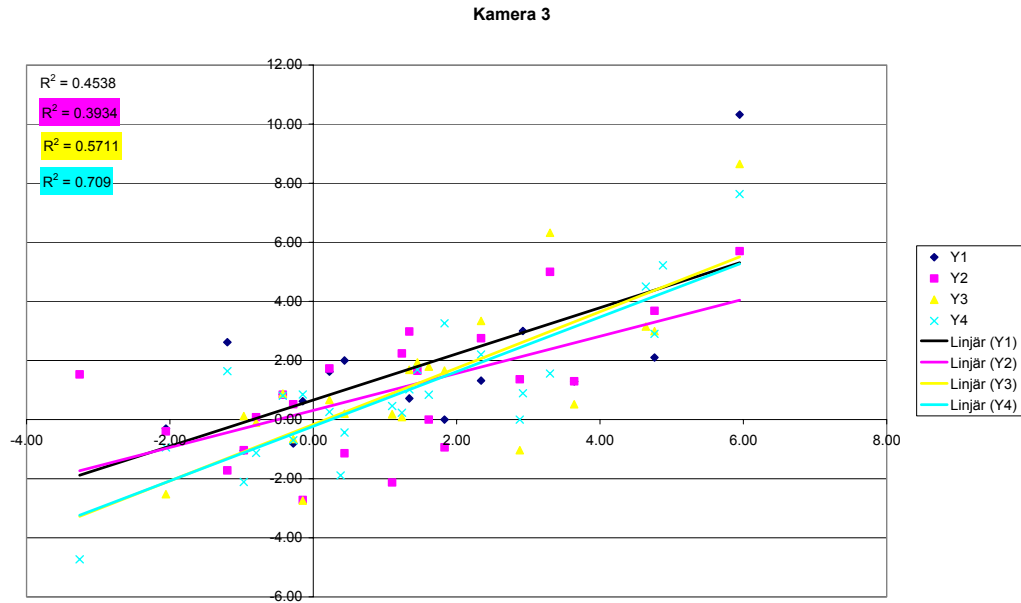


Diagram 3. Data kamera 3 uppritat mot körning 5

Linjärapproximation av de fyra första körningarna mot den sista ger R^2 Värdena för resp. serie i tur och ordning blir 0.45 0.39, 0.57 och 0.71

Kamera 4

Stock nr	Medianvärde körning										Medelv. av medianv.	Totalt antal	Standardavv. Median
	1		2		3		4		5				
	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.	Medianv.	Antalv.			
1	-0.83	101	-1.41	25	-1.91	45	-1.90	33	-1.79	128	-1.6	332.0	0.5
2					-7.05	11					-7.1	11.0	
3			-8.67	20							-8.7	20.0	
4			-5.56	96	-5.46	116	-5.41	57	-5.28	93	-5.4	362.0	0.1
5	-2.24	133	-2.19	269	-1.12	161	-1.64	292	-1.04	365	-1.6	1220.0	0.6
6	-4.53	76	-7.10	16	-7.00	59			-6.11	21	-6.2	172.0	1.2
7	-2.66	138	-2.46	359	-3.62	206	-2.61	382	-2.17	502	-2.7	1587.0	0.5
8	-3.87	29	-0.75	153	-0.87	222	-2.47	262	-1.94	174	-2.0	840.0	1.3
9	-2.26	30			-2.81	63					-2.5	93.0	0.4
10	0.17	64	-3.26	177	-1.76	27	-2.34	104	-2.49	174	-1.9	546.0	1.3
11	-1.54	22	-1.15	38	-3.08	43	-2.30	32	-1.27	40	-1.9	175.0	0.8
12	2.63	126	4.09	213	3.43	301	3.49	317	4.90	233	3.7	1190.0	0.8
13	-0.60	124	-2.39	35	-2.41	134	-1.18	200	-1.47	155	-1.6	648.0	0.8
14	-4.25	24	-4.47	29			-3.51	17	-2.84	181	-3.8	251.0	0.7
15	-2.21	248	-0.08	164	-0.99	191	1.36	108	0.12	153	-0.4	864.0	1.3
16	-1.39	70	-2.21	50	-2.06	86	-2.05	84	-2.20	235	-2.0	525.0	0.3
17	-2.61	21	-1.07	286	-2.40	100	-0.84	42	-0.16	88	-1.4	537.0	1.1
18	-3.56	45	-5.45	38	-4.39	59	-3.59	19	-2.70	138	-3.9	299.0	1.0
19	-3.25	37			-2.32	30	-2.58	27	-2.43	29	-2.6	123.0	0.4
20	0.46	20	-0.88	57	-0.47	137	-0.03	337	-0.74	303	-0.3	854.0	0.5
21	-3.49	206	-2.46	253	-2.59	124	-3.95	316	-2.90	298	-3.1	1197.0	0.6
22	0.35	50			0.42	55			1.12	25	0.6	130.0	0.4
23	-0.14	183	-0.75	154	-0.22	131	0.46	393	-0.09	99	-0.1	960.0	0.4
24	-0.24	32	-0.50	69							-0.4	101.0	0.2
25	3.00	23	-2.22	73	-1.82	51	-1.09	69	-1.18	234	-0.7	450.0	2.1
26	1.28	83	-0.43	67	0.29	248	-1.29	83	-2.50	95	-0.5	576.0	1.4
27	-1.02	341	0.25	132	-0.27	111			0.17	122	-0.2	706.0	0.6
28			1.59	70	2.86	46					2.2	116.0	0.9
29	-1.51	141	-1.84	303	-2.14	302	-2.36	347	-2.15	271	-2.0	1364.0	0.3
30	-5.62	150	-4.51	130	-3.15	20	-6.22	99	-5.10	45	-4.9	444.0	1.2
											Medelvärde	-2.1	0.8
											Standardavv.	2.6	0.5

Tabell 4. Data från kamera 4. (Luckorna i tabellen beror på att det funnits för få värden för att vi skulle godkänna dem).

Tabellen visar stock för stock den erhållna fibervinkeln för varje körning (5ggr).

Man kan konstatera att standaravvikelsen på medelvärdena ligger på 2.58 och medelvärdet av standardavvikelserna ligger på 0.78 vilket är mycket bra.

Om man även här använder körning 5 som ”facit” och lägger den som X-axel och därefter ritar upp de 4 första körningarna får man:

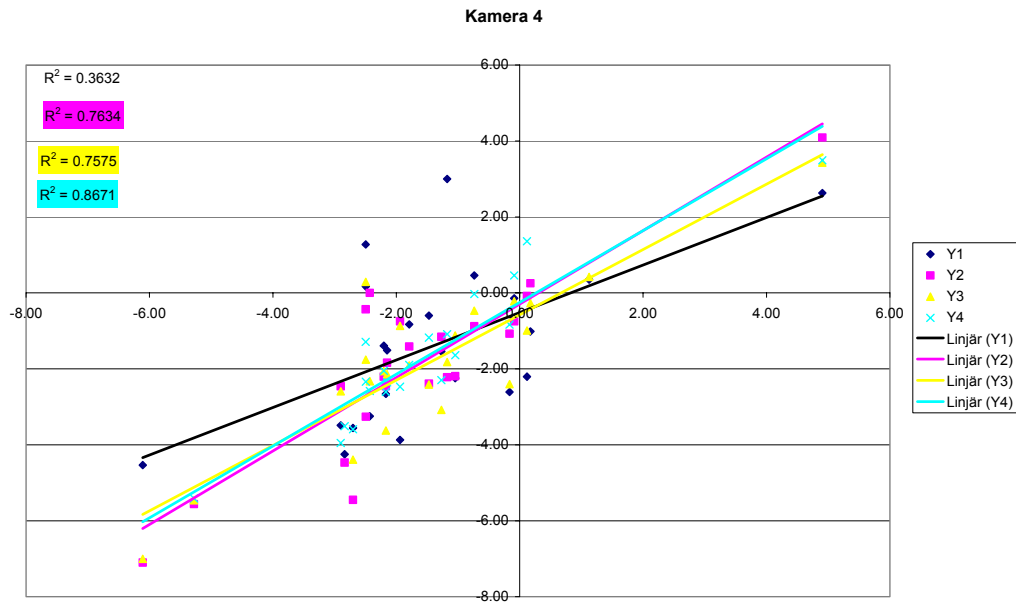


Diagram 4. Data kamera 4 uppritat mot körning 5

Linjärapproximation av de fyra första körningarna mot den sista ger R^2 Värdena för resp. serie i tur och ordning blir 0.36 0.76, 0.75 och 0.87

Alla kameror

Kameror	Variation för hela materialet (stdav av medel)	Precision vid repetition (medel av stdav)
1	1.8	1.0
2	1.7	1.1
3	2.2	1.3
4	2.6	0.8
1,2	1.6	0.9
1,3	1.7	1.0
1,4	2.1	0.8
1,2,3	1.6	0.9
1,2,4	1.8	0.7
1,3,4	1.8	0.9
2,3,4	1.8	0.9
1,2,3,4	1.7	0.7

Tabell 5. Standardavvikelse olika antal kameror

På grund av problemen med detektering av stockarnas början och slut har mätvärdena från respektive kamera först analyserats separat och därefter har resultaten från de olika kamerorna vägts ihop. Detta gör att resultatet sannolikt skulle förbättras med bättre detektering av stockarnas början och slut. En sådan förbättrad stockdetektering är också vad som krävs för att göra en noggrann utvärdering av hur många mätvärden som krävs från varje stock. Tabell 5 visar att fler kameror ger ett bättre resultat. Med tre kameror nås som bäst en standardavvikelse på 0,7°. Detta är samma resultat som för fyra kameror. Det är tydligt att den sämsta kameran, kamera 3, inte ger någon förbättring tillsammans med andra kameror. Kamera 1 har till exempel samma standardavvikelse ensam som kombinerad med kamera 3.

Diskussion

I dessa tester uppnåddes noggrannheten 0,7°, definierad som standardavvikelsen vid upprepade mätningar av fibervinkeln på samma stock. Detta resultat uppnåddes genom att först beräkna medianvärdet för delar av varje stock och därefter vikta ihop dessa medianvärden till ett värde för hela stocken. En förbättrad stockdetektering skulle göra det möjligt att spara enskilda mätvärden för en hel stock och på så sätt kunna göra medianvärdesberäkningen på ett större antal mätvärden. På motsvarande sätt skulle effekten av att använda flera kameror förbättras genom att

först samla in alla enskilda mätvärden för alla kameror och beräkna ett medianvärde för en stock baserat på alla dessa mätvärden. En rimlig uppskattning, baserat på de resultat som uppnåtts vid dessa tester, är att dessa förbättringar skulle göra det möjligt att öka noggrannheten vid upprepade mätningar till en standardavvikelse på cirka 0,5°. Det är dock viktigt att komma ihåg att antalet ”lyckade” mätningar på en stock, och därmed även noggrannheten, är beroende av mängden barkfria områden, vilket i sin tur påverkas av säsongen och av hur stockarna behandlas.

Utöver de prov som här redovisas lät vi även utrustningen stå på efter det första ”misslyckade” repeterbarhetsprovet. Detta innebar att systemet fick stå och samla in data under några veckor. Under denna tid samlades data in om en stor mängd stockar. Visserligen går det inte att, som tidigare sagts, bestämma exakt hur många stockar som gått genom systemet men om man med ”köttögat” tittar igenom de data som samlats in så får man definitivt känslan att i stort sett alla stockar genererar relativt mycket godkända vedvärden.

Slutligen har även ett försök med att ytterligare filtrera data gjorts. I det fallet prövades att för kamera 1 endast använda ”delstockar” med minst 20 godkända vedvärden i stället för som tidigare 10. Det visade sig då att om man ritar upp körning 1 – 4 mot körning 5 på samma sätt som tidigare så får man följande:

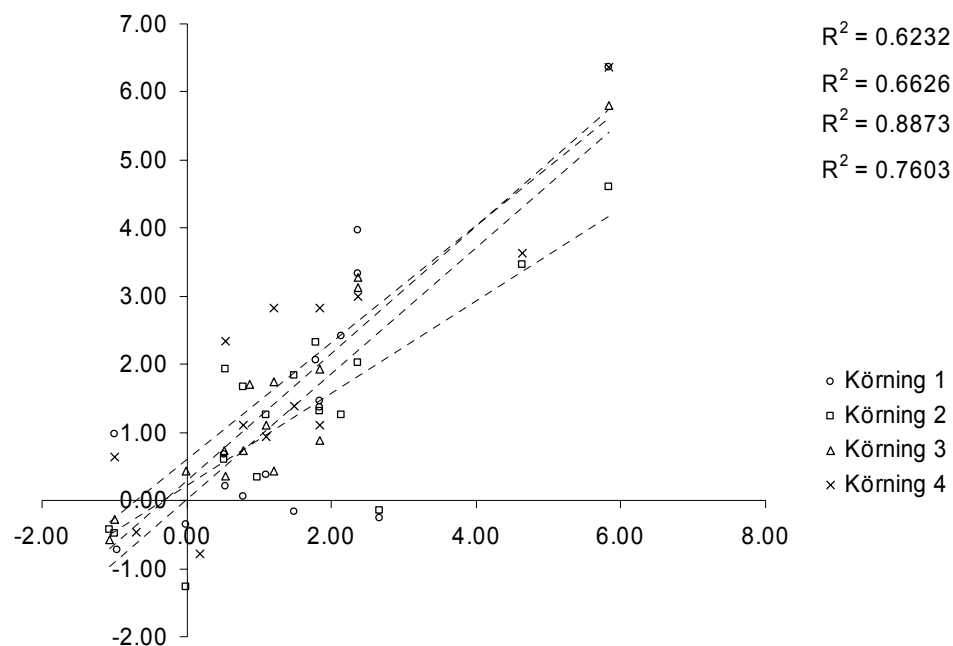


Diagram 5. Data kamera 1 uppritat mot körning 5 där endast ”delstockar” med mer än 20 värden använts.

Det man direkt noterar är att regressionsfaktorerna R^2 stiger drastiskt (jämför med **Diagram 1**) vilket ytterligare talar för att man kan få bättre mätning om alla godkända vedvärden ligger i en enda vektor.

Standardavvikelsen för kameran sjönk dessutom ned till 0,7° vilket är lika bra som för alla 4 kameror ovan. Detta talar ytterligare för att mätmetoden fungerar.

De stockar som använts i studierna har varit relativt färska och utan alltför stora partier smutsig eller svartnad ved. Nedsmutsad ved och svart ved har förekommit även om det varit i mindre

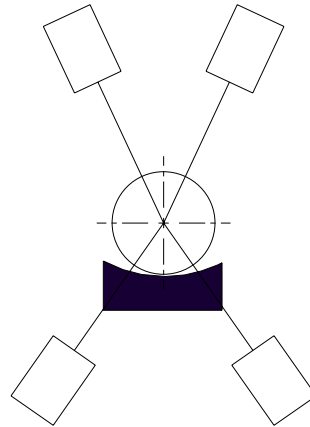
skala på de stockar vi använt. Vi vet sedan tidigare att förekomsten av olika ytor ger felaktiga värden under vissa omständigheter. I det examensarbete som Mattias Forslund (Litt ref 1) gjorde avseende barkdetektering med trakeidmetoden gjorde han en del labbförsök som i huvudsak resulterade i följande tabell.

Typ av yta	Tolkning av ytan
Ren ved	Ved
Innerbark	Tolkningen av innerbarken är beroende på hur länge innerbarken varit exponerad mot omgivningen. Visuellt vit innerbark tolkas som ved och visuellt brun innerbark tolkas som bark.
Kvist	Tolkas till större delen som bark. I detaljstudien tolkades kvistar som ved men kvistarna som provades hade fin snittyta och var rena.
Mögel/blånad på vedyta	Kraftigare angrepp tolkas som bark och/eller gråzon men tolkas som ved vid mindre angrepp.
Ved lagrad med bevattning (svarta stockar)	Veden övergår från att bli tolkad som ved till att bli tolkad som bark som en funktion av bevattningstiden
Tunn brun beläggning på vedyta. (Mycket tunn torkad innerbark)	Kan förorsaka att ved tolkas som bark.
Våt yta	Trakeideffekten ökar. Antalet pixlar som blir tolkade som ved och gråzon ökar, största ökningen sker på ytor av relativt färsk innerbark.
Is	Is tenderar att förstärka effekten av vissa barkkanter och lös tunn innerbark blir tolkad som ved. Isens typ och yta kan troligen inverka på resultatet och bör kontrolleras mer.
Snö	Bör kontrolleras under verkliga förhållanden.
Lera/grus/barkbitar på vedytan	Punkterna med föroreningar blir tolkade som bark/gråzon.

I barkdetektorfallet använde man sig av linjelasar och den egenskap man mäter för att detektera om det finns bark eller inte är bredden på linjen. Detta innebär att man i det fallet får en bredare mer upplyst linje om man mäter mot en ljus yta även om det inte finns en trakeideffekt där. Detta förklarar att man i tabellen anger att man ofta tolkar innerbark som ved. I vårt fall har vi använt oss av punktlasar vilket innebär att vi inte kommer att uppfatta innerbark som ved eftersom trakeideffekten inte finns här och därmed kommer det heller inte att finnas någon ovalitet i laserpunkten. I detta avseende har vi alltså betydligt bättre möjlighet att skilja på bark och ved än när man använder barkdetektorn. Däremot kvarstår säkert alla problem kring svart och nedsmutsad ved.

Ett problem vi har och som inte är löst är hur kamerorna skall placeras. De enda placeringarna man med säkerhet vet som kommer att fungera hela tiden är rakt uppifrån och rakt nedifrån. Alla placeringar som kommer från sidan kommer att ha problem med att stockarnas dimension ändras och att laserpunkten därför inte kommer att riktas in mot stockarnas centrum. Det är dessutom så att det inte är helt bra att ha en kamera med laser placerad rakt under banan då det för det första oftast inte finns någon delning av banan och för det andra denna placering medför att utrustningen blir utsatt för nedfallande skräp.

Ett sätt att placera utrustningen skulle kunna vara att, enligt nedanstående skiss, placera två kameror uppifrån och 2 stycken nedifrån på var sida om banan. Skillnaden mot den uppställning vi har nu är att man minskar vinkeln mot lodlinjen för alla kameror så att vi så mycket som möjligt mäter på stockens ovan- och underdel.



Skiss på tänkbar försöksupställning

Hur kan man gå vidare

Nummer ett så behöver man lägga in en eller helst 2 fotoceller i systemet som detekterar stockstart och stockslut. Sannolikt skulle resultaten förbättras avsevärt om systemet på ett säkert sätt skulle kunna detektera var stocken börjar och slutar. Detta innebär nämligen att vi får ett enda medianvärde per kamera och stock som i sin tur innebär att man på ett bättre sätt filtrerade bort extremvärden än vi nu gör när vi jobbar med mindre ”delstockar”.

En annan åtgärd är att prova med att placera kameror och lasrar vinkelrät ut från stockbanan istället för att som i detta försök ha en snedvinkel på 6 – 7 grader (se fig.1). Orsaken till att vi hade denna vinkel var att vi genom att placera kameror och lasrar så fick ett visst skydd mot stänk och smuts, men samtidigt kan även detta möjligen ha medfört att laserpunkterna under vissa betingelser var svårare att mäta på för kamerasystemet.

För att med säkerhet kunna svara på de frågor man ställer om, hur stor andel av stockarna vi kan mäta på och hur många kameror och lasrar vi behöver använda, kan vi sedan upprepa det ovan gjorda försöket ett par gånger till under olika årstidsbetingelser.

Parallellt med dessa studier kan vi också under normal drift låta systemet stå på och samla in data efterhand. Den större mängd data som vi då får kommer ytterligare att kunna hjälpa till att bestämma hur bra ett färdigt system skulle kunna fungera.

Genom att under olika årstidsbetingelser genomföra repeterbarhetsstudier i samma storleksordning som den nu genomförda kan vi få fram siffror på hur stor del av stockarna som dels har tillräckligt mycket bark borta för att fibervinkeln skall vara möjlig att mäta och i vilken mån vi förbättrar våra chanser att få tillräckligt med data genom att använda fler kameror.

Litt ref 1.

Forslund Mattias. 2000. Utvärdering av ny teknik vid dimensionsmätning av sågtimmer,
Examensarbete Kungliga Tekniska Högskolan Nr 48/00 och Trätek rapport P0012041