

## Mätnoggrannhet i kedjan skog-såg

StoraEnso, Ludvika → Valåsens sågverk

Johan J. Möller



**Omslag:** Skördaraggregat vid fällning; Rema Controls 3-D mätram 9 300 i sågverk.

**Ämnesord:** Diametermätning, mätnoggrannhet, skördare, såg

---

### **SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut**

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plant-skolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

---

Serien **Arbetsrapport** dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

**SkogForsk-Nytt:** Nyheter, sammanfattningar, översikter.

**Resultat:** Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

**Redogörelse:** Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

**Report:** Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

**Handledningar:** Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

---

ISSN 1404-305X

# Innehåll

Bakgrund .....	3
Syfte.....	3
Material och Metod.....	3
Material.....	3
Metod.....	3
Analys .....	4
Resultat .....	4
Barkfunktioner .....	4
Kvistknivens läge .....	6
Manuell kontroll jämfört med mätramar och skördarmätning.....	7
Skördarmätning jämfört med mätramar vid sågen.....	11
Diskussion .....	13
Barktjocklek .....	13
Kvistknivarnas läge .....	14
Manuell kontroll jämfört med skördare.....	14
Manuell kontroll jämfört med mätramar .....	14
Skördarmätning jämfört med mätramar vid sågen.....	15
Potential för skördarmätning .....	15
Allmänt .....	15
Programproblem.....	15
Spridning.....	15
Litteratur.....	16



## Bakgrund

Industrin ställer allt större krav på ändamålsanpassning av virkesråvaran och därmed ökade krav på exakt och mer överensstämmande mätning av främst diameter i skog och industri. Apterling och kapning i skogen och sortering vid sågverk sker i allt högre grad med hänsyn till längd och diameter. I en given diameterklass efterfrågas en speciell längd och en viss kvalitet. Precision och noggrannhet vid mätning av diameter under bark får därför allt större betydelse.

Noggrannheten i diametermätningen påverkas av en rad olika variabler. Exempel på påverkande faktorer är mätteknik, ovalitet, barktjocklek, skador på bark, snö och is etc. För att kartlägga hur olika faktorer påverkar diametermätningresultatet och hur mätnoggrannheten varierar mellan skördare och en Rema 3D-mätram har denna studie genomförts.

Studien har utförts i projektet *Bättre diametermätning* och är finansierad av Skogsstyrelsen.

## Syfte

Syfte med studien var att analysera mätnoggrannheten och eventuella felkällor hela vägen från avverkning i skogen till inmätning vid sågverket. Felkällor som skulle analyseras var skördarens mätnoggrannhet, kvistknivarnas läge på, i eller under bark, faktisk barktjocklek i förhållande till gällande barkfunktion och mätramens mätnoggrannhet.

## Material och Metod

### **Material**

I studien ingick totalt 70 tallstockar och 132 granstockar avverkade med en Timberjack 1270 B skördare med en TJ 3000 apteringsdator. Avverknings-trakten var belägen på StoraEnso, Ludvika förvaltnings marker, i närheten av Filipstad i sydöstra Värmland. Avverkningen utfördes i februari 2000. Temperaturen under studiens genomförande var ca  $\pm 0^{\circ}\text{C}$ .

Efter mätning transporterades stockarna till Valåsens sågverk utanför Karlskoga som ägs av Moelven. Vid sågen mättes stockarna med en Rema 3D-lasermätram och den konventionella tvåvägsmätramen Rema 9004. Mät-ramarna sitter på linje efter varandra. Studiemän vid sågen var Johan J. Möller, Tobias Ogemark och Jan Sondell.

### **Metod**

Efter att träden fällt korskavades timmerstockarnas toppdiameter på bark. Stockarnas diameter klavades 10 cm in från kapstället eller längre in om klenare diameter kunde hittas p.g.a. grenvarv eller liknade. Dessutom mättes bark-tjockleken med barkmätare i två punkter vid diametermätningstället.

Vidare klassades kvistknivarnas anliggningspunkter i timmerstockarnas toppände i tre klasser, på bark, i bark eller under bark. Totalt bedömdes tre kvistknivar (de två rörliga och den fasta kniven). För varje träd sparades också stamprofilerna i skördarens dator.

I samband med mätningen i sågen kontrollmättes stockarna en andra gång genom korsklavning i samma riktningar som stocken gick genom tvåvägsmät-ramen.

## **Analys**

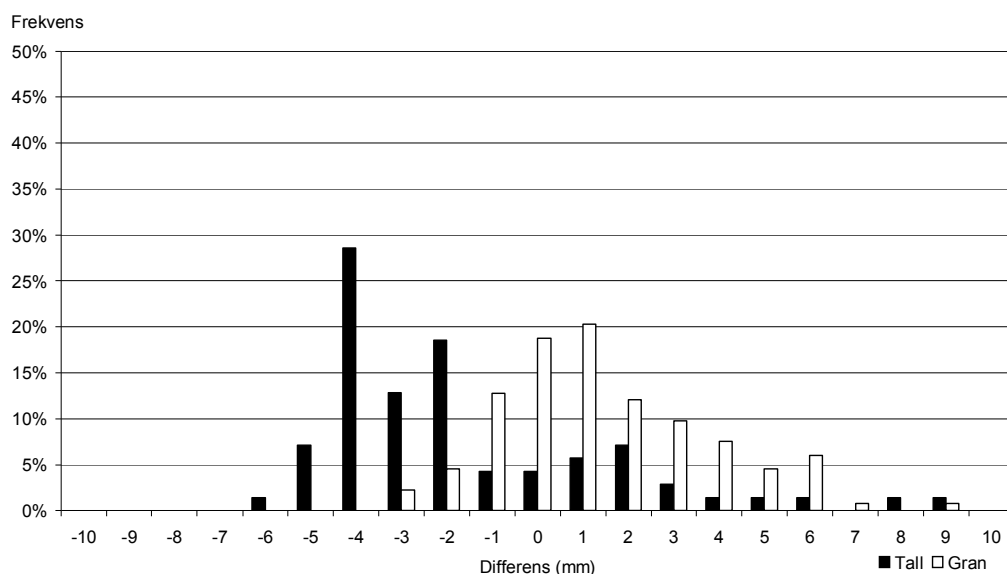
Mätvärden från de aktuella stockarna analyserades enligt följande:

1. Jämförelse av verklig dubbel barktjocklek och dubbel barktjocklek genererad av VMRs barkfunktion för tall (mellanbark) och gran i Värmland.
2. Analys av hur mycket knivarna går in i barken och spridningen av knivarna.
3. Mätskillnader mellan manuellt kontrollerade diametervärden och skördarens, 3D-mätamen, tvåvägsmätning och envägsmätningen vid sågverket på och under bark.
4. Mätskillnader mellan skördare och 3D-mätram, tvåvägsmätning och envägsmätning vid sågverket på och under bark.

## **Resultat**

### **Barkfunktioner**

För stockarna jämfördes beräknad dubbel barktjocklek enligt VMRs barkfunktion och faktiskt uppmätt barktjocklek på stammarna. För den aktuella trakten var den faktiska barktjockleken för tall 1,1 mm tunnare (stdav 3,2 mm) än barktjocklek enligt barkfunktionen och för gran 2,0 mm tjockare (stdav 2,3 mm).



Figur 1. Barktjockleksfelet som differens mellan faktisk uppmätt barktjocklek och använd barkfunktion i skördaren (mellanbark, tall- och granbark). Figuren visar frekvenser av barktjockleksfel (faktisk bark minus barkfunktion, dubbel bark) grupperade i mm-klasser.

Tabell 1. Differens mellan uppmätt barktjocklek i skogen minus dubbel bark enligt VMRs barkfunktion (mellanbark, Värmland).

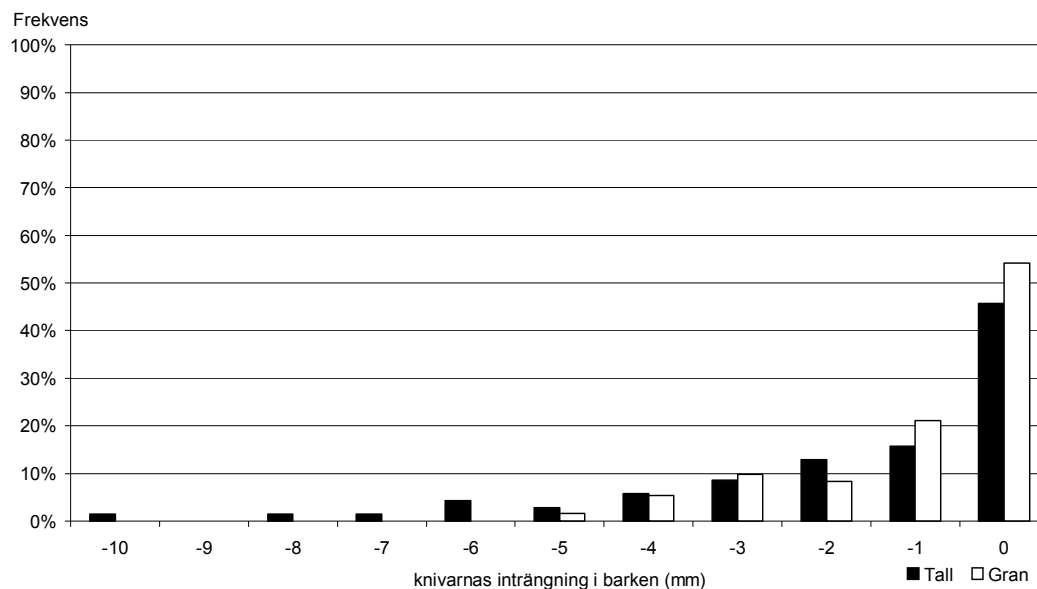
Tall, Klasser	Antal (st)	Uppmätt bark (mm)	Medeldifferens (mm)	Stdav (mm)
150	7	5,7	-2,9	1,0
200	24	7,6	-2,4	1,7
250	25	10,7	-0,9	3,5
300	11	13,4	0,4	2,7
350	3	20,3	6,2	3,4
<b>Totalt</b>	<b>70</b>	<b>10,0</b>	<b>-1,1</b>	<b>3,2</b>

Tabell 2. Differens mellan uppmätt barktjocklek i skogen minus dubbel bark enligt VMRs barkfunktion (Värmland).

Gran, klasser	Antal (st)	Uppmätt bark (mm)	Medeldifferens (mm)	Stdav (mm)
150	43	10,0	1,1	1,0
200	43	12,5	2,2	1,7
250	31	14,7	2,9	1,9
300	12	15,8	2,5	0,5
350	3	16,0	1,5	2,3
<b>Totalt</b>	<b>132</b>	<b>12,6</b>	<b>2,0</b>	<b>2,3</b>

## Kvistknivens läge

I figur 2 redovisas betydelsen av kvistknivarnas läge i förhållande till barkens yta vid mätning av de aktuella timmerstockarna i studien. I figuren framgår det att för 46 % av tall- och 54 % av granstockarna mättes diametern för alla tre kvistknivarna på bark.



Figur 2.  
Kvistknivarnas inträngning i barken. Figuren visar frekvensen av inträngningen grupperad i mm-klasser.

I genomsnitt (medeltal av tre kvistknivar) gick knivarna 1,9 mm (stdav 2,4 mm) in i barken för tall och 1,2 mm (stdav 1,5 mm) för gran.

Tabell 3.  
Medelvärde och spridning av knivarnas inträngning i barken vid diametermätning med skördare

Tall, klasser	Antal (st)	Medel (mm)	Stdav (mm)
150	7	-1,6	2,1
200	24	-1,7	2,1
250	25	-2,0	2,7
300	11	-2,2	2,8
350	3	-2,4	2,3
Totalt	70	-1,9	2,4

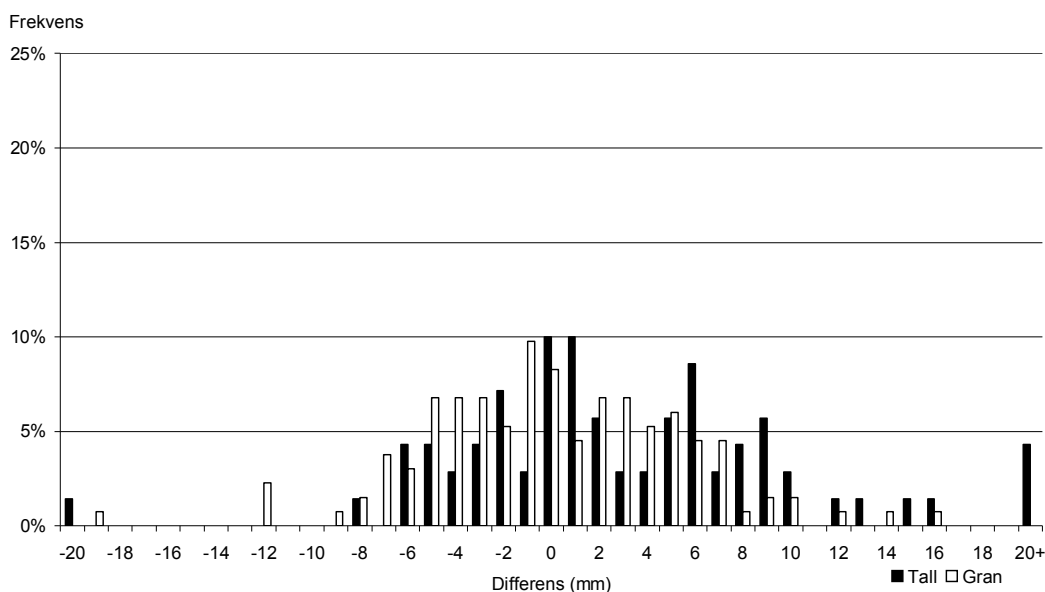


Tabell 4.  
Medelvärde och spridning av knivarnas inträngning i barken vid diametermätning med skördare

Gran, klasser	Antal (st)	Medel (mm)	Stdav (mm)
150	43	-0,8	1,3
200	43	-1,3	1,6
250	31	-1,6	1,5
300	12	-1,3	1,5
350	3	0,0	0,0
<b>Totalt</b>	<b>132</b>	<b>-1,2</b>	<b>1,5</b>

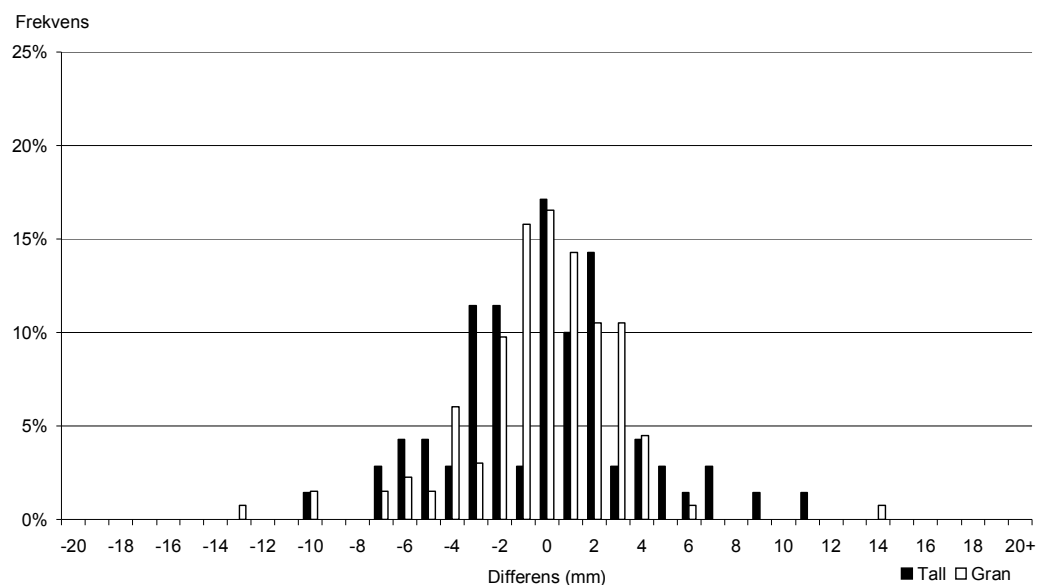
### Manuell kontroll jämfört med mätrammar och skördarmätning

I figur 3 visas skillnaden mellan manuellt kontrollerade diametervärden i skogen och skördarens angivna diametervärden på bark. I felet inkluderas effekterna av mättekniken, ovalitet och knivarnas inträngning i barken. Skördarens mätning gav en överskattning av tallstockarnas diameter pb med 3,3 mm (stdav 7,3 mm) och granstockarnas diameter pb med 0,3 mm (stdav 5,4 mm).



Figur 3.  
Mättdifferens mellan skördarens diametermått pb och manuellt kontrollerad diameter pb. Figuren visar frekvenser av differenser grupperade i mm-klasser.

I figur 4 visas skillnaden mellan manuell kontroll i skogen och diametervärden på bark från 3D-mätrammen vid Valåsens sågverk. Mätrammen gav för tallstockarna en överskattning av diametern pb med 0,1 mm (stdav 3,9 mm). För gran gav ramen och kontrollen samma diametervärden (stdav 3,2 mm). Dessutom redovisas i tabell 5 och 6 skillnaden mellan manuell kontroll 3D-mätram, tvåvägsmätram, envägsmätram och skördarens diametervärden. I differensen inkluderas effekterna av mättekniken, ovalitet och eventuella barkavskav.



Figur 4.  
Mättdifferens mellan 3D-mätramens diametermått på bark och manuell kontroll. Figuren visar frekvenser av differenser grupperade i mm-klasser.

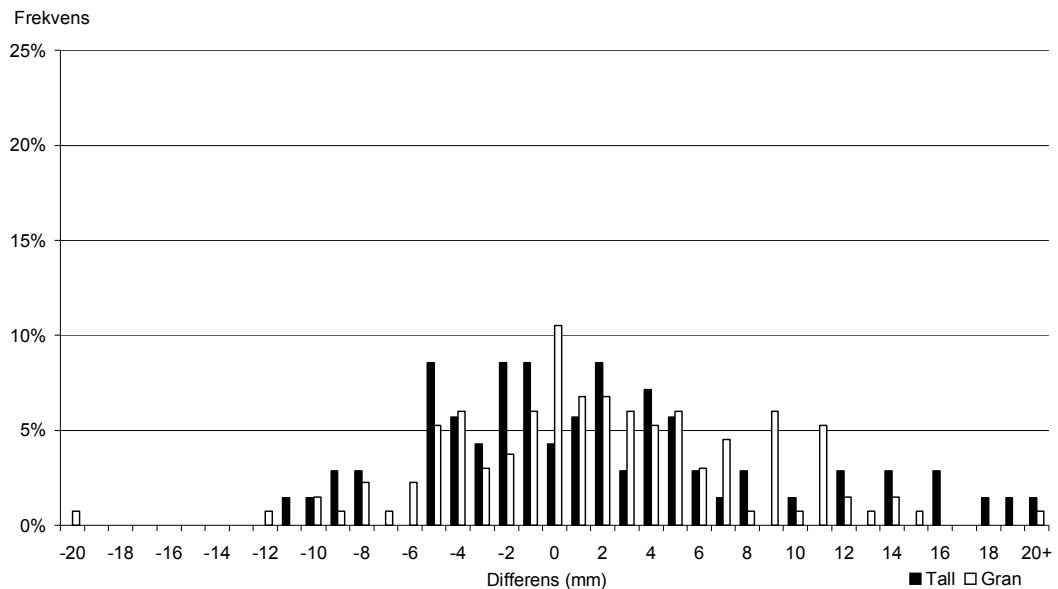
Tabell 5.  
Differens mellan manuellt uppmätt diameter på bark minus 3D-mättram, tvåvägsmättram, envägsmättram vid sågverket och skördaren.

Klasser (mm)	Antal (st)	Manuellt – 3D-ram		Manuellt – 2väg		Manuellt – 1väg		Manuellt – Skördare	
		Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)
150	7	-0,9	3,6	-1,6	4,2	-0,6	6,0	-4,6	7,6
200	24	-0,6	3,7	-0,2	3,7	1,7	4,0	-4,5	8,4
250	25	-1,1	3,7	-0,5	3,9	3,2	4,9	-4,1	5,5
300	11	2,5	3,2	1,7	4,2	2,7	6,2	-1,0	4,3
350	3	5,2	2,0	4,5	1,8	8,8	5,1	7,5	12,8
<b>Totalt</b>	<b>70</b>	<b>-0,1</b>	<b>3,9</b>	<b>0,0</b>	<b>4,0</b>	<b>2,5</b>	<b>5,1</b>	<b>-3,3</b>	<b>7,3</b>

Tabell 6.  
Differens mellan manuellt uppmätt diameter på bark minus 3D-mättram, tvåvägsmättram, envägsmättram vid sågverket och skördaren.

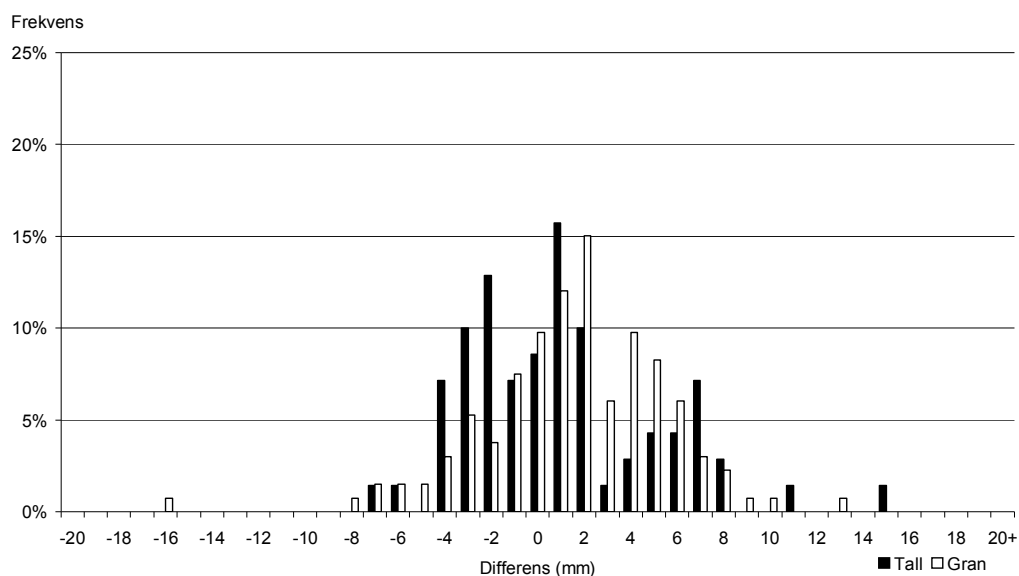
Klasser (mm)	Antal (st)	Manuellt – 3D-ram		Manuellt – 2väg		Manuellt – 1väg		Manuellt – Skördare	
		Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)
150	43	-1,0	2,9	-2,4	3,0	-0,3	3,7	0,9	6,3
200	43	-0,2	3,6	-1,4	3,3	0,7	4,9	-0,9	4,8
250	31	0,6	2,8	-0,7	3,1	2,1	4,2	-0,4	4,3
300	12	1,8	2,5	-0,8	3,4	0,5	4,3	-4,0	4,0
350	3	3,0	6,1	-1,5	2,3	-0,7	5,8	0,3	4,8
<b>Totalt</b>	<b>132</b>	<b>0,0</b>	<b>3,2</b>	<b>-1,5</b>	<b>3,2</b>	<b>0,6</b>	<b>4,4</b>	<b>-0,3</b>	<b>5,4</b>

I figur 5 visas skillnaden mellan manuellt kontrollerade diametervärden under bark i skogen och skördarens angivna diametervärden under bark. I felet inkluderas effekterna av mättekniken, ovalitet, knivarnas inträngning i barken och differens enligt barkfunktion. Skördarens mätning gav en överskattning av tallstockarnas diameter ub med 2,2 mm (stdav 7,1 mm och granstockarnas diameter ub med 2,3 mm (stdav 6,2 mm).



Figur 5.  
Mättdifferens mellan skördarens diametermått ub minus manuellt kontrollerad diameter ub.  
Figuren visar frekvenser av differenser grupperade i mm-klasser.

I figur 6 visas skillnaden mellan diametervärden under bark från 3D-mät ramen och manuellt kontrollerade värden i skogen under bark. I felet inkluderas effekterna av mättekniken, ovalitet, eventuella barkavskav och barkfunktion. Mät ramen gav en överskattning av tallstockarnas diameter ub med 1,5 mm (stdav 4,1 mm) och granstockarnas diameter ub med 2,0 mm (stdav 3,9 mm).



Figur 6.  
Mättdifferens mellan 3D-mätarens diametermått under bark minus manuell kontroll.  
Figuren visar frekvenser av differenser grupperade i mm-klasser.

Tabell 7.  
Mättdifferens mellan manuellt uppmätt diameter under bark minus 3D-mätarens,  
tvävgsmätare, envägs-mätare och skördare.

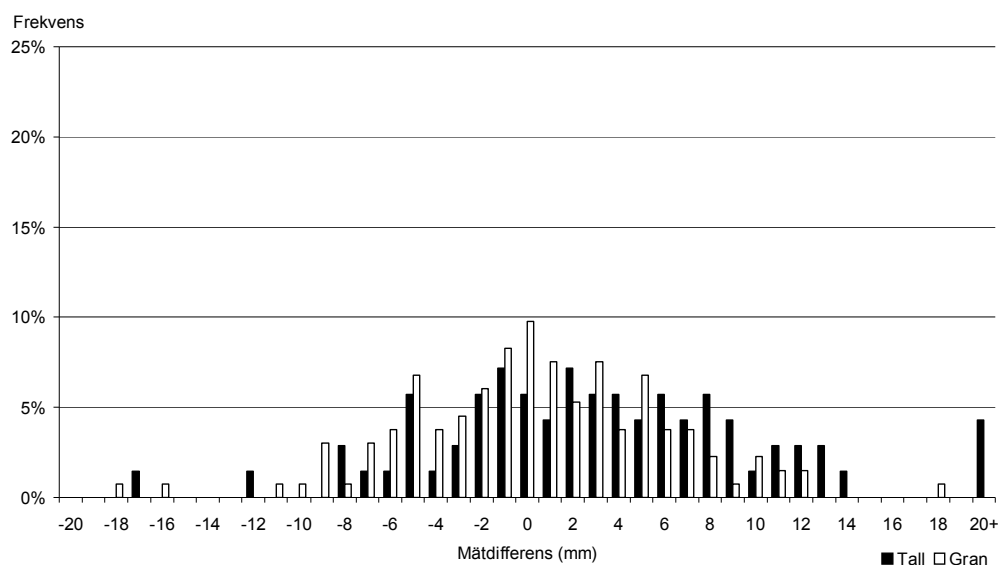
Klasser (mm)	Tall Antal (st)	Manuellt – 3D-ram		Manuellt – 2väg		Manuellt – 1väg		Manuellt – skördare	
		Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)
150	7	-0,9	2,9	-1,5	4,0	-0,6	5,8	-1,7	7,7
200	24	-1,7	5,0	-1,3	4,1	0,7	4,3	-2,1	8,4
250	25	-2,6	3,8	-2,1	5,3	1,7	6,0	-3,3	7,0
300	11	1,2	2,3	0,3	3,9	1,4	5,4	-1,4	3,9
350	3	-1,1	4,9	-1,8	2,5	2,6	6,5	1,3	9,4
<b>Totalt</b>	<b>70</b>	<b>-1,5</b>	<b>4,1</b>	<b>-1,3</b>	<b>4,5</b>	<b>1,1</b>	<b>5,3</b>	<b>-2,2</b>	<b>7,1</b>

Tabell 8.  
Differens mellan manuellt uppmätt diameter under bark minus 3D-mätarens,  
tvävgsmätare, envägs-mätare och skördare.

Klasser (mm)	Gran Antal (st)	Manuellt – 3D-ram		Manuellt – 2väg		Manuellt – 1väg		Manuellt – skördare	
		Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)
150	43	-2,0	4,0	-3,4	3,8	-1,3	4,0	-0,1	6,9
200	43	-2,4	3,7	-3,5	4,0	-1,5	5,6	-3,1	5,6
250	31	-2,3	4,1	-3,6	4,6	-0,8	5,7	-3,2	5,5
300	12	-0,7	3,9	-3,2	4,3	-2,0	5,2	-6,5	4,6
350	3	1,4	3,8	-2,9	1,4	-2,1	3,5	-1,2	3,6
<b>Totalt</b>	<b>132</b>	<b>-2,0</b>	<b>3,9</b>	<b>-3,4</b>	<b>4,0</b>	<b>-1,4</b>	<b>5,0</b>	<b>-2,3</b>	<b>6,2</b>

## Skördarmätning jämfört med mätrammar vid sågen

I figur 7 visas skillnaden mellan skördarens respektive 3D-mätramens diame-  
tervärden på bark. I differensen inkluderas effekterna av mättekniken, ovalitet  
och eventuella barkavskav. Skördaren ger för tallstockarna 3,2 mm högre dia-  
metervärden pb än 3D-mätrammen (stdav 7,6 mm) och för granstockarna  
0,3 mm (stdav 5,7 mm). Jämförelsen mellan skördaren och 2-väg respektive 1-  
våg-mätramarna ger liknande resultat, se tabell 11.



Figur 7.  
Mättdifferens mellan skördarens diame-  
termått pb minus 3D-mätramens diame-  
termått pb. Figuren visar frekvenser av differenser grupperade i mm-klasser.

I tabell 9 framgår att spridningen ökar med ökad diameter på stockarna.

Tabell 9.  
Differens mellan skördarens diame-  
termått på bark minus 3D-mätning,  
tvävgsmätning och envägs-  
mätning vid sågverket.

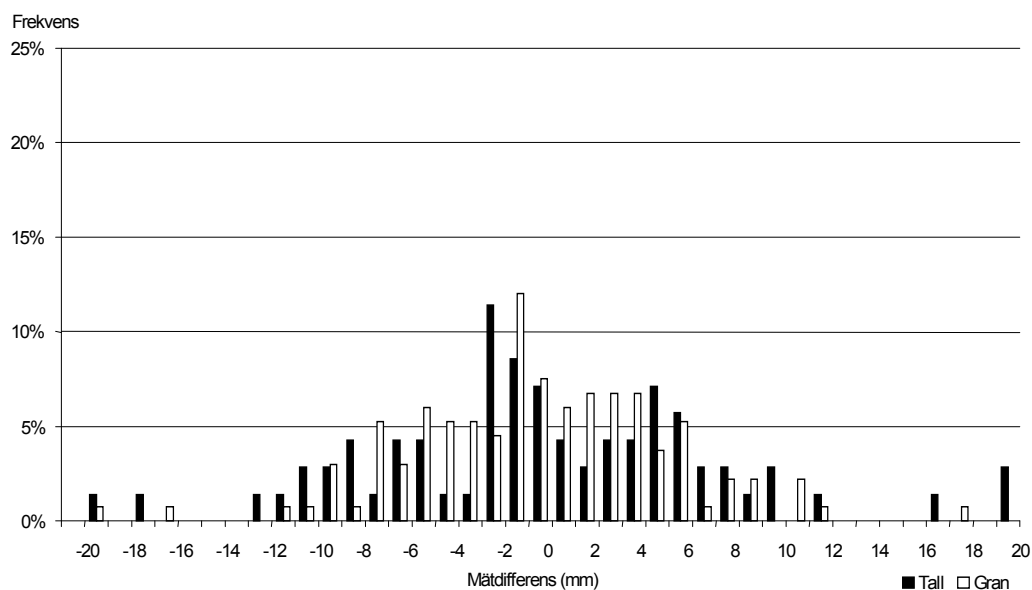
Klasser (mm)	Tall Antal (st)	Skördare – 3D- ram		Skördare – 2väg		Skördare – 1väg	
		Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)
150	7	3,7	7,6	3,1	5,9	4,0	6,1
200	24	3,8	9,2	4,3	7,3	6,2	7,8
250	25	3,0	6,3	3,6	4,7	7,4	6,3
300	11	3,5	4,5	2,7	5,0	3,7	6,3
350	3	-2,3	14,0	-3,0	11,6	1,3	14,6
<b>Totalt</b>	<b>70</b>	<b>3,2</b>	<b>7,6</b>	<b>3,3</b>	<b>6,2</b>	<b>5,8</b>	<b>7,2</b>

Tabell 10.

Differens mellan skördarens diametermått på bark minus 3D-mätning, tvåvägs-mätning och envägs-mätning vid sågverket.

Klasser (mm)	Gran Antal (st)	Skördare – 3D-ram		Skördare – 2väg		Skördare – 1väg	
		Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)
150	43	-1,9	6,3	-3,3	6,4	-1,3	6,2
200	43	0,7	5,5	-0,4	4,6	1,6	5,9
250	31	0,9	4,0	-0,3	3,4	2,4	4,5
300	12	5,8	2,8	3,3	2,9	4,5	5,6
350	3	2,7	3,2	-1,8	2,6	-1,0	5,6
<b>Totalt</b>	<b>132</b>	<b>0,3</b>	<b>5,7</b>	<b>-1,1</b>	<b>5,3</b>	<b>0,9</b>	<b>6,1</b>

I figur 8 visas skillnaden mellan skördarens angivna diametervärden under bark och 3D-mätramens angivna värden under bark. I felet inkluderas effekterna av mättekniken, ovalitet, eventuella barkavskav och barkfunktioner. Skördaren ger för tallstockarna 0,8 mm (stdav 7,7 mm) och för granstockarna 0,3 mm högre diametervärden än 3D-mätramens (stdav 5,6 mm). Skördaren ger jämfört med tvåvägs-mätning lite lägre standardavvikelse, medan envägs-mätningen ger någon mm högre standardavvikelse, se tabell 11.



Figur 8.

Mättdifferens mellan skördarens diametermått ub minus 3D-mätramens diameter ub. Figuren visar frekvensen av differensen grupperade i mm-klasser

Tabell 11.

Differens mellan skördarens diametermått under bark och 3D-mätarmens, tvåvägsmätarm och envägsmätning vid sågverket.

Klasser (mm)	Tall Antal (st)	Skördare –3D-ram		Skördare – 2väg		Skördare – 1väg	
		Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)
150	7	0,8	7,6	0,2	5,9	1,1	6,0
200	24	0,4	9,8	0,9	7,9	2,8	8,3
250	25	0,6	6,4	1,2	4,9	4,9	6,4
300	11	2,6	3,1	1,8	3,9	2,8	6,2
350	3	-2,4	14,0	-3,0	11,7	1,3	14,6
Totalt	70	0,8	7,7	0,9	6,3	3,3	7,4

Tabell 12.

Differens mellan skördarens diametermått under bark och 3D-mätarmens, tvåvägsmätarm och envägsmätning vid sågverket.

Klasser (mm)	Gran Antal (st)	Skördare –3D-ram		Skördare – 2väg		Skördare – 1väg	
		Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)	Medel (mm)	Stdav (mm)
150	43	-1,9	6,3	-3,2	6,4	-1,2	6,2
200	43	0,7	5,5	-0,4	4,6	1,6	5,9
250	31	0,9	4,0	-0,3	3,4	2,4	4,4
300	12	5,8	2,8	3,3	2,8	4,5	5,6
350	3	2,6	3,1	-1,8	2,5	-0,9	5,5
Totalt	132	0,3	5,6	-1,1	5,2	1,0	6,0

## Diskussion

### **Barktjocklek**

Resultatet visar att för den aktuella trakten är barken enligt barkfunktionerna ca 1 mm tjockare för tall (stdav 3 mm) och 2 mm (stdav 2,3 mm) tjockare för gran än kontrollerad barktjocklek. För tall var den uppmätta barktjockleken lägre för de klenaste och högre på de grova diametrarna än beräknade värden enligt barkfunktionerna. Detta är logiskt då man i skördaren endast använder mellanbark och på de klena stockarna är det en stor andel glansbark och på de grova stockarna en stor andel skorp bark. Tidigare studier visar också att mätning med barkmätare generellt ger en systematisk överskattning av barktjockleken med ca 1 mm.

Tre tidigare studier av tall i Uppland visade en överskattning på 2 mm (stdav 2 mm), en överskattning på 0,1 mm (stdav 1,7 mm) respektive en underskattning enligt barkfunktion med 6,5 mm (stdav 7,3 mm). Den tredje trakten var en kusttrakt med korta, grovbarkiga träd (stor andel skorp bark).

Analyser av uppmätta barktjocklekar i Skog–Massa–Papper-materialet visar även det på standardavvikelse på ca 2 mm för gran och 3 mm för tall (Möller, 2000). Standardavvikelsen stiger från stockar på ca 12 cm där standardavvikelsen är ca 1 mm upp till 3–5 mm vid 30 cm grova stockar.

## **Kvistknivarnas läge**

Kvistknivarnas inträngning i barken var 1,9 mm för tall (stdav 2,4 mm) och 1,2 mm för gran (stdav 1,5 mm). På 45 % av tallstockarna och 55 % av granstockarna var barken oskadad. Vid studier utförda på tall i oktober gick knivarna 4,5 mm (stdav 4,8 mm) respektive 3,9 mm (stdav 1,7 mm) in i barken. För dessa studier var endast 38 % respektive 1 % helt oskadade. Vid studier utförda i december ( $-10^{\circ}\text{C}$ ) var inträngningen 0,6 mm (stdav 1,0 mm) för tall och 0,1 mm (stdav 0,4 mm) för gran. I denna studie var ca 70 % av tallstockarna och 95 % av granstockarna oskadade.

De fyra studierna visar upp en stor variation för inträngning i barken och frekvensen stockar med skador. Resultatet kan till stora delar förklaras med vädervariationer. Inträngningen för tall varierar mellan 0,6 – 4,8 mm och för gran från 0,1 – 1,2 mm. Ingen grantrakt är dock studerad under mild väderlek.

## **Manuell kontroll jämfört med skördare**

Standardavvikelsen mellan skördarens diametervärden och kontrollerade diametervärden på bark var i studien 7,3 mm för tall- och 5,4 mm för granstockar. 43 % av tall- och 56 % av granstockarna hamnade inom  $\pm 4$  mm från avsedd diameter efter korrigeringar för systematiska skillnader.

Dessa värden ligger i nivå med en studie utförd hos Mellanskog i december 1999 (Möller, 2000). Jämfört med tidigare studier är nivån dock lägre då andelen stockar inom  $\pm 4$  mm från avsedd diameter har legat inom intervallet 60–70 %. Standardavvikelsen för en långtidsstudie utförd från augusti 1997 till juli 1998 gav en standardavvikelse för tall på 8,5 mm och för gran på 5,4 mm (Möller, 1997). Studien i december 1999 gav en standardavvikelse för tall på 7,6 mm och för gran på 6,9 mm.

## **Manuell kontroll jämfört med mätramar**

Standardavvikelsen mellan 3D-mätramens diametervärden och kontrollerade diametervärden på bark var i studien 3,9 mm för tall- och 3,2 mm för granstockar. 76 % av tall- och 87 % av granstockarna hamnade inom  $\pm 4$  mm från avsedd diameter. Dessa värden ligger i nivå med en tidigare studie som utfördes vid Heby sågverk. Den höga standardavvikelsen kan troligen till stor del förklaras med barkavskav på stockarna som upptäckts av ramen men inte av virkesmätaren.

Standardavvikelsen för tvåvägsmätningen ligger i samma nivå som för 3D-mät-ramen 4,0 mm för tall och 3,2 mm för gran. Även andelen inom  $\pm 4$  mm ligger inom samma nivå, 76 % för tall och 85 % för gran. Intressant är att tvåvägs-mätningen i praktiken ger lika bra resultat som 3D-mätningen. Det visar att tvåvägs-mätningen fångar ovalitet och barkskador på liknande sätt som 3D-ramen.

För envägs-mätningen ökar dock standardavvikelsen till 5,1 mm för tall och 4,4 mm för gran. Denna ökning kan förklaras med att envägs-mätningens värde störs av ovalitet.



## **Skördarmätning jämfört med mätrammar vid sågen**

Standardavvikelsen mellan skördarens diametervärde och 3D-mätramens diametervärden under bark var i studien 7,6 mm för tall- och 5,7 mm för granstockar. 40 % av tallstockarna vid inmätning vid sågen och 62 % av granstockarna hamnade inom  $\pm 4$  mm från skördarens avsedda diameter. Dessa värden ligger i nivå eller är något bättre än vid Heby-studien där standardavvikelsen för tall var 7,5 mm och för gran 7,0 mm. I Heby-studien hamnade 38 % av tallstockarna och 45 % av granstockarna inom  $\pm 4$  mm från skördarens avsedda diameter vid inmätning i sågen.

Vid jämförelse mellan skördare och tvåvägsmätning är standardavvikelsen något lägre. Detta kan troligtvis förklaras med att tvåvägsmätningen mest liknar skördarmätning.

## **Potential för skördarmätning**

3D-ramens diametervärde jämfört med tvåvägsmätning kan jämföras med en 3D-ram och en beröringsfri utrustning i skördaren. Denna jämförelse ger för tall en standardavvikelse på 4,2 mm jämfört med 7,6 mm mellan skördare och 3D-ram. För gran är standardavvikelsen 2,9 mm jämfört med 5,7 mm mellan 3D-mätram och skördare.

Detta visar på en potential att minska standardavvikelsen med ca 3 mm vid övergång från dagens mätteknik med mätning i kvistknivarna till en tvåvägs beröringsfri mätning i skördarna. Omsatt till andel inom  $\pm 4$  mm från avsedd diameter ökar andelen för tall från 40 % till 67 % och för gran från 62 % till 92 %. Detta skulle vara ett stort steg om man producerar stockar i skogen med en specifik längd för en specifik sågklass.

## **Allmänt**

### **Programproblem**

Vid studier i Valåsen uppvisade mätriktning 2 i tvåvägsmätramen ett fel. Detta innebär att vissa stockar fick en för stor diameter i mätriktning 2. Vid bortsortering av stockar där felet med säkerhet kunde fastställas blev det dock inga större skillnader i spridningsvärden vid jämförelse mellan ram och skördare eller mellan ram och manuell kontroll.

### **Spridning**

Vissa stockar med stora avvikelse (20–25 mm) är ej bortplockade ur materialet. Detta innebär att materialet ej är helt normalfördelat (gäller främst skördare). Detta visar sig bland annat om man jämför andelen inom exempelvis  $\pm 4$  mm med normalfördelningskurvan och aktuell standardavvikelse. Normalfördelningskurvan ger då en underskattning av andel inom  $\pm 4$  mm jämfört med kontrollmätningarna, men å andra sidan är frekvensen stora fel högre än vad som indikeras av normalfördelningen.

## Litteratur

- Möller, J. J. Sondell, J. 1997. Volymmätning med skördare som underlag för vederlag. Stencil 1997-10-17, SkogForsk.
- Möller, J. J. 2000. Barkavskav i skogen vid avverkning med skördare. Stencil 2000-05-25. SkogForsk.
- Möller, J. J. 2000. Analys av barkpunktsbedömning. Stencil 2000-05-23. SkogForsk.
- Möller, J. J. 2000. Mätnoggrannhet i kedjan skog-såg. Mellanskog → Heby sågverk. SkogForsk. Arbetsrapport nr 462.